

Analisis Efisiensi Kinerja Jaringan 4g LTE pada Aplikasi Video Conference (*Analysis of 4G LTE Network Performance Efficiency in Video Conference Applications*)

Dwi Pratiwi^{1*}, Kms.Andi²

Universitas Palembang, Palembang^{1,2}

pratiwidwi562@gmail.com^{1*}, kms.andi1977@gmail.com²



Riwayat Artikel

Diterima pada 15 Januari 2025

Revisi 1 pada 29 Januari 2025

Revisi 2 pada 7 Februari 2025

Disetujui pada 10 Februari 2025

Abstract

Purpose: Video conference is one of the multimedia services that is done in real time and allows for voice, image and data communication. constrained by network connection which causes the ongoing video conference process to be disrupted. These disturbances include unstable internet connection, low bandwidth, joining meeting time out and cannot connect to internet services. The need for fast internet access with the best performance in providing user comfort when conducting video conferences.

Method: The system development methodology that will be used in this research process uses the AR (Action Research) method.

Result: The focus of this study is to measure the performance of the 4G LTE network so that the video conference process can run smoothly using QoS parameters. There are two QoS methods used including Intrinsic QoS obtained based on data measurement parameters consisting of packet loss, throughput, delay and jitter. Perceived QoS is obtained when the service is used using the MOS (Mean Opinion Score) method consisting of MOS E-Model and MPQM. The two protocols that are filtered include the TCP and UDP protocols. This measurement aims to provide an assessment of LTE network performance when conducting video conferences in order to meet the ITU-T and TIPHON standard criteria in providing comfort to users when communicating using an ISP (Internet Service Provider)

Keywords: Video Conference, LTE, Throughput, Jitter, Delay, Packet loss, ITU-T, TIPHON

How to Cite: Pratiwi, D., Andi, K. (2024). Analisis Efisiensi Kinerja Jaringan 4g LTE pada Aplikasi Video Conference. *Jurnal Studi Multidisiplin Ilmu*, 2(2), 71-81.

1. Pendahuluan

Video conference merupakan salah satu layanan multimedia yang dapat dilakukan secara *real time* serta memungkinkan terjadinya komunikasi suara, gambar dan data sekaligus. Layanan *video conference* ini membutuhkan kualitas *bandwidth* yang besar dan dapat diterapkan pada jaringan yang memiliki kecepatan transfer data yang besar. Penggunaan *video conference* dapat memberikan kemudahan bagi *user* untuk dapat saling berkomunikasi di tempat lokasi yang berbeda sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Di era pandemic covid-19 saat ini, *video conference* merupakan salah satu pilihan alternatif untuk dapat saling berkomunikasi dimana pertemuan dengan kapasitas orang banyak seperti proses pembelajaran siswa sekolah, proses perkuliahan, perkantoran, seminar dan rapat dilakukan secara *virtual*.

Saat ini, aplikasi layanan *video conference* yang sangat populer yaitu zoom. Zoom merupakan salah satu aplikasi layanan *video telefoni* jarak jauh dengan memanfaatkan jaringan internet. Namun, seringkali *user* mengalami kendala jaringan saat menggunakan zoom seperti koneksi internet yang kurang stabil yang sering mengganggu saat proses *video conference* berlangsung menyebabkan informasi yang diberikan tidak terdengar dengan jelas. Beberapa faktor yang menyebabkan koneksi internet yang kurang stabil seperti Redaman, Distorsi, *Noise*, *crosstalk*, *Echo*, Atenuasi dan *Congestion*.

Perlunya suatu akses jaringan internet yang cepat dengan performansi yang terbaik dalam memberikan kenyamanan kepada *user* saat melakukan *video conference*. Fokus utama pada penelitian ini yaitu melakukan pengukuran kinerja jaringan 4G LTE terhadap kualitas jaringan dari 4 ISP (*Internet Service Provider*) meliputi Telkomsel, XL, 3 dan Indosat yang diukur menggunakan parameter QoS (*Quality of Service*). QoS (*Quality of Service*) merupakan suatu metode pengukuran tentang seberapa baik kualitas layanan jaringan yang digunakan. Kemampuan QoS mengacu pada tingkat kecepatan dan kehandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi data.

