

ANALISIS KUALITAS JARINGAN 4G MENGGUNAKAN PARAMETER QUALITY OF SERVICE DI KOTA MAKASSAR

*Analysis Of 4G Network Quality Using Parameters
Quality Of Service In The City Of Makassar*

Ayu Fitrah Alyah¹, Dyah Darma Andayani², Syahrul³

*Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Universitas Negeri Makassar
ayufitrahalyah@gmail.com*

Abstrak - Perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi berkembang secara cepat dari generasi ke generasi, perkembangan teknologi tersebut telah sampai ke generasi 4G. Perkembangan jaringan 4G memiliki kemampuan transmisi yang besar terutama dalam hal kecepatan download dan upload, karena banyaknya keinginan masyarakat akan kualitas jaringan dari provider yang dapat digunakan dengan lancar dan cepat, hal ini dimanfaatkan perusahaan telekomunikasi membangun *Internet Service Provider (ISP)* yang lebih cepat menggunakan jaringan 4G. Adanya perbedaan kualitas jaringan pada provider yang memicu untuk melakukan pengujian kualitas jaringan 4G. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas jaringan 4G dari berbagai provider layanan telepon seluler di wilayah Kota Makassar, diwakili oleh Tiga provider. Pengujian kualitas jaringan 4G menggunakan parameter *Quality of Service (QoS)* dengan standarisasi *Lirneasia* dan *TIPHON*. Penelitian dilakukan dengan sampel Tujuh jalan di Kota Makassar. Hasil Penelitian Menunjukkan bahwa parameter QoS provider *Smartfren* memenuhi standar *Lirneasia* dan pada standar *TIPHON* dikategorikan "*Perfect*" pada Enam Jalan. parameter QoS provider *Telkomsel* memenuhi standar *Lirneasia* dan pada standar *TIPHON* dikategorikan "*Perfect*" pada Empat Jalan. Sedangkan parameter QoS provider *Indosat* memenuhi standar *Lirneasia* dan pada standar *TIPHON* dikategorikan "*Perfect*" pada Enam Jalan di Kota Makassar.

Kata Kunci : DUSUNET, *Wireless LAN*, *Wifi*, Internet.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan melihat perkembangan teknologi informasi pada saat ini dan perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi yang berkembang pesat serta layanan komunikasi yang bergerak di dunia mobile evolutions memungkinkan penggunaannya dapat saling berinteraksi satu sama lain. Perkembangan teknologi ini sendiri berkembang secara cepat dari generasi ke generasi. Dimulai dari generasi *Fixed Wireline* sampai kepada generasi *Broadband*, ini bisa dilihat dari pertumbuhan pengguna teknologi *Wireless* di Indonesia.

Teknologi dari layanan broadband sendiri terus berkembang, dimulai dari generasi pertama atau biasa disebut dengan istilah 1G (*Generasi Pertama*), dimana pada generasi ini memiliki standar teknologi *Nordic Mobile Telephone (NMT)* yang digunakan berbasis analog, kemudian masuk ke generasi 2G teknologi sudah berbasis digital dilanjutkan ke generasi 2.5G dengan peningkatan dalam kapasitas *Bandwidth* dari generasi sebelumnya sampai pada tahun 2000 an perkembangan teknologi telekomunikasi di dunia tersebut telah mencapai generasi 4G LTE bahkan 5G.

Dengan berkembangnya jaringan seluler seperti hadirnya teknologi 4G LTE yang memiliki kemampuan transmisi yang besar terutama dalam hal kecepatan untuk *download* dan *upload*, serta banyaknya keinginan masyarakat akan kualitas jaringan dari provider yang dapat digunakan untuk mengakses secara lancar dan cepat, hal ini di manfaatkan perusahaan telekomunikasi untuk membangun *Internet Service Provider (ISP)* yang lebih cepat menggunakan teknologi jaringan 4G LTE.

Menurut *Diskominfo Kota Makassar* sendiri telah hadir lima provider yang menawarkan jaringan super cepat seperti *Smartfren*, *Telkomsel* *Indosat*, *3 Tri* dan *XL*

Dalam menggunakan suatu provider, masyarakat terkadang tidak begitu peduli apakah produk yang digunakan sesuai dengan lingkungan tempat mereka tinggal, seringkali masyarakat hanya melihat dari iklan karna layanan koneksi *provider* ini lebih stabil.

Performasi layanan jasa internet tidak hanya dipengaruhi kinerja jaringan dari sudut pandang penyedia layanan (*ISP*) semata namun juga dari sudut pandang pengalaman konsumen sebagai pengguna layanan dari penyedia jasa. Permasalahan dari penelitian ini yaitu ingin mengetahui perbedaan kualitas jaringan 4G LTE dari operator selular dan di daerah mana saja yang kualitasnya terbaik. Pada penelitian ini peneliti akan menguji kualitas jaringan 4G dari beberapa provider dengan menerapkan Metode QoS (*Quality of Service*) untuk mengetahui sejumlah faktor atau parameter yang mempengaruhi kualitas jaringan internet mobile 4G LTE. Adapun alat pengujian kualitas jaringan internet menggunakan software *Ratel Nettek*. Besaran pengukuran kualitas layanan yang dihasilkan akan di analisis menggunakan standar kualitas layanan yang baik menurut standarisasi *EITS-THIPON* dan Standar

LIRNEasia. Hasil dari analisis pengukuran kualitas jaringan pada beberapa operator di Kota Makassar akan membantu untuk setiap masyarakat Makassar agar mengetahui perbedaan kualitas layanan jaringan 4G LTE.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam adalah Bagaimana hasil analisis perbedaan kualitas jaringan 4G pada provider Indosat, Smartfren dan Telkomsel menggunakan parameter QoS berstandar TIPHON dan Standar LIRNEasia di Kota Makassar?

METODELOGI PENELITIAN

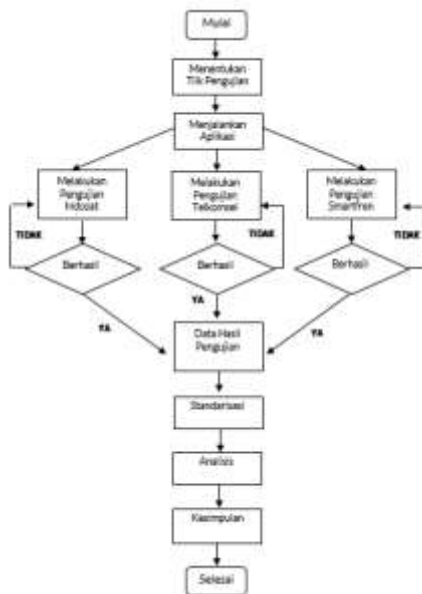
Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian Deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan secara akurat tentang analisis suatu fenomena-fenomena yang adalah, baik fenomena alamiah maupun fenomena buatan manusia. Penelitian deskriptif dalam penelitian ini akan menggambarkan analisis perbedaan kualitas teknologi 4G dari beberapa Provider yaitu, Smartfren, Telkomsel dan Indosat dalam melakukan pengujian menggunakan parameter *Quality Of Service (QoS)* yaitu *Delay*, *Jitter* dan *Paket Loss*

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2020. Pengujian atau pengambilan data dibedakan menjadi dua sesi yaitu pada *Rush Time* (10.00-15.00 WITA) dan *Not Rush Time* (15.00-18.00 WITA). Pengujian dilakukan pada tujuh Jalan di Kota Makassar.

Prosedur Penelitian



Fokus Penelitian

1. Provider yang akan diteliti adalah Tiga provider yang paling ramai digunakan di Kota Massar menurut data Nperf.com, yaitu Smartfren, Telkomsel dan Indosat
2. Pengamatan kualitas layanan jaringan menggunakan *Software* Ratel Nettets dengan menggunakan

parameter QoS (*Quality of Service*) yaitu *Delay*, *Paket Loss* dan *Jitter*.

3. Hasil pengukuran paramter yang diteliti menggunakan Standar TIPHON(Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) dan Standar LIRNEasia.
4. Penelitian dilakukan pada Tujuh sampel jalan utama di kota Makassar, yaitu Jl. AP. Pettarani, Jl. Urip Sumohargo, Jl. Vetran Utara Selatan, Jl. Hertasing, Jl. Perintis Kemerdekaan, Jl. Abdullah Daeng Sirua dan Jl. Sultan Alauddin

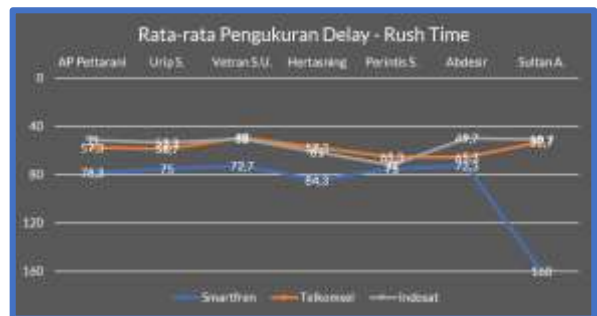
HASIL PENELITIAN

Hasil

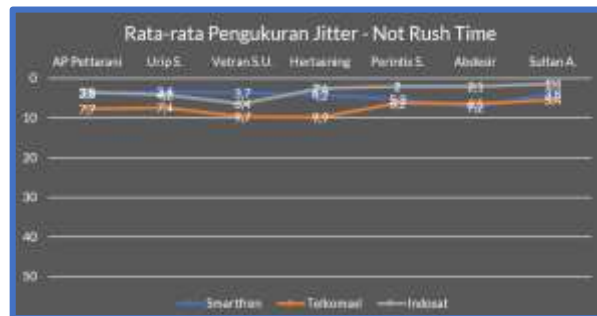
Berikut ini adalah grafik yang menggambarkan rata-rata parameter yang diuji pada setiap titik pengujian;



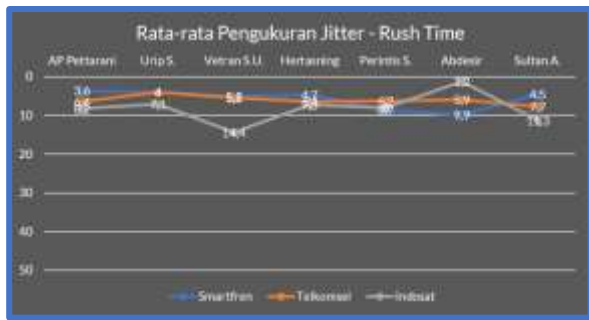
Gambar 1. Grafik Pengujian Delay pada *Not Rush Time*



Gambar 2. Grafik Pengujian Delay pada *Rush Time*



Gambar 3. Grafik Pengujian Jitter pada *Not Rush Time*



Gambar 4. Grafik Pengujian Jitter pada *Rush Time*



Gambar 5. Grafik Pengujian Packet Loss pada *Not Rush Time*



Gambar 6. Grafik Pengujian Packet Loss pada *Rush Time*

Dari enam grafik pengujian diatas dapat diketahui bahwa besarnya nilai parameter variabel *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss* pada tiga provider pada objek penelitian sangat rendah. Dari tabel hasil analisis diatas selanjutnya dapat dibuat tabel indeks berdasarkan dari Lirneasia dan TIPHON terhadap paramter QoS

Tabel 1. Indeks pengukuran *Delay* pada Smartfreen

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Delay	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Delay	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	76.0	✓	4	76.2	✓	4
H. Urip Samaharjo	77.0	✓	4	75.0	✓	4
H. Veteran Utara Selatan	84.0	✓	4	72.7	✓	4
H. Hartanang	89.0	✓	4	84.3	✓	4
H. Perintis Kemerdekaan	66.7	✓	4	75.0	✓	4
H. Abdullah Daeng Sirua	71.7	✓	4	72.3	✓	4
H. Sultan Alauddin	88.0	✓	4	80.0	✓	3

Tabel 2. Indeks pengukuran *Jitter* pada Smartfreen

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Jitter	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Jitter	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	3.8	✓	3	3.6	✓	3
H. Urip Samaharjo	3.4	✓	3	4.0	✓	3
H. Veteran Utara Selatan	3.7	✓	3	5.2	✓	3
H. Hartanang	4.2	✓	3	4.7	✓	3
H. Perintis Kemerdekaan	5.3	✓	3	6.7	✓	3
H. Abdullah Daeng Sirua	7.2	✓	3	9.9	✓	3
H. Sultan Alauddin	3.8	✓	3	4.5	✓	3

Tabel 3. Indeks pengukuran *Packet Loss* pada Smartfreen

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Packet Loss	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Packet Loss	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	0.0	✓	4	0.0	✓	4
H. Urip Samaharjo	0.0	✓	4	0.0	✓	4
H. Veteran Utara Selatan	0.0	✓	4	0.0	✓	4
H. Hartanang	0.0	✓	4	0.0	✓	4
H. Perintis Kemerdekaan	0.0	✓	4	0.0	✓	4
H. Abdullah Daeng Sirua	0.0	✓	4	11.0	✗	2
H. Sultan Alauddin	0.0	✓	4	0.3	✓	4

Tabel 4. Indeks pengukuran *Delay* pada Telkomsel

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Delay	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Delay	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	57.0	✓	4	57.3	✓	4
H. Urip Samaharjo	67.3	✓	4	58.7	✓	4
H. Veteran Utara Selatan	17.0	✓	4	49.0	✓	4
H. Hartanang	58.0	✓	4	57.3	✓	4
H. Perintis Kemerdekaan	64.3	✓	4	65.3	✓	4
H. Abdullah Daeng Sirua	58.0	✓	4	65.3	✓	4
H. Sultan Alauddin	55.7	✓	4	52.7	✓	4

Tabel 5. Indeks pengukuran *Jitter* pada Telkomsel

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Jitter	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Jitter	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	7.7	✓	3	6.4	✓	3
H. Urip Samaharjo	7.4	✓	3	4.0	✓	3
H. Veteran Utara Selatan	9.7	✓	3	5.5	✓	3
H. Hartanang	9.9	✓	3	6.4	✓	3
H. Perintis Kemerdekaan	6.2	✓	3	6.2	✓	3
H. Abdullah Daeng Sirua	6.5	✓	3	5.9	✓	3
H. Sultan Alauddin	5.4	✓	3	7.7	✓	3

Tabel 6. Indeks pengukuran *Packet Loss* pada Telkomsel

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Packet Loss	Standar Lirneasia	Standar TIPHON	Rata rata Packet Loss	Standar Lirneasia	Standar TIPHON
H. A.P. Pettarani	2.7	✓	4	1.7	✓	4
H. Urip Samaharjo	4.3	✗	3	0.0	✓	4
H. Veteran Utara Selatan	0.0	✓	4	0.3	✓	4
H. Hartanang	12.3	✗	3	1.7	✓	4
H. Perintis Kemerdekaan	2.3	✓	4	2.7	✓	4
H. Abdullah Daeng Sirua	2.7	✓	4	4.3	✗	3
H. Sultan Alauddin	0.0	✓	4	8.0	✗	3

Tabel 7. Indeks pengukuran *Delay* pada Indosat

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Delay	Lirneasia	TIPHON	Rata rata Delay	Lirneasia	TIPHON
Jl. A.P. Pettarani	53,7	✓	4	51,0	✓	4
Jl. Urip Sumoharjo	52,3	✓	4	53,3	✓	4
Jl. Veteran Utara Selatan	66,7	✓	4	50,0	✓	4
Jl. Hertasning	50,7	✓	4	61,0	✓	4
Jl. Perintis Kemerdekaan	56,0	✓	4	72,0	✓	4
Jl. Abdullah Daeng Sirua	52,3	✓	4	49,7	✓	4
Jl. Sultan Alauddin	55,0	✓	4	50,7	✓	4

Tabel 8. Indeks pengukuran *Jitter* pada Indosat

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Jitter	Lirneasia	TIPHON	Rata rata Jitter	Lirneasia	TIPHON
Jl. A.P. Pettarani	3,5	✓	3	8,2	✓	3
Jl. Urip Sumoharjo	4,2	✓	3	7,1	✓	3
Jl. Veteran Utara Selatan	6,4	✓	3	14,4	✓	3
Jl. Hertasning	2,6	✓	3	7,3	✓	3
Jl. Perintis Kemerdekaan	2,0	✓	3	8,0	✓	3
Jl. Abdullah Daeng Sirua	2,1	✓	3	1,2	✓	3
Jl. Sultan Alauddin	1,4	✓	3	11,3	✓	3

Tabel 9. Indeks pengukuran *Packet Loss* pada Indosat

Tempat Pengujian	Not Rush Time			Rush Time		
	Rata rata Packet Loss	Lirneasia	TIPHON	Rata rata Packet Loss	Lirneasia	TIPHON
Jl. A.P. Pettarani	0,0	✓	4	2,3	✓	4
Jl. Urip Sumoharjo	0,0	✓	4	0,0	✓	4
Jl. Veteran Utara Selatan	0,0	✓	4	2,7	✓	4
Jl. Hertasning	0,0	✓	4	1,3	✓	4
Jl. Perintis Kemerdekaan	0,0	✓	4	0,0	✓	4
Jl. Abdullah Daeng Sirua	0,0	✓	4	0,0	✓	4
Jl. Sultan Alauddin	0,0	✓	4	3,3	*	3

Pembahasan

1. Smartfren

Delay terbaik yang dimiliki smartfren sebesar 75 ms pada jalan Jl. Urip Sumoharjo dan Jl. Perintis Kemerdekaan, *Delay* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*”. *Jitter* terbaik yang dimiliki smartfren sebesar 3,4 ms pada jalan Jl. Urip Sumoharjo, *Jitter* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Good*”. Untuk parameter Packet Loss Smartfren terbaik pada enam titik pengujian yaitu 0% , Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*”. Dan pada jalan Abdullah Daeng Sirua yaitu 11% Ini **tidak memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Poor*”.

2. Telkomsel

Delay terbaik yang dimiliki Telkomsel sebesar 17 ms pada jalan Jl. Veteran Utara Selatan, *Delay* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*”. *Jitter* terbaik yang dimiliki Telkomsel sebesar 5,4 ms pada jalan Jl. Sultan Alauddin, *Jitter* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Good*”. Untuk parameter Packet Loss, Telkomsel adalah terburuk pada seluruh titik pengujian yaitu mencapai hingga 33% pada Jl. Hertasning , Ini **tidak memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Poor*”

3. Indosat

Delay terbaik yang dimiliki Indosat sebesar 49 ms pada Jl. Abdullah Daeng Sirua, *Delay* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*”. *Jitter* terbaik yang dimiliki Indosat sebesar 1,2 ms pada Jl. Sultan Alauddin, *Jitter* Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Good*”. Hasil pengukuran parameter *Packet Loss* pada Indosat memiliki nilai yang berfluktuatif, seluruh titik pengujian pada *Not Rush Time*, packet loss = 0% Ini **memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*” sedangkan pada *Rush Time* Nilai tertinggi 3% Ini **tidak memenuhi** standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Good*”

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Tiga parameter QoS untuk menganalisis kualitas jaringan 4G di Tujuh lokasi pengujian. *Pertama* Delay/Latency, delay adalah tenggang waktu yang dibutuhkan mulai mengirim data sampai dengan data diterima, kualitas suatu jaringan sangat terpengaruh oleh besarnya suatu delay. *Kedua* Jitter, Jitter berhubungan erat dengan latency. Jika latency adalah seberapa lama sebuah paket data sampai dari suatu device ke device lain, maka jitter adalah seberapa variasinya waktu tempuh tersebut. Semakin kecil nilai jitter menunjukkan jaringan yang stabil, sefangkan jitter besar menunjukkan jaringan tersebut tidak stabil, penuh, atau sering melakukan switching perpindahan rute ketika terjadi penindahan data. *Ketiga* Packet Loss, adalah suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan.

Dari hasil penelitian ketiga paramter diatas terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi *Quality of Service* yaitu;

- Kedaaan geografis wilayah
Tujuh lokasi pengujian jaringan merupakan wilayah Urban yang memiliki faktor utilitas dan nilai pathloss yang beragam karena kepadatan penduduknya yang tinggi dan memiliki gedung dengan ketinggian beragam
- Kualitas dan jangkauan (*Coverage*) dari Radio Frequency (RF)
- Konfigurasi BTS

Adanya perbedaan nilai hasil pengukuran dan analisa untuk ketiga operator jika dilihat dari faktor eksternal operator adalah persebaran demografi pengguna layanan di seluruh area kota, serta topografi bangunan di sekitar BTS tiap operator. Area dengan hasil pengukuran performa cukup baik, berada pada wilayah yang kepadatan penduduknya lebih rendah serta jumlah bangunan yang lebih sedikit. Sedangkan pada wilayah yang jumlah penduduk lebih padat dan banyak ditemui bangunan, hasil pengukuran performa lebih rendah. Hal ini mempengaruhi kepuasan

konsumen pengguna layanan jaringan 4G jika berada pada area yang padat penduduk dan jumlah bangunan cukup banyak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan hasil analisis perbedaan analisis 4G pada provider Smartfren, Telkomsel, dan Indosat menggunakan parameter *Quality of Service* berstandar TIPHON dan Lirneasia adalah sebagai berikut;

1. Smartfren
Parameter QoS provider Smartfren memenuhi standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*” pada Enam Jalan, yaitu; Jl. A.P Pettarani, Jl.Urip Sumoharjo, Jl.Vetran, Jl.Hertasning, Jl.Perintis Kemerdekaan dan Jl. Sultan Alauddin.
2. Telkomsel
Parameter QoS provider Telkomsel memenuhi standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*” pada Empat Jalan, yaitu; Jl. A.P Pettarani, Jl.Vetran, Jl.Perintis Kemerdekaan dan Jl. Sultan Alauddin
3. Indosat
Sedangkan parameter QoS memenuhi provider Indosat standar Lirneasia dan pada standar TIPHON dikategorikan “*Perfect*” pada Enam Jalan di Kota Massar, yaitu; yaitu; Jl. A.P Pettarani, Jl.Urip Sumoharjo, Jl.Vetran, Jl.Hertasning, Jl.Perintis Kemerdekaan dan Jl. Abdullah Daeng Sirua.

Saran

Sebagai pengembangan dari penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut;

1. Penelitian di atas dilakukan analisis kualitas jaringan 4G dengan menguji Tiga provider. Di kota Makassar telah hadir Lima Provider yang memiliki jaringan 4G yaitu Smartfren, Telkomsel, Indosat, 3 (Tri) dan XL Axiata. Yang digunakan pada penelitian di atas adalah provider Smartfren, Telkomsel, dan Indosat. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menganalisa kualitas jaringan 4G pada ke lima provider tersebut
2. Dari topologi yang ada, diharapkan penelitian berikutnya dapat melakukan pengembangan desain arsitektur jaringan, baik dalam kuantitas maupun kualitas.
3. Dalam proses pengambilan data, diharapkan penelitian selanjutnya dapat memperpanjang waktu *capture* maupun menambah frekuensi pengambilan data.
4. Bagi para pembaca kiranya dalam memilih provider agar memperhatikan kondisi wilayahnya

DAFTAR PUSTAKA

Aan Komariah, Djam'an Satori. 2014. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung : Alfabeta.

- Ari Sugiharto, I. A. (2018). *Analisa Performa Jaringan 4G LTE Berbagai Provider Seluler di Area Kota Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Unimus, Volume 1, 2018.
- Dewa, Rosmala. 2014. *Pengaruh Locus Of Control dan Kepribadian Terhadap Kinerja Layanan General Repair Pada PT. Auto 2000 Raden Intan Bandar Lampung*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Lampung: Universitas Lampung
- Fadhli F., G. H. 2010. *Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia*. *Majalah Ilmiah UNIKOM*. Vol.10, No.2
- Gunawan, A. H. 2008. *Quality of Service dalam Data Komunikasi*. Online.Junaidi. 2015. *Memahami Skala-Skala Pengukuran*. Jambi: Universitas Jambi
- Kamarullah, A. Hafiz. 2009. *Penerapan Metode Quality Of Service pada Jaringan Traffic yang padat*. Palembang: Jurnal Jaringan Komputer Universitas Sriwijaya.
- Melinda Permata Putri, E. B. (2017). *Analisis Kualitas Jaringan Seluler Terhadap Jasa Provider Di Kota Samarinda*. SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan , ISBN: 978-602-51450-0-1.
- Moleong, Lexy. (2002). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. remaja Rosdakarya.
- Sofana, Iwan. 2011. *Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer*. Bandung: Modula.
- Sufianti Munirman, C. I. (2018). Analisis Performansi Kualitas Layanan 4g Lte Untuk Provider XI Di Wilayah Sudiang Makassar. *Prosiding Seminar Nasional* , vol. 1, 2018, ISSN: 2622-0520.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suhervan. 2010. *Analisis Penerapan QoS (Quality of Service) pada Jaringan Fram Relay Menggunakan Cisco Router*. Jakarta :Universitas Esa Unggul.
- Wibisono Gunawan, Gunadi Dwi Hutomo. 2010. *Mobile Broadband* Bandung: Informatika