

Analisis Dan Pengukuran *Quality Of Service* (Qos) Jaringan 4G (Operator Telkomsel, XI, Dan Indosat)

Eko Jhony Pranata¹, Rizki Dewantara²

^{1,2} Informatika, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Institut Teknologi Bisnis dan Kesehatan Bhakti Putra Bangsa Indonesia

Email: ¹masekojhonypranata@gmail.com, ²dewantararizki@ibisa.ac.id

Abstrak

Teknologi jaringan komunikasi merupakan serangkaian komponen teknologi yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Salah satu di antaranya yang banyak di gunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu teknologi jaringan 4G. Dengan adanya jaringan tersebut akan mempermudah kebutuhan akan internet sehari-harinya. Namun perbedaan kecepatan dalam mengakses perlu akan adanya pengujian dan pembahasan suatu jaringan dalam layanan yang baik dan juga perlu adanya layanan *Quality Of Service*(QOS) yang baik pula. Dalam pengujian Teknologi jaringan 4G ini berfokus hanya pada lima parameter QOS saja yaitu : *Throughput, Delay, Jitter, Packet loss* dan *Bandwidth*. Dalam pengukuran performa teknologi jaringan 4G menggunakan layanan *Quality Of Service* (QOS), analisa dan pengujian yang di lakukan untuk mengetahui reperentasi pada kondisi jaringan pada saat ini. Dari hasil penelitian ini, didapatkan perbedaan yang tidak begitu signifikan antara masing-masing operator jaringan. Meski tidak begitu signifikan operator jaringan TELKOMSEL memiliki hasil yang lebih baik di banding operator XL maupun INDOSAT. Dari hasil penelitian ini dari ketiga operator jaringan tersebut dapan di gunakan sebagai pertimbangan bagi user dalam memilih penggunaan internet sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

Kata kunci: QOS, jaringan 4G, Telkomsel, XI, Indosat

Measurement And Analysis Of Quality Of Service (Qos) 4g Network (Telkomsel, XI, And Indosat Operators)

Abstract

Communication network technology is a series of technological components that are interconnected with one another. One of them that is widely used in everyday life is 4G network technology. With this network, it will facilitate the need for daily internet. However, the difference in speed in accessing the need for testing and discussing a network in good service and also the need for good Quality Of Service (QOS) services as well. In testing 4G network technology, it focuses only on five QOS parameters, namely: Throughput, Delay, Jitter, Packet loss and Bandwidth. In measuring the performance of 4G network technology using Quality Of Service (QOS) services, analysis and testing are carried out to determine the representation of current network conditions. From the results of this study, it was found that the difference between each network operator was not so significant. Although not so significant, TELKOMSEL network operators have better results than XL and INDOSAT operators. From the results of this study of the three network operators can be used as a consideration for users in choosing internet usage according to their individual needs.

Keywords: QOS, 4G Network, Telkomsel, XI, Indosat

1. PENDAHULUAN

Sebagai sebuah kebutuhan di dunia yang berkembang pesat saat ini, internet adalah sumber daya berharga untuk membantu orang memecahkan masalah sehari-hari yang mengganggu mereka. Meningkatnya kemacetan jaringan internet adalah bukti semakin pentingnya web; semakin banyak orang yang menggunakan perangkat ini untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan fakta bahwa mereka dapat mengakses internet melalui jaringan telepon seluler dengan biaya yang sangat rendah merupakan nilai tambah. (Aryanto and Mahedy, 2014).

Memfaatkan web melalui jaringan seluler kontemporer adalah salah satu jawaban potensial. Selain itu, teknologi modem USB diterapkan melalui jaringan seluler melalui telepon pintar, yang dikatakan sangat nyaman dan praktis. selain peningkatan Kualitas Layanan (QOS), konektivitas yang luas melalui jaringan seluler telah menjadi Kualitaspendorong perluasan internet itu sendiri. Kecepatan transfer data yang ditawarkan oleh berbagai penyedia layanan juga sangat kompetitif. (Diponegoro, 2015).

Pengguna jaringan 4G kini dinilai lebih banyak dibandingkan pengguna jaringan 3G atau teknologi jaringan lainnya, khususnya di Indonesia. Teknologi jaringan telah berkembang pesat di Indonesia, dengan beberapa operator telah bereksperimen dengan jaringan 5G pada tahun 2017, meskipun upaya tersebut masih dalam tahap percobaan dan belum sepenuhnya terealisasi. Tidak ada alasan untuk percaya bahwa pertumbuhannya tidak akan terus berlanjut di tahun-tahun mendatang. Kecepatan transfer data pada jaringan 4G biasanya berkisar antara 100 Mbps hingga 1 Gbps. (Mahanani and gumeta 2016).

Mengingat permasalahan tersebut, penelitian saat ini bersifat proaktif fokus pada jaringan 4G dalam menganalisis penggunaan parameter QOS (*Quality Of Service*) pada modem USB untuk operator TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT, dengan parameter QOS (*Quality Of Service*) yang membatasi *bandwidth*, *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *packet loss* di lingkungan kampus UIN Sunan Kalijaga.

2. METODE PENELITIAN

Tahap pertama dari proses penelitian melibatkan penulis melakukan tinjauan literatur, di mana mereka membaca artikel dari internet, jurnal, dan karya terbitan lainnya tentang *Quality Of Service* (QOS) untuk mempelajari teori terkait yang digunakan untuk membantu dan mendukung penelitian. penelitian yang sedang berlangsung sehingga dapat terwujud dengan paling efektif dan efisien. Referensi yang dikumpulkan akan digunakan untuk memandu penulisan laporan di masa depan, analisis data, dan implementasi program. Anda dapat

memeriksa daftar referensi untuk melihat sumber mana yang digunakan. (Komputer, 2003).

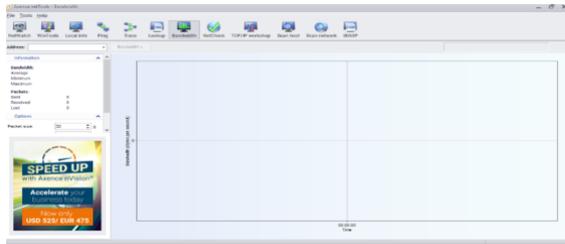
Setelah itu, penulis penelitian ini hanya mengukur dan mengumpulkan data tanpa memberikan intervensi apa pun selama penelitian berlangsung, seperti halnya kita saat ini melakukan pengamatan terhadap apa pun yang hanya mengukur dan menghitung atau menganalisis. Pendataan langsung dilakukan di lingkungan sekitar UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, antara lain kampus UIN serta Sapen, Nologaten, dan Papringan, melalui aplikasi WIRESHARK dan AXCEN NETTOOLS versi 5 serta produk Apple khususnya iPhone 5s yang berfungsi. sebagai modemnya. Dilanjutkan dengan pengumpulan data yang diatur oleh parameter QOS (*Quality Of Service*) meliputi *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, *Packet loss*, dan *Bandwidth*. Setelah semua data terkumpul, akan dilakukan perbandingan, kemudian dilakukan validasi²⁶ terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan. Ini akan memastikan bahwa pengukuran dan perhitungannya selaras. Setelah diperoleh hasil yang dapat dipercaya, hasil tersebut dianalisis menggunakan kriteria yang ditetapkan oleh konsorsium TIPHON. (Mahardika, 2017).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian teknologi jaringan 4G dengan harapan penundaan dan preferensi penyedia jaringan dapat menjadi pertimbangan di masa mendatang. Penting untuk melakukan pengujian pada jaringan untuk membuat keputusan yang tepat tentang jaringan mana yang akan digunakan dan seberapa baik kinerjanya. Pengukuran dan pengujian dilakukan pada teknologi jaringan 4G. Pada penelitian ini, kami membandingkan beberapa parameter QOS seperti *throughput*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *bandwidth*. Yang kemudian dianalisis untuk mengetahui perbedaan dan hasil untuk masing-masing penyedia jaringan. *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, *Packet loss*, dan *Bandwidth* semuanya diukur selama 7 hari pada interval yang telah ditentukan menggunakan alat Wireshark untuk pengukuran *Throughput* dan *Delay* dan Axcence netTools 5 untuk pengukuran *jitter*. Pengukuran ini dilakukan dari perangkat seluler yang terhubung dengan jaringan TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT 4G.

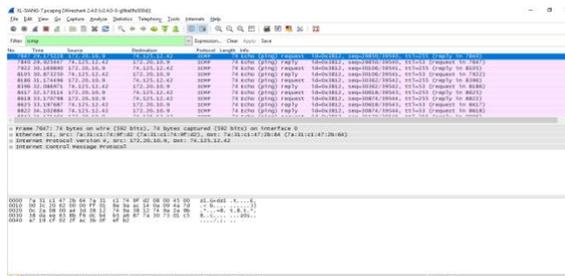
Prosedur pengujian dan pengukuran melibatkan pengunduhan file dalam batas waktu 60 detik. Hasil estimasi selanjutnya sesuai dengan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Network*). Pengukuran dan evaluasi *bandwidth* menggunakan perangkat lunak Axcence netTools 5, dengan pengunduhan berjalan normal pada saat itu, dan prosedur kemudian dimulai dengan mengklik tombol *Bandwidth* pada perangkat lunak, sehingga pengujian dan evaluasi *bandwidth* dilakukan secara otomatis. Pengujian dan pengukuran *bandwidth* dipecah menjadi lebih detail pada Gambar

1, dimana bagian berlabel "Bandwidth" menampilkan nilai minimum, maksimum, dan rata-rata



Gambar 1. Tampilan Pengukuran Bandwidth

Pengukuran aktif dan evaluasi DELAY dilakukan menggunakan perangkat Wireshark. Prosesnya diterapkan dengan terlebih dahulu membuka alamat IP konten saat sedang diunduh, lalu menggunakan filter "icmp" di Wireshark untuk menentukan berapa lama waktu yang telah berlalu sejak pengunduhan dimulai. Hasil penundaan ditunjukkan di bawah ini.

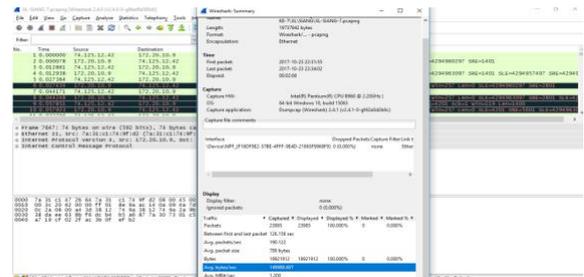


Gambar 2 Tampilan Pengukuran Delay

Dalam proses pengukuran dan pengujian yang disebutkan di atas, protokol penangkapan "icmp" dipanggil. Dimana protokol "icmp" terlihat ada balasan dan permintaan, dan dari situ Delaynya bisa dihitung. Keterlambatan diukur secara lebih akurat dengan membagi paket dengan waktu kedatangan dan keberangkatan, lalu merata-ratakan hasilnya. Throughput diukur dan dievaluasi dengan membandingkan jumlah data yang dikirim dengan jumlah waktu yang diperlukan untuk pengiriman. Dalam hal ini waktu yang diperlukan untuk perhitungan adalah dua menit atau 120 detik. Selanjutnya navigasikan ke konten IP yang sedang berjalan atau telah dijalankan untuk melihat skala Throughput implementasi pengukuran dan evaluasi. Selanjutnya, pilih ringkasan dari menu di bawah statistik; output untuk Throughput akan muncul di bawah.

Mengukur dan mengevaluasi kehilangan paket menggunakan Axcence NetTools 5; program ini menawarkan dua metode untuk melakukannya, masing-masing di bawah menu "ping" dan "bandwidth". Namun, untuk keperluan penelitian ini, penulis menggunakan yang terakhir; prosedur untuk melakukannya sama dengan prosedur untuk mengukur dan mengevaluasi kecepatan

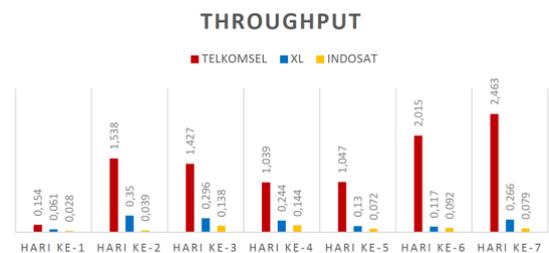
pengunduhan. Satu-satunya perbedaan yang terlihat adalah data untuk paket yang dikirim, diterima, dan hilang ditampilkan di bagian "paket", yang dapat ditemukan tepat di bawah area Bandwidth. Pengukuran dan evaluasi jitter dilakukan dengan bantuan Wireshark. Dalam penelitian ini menggunakan rentang waktu 2 menit hingga 120 detik, berdasarkan fakta bahwa proses pengunduhan terus berlanjut hingga batas waktu yang ditentukan tercapai. Nilai jitter dapat dihitung dengan membagi total varians dengan jumlah paket yang tersedia dan mengurangkan hasilnya dengan satu.



Gambar 3. Tampilan Pengukuran Throughput

Pengukuran QOS dilakukan pada waktu yang sama setiap harinya: pagi hari antara pukul 08.00-09.00 WIB, sore hari antara pukul 13.00-15.00 WIB, dan sore hari antara pukul 17.00-18.00 WIB. di kampus UIN Sunan Kalijaga. Hasil rata-rata pengukuran QOS untuk setiap penyedia layanan tercantum di bawah ini.

Menghitung throughput adalah representasi Bandwidth sebenarnya pada waktu tertentu dalam jaringan selama pengunduhan. Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil throughput:



Gambae 4. Grafik Nilai Throughput

Grafik di atas menunjukkan rata-rata Throughput untuk setiap operator jaringan selama seminggu. Rata-rata throughput tertinggi dicatat oleh TELKOMSEL sebesar 1,6 Mbps, sedangkan terendah dicatat oleh INDOSAT sebesar 0,085 Mbps. Banyaknya orang yang menggunakan internet secara bersamaan akan mempengaruhi kecepatan koneksi setiap orang. Hal ini, pada gilirannya, dapat menyebabkan membanjirnya data yang tidak diperlukan dalam database. Perubahan Nilai Throughput juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti penggunaan Internet global dan lalu lintas

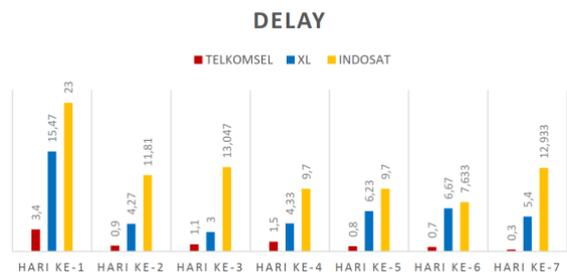
jaringan eksternal. Faktor lain, termasuk gangguan sinyal, sumber daya yang tersedia, dan *bandwidth*, juga dapat memengaruhi hasil pengukuran. Semakin baik kinerja jaringan, semakin banyak data yang dapat dikirim dalam jangka waktu tertentu.

Nilai *throughput* tercapai sebesar 6,25%. Sebaliknya pengukuran *Throughput* pada jaringan operator XL memberikan hasil sebesar 0,21 MBps. Hasil *Throughput* tersebut kemudian dipecah lebih lanjut dengan membaginya dengan kecepatan download terukur koneksi internet pengguna (1,57 MBps) menggunakan aplikasi speedtest. Hasil pemaparan *Throughput* sebesar 13,5 persen. Pengukuran *throughput* jaringan operator INDOSAT selanjutnya menghasilkan nilai sebesar 0,085 MB/s. Hasil *Throughput* yang disebutkan di atas kemudian dibagi dengan kecepatan unduh terukur sebesar 4,01 MBps melalui aplikasi speedtest untuk menemukan demonstrasi *Throughput* yang relevan. Hasil *throughput* menunjukkan nilai 2,1 persen. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa menurut standar TIPHON, operator XL memiliki *Throughput* tertinggi, sedangkan operator INDOSAT memiliki *Throughput* terendah. Namun semua operator jaringan masih tergolong memiliki *Throughput* yang rendah.

Tabel 1. Kategori Throughput

Parameter pengukuran	Operator Jaringan	Hasil Pengukuran	Kategori TIPHON
THROUGHPUT	TELKOMSEL	6,25%	JELEK
	XL	13,4%	JELEK
	INDOSAT	2,1%	JELEK

Hasil pengukuran *delay* selama periode pemantauan tujuh hari untuk masing-masing operator. Berikut ini adalah tabel yang menampilkan pengukuran *delay* yang dilakukan untuk masing-masing penyedia



Gambar 5. Grafik Nilai Delay

Grafik *DELAY* dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil Rata-rata *delay* terburuk sebesar 12,55 milidetik pada jaringan INDOSAT sedangkan rata-rata *delay* terbaik sebesar 1,24 milidetik pada jaringan TELKOMSEL. Hasil pengukuran *DELAY* sangat baik secara seragam pada ketiga operator yang diuji: TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT. Jika nilai *DELAY* suatu jaringan diturunkan maka kualitas jaringan tersebut akan meningkat. Beberapa faktor mungkin mempengaruhi *DELAY*, termasuk kapasitas

jaringan yang tidak memadai, perbedaan pengukuran, perbedaan ukuran paket, dan tarif pengiriman yang tidak konsisten.

Pengukuran yang dilakukan selama tujuh hari menggunakan operator jaringan TELKOMSEL menghasilkan *Delay* sebesar 1,24 milidetik, yang berada dalam rentang yang sangat baik yang ditetapkan oleh standar TIPHON. Pengukuran penundaan yang dilakukan dengan operator jaringan XL memberikan hasil sebesar 6,48 milidetik, menempatkannya dalam kategori "sangat baik" menurut standar pengukuran TIPHON. Selanjutnya, operator jaringan INDOSAT meraih 12,55 juta milidetik dalam benchmark TIPHON, sehingga kembali menempatkannya pada kategori sangat baik. Jika dibandingkan dengan kualitas layanan penyedia lain, TELKOMSEL unggul dibandingkan jaringan pesaing seperti XL dan INDOSAT. Berikut tabel kategori *delay* operator TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT seperti dilansir TIPHON.

Tabel 2. Kategori Delay

Parameter pengukuran	Operator Jaringan	Hasil Pengukuran	Kategori TIPHON
DELAY	TELKOMSEL	1,24 milidetik	SANGAT BAGUS
	XL	6,48 milidetik	SANGAT BAGUS
	INDOSAT	12,55 milidetik	SANGAT BAGUS

Pengukuran *jitter* adalah proses menentukan berapa banyak penundaan yang terjadi dalam transmisi data melalui jaringan tertentu. Berikut adalah rata-rata hasil pengukuran *jitter* selama periode 7 hari untuk masing-masing operator jaringan.



Gambar 6. Grafik Nilai Jitter

Hasil Nilai rata-rata *Jitter* tertinggi sebesar -0,28 milidetik pada operator XL, sedangkan terendah sebesar -0,004 milidetik pada operator INDOSAT. Rata-rata nilai *jitter* pada penelitian ini masih cukup baik; semuanya berada dalam kisaran 0–nol, dengan pengecualian beberapa nilai pada hari nol (*jitter* sebesar -1,99 pada XL dan -0,9 pada operator TELKOMSEL). Periode pengukuran *Jitter* 7 hari dengan operator jaringan TELKOMSEL menghasilkan nilai -0,3 milidetik, yang menurut

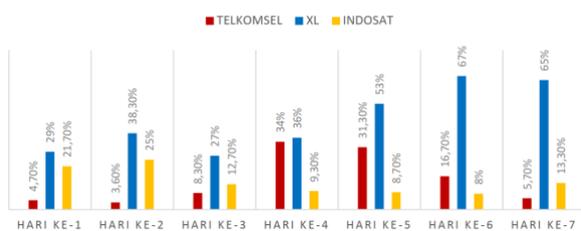
standar TIPHON sangat baik. Selanjutnya, *Jitter* diukur menggunakan jaringan operator XL dan ditemukan 0,28 milidetik di bawah standar TIPHON sehingga menempatkannya pada kategori sangat baik. Hasil selanjutnya dari operator jaringan INDOSAT juga sangat baik yaitu -0,004 milidetik sesuai standar TIPHON. Hasil keseluruhan dari setiap operator diklasifikasikan berdasarkan standar TIPHON SANGAT BAIK karena setiap operator jaringan masih memberikan hasil kurang dari 0 (nol) milidetik. Berikut tabel rekomendasi TIPHON untuk mengkategorikan *Jitter* pada operator TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT.

Tabel 3 Kategori Jitter

Parameter pengukuran	Operator Jaringan	Hasil Pengukuran	Kategori TIPHON
JITTER	TELKOMSEL	-0,3 milidetik	SANGAT BAGUS
	XL	-0,28 milidetik	SANGAT BAGUS
	INDOSAT	-0,004 milidetik	SANGAT BAGUS

Metrik *packet loss* memprediksi kemungkinan paket data tertentu akan rusak atau hilang selama transmisi. Menghitung *packet loss* melibatkan penghitungan persentase paket data yang hilang selama pengangkutan. Berikut adalah representasi grafis dari hasil studi tujuh hari tentang kehilangan paket.

PACKETLOSS



Gambar 7. Grafik Nilai Packet loss

Grafik *packet loss* dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil Rata-rata persentase *packet loss* tertinggi dimiliki oleh operator XL (56,2%), sedangkan terendah dimiliki oleh operator INDOSAT (14,1%). *Packet loss* terjadi ketika sejumlah besar pengguna menyebabkan tingkat kehilangan paket jaringan meningkat, sehingga menyebabkan hilangnya data. Faktor lain yang dapat mempengaruhi *Packet loss* antara lain jumlah hop dari MS ke host jarak jauh, tekanan jaringan, kelebihan beban router, media rusak, dan sebagainya. Perhitungan *Packetloss* menggunakan jaringan operator TELKOMSEL menghasilkan nilai *Packetloss* sebesar 14,9% dan masuk dalam kategori “baik” menurut benchmark TIPHON. Sebaliknya, nilai *Packetloss* sebesar 45% yang ditemukan saat mengukur jaringan yang sama dengan operator XL, menempatkan TIPHON dalam

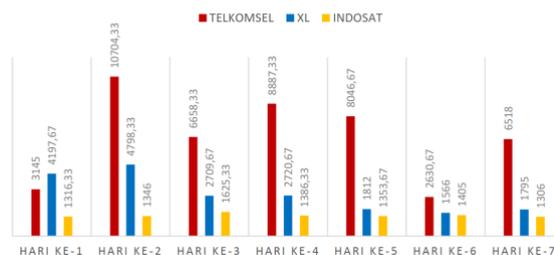
kategori “lemah”. Sebaliknya, pengukuran TIPHON *Packetloss* menggunakan jaringan operator INDOSAT ditemukan sebesar 14,1% dalam rentang baik/sangat baik. Jika dibandingkan dengan jaringan yang disediakan TELKOMSEL dan INDOSAT, kualitas layanan XL masih jauh lebih unggul. Berikut rincian *Packet loss* yang direkomendasikan TIPHON berdasarkan jenis operator untuk TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT.

Tabel 4. Kategori Packet loss

Parameter pengukuran	Operator Jaringan	Hasil Pengukuran	Kategori TIPHON
PACKET LOSS	TELKOMSEL	18,6 (14,9%)	BAGUS
	XL	56,2 (45%)	JELEK
	INDOSAT	17,1(14,1%)	BAGUS

Bandwidth adalah nilai yang diperoleh dari jumlah waktu yang dihabiskan untuk mentransfer data antara server dan klien. Berikut adalah representasi grafis dari hasil proyek pengukuran *bandwidth* selama 7 hari.

BANDWIDTH



Gambar 8. Grafik Nilai Bandwidth

Grafik *Bandwidth* dapat dilihat pada Grafik 8 Hasil. Perhitungan *Bandwidth* menampilkan nilai *Bandwidth* rata-rata 7 hari mulai dari yang tertinggi sebesar 6655.8bps pada jaringan TELKOMSEL hingga terendah sebesar 1391.2bps pada jaringan INDOSAT. Nilai *bandwidth* harian tertinggi dicatat oleh operator TELKOMSEL pada hari ke-2 sebesar 10704,33 bps, sedangkan nilai *bandwidth* harian terendah dicatat oleh operator INDOSAT pada hari ke-7 sebesar 1306 bps. Pengukuran yang dilakukan dengan operator jaringan TELKOMSEL menghasilkan nilai *bandwidth* sebesar 6655,8 bps, sedangkan pengukuran yang dilakukan dengan operator jaringan XL menghasilkan nilai *bandwidth* sebesar 2799,9 bps. Sedangkan pengukuran *bandwidth* melalui jaringan operator INDOSAT memberikan hasil sebesar 1391,2 bps. Jika dibandingkan dengan jaringan lain seperti yang digunakan oleh TELKOMSEL dan XL, kualitas layanan INDOSAT masih terasa lebih tinggi. Berikut adalah tabel perbandingan berbagai kategori *bandwidth* yang ditawarkan oleh TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT.

Tabel 5. Hasil Bandwidth

Parameter pengukuran	Operator Jaringan	Hasil Pengukuran
BANDWIDTH	TELKOMSEL	6655,8 bps
	XL	2799,9 bps
	INDOSAT	1391,2 bps

Throughput, *Delay*, *Jitter*, *Packet loss*, dan *Bandwidth* adalah beberapa parameter QOS yang digunakan untuk mengevaluasi data yang dikumpulkan dengan pengambilan sampel berbasis sampling. Operator jaringan yang berbeda memberikan hasil pengujian yang berbeda, dan perbedaan ini dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa masukan yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda. Hasil dari setiap parameter kemudian akan dibandingkan dengan menggunakan standar TIPHON. Sehingga kedepannya dapat diperoleh perbedaan sesuai standar TIPHON. Selain itu, informasi unik diambil dari informasi umum melalui teknologi modem USB dengan menggunakan iPhone 5s sebagai modemnya.

Tabel 6. Hasil QOS

Parameter Pengukuran	Hasil Pengukuran TELKOMSEL	Hasil Pengukuran XL	Hasil Pengukuran INDOSAT
<i>Throughput</i>	1,6 Mbps	0,21 Mbps	0,085 Mbps
<i>Delay</i>	1,24 milidetik	6,48 milidetik	12,55 milidetik
<i>Jitter</i>	-0,3 milidetik	-0,28 milidetik	-0,004 milidetik
<i>Packet loss</i>	18,6 (14,9%)	56,2 (45%)	17,1(14,1%)
<i>Bandwidth</i>	6655,8 bps	2799,9 bps	1391,2 bps

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa rata-rata *throughput* operator TELKOMSEL adalah 1,6 Mbps (lihat tabel 1). Pengurangan penundaan rata-rata 1,24 milidetik. *Jitter* diukur pada -0,3 milidetik. Rata-rata *Bandwidth* Berkurang sebesar 6655,8 bps dan *Packet loss* Berkurang sebesar 18,6% (14,9%). *Throughput* untuk XL adalah 0,2 Mbps. Pengurangan penundaan rata-rata adalah 6,48 milidetik. Mengukur *jitter* -0,28 milidetik. *Bandwidth* mengalami penurunan rata-rata 2799,9 kbps, sedangkan *packet loss* berkurang rata-rata 56,2 persen. Sebaliknya, *throughput* INDOSAT adalah 0,085 Mbps. Pengurangan penundaan rata-rata adalah 12,55 juta. *Jitter* diukur pada -0,004 milidetik. Kehilangan paket rata-rata 17,1% (14,1%) dan *bandwidth* berkurang rata-rata 1391,2 bps. Pasti ada variasi dalam hasil yang dicapai karena dampak dari berbagai operator jaringan terhadap layanan QOS. Hasil yang berbeda diperoleh dari berbagai parameter yang digunakan untuk evaluasi komprehensif, dan hasil ini antara penurunan dan peningkatan.

4. KESIMPULAN

Pembahasan sebelumnya memungkinkan kita mengambil kesimpulan bahwa pengukuran jaringan 4G yang dioperasikan oleh TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT di wilayah sekitar kampus UIN Sunan

Kalijaga Yogyakarta, termasuk kampus UIN sendiri di lobi Saintek, Sapen, Nologaten, dan Papringan, dengan parameter seperti *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, *Packet loss*, dan *Bandwidth*, dilakukan. Hasil *Throughput* untuk TELKOMSEL = 1,6 Mbps, XL = 0,2 Mbps, dan INDOSAT = 0,085 Mbps untuk jaringannya masing-masing masuk dalam kategori JELEK untuk *Throughput*. Hasil *Delay* operator TELKOMSEL = 1,24 milidetik, operator XL = 6,48 milidetik, dan operator INDOSAT = 12,55 milidetik; kemudian pada kategori *Jitter* operator TELKOMSEL = -0,3 milidetik, operator XL = -0,28 milidetik, dan operator INDOSAT = -0,004 milidetik; sehingga d kemudian, rata-rata *bandwidth* untuk seluruh 55 operator TELKOMSEL dihitung sebesar 6655,8 bps; untuk XL sebesar 45,1%; untuk INDOSAT sebesar 14,1%; dan untuk *Packet loss*, TELKOMSEL dan INDOSAT masuk dalam kategori "BAGUS", sedangkan XL masuk dalam kategori "JELEK".

Diketahui kinerja QOS secara keseluruhan pada jaringan 4G operator TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT di sekitar kampus UIN Sunan Kalijaga baik pada parameter QOS *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, dapat dikatakan BAIK/BAGUS namun pada parameter *throughput* yang tetap masuk kategori JELEK. Meski tidak begitu signifikan operator jaringan TELKOMSEL memiliki hasil yang lebih baik di banding operator XL maupun INDOSAT. Untuk mendapatkan hasil terbaik baiknya jika menggunakan lebih banyak parameter seperti : HOP/Traceroute, ketersediaan *Bandwidth* pada masing-masing operator jaringan dan banyaknya pengguna jaringan. Pengambilan data dan juga pengujian baiknya dilakukan dengan durasi yang lebih lama tidak hanya 2 menit tetapi bisa lebih lama lagi. Sehingga data yang didapatkan bisa lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, Y. E. , Mahedy, K. S. (2014) "Jaringan Komputer" Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Diponegoro, M. (2015) "Analisis Quality Of Service (Qos) Pada Jaringan internet Dengan Metode Fixed Daily Measurement Interval (Fdmi) Dan Non Fdmi Studi Kasus : Ugm-Hotspot Pascasarjana Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada" Tesis Ilmu Komputer UGM
- Fatoni (2011), "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Intranet (Studi Kasus Universitas Bina Darma)" Jurnal Universitas Bina Darma, Palembang.
- Komputer, W. (2003). "Konsep Jaringan Komputer dan pengembangannya." Yogyakarta: Salemba infotek.
- Mahanani, gumeta sari.(2016). " Analisis dan Pengujian di Jaringan 3G dan 4G Dalam Layanan Quality Of Service (QOS) " skripsi UIN Sunan Kalijaga

- Mahardika, Yuha Bani. (2017) "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Wireless Sukanet Wifi dan 4G di Lingkungan UIN Sunan Kalijaga". Skripsi UIN Sunan Kalijaga.
- Tiphon. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) General aspect of Quality of Service (Qos). DTR/TIPHON-05006 (cb001cs.pdf).
- Usman, Uke Kurniawan. 2008. Pengantar Ilmu Telekomunikasi. Penerbit Informatika, Bandung.