Metode QoS dapat digunakan dalam mengukur kualitas suara, video dan data yang sensitive terhadap *delay* dalam melewati jaringan. Sehingga, tidak hanya menjamin ketersediaan layanan saja tetapi memberikan kenyamanan konsumen dalam berkomunikasi dan menjaga hak setiap konsumen terhadap kualitas performansi jaringan LTE yang baik. Terdapat 2 metode QoS yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi *intrinsic QoS* dan *perceived QoS*. Metode *intrinsic QoS* merupakan kualitas layanan jaringan yang diperoleh berdasarkan parameter pengukuran data seperti *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Metode *perceived QoS* merupakan kualitas layanan jaringan yang diukur ketika suatu layanan digunakan. Pengukuran *Perceived QoS* diperoleh berdasarkan nilai MOS (*Mean Opinion Score*) yang diukur secara objektif berdasarkan nilai-nilai parameter data *intrinsic QoS* terdiri dari MOS E-Model dan MPQM (*Moving Picture Quality Metric*).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Quality Of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan dalam menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter dan delay. Parameter QoS meliputi delay, jitter, packet loss dan throughput. Dalam menentukan kualitas dari QoS berdasarkan standard TIPHON (Telecommunication and Internet Protocol Network). TIPHON merupakan standard protokol yang dirancang dalam mendukung pasar komunikasi suara dan aspek multimedia terkait antara pengguna jaringan berbasis IP dan pengguna jaringan circuit switched.

2.2 Throughput

Throughput merupakan kecepatan (*rate*) transfer data efektif yang terukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu tersebut. *Throughput* dapat menjadi rendah dikarenakan adanya paket yang hilang dan *delay*. *Throughput* juga dapat disebut sebagai pengoptimalan penggunaan *bandwidth*.

Tabel 1. Kategori Peringkat Throughput

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Buruk	0 – 338 Kbps	1
Sedang	338 – 700 Kbps	2
Bagus	700 – 1200 Kbps	3
Sangat Bagus	>1200 Kbps	4

Sumber : TIPHON

2.3 Jitter

Jitter merupakan variasi *delay* paket data diterima yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* menyebabkan *jitter*. Hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi Panjang antrian, waktu pengolahan data dan waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan *jitter*.

Tabel 2. Tabel Standarisasi Jitter

Standard Jitter	Kategori	Jitter
	Perfect	0 ms
	Good	75 ms
	Medium	125 ms
	Poor	225 ms

Sumber ETSI TR 101 329 V2.1.1 (1996-06)

2.4 Packet Loss

Packet loss merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. *Packet loss* dapat disebabkan oleh *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini dapat mempengaruhi pada semua aplikasi karena re-transmisi atau transmisi ulang dan akan mengurangi efisiensi kinerja jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi tersebut.

Tabel 3. Kategori standarisasi *Packet Loss*

Standard TIPHON Packet Loss	Kategori	Packet Loss
	Excellent (Sangat Bagus)	0 %
	Good (Bagus)	3 %
	Medium (Sedang)	15 %
	Poor (Buruk)	25 %

Sumber : ETSI TR 101 329 V2.1.1 (1996-06) Hal 26)

2.5 Delay

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari sumber ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *congestion* atau juga waktu proses yang lama.

Tabel 4. Kategori Standarisasi *Delay* TIPHON

Standard Delay TIPHON	Kategori	Delay TIPHON
	Best (4)	<150 ms
	High (3)	<250 ms
	Medium (2)	<350 ms
	Low (1)	<450 ms

Sumber : ETSI TR 101 329 V2.1.1 (1996 – 06) Hal 28)

2.6 Mos E-Model

E-Model didasarkan pada metode *impairment factor* yang mengikuti peringkat transmisi sebelumnya. E-Model dikembangkan oleh kelompok ETSI ad hoc yang disebut dengan “kualitas transmisi suara dari mulut ke telinga. E-Model memperkirakan kualitas percakapan dari mulut ke telinga seperti yang dirasakan oleh pengguna baik sebagai pendengar maupun berbicara.

$$R = 93.2 - I_d - I_e \quad [1]$$

Estimasi MOS (*Mean Opinion Score*) untuk situasi percakapan dalam skala 1-5 dapat diperoleh dari faktor-R dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{For } R < 0 & \quad \text{MOS} = 1 \\ \text{For } 0 < R < 100 & \quad \text{MOS} = 1 + 0.035 R + R (R-60) (100-R) \times 7 \times 10^{-6} \\ \text{For } R > 100 & \quad \text{MOS} = 4.5 \end{aligned} \quad [2]$$

Table 5. Hubungan Antara R-Value dan Kepuasan Pelanggan

R-Value	Tingkat Kepuasan	MOS
90-100	Very satisfied	4.3+
80-90	Satisfied	4.0 – 4.3

70-80	Some User's dissatisfied	3.6 – 4.0
60-70	Many Users dissatisfied	3.1 – 3.6
50-60	Nearly all users dissatisfied	2.6 – 3.1
0-50	Not Recomend	1.0 – 2.6

Sumber: Rec.ITU-T G.107 (06/2015) Hal 16

2.7 Moving Picture Quality Metric (MPQM)

Pengukuran MOS berdasarkan pengujian jaringan merupakan metode untuk mengukur kualitas video menggunakan pengukuran MPQM (*Moving Picture Quality Metric*) berdasarkan riset yang dilakukan di Universitas California Los Angles (UCLA). Perhitungan MOS dimulai antara 5 (sangat bagus) sampai 1 (jelek) untuk mengepresikan kualitas dari gambar video yang di *broadcast*.

$$Q_r = Q_e (1 - PLR)^{(PLR \cdot 100)/R} \quad [3]$$

Q_r = Nilai kualitas, *image video range 0(unusable) s/d 5(best)*

Q_e = Kualitas dari codec yang digunakan, harga berkisar antara 3-5

R = Parameter kalibrasi yang digunakan sebagai expresi kompleksitas dari codec, berkisar $R(\text{high})=3$ $R(\text{low})=2$

PLR = *Packet Loss Rate*

Tabel 6. *Video Quality Scale*

Rating	Impairment	Quality
5	Imperceptible	Excellent
4	Perceptible not annoying	Good
3	Slightly	Fair
2	Annoying	Poor
1	Very annoying	Bad

2.8 Wireshark

Wireshark merupakan sebuah aplikasi perangkat lunak yang gratis dan biasa digunakan sebagai *network analyzer* dalam menganalisa jaringan yang biasa digunakan oleh *network administrator* untuk menganalisa kinerja suatu jaringan termasuk protokol di dalamnya.

Tujuan monitoring jaringan menggunakan *wireshark* adalah

- 1) Memecahkan masalah jaringan
- 2) Memeriksa keamanan jaringan
- 3) Men-*debug* implementasi protokol
- 4) Mempelajari protokol jaringan internal.

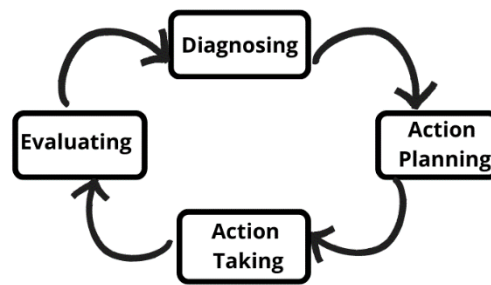
Beberapa fitur dan kelebihan aplikasi *Wireshark* meliputi

- 1) Bisa beroperasi di OS windows dan Linux
- 2) Menangkap atau *capture* paket data secara langsung dari sebuah *network interface*
- 3) Dapat melakukan *import* dan *export* hasil *capture* data dari atau perangkat lain
- 4) Pencarian paket data dengan berbagai macam kriteria filter
- 5) Dapat membuat berbagai macam tampilan statistic.

3. Metode penelitian

3.1 Metodologi Pengembangan Sistem

Metodologi Pengembangan sistem yang akan digunakan dalam proses penelitian ini menggunakan metode AR (*Action Research*). Metode *Action Research* ini merupakan metode pengumpulan data secara langsung yang ditinjau dari sisi pengguna. Pada penelitian ini objek yang diamati merupakan 4 kinerja jaringan dari ISP (*Internet Sevrice Provider*).



Gambar 1. Tahapan Penelitian Metode Action Research

- 1) *Diagnosing*
Pada tahapan ini Menentukan Provider Menganalisa Permasalahan saat zoom serta melakukan Studi Literatur (Buku, Referensi dan Jurnal)
- 2) *Action Planning*
Pada tahapan ini Menentukan Perencanaan Pengambilan Data, Membuat Alur Proses Pengambilan Data dan Menentukan Hardware dan software
- 3) *Action Taking*
Pada tahapan ini melakukan Pengambilan data berdasarkan parameter QoS dengan menggunakan *software wireshark*. Melakukan Perhitungan Intrinsic QoS yang terdiri dari (*throughput, delay, jitter* dan *packet loss*).
- 4) *Evaluating*
Evaluasi data berdasarkan hasil pengukuran intrinsic QoS diolah pada Perceived QoS menggunakan MOS (E-Model dan MPQM).

Tabel 7. Tabel Tahapan Metode Action Research

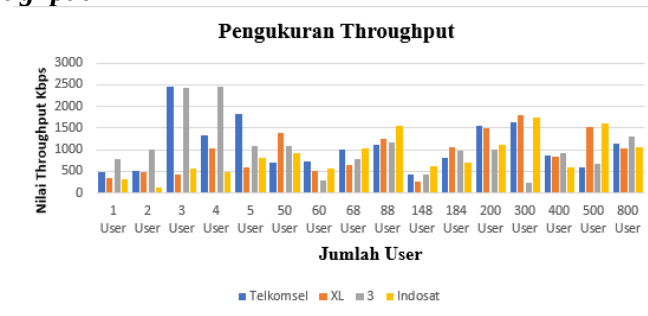
Tahapan	Input	Proses	Output
<i>Diagnosing</i>	Mentukan Provide r yang di akan di uji coba performans inya serta identifikais permasalahan yang terjadi saat zoom.	Mengidentifik asi permasalahan saat <i>video conference</i> menggunakan metode kippling 5W + 1H dan Studi Literatur terhadap penelitian yang dilakukan sebelumnya.	Hasil Metode Kipplin g 5W + 1H, Identifik asi permasa lahan dan Studi Literatur
Action Planning	Hasil Dokumen Tertulis dari Diagnosing	Merencanakan alur pengambilan data dengan mempertimba ngkan waktu dan lokasi pengukuran serta menentukan perangkat <i>hardware</i> dan	Hasil Dokume n tertulis dari Action Plannin g.

		<i>software</i> yang digunakan	
<i>Action Taking</i>	Hasil Dokumen tertulis dari Action Planning.	Pengambilan data yang valid berdasar kan scenario yang telah ditentukan dengan mempertim ba ngkan parameter data berdasar lan standard TIPHON meliputi <i>delay, packet loss, throughput</i> dan <i>Jitter</i>	Hasil Dokume n pengam bilan data
<i>Evaluatio n</i>	Hasil Pengambila n data saat <i>video conference</i> menggunak an zoom diukur melalui <i>software wireshark</i>	Perhitungan data menggunakan nilai MOS dan MPQM	Hasil nilai MOS dan MQPM dari 4 <i>internet service provider</i> yang diukur kualitas layanan dari skala 1-5.

4. Hasil dan Pembahasan

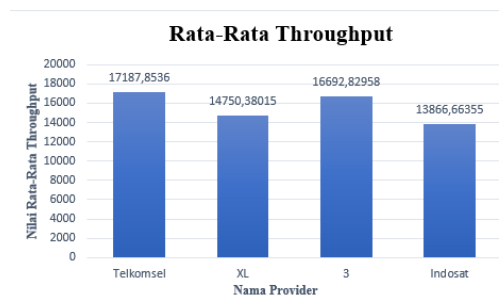
Pada pengukuran ini dilakukan untuk mengukur performansi 4 *provider* yang di ukur kualitas jaringannya saat melakukan *video conference*. QoS merupakan suatu metode pengukuran tentang seberapa baik kualitas jaringan dan memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana. *Intrinsic* QoS dideskripsikan dengan parameter kinerja suatu jaringan meliputi *throughput, delay, jitter* dan *packet loss* berdasarkan standard ITU-T dan TIPHON. Pengukuran ini melibatkan 4 *provider* meliputi Telkomsel, XL, Indosat dan 3 yang dilakukan selama 10 menit untuk melakukan *video conference* melalui zoom dan laptop yang terhubung ke jaringan *network operator*

4.1 Pengukuran Throughput



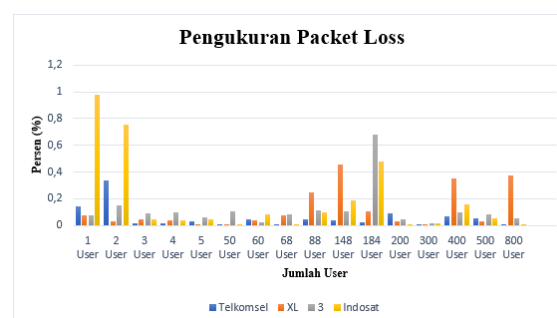
Gambar 2. Grafik Pengukuran *Throughput*

Berdasarkan hasil pengukuran *throughput* di tabel IV.3 didapatkan bahwa jumlah *user* tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai *throughput* dari 4 *network operator* yang diukur kualitas layanannya saat melakukan *video conference*. Pada provider tekomsel setelah diukur tidak pernah memiliki nilai *throughput* <338 Kbps dan diakumulasikan ke standard TIPHON nilai *throughput* tersebut termasuk kategori “Buruk” dengan indeks 1. Penyebab nilai *throughput* yang kecil dapat mengakibatkan kualitas suara dan gambar yang dihasilkan akan kurang baik atau secara putus-putus sehingga komunikasi dua arah tidak akan berlangsung lancar dan tidak memberikan kenyamanan *user* saat melakukan *video conference*. Terdapat 3 provider yang memiliki nilai *throughput* <338 kbps yaitu provider XL sebesar 276 Kbit/s, Provider 3 sebesar 292 Kbit/s dan 250 Kbit/s dan Provider Indosat sebesar 312 Kbit/s dan 151 Kbit/s.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Pengukuran *Throughput*

4.2 Packet Loss

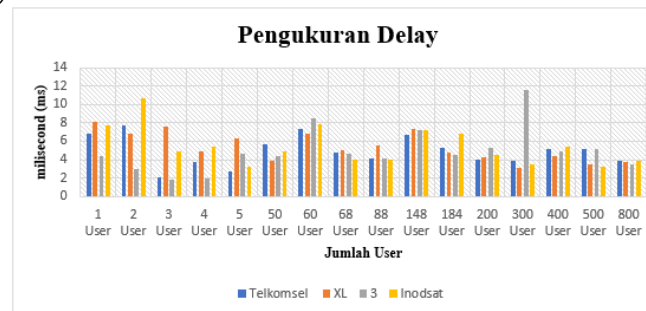


Gambar 4. Grafik Pengukuran *Packet Loss*

Berdasarkan pengukuran nilai *packet loss* menggunakan *wireshark* didapatkan nilai *packet loss* yang bervariasi tetapi masih berada di rentang nilai 0 % - 3 % berdasarkan standard TIPHON nilai tersebut masih termasuk kategori “bagus”. Nilai *packet loss* terbesar pada pengukuran provider indosat sebesar 0.98%. Penyebab terjadinya *packet loss* terdapat perangkat yang tidak bekerja secara optimal sesuai dengan fungsinya sehingga terjadinya antrian trafik tinggi (*overload traffic*) dan terdapat paket data yang hilang selama komunikasi berlangsung, sehingga jumlah paket yang dikirimkan di dalam server tidak sama dengan jumlah paket yang diterima oleh *client* dan bahkan *noise* atau gangguan sinyal yang tidak di inginkan, gangguan ini menyebabkan proses penyampaian pesan tidak berjalan sebagaimana

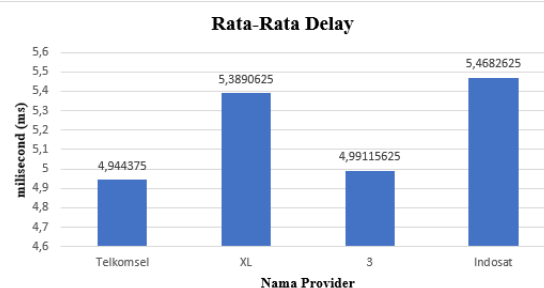
mestinya. Kesimpulanya, pengukuran *packet loss* menunjukkan performansi dari 4 *network operator* termasuk kategori “Bagus” dan memenuhi persyaratan sesuai dengan standard TIPHON.

4.3 Pengukuran Delay



Gambar 5. Grafik Pengukuran Delay

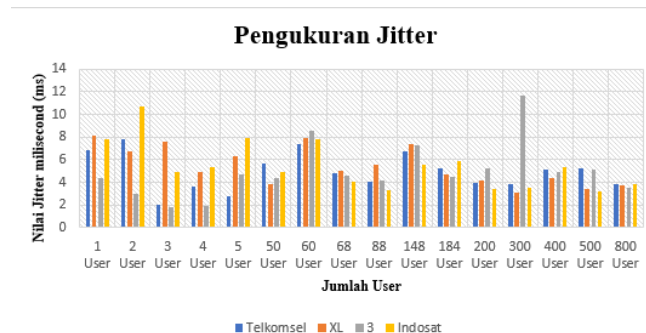
Tabel IV.4 merupakan Hasil rata-rata *delay* dari 4 *network operator* meliputi XL, Telkomsel, Indosat dan 3 yang di ukur kualitas layanannya. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan nilai *delay* yang bervariasi, pada pengamatan dan pengambilan data, nilai *delay* tertinggi yaitu sebesar 11,64454713 ms saat pengukuran 300 user di jaringan provider 3. Besarnya nilai *delay* dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti algoritma *delay*, paketisasi *delay*, serialisasi *delay*, propagasi *delay* dan komponen *delay*.



Gambar 6. Grafik Pengukuran Rata-Rata Delay

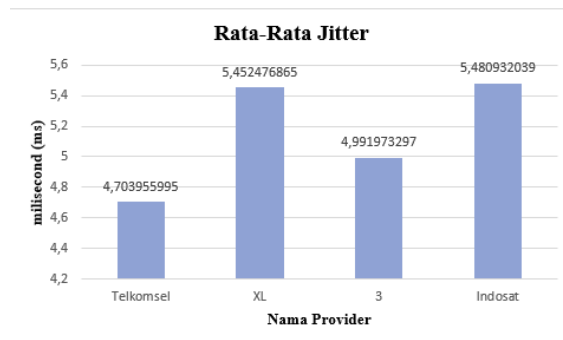
Pada gambar IV.5 merupakan grafik rata-rata pengukuran *delay*, jika di rata-ratakan untuk nilai keseluruhan *delay* provider yang memiliki *delay* minimum yaitu provider telkomsel sebesar 4,94 ms dan 3 sebesar 4,99 ms dan *delay* maksimum pada provider XL sebesar 5,38 ms dan Indosat sebesar 5,46 ms. Agar terciptanya layanan *video conference* yang nyaman provider tersebut harus meminimalkan nilai *delay* apabila *delay* yang dihasilkan semakin besar maka proses *video conference* berlangsung agak sedikit terganggu. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran *delay* yang bervariasi *noise* atau gangguan sinyal yang tidak dikehendaki berupa sinyal frekuensi dari radio lain atau menurunnya performansi alat jaringan yang digunakan sebagai media penghubung antar media jaringan yang sangat mempengaruhi waktu *delay* untuk setiap perangkat yang diukur

4.4 Pengukuran Jitter



Gambar 7. Grafik Pengukuran Jitter

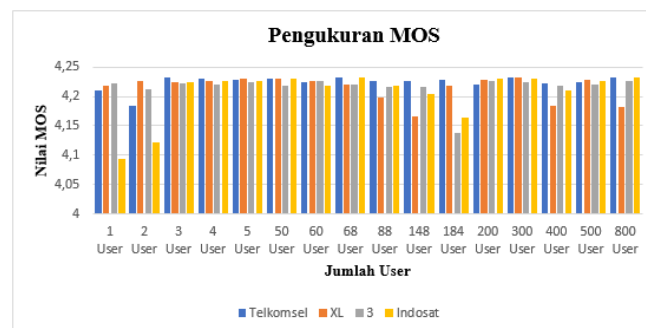
Berdasarkan pengukuran *jitter network operator* di tabel IV.6 secara keseluruhan nilai *jitter* yang diperoleh setelah pengukuran 4 provider masih termasuk kategori “bagus” karena berada di rentang nilai 0-75ms didapatkan nilai *jitter* tertinggi pada jumlah user sebanyak 300 user pada provider 3 nilai *jitter* sebesar 11,6447 ms dan nilai *jitter* terendah pada provider telkomsel sebanyak 1,876 ms. Berdasarkan standard TIPHON untuk nilai kedua *jitter* tersebut masih termasuk kategori “bagus” hanya saja standard *video conference* semakin kecil nilai *jitter* maka komunikasi *video conference* akan sangat bagus demi terciptanya kenyamanan user saat melakukan *video conference*. Pengaruh jumlah user saat melakukan *video conference* tidak mempengaruhi nilai *jitter*. Nilai *jitter* tinggi dapat menyebabkan keterlambatan komunikasi audio dan video dalam waktu lama hingga panggilan tersebut terputus pada *video conference*.



Gambar 8. Grafik Pengukuran Rata-Rata Jitter

Berdasarkan gambar IV.7 grafik pengukuran rata-rata *jitter* didapatkan nilai *jitter* minimum pada provider telkomsel sebesar 4,70 ms dan 3 sebesar 4,99 ms sedangkan nilai *jitter* maksimum pada provider XL sebesar 5,45 ms dan provider indosat 5,48 ms.

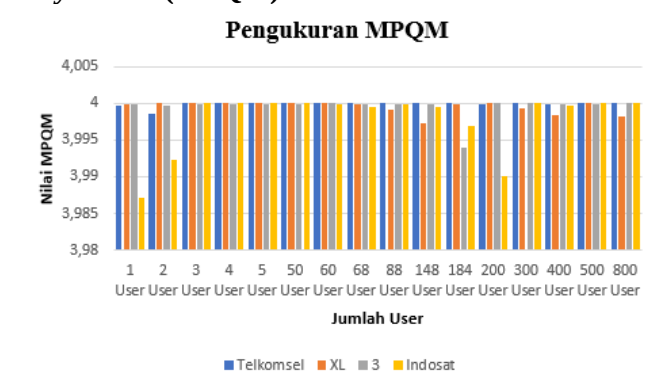
4.5 MOS E-Model



Gambar 9. Grafik Pengukuran MOS (*Mean Opinion Score*)

Pada pengukuran MOS (*Mean Opinion Score*) di tabel IV.15 didapatkan nilai rata-rata MOS tertinggi pada provider telkomsel kedua 3 ketiga XL dan keempat indosat. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan MOS E-Model rekomendasi standard ITU G.107 dalam pengukuran kualitas transmisi suara nilai MOS dari 4 *network operator* termasuk dalam kategori “*satisfied*” atau bagus berada diantara nilai 4.0 - 4.3. Pada saat pengukuran 4 *network operator* nilai MOS terendah pada pengukuran indosat sebesar 4.09. Pada provider telkomsel nilai MOS terendah sebesar 4.18 dan tertinggi sebesar 4.23. Pada provider XL nilai MOS terendah sebesar 4.16 dan tertinggi sebesar 4.23. Pada provider 3 nilai MOS terendah sebesar 4.13 dan tertinggi sebesar 4.22. Pada provider indosat nilai MOS terendah sebesar 4.09 dan tertinggi 4.23. Secara keseluruhan pengaruh jumlah *user* tidak mempengaruhi nilai MOS. Setelah dilakukan perhitungan, nilai MOS sangat bervariasi. Apabila di akumulasikan ke standard ITU-T G.107 skala MOS tersebut termasuk kategori “bagus” karena masih di range 4.0 – 4.3 dan untuk tingkat kepuasan pelanggan “*satisfied*”. Tingkatan kepuasan pelanggan dan kualitas layanan jaringan 4G LTE yang dihasilkan sangat berpengaruh terhadap kinerja positif keuangan perusahaan operator. Sehingga, pelanggan dapat mengetahui kualitas layanan provider yang terbaik dan bisa sebagai acuan provider dalam meningkatkan kualitas layanan 4G LTE.

4.6 Moving Picture Quality Metric (MPQM)



Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran MPQM

Pengukuran MPQM digunakan untuk mengukur kualitas video saat *video conference* berlangsung. Setelah dilakukan pengukuran menggunakan *wireshark* didapatkan hasil nilai MPQM secara keseluruhan bernilai 3,99 atau 4 jika diakumulasikan ke *video quality scale* termasuk kategori “Good” atau bagus. Nilai MOS MPQM yang terkecil hanya pada provider indosat sebesar 3,98. Artinya kualitas gambar yang dihasilkan bagus dikarenakan kualitas gambar merupakan faktor utama yang secara langsung bisa dilihat oleh pengguna untuk menyatakan kepuasan pelanggan atas apa yang telah dihasilkan di *video conference*. ketajaman gambar dan halusness gerakan atau *motion* di dalam sebuah panggilan *video* sangat mempengaruhi nilai MOS. Oleh karena itu, pengukuran besar FPS (*Frame Rate Per Second*) menjadi sangat penting disini, karena semakin besar FPS maka semakin halus *motion* (gerakan) pada video. Pada penggunaan zoom besar FPS yang didapatkan sebesar 24. Nilai *frame rate* tersebut diakumulasikan ke dalam skala kualitas termasuk kategori “baik” dengan nilai 4 untuk memberikan parameter kualitas *codec* berdasarkan kualitas *video* yang dilihat serta memberikan parameter kalibrasi yang tinggi sebesar 3.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran kinerja jaringan 4 ISP (Internet Service Provider) tersebut masih memenuhi standar ITU-T dan TIPHON. Dari hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Pada pengukuran throughput untuk provider 3, XL dan Indosat memiliki nilai throughput <338 Kbps yang menghasilkan nilai throughput yang kecil dimana berdasarkan standar TIPHON nilai throughput < 338 kbps termasuk kategori “Buruk”.
- 2) Pada pengukuran *packet loss* performansi dari nilai 4 ISP (*Internet Service Provider*) berdasarkan standar TIPHON berada diantara nilai (0-3)% termasuk kategori bagus. nilai *packet loss* tertinggi sebesar 0.98% pada provider indosat
- 3) Pada pengukuran delay performansi dari 4 ISP (*Internet Service Provider*) berdasarkan standar ITU-T G.114 berada diantara nilai 0-150 ms termasuk kategori bagus. Nilai delay tertinggi pada provider 3 sebesar 11,64 ms
- 4) Pada pengukuran jitter performansi dari 4 ISP (*Internet Service Provider*) berdasarkan standar TIPHON termasuk kategori “bagus” berada diantara nilai (0-75)ms. Nilai minimum jitter pada provider telkomsel.
- 5) Pada pengukuran nilai MOS E-Model dan MPQM mengenai kepuasan pelanggan terhadap kualitas layanan. Pada pengukuran nilai MOS E-Model masih memenuhi standar ITU-T G.107 dengan nilai MOS berada di range 4.0-4.3 skala mos tersebut termasuk kategori “bagus” dengan tingkat kepuasan pelanggan “satisfied”. Pada pengukuran nilai MOS MPQM secara keseluruhan bernilai 3,99 atau 4 jika dikorelasikan dengan *video quality scale* termasuk kategori “bagus”.

Referensi

- Winarno Sugeng, Jazi Eko Istiyanto, Khabib Mustofa and Ahmad Ashari, "The Impact of QoS Changes Towards Network Perfomance" *International Journal of Computer Networks and Communication Security*, Ijens. Vol.3, pp.48-53 February 2015.
- ITU-T Recommendation ITU-T G.101 (2001), *The transmission System and Media, Digital System and Network*.
- "Powerline Telecommunications (PLT) Quality of Service (QoS) requirements for in house systems", ETSI Technical Report (TR) 102 049 V1.1.1 (2002-05).
- ETSI, TR 101 329-2 (V1.1): "Users' Requirements; Mobility; Interworking and interoperability between networks".
- ETSI, TR 101 329-2 (V2.1.1): "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)".
- ITU-T Recommendation Y.1541 (2011), *Global Information Infrasturcture, Internet Protocol Aspects and Next Generation Networks*.
- Edwin Setiawan, Luher Pagiling, Muh.Nadzirin Anshari Nur, "Analisis Kualitas Jaringan Internet Provider Telekomunikasi dengan Menggunakan Parameter *Quality of Service* (QoS) di Kota Kendari., Elektroda, Vol.7, Hal 55-60 2022.
- ITU-T Recommendation G.114 (2003), *One-way transmission time*.
- ITU-T Rec. G.107 (2015) *The E-Model: A computational model for use in transmission planning*
- ITU-T Recommendation G.107, *The E-model, a computational model for use in transmission planning*, Mar. 2005.