

# COMPARATIVE ANALYSIS of 4.5G LTE INTERNET NETWORK QUALITY in MANADO CITY

Analisa Perbandingan Kualitas Jaringan Internet 4.5G LTE di Kota Manado

Michell F. N. Kalee, Alwin M. Sambul, Arie S. M. Lumenta

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : [15021106142@student.unsrat.ac.id](mailto:15021106142@student.unsrat.ac.id), [asambul@unsrat.ac.id](mailto:asambul@unsrat.ac.id), [al@unsrat.ac.id](mailto:al@unsrat.ac.id)

Received:; revised:; accepted:

**Abstract** — *Since 4.5G technology services were first introduced, the demand for data package-based services from year to year has experienced a rapid increase. In response to this, all communication network providers continue to strive to improve their network capabilities. This study is devoted to analyzing the Quality of Service 4.5G LTE network from two providers in Manado city based on parameters Throughput, Packet Loss, Delay and Jitter. Quality of Service analysis of 4.5G LTE telecommunication networks in this study aims to provide an overview of the quality of telecommunication networks from two providers, so that users or consumers can determine which provider's services are appropriate for user needs.*

**Keywords** : *Analysis, Internet, Provider, 4.5G LTE, Quality of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter*

**Abstrak** — Sejak layanan teknologi 4.5G pertama kali diperkenalkan, permintaan akan layanan berbasis paket data dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang pesat. Menanggapi hal tersebut, seluruh para penyedia jaringan komunikasi terus berusaha untuk meningkatkan kemampuan jaringannya. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisis Quality of Service (kualitas layanan) jaringan 4.5G LTE dari dua provider di kota Manado berdasarkan parameter Throughput, Packet Loss, Delay dan Jitter. Analisa Quality of Service jaringan telekomunikasi 4.5G LTE pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran kualitas jaringan telekomunikasi dari dua provider, sehingga pengguna atau konsumen dapat menentukan jasa provider manakah yang layak digunakan untuk kebutuhan pengguna.

**Kata Kunci** : *Analisa, Internet, Provider, 4.5G LTE, Quality of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter*

## I. PENDAHULUAN

Banyak *Internet Service Provider* (ISP) yang mengklaim bahwa kecepatan internet mereka yang terbaik, tetapi penerapan dan kemampuan jaringan 4G LTE (*Fourth Generation Long Term Evolution*) yang dimiliki tiap operator seluler tidaklah sama. Perbedaan tersebut tak hanya meliputi cakupan wilayah yang telah terlayani dengan jaringan 4G, tapi juga kecepatan data maksimal yang bisa diakomodasi tiap operator seluler serta kinerja jaringan sesungguhnya yang dirasakan konsumen di lapangan. Konsumen tentunya akan memilih operator yang memiliki kecepatan akses internet terbaik, karena konsumen merasa kepuasan mereka sebagai

pengguna internet telah terpenuhi dan bersedia mengeluarkan biaya berapapun untuk memperolehnya.

Dalam mendukung aktivitas daring sehari-hari masyarakat, maka dibutuhkan jaringan yang stabil, sehingga perlunya pengukuran dan analisa pada jaringan internet, supaya pada pelaksanaannya tidak terjadi hambatan dikarenakan lambatnya jaringan internet yang diakibatkan tidak termanajemen dengan baik. Untuk pengukuran dan analisa jaringan, digunakan *Quality of Service* (QoS) (TIPHON) ETSI yang merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu layanan. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Berlatar dari permasalahan diatas maka peneliti melakukan pengukuran *performance* pada layanan jaringan internet di Kota Manado. Pengukuran *performance* yang dimaksud yaitu *Quality of Service* (QoS) yang terdiri dari *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss*, dan *Throughput*, sehingga dapat diketahui kualitas layanan jaringan internet di Kota Manado dengan data terukur (kuantitatif) sesuai presentase QoS.

## II. METODE

### A. ETSI (TIPHON)

*ETSI* (*European Telecommunications Standards Institute*) adalah sebuah organisasi Eropa yang didirikan pada tahun 1988 dan bertanggung jawab untuk pembentukan standar telekomunikasi teknis.

*TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protokol Harmonization over Network*) adalah sebuah inisiatif yang diajukan oleh *ETSI*, dirancang untuk mendukung pasar komunikasi suara dan aspek multimedia terkait antara pengguna jaringan berbasis *IP* (*internet protokol*) dan pengguna jaringan *circuit switched*.

### B. Quality of Service (QoS) ETSI TIPHON

*QoS* (*Quality of Service*) adalah suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk

mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu service. *QoS* biasanya digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut performansi yang telah dispesifikasikan dan biasanya diasosiasikan dengan suatu service (layanan).

TABEL 1 Indeks Parameter QoS

Nilai	Presentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Bagus
3 – 3,79	75 – 94,99	Bagus
2 – 2,99	50 – 74,99	Sedang
1 – 1,99	25 – 49,99	Buruk

Adapun beberapa hal yang dapat kita jadikan acuan sebagai parameter kinerja jaringan, yaitu :

1. Throughput

*Throughput* yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam *bps*. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Untuk menghitung nilai *throughput* digunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
 \text{Throughput} &= \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama waktu pengamatan}} \\
 &= \frac{\text{jumlah byte yang diterima}}{\text{selisih waktu antara paket pertama dan paket terakhir}} * 8 \\
 &= \dots \text{ bit per second (bps)}
 \end{aligned}$$

2. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, antara lain terjadinya *overload* di dalam suatu jaringan, tabrakan (*congestion*) dalam jaringan, *error* yang terjadi pada media fisik, kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *router buffer over flow* atau kemacetan.

Performansi jaringan berdasarkan standar *TIPHON* untuk parameter *packet loss* adalah sebagai berikut :

TABEL 2 Packet Loss

Packet Loss (%)	Indeks	Kategori
$0 \leq p < 3$	4	Sangat Bagus
$3 \leq p < 15$	3	Bagus
$15 \leq p \leq 25$	2	Sedang
$> 25$	1	Buruk

Untuk menghitung nilai *packet loss* digunakan persamaan :

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data dikirim}} * 100\%$$

3. Delay

*Delay* adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat di pengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama.

Performansi jaringan berdasarkan standar *TIPHON* untuk parameter *delay* adalah sebagai berikut :

TABEL 3 Delay

Delay (ms)	Indeks	Kategori
< 150	4	Sangat Bagus
150 s/d 300	3	Bagus
300 s/d 450	2	Sedang
> 450	1	Buruk

Untuk menghitung nilai *delay* digunakan persamaan :

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{total delay}}{\text{jumlah paket yang diterima}} = \dots \text{ms}$$

4. Jitter

*Jitter* merupakan variasi dari *delay*. *Jitter* dipengaruhi oleh variasi beban *traffic* dan besarnya tumpukan antar paket yang ada dalam jaringan. Ketika *Jitter* besar sedangkan *delay*-nya kecil maka kinerja jaringan tidak bisa dikatakan jelek karena besarnya *Jitter* dapat dikompensasikan dengan nilai *delay* yang kecil.

Performansi jaringan berdasarkan standar *TIPHON* untuk parameter *jitter* adalah sebagai berikut :

TABEL 4 Jitter

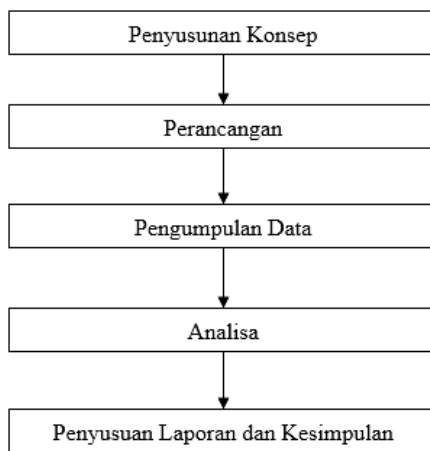
Jitter (ms)	Indeks	Kategori
0	4	Sangat Bagus
0 s/d 75	3	Bagus
75 s/d 125	2	Sedang
125 s/d 225	1	Buruk

Untuk menghitung nilai *jitter* digunakan persamaan :

$$\text{Jitter rata - rata} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}} = \dots \text{ms}$$

C. Kerangka Pikir

Kerangka pikir adalah suatu penjelasan secara garis besar alur logika penelitian. Kerangka berpikir merupakan suatu dasar pemikiran yang mencakup penggabungan antara teori, fakta, observasi, serta kajian pustaka, yang nantinya dijadikan landasan dalam melakukan menulis karya tulis ilmiah. Karena menjadi dasar, kerangka berpikir ini dibuat ketika akan memaparkan konsep-konsep dari penelitian. Kerangka berpikir juga bisa dibidang sebagai visualisasi dalam bentuk bagan yang saling terhubung. Kerangka pikir penelitian ini adalah sebagai berikut:



#### D. Tahap Penelitian

Berikut adalah penjelasan inti mengenai tahap-tahap penelitian:

##### 1. Penyusunan Konsep

Ini merupakan fase awal sebelum dimulainya penelitian. Kegiatan utama pada fase ini adalah:

- Identifikasi Masalah : Memahami permasalahan, mengenali tujuan dari penelitian yang dilakukan serta membuat batas-batas dari penelitian.
- Studi literatur : Menelusuri teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang bersumber dari buku, artikel dari internet serta jurnal-jurnal yang terkait.

##### 2. Perancangan

Dalam fase ini, peneliti merancang parameter maupun model parameter penelitian yang akan menuntut pelaksanaan penelitian dari awal sampai akhir. Rancangan yang dilakukan adalah :

- Mendiskripsikan model penelitian yang akan dilakukan serta menjelaskan proses yang akan dilaksanakan dalam penelitian tersebut.
- Merancang kebutuhan perangkat keras dan lunak yang diperlukan selama melakukan penelitian.
- Merancang parameter-parameter yang diperlukan dalam penelitian.

##### 3. Pengumpulan Data

Pada fase ini kegiatan yang dilakukan adalah pengumpulan data untuk di analisis. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengujian secara *end to end* sesuai pada waktu dan tempat yang telah ditentukan.

- Pengumpulan data diambil di seluruh kecamatan di Kota Manado, kecuali kecamatan Bunaken Kepulauan.
- Data diambil per kecamatan. Satu kecamatan diambil 4 titik, yaitu daerah dengan kepadatan penduduk paling padat di lihat dari citra satelit (*google maps*).

##### 4. Analisa

Pada fase ini, data yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis serta dilakukan evaluasi untuk menemukan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kegiatan yang dilakukan pada fase analitik adalah :

- Menghitung nilai *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss* yang telah diperoleh.
- Mengevaluasi nilai parameter yang telah dihitung terhadap standar *TIPHON*.

##### 5. Penyusunan Laporan dan Kesimpulan

Membuat laporan hasil penelitian agar hasil penelitian dapat dengan mudah dibaca, dimengerti dan dipahami oleh pembaca.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pemetaan

Pemetaan merupakan tahap awal untuk mendapatkan data terukur terhadap kualitas layanan internet dari dua *internet service provider* (ISP) di kota Manado. Pada tahap ini ditentukan batas wilayah per kecamatan dan menentukan titik pengambilan data. Satu kecamatan diambil empat titik pengambilan data. Titik-titik yang dipilih tersebar di seluruh daerah dalam satu kecamatan tersebut.

#### B. Pengambilan Data (*network traffic capture*)

Pengambilan data merupakan tahap ke dua untuk mendapatkan data terukur terhadap kualitas layanan internet dari dua *internet service provider* (ISP) di kota Manado. Pengambilan data dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark* dan laptop yang terhubung di *mobile hotspot* sebagai sumber jaringan ke dua *ISP*. Data yang diambil yaitu data mentah yang akan diolah dan dianalisa selanjutnya. Data mentah disini yaitu paket data (jumlah *byte* yang dikirim dan diterima), lama waktu pengamatan (*second*), dan paket *tcp* (paket yang berisi koneksi antara *client* dan *server* selama waktu pengamatan).

##### 1. Tahap Pengambilan Data

Pengambilan Data dilakukan secara *on the spot*, yaitu pergi ke titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya dalam proses pemetaan.

Kemudian terdapat tahap-tahap dalam proses pengambilan data, yaitu :

- Menyalakan *mobile hotspot*, sebagai sumber jaringan ke dua *ISP* yang akan dihubungkan ke laptop.
- Menghubungkan laptop ke *mobile hotspot*.
- Membuka aplikasi *wireshark*, aplikasi dalam posisi *standby*.
- Menjalankan layanan yang datanya akan diambil.
- Menjalankan aplikasi *wireshark* (melakukan proses pengambilan data mentah / *capturing*) dan berhenti ketika total paket yang direkam berjumlah di antara seribu sampai dua ribu.
- Tanpa filter, membuka *capture file properties* dan melakukan *screenshot*.
- Menggunakan filter *tcp.analysis.lostsegment*, membuka *capture file properties* dan melakukan *screenshot*.
- Menggunakan filter *tcp*, dan membuat file *CSV* yang berisi paket *tcp*.

##### 2. Pengolahan Data

Data mentah yang diambil secara *on the spot* akan diolah,

dianalisa dan dibuatkan kesimpulan. Data yang diolah akan menghasilkan nilai-nilai dari parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Untuk mendapatkan nilai-nilai tersebut digunakan rumus QoS yang terdapat di dalam jurnal *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, yang di terbitkan oleh badan standarisasi telekomunikasi eropa *ETSI* (*European Telecommunications Standards Institute*). Pada tahap ini akan dihitung :

- Nilai *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* “dari masing-masing layanan dari masing-masing ISP dalam satu titik” dan di konversi ke *Indeks Parameter QoS*.
- Nilai rata-rata *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* “antar layanan pada satu ISP dalam satu titik” dan di konversi ke *Indeks Parameter QoS*.
- Nilai rata-rata *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* “antar layanan antar dua ISP dalam satu titik” dan di konversi ke *Indeks Parameter QoS*.
- Nilai rata-rata *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* “antar layanan antar titik dalam satu kecamatan” dan di konversi ke *Indeks Parameter QoS*.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran perbandingan kualitas jaringan internet 4.5G LTE dari dua provider, yaitu telkomsel dan tri di kota Manado, dengan nilai rata-rata *packet loss* sebagai acuan wilayah dengan kategori bagus-buruknya kualitas jaringan internet.

1. Tabel perbandingan nilai *quality of service* per kecamatan di kota Manado (acuan titik dengan nilai *packet loss* terendah di kecamatan tersebut).

##### a. Kecamatan Sario (titik 1)

TABEL 5 Perbandingan QoS Kecamatan Sario

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	819,492	0,4	12,211	12,077
Tri	2890,27	2	13	12,991

##### b. Kecamatan Wenang (titik 3)

TABEL 6 Perbandingan QoS Kecamatan Wenang

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	1754,48	0,312	7,297	7,341
Tri	1601,366	2,519	8,273	8,016

##### c. Kecamatan Singkil (titik 3)

TABEL 7 Perbandingan QoS Kecamatan Singkil

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	3696,94	0,337	15,993	16,047
Tri	609,466	4,159	4	8,989

##### d. Kecamatan Tuminting (titik 3)

TABEL 8 Perbandingan QoS Kecamatan Tuminting

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	485,23	1,868	11,157	11,162
Tri	468,218	0,395	13,639	13,907

##### e. Kecamatan Wanea (titik 4)

TABEL 9 Perbandingan QoS Kecamatan Wanea

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	740,192	0,233	9,607	9,606
Tri	881,844	3,824	6,601	6,542

##### f. Kecamatan Paal Dua (titik 1)

TABEL 10 Perbandingan QoS Kecamatan Paal Dua

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	994,04	1,57	9,846	9,875
Tri	562,198	4,555	11,955	11,98

##### g. Kecamatan Tikala (titik 2)

TABEL 11 Perbandingan QoS Kecamatan Tikala

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	503,37	0,179	14,246	14,329
Tri	446,266	5,559	10,047	10,05

##### h. Kecamatan Malalayang (titik 1)

TABEL 12 Perbandingan QoS Kecamatan Malalayang

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	427,626	5,131	9,724	9,693
Tri	508,814	5,203	10,63	10,596

i. Kecamatan Bunaken (titik 4)

TABEL 13 Perbandingan QoS Kecamatan Bunaken

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	252,398	0,841	25,078	24,872
Tri	898,396	4,602	7,751	7,823

j. Kecamatan Mapanget (titik 1)

TABEL 14 Perbandingan QoS Kecamatan Mapanget

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	731,89	0,56	12,334	12,406
Tri	728,894	5,385	8,847	9,009

2. Maka dapat disimpulkan bahwa layanan media sosial (*facebook*), layanan video *streaming* (*youtube*), layanan surat elektronik (*gmail*) dan layanan unduh (*filehippo*) terbagus terletak di kecamatan Tuminting dengan nilai rata-rata *packet loss* 1,949 % dan terburuk di kecamatan Malalayang dengan nilai rata-rata *packet loss* 5,265 %. Berikut jabaran perbandingan nilai *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* dari kedua *provider* :

a. Kecamatan Tuminting (kualitas layanan terbagus)

Titik 3 ... (titik dengan nilai rata-rata *packet loss* terendah = 1,132 %) :

TABEL 15 Perbandingan QoS Kecamatan Tuminting (kualitas layanan terbagus)

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	485,23	1,868	11,157	11,162
Tri	468,218	0,395	13,639	13,907

b. Kecamatan Malalayang (kualitas layanan terburuk)

Titik 3 ... (titik dengan nilai rata-rata *packet loss* tertinggi = 6,084 %) :

TABEL 16 Perbandingan QoS Kecamatan Malalayang (kualitas layanan terburuk)

Provider	Parameter <i>Quality of Service</i>			
	Throughput (b/s)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Telkomsel	750,302	6,492	12,971	13,264
Tri	623,034	5,675	9,665	9,675

Catatan:

1. Nilai-nilai parameter *quality of service* di dapat dengan paket antara 1000 sampai 2000.
2. Tidak membahas faktor-faktor yang mempengaruhi nilai-nilai parameter *quality of service*, seperti jarak titik

pengambilan data terhadap *bts* (*base transceiver station*), jumlah *bts* dalam satu kecamatan, redaman, distorsi, dan *noise*.

B. Saran

1. Kecamatan yang memiliki luas daerah yang besar seperti kecamatan malalayang, bunaken, mapanget harus ditambahkan jumlah *bts* (*base transceiver station*) atau *sutet/tower* terutama di daerah berpenduduk sehingga jaringan internet dapat dijangkau oleh seluruh masyarakat dan yang paling penting mempunyai jaringan internet yang stabil/bagus ketika mengakses layanan-layanan internet seperti media sosial, video *streaming*, surat elektronik dan layanan unduh.

2. 2. Sedangkan kecamatan yang memiliki luas daerah yang kecil dan padat penduduk, selain jumlah *bts* yang harus mencakupi seluruh area, terlebih lagi harus mengoptimalkan kestabilan dan kecepatan internet, sehingga tidak muncul kata *lalod* atau lama *loading*.

V.KUTIPAN (TNR 8)

- [1] Ferguson, P. & Huston, G.. 1998. "Quality of Service". John Wiley & Sons Inc.
- [2] ETSI. 1998. "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks TIPHON) General Aspects of Quality of Service (QoS)". DTR/TIPHON-05006.
- [3] JETSI. 1999. "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Service (QoS)". DTR/TIPHON-05006.
- [4] ETSI. 2000. "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); End to End Quality of Service in TIPHON Systems; Part 2: Definition of Quality of Service (QoS) Classes". Prancis.
- [5] ETSI. 2000. "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); End to End Quality of Service in TIPHON Systems; Part 1: General aspects of Quality of Service (QoS)". Prancis.
- [6] Vegesna, Sriniva. 2001. "IP Quality of Service". Indiana Polish: Cisco Press.
- [7] Flannagan, Mike dkk. 2003. "Cisco Catalyst QoS: Quality of Service in Campus Networks". Indiana Polish: Cisco Press.
- [8] Forouzan Behrouz A. 2007. "Data Communication And Networking 4th Edition". New York: McGraw-Hill.
- [9] Fischler Abraham S. 2012. "Quantitative Research Methods". NOVA Southeastern University.
- [10] Iskandar, Iwan. 2015. "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)". Riau.
- [11] Wicaksono, Agus Nur. 2016. "Analisi QoS (Quality Of Service) Jaringan Wireless Local Area Network Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta". Yogyakarta.

- [12] Moningkey, Efraim. 2017. “Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Komputer di SMK Kristen I Tomohon”. Tomohon.
- [13] Sugiarto, Nanang. 2018. “Analisa Quality Of Service (Qos) Pada SMK Baitul Mukminin Bangsalsari Jember”. Jember.
- [14] Iqbal, Muhammad. 2019. “Perbandingan Quality Of Service (QoS) Jaringan 4G LTE Beberapa Provider Menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 18.10”. Riau.



**Michell F. N. Kalee.** Lahir di Mokupa 09 Desember 1997. Penulis merupakan anak ke-1 dari 2 orang bersaudara, dan ke-2 orang tua penulis adalah Adrian Kalee dan Merdiani Oley. Penulis mulai menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Inpres Mokupa (2003–2009). Lalu penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Tombariri (2009-2012). Dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Manado (2012-2015). Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di salah satu perguruan tinggi negeri yang ada di Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Informatika di Fakultas Teknik. Dan penulis mengajukan proposal Skripsi untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar sarjana (S1) dengan judul Analisa Perbandingan Kualitas Jaringan Internet 4.5G LTE di Kota Manado, skripsi ini dibimbing oleh dua dosen pembimbing, yaitu Alwin M. Sambul, ST., M.Eng., Ph.D., dan Ir. Arie S. M. Lumenta, ST, MT.