Terbit *online* pada laman: http://jurnal.utu.ac.id/JTI

Jurnal Teknologi Informasi

|ISSN (Online): 2829-8934|



Analisis Performansi Throughput dan Keandalan Jaringan 4G Untuk Aplikasi IoT

Roza Nadellia[1*], Mursyidin[2]
[1,2] Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Prodi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh 23111
Email: [1]nadelliar@gmail.com, [2]mursyidin@ar-raniry.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima:4 September 2026
Revisi:24 Oktober 2026
Diterbitkan:30 Oktober 2026

Kata Kunci:
Internet of Things
Teknologi 4G
Jaringan

ABSTRAK

IoT merupakan sistem terintegrasi yang dirancang untuk memperluas koneksi internet secara berkesinambungan. Teknologi 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G dengan kapasitas bandwidth yang lebih besar serta layanan yang lebih lengkap dibandingkan pendahulunya. Dari sudut pandang pengguna, istilah 4G lebih banyak digunakan sebagai istilah pemasaran daripada spesifikasi teknis. tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengukur nilai *throughput* jaringan 4G dalam penerapannya di aplikasi IoT serta menganalisis tingkat keandalan (*reliability*) jaringan 4G berdasarkan parameter delay, jitter, dan packet loss untuk aplikasi IoT. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif evaluatif. hasil penelitian yang telah dilakukan nilai throughput jaringan 4G dilokasi penelitian yaitu di Jl. Lingkar Kampus UIN Perumahan Darussalam Sejahtera memiliki performa yang memadai dan mendukung untuk aplikasi IoT dikarenakan mampu menyediakan koneksi yang stabil dengan kecepatan transfer data yang cukup tinggi. Pada tingkat keandalan jaringan 4G di lokasi penelitian dapat dikatakan cukup baik dari sisi delay, tetapi kurang andal dari sisi jitter dan packet loss. Oleh karena itu, jaringan lebih sesuai untuk aplikasi IoT yang bersifat monitoring non-real-time, sedangkan untuk aplikasi yang memerlukan keandalan tinggi atau kontrol secara real-time, kualitas jaringan masih perlu ditingkatkan, terutama untuk mengurangi tingkat kehilangan paket data.

Copyright © 2026 Jurnal Teknologi Informasi UTU
All rights reserved

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan manusia. Salah satu inovasi yang menonjol adalah *Internet of things* (IoT), suatu paradigma di mana objek fisik dapat saling terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Keunggulan utama IoT terletak pada kemampuannya membentuk sistem yang cerdas, efisien, dan adaptif terhadap perubahan lingkungan, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan berbasis data [1] IoT merupakan sistem terintegrasi yang dirancang untuk memperluas koneksi internet secara berkesinambungan. Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau benda melalui jaringan internet. *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan untuk mengontrol, berkomunikasi, berkolaborasi dengan berbagai perangkat keras. Teknologi IoT sangat relevan dalam

berbagai bidang. Agar perangkat lunak dan perangkat keras pada sistem IoT dapat berfungsi secara bersamaan, diperlukan keberadaan sistem operasi. Tujuan dari IoT atau *Internet of Things*, adalah untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang terhubung terus-menerus [2]

Keberhasilan aplikasi IoT sangat bergantung pada kualitas jaringan yang digunakan. Setiap perangkat membutuhkan koneksi yang stabil dan andal untuk transmisi data yang kontinu. Kinerja jaringan memengaruhi kecepatan transfer, kualitas respons, serta kapasitas sistem dalam mengelola sejumlah besar perangkat secara simultan. Latensi tinggi, kehilangan paket data, atau gangguan konektivitas dapat berdampak signifikan, khususnya pada aplikasi kritikal seperti perangkat kesehatan, sistem keamanan, dan kendaraan otonom. Oleh karena itu, parameter *throughput* dan keandalan jaringan menjadi indikator krusial dalam menilai kesiapan infrastruktur untuk mendukung ekosistem IoT [3]

Teknologi 4G merupakan generasi keempat dari teknologi broadband seluler setelah 3G. Seluruh teknologi 4G dan teknologi generasi berikutnya memiliki tujuan yang sama, yaitu menyediakan kecepatan transfer data yang sangat tinggi kepada sejumlah besar pengguna secara bersamaan. Pada dasarnya, 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G dengan kapasitas bandwidth yang lebih besar serta layanan yang lebih lengkap dibandingkan pendahulunya. Dari sudut pandang pengguna, istilah 4G lebih banyak digunakan sebagai istilah pemasaran daripada spesifikasi teknis. Namun, penyedia layanan telekomunikasi menggunakan label 4G untuk menunjukkan bahwa pengguna dapat menikmati kecepatan transfer data yang jauh lebih tinggi. Teknologi 4G diharapkan mampu menyediakan layanan audio dan video streaming berkualitas tinggi melalui jaringan *Internet Protocol* (IP) secara menyeluruh. *Long Term Evolution* (LTE) sering juga disebut sebagai teknologi 4G karena mampu menyediakan kecepatan unduh hingga 150 Mbps bagi pengguna yang bergerak dan mencapai 1 Gbps bagi pengguna yang berada di lokasi tetap [4]

Berdasarkan kesiapan infrastruktur Telkomsel menjelang PON XXI Aceh–Sumut 2024, estimasi performansi jaringan 4G untuk mendukung aplikasi IoT menunjukkan download throughput ± 50–120 Mbps, upload throughput sekitar 15–30 Mbps, latensi rata-rata 30–50 ms, jitter rendah, dan packet loss sangat minimal (< 1 %). Kondisi ini menunjukkan jaringan mampu mendukung aplikasi IoT ringan hingga menengah dengan responsivitas tinggi dan efisiensi konektivitas. Sebagai upaya mitigasi kendala, strategi yang dapat diterapkan meliputi optimalisasi infrastruktur 4G dan penempatan small cell, penerapan manajemen jaringan cerdas untuk pemantauan dan pemulihan gangguan, penggunaan protokol komunikasi IoT efisien seperti MQTT atau CoAP, pemrosesan data di edge computing untuk mengurangi latensi, serta penyusunan regulasi dan standar perangkat IoT untuk menjamin interoperabilitas, keamanan, dan efisiensi energi. Kombinasi strategi ini diharapkan menjamin operasional IoT dengan performa tinggi, keandalan optimal, dan mendukung adopsi teknologi digital secara berkelanjutan.

Penelitian dari Yuhanef dkk, menjelaskan bahwa pengukuran kualitas jaringan 4G LTE Indosat berdasarkan parameter *Throughput* dan PCI sebagai parameter utama yang diamati, lalu parameter SINR, RSRQ dan RSRP sebagai parameter pendukung. Pengukuran kualitas throughput jaringan 4G LTE Indosat untuk site 01JKS504 bisa dikatakan sangat bagus. Hal ini dapat dilihat dari nilai tiap parameter yang diperoleh dari *drivetest.* Pada parameter *Throughput* sudah memiliki nilai yang sangat bagus dengan indikator KPI berwarna biru (10.000 sampai 100.000 Kbps) untuk *coverage area* disekitar *site* [5] Selanjutnya dari hasil penelitian Dedek Suprianto menjelaskan bahwa hasil drive test, ditemukanlah permasalahan yaitu mutu throughput, RSRP serta SINR yang kondisinya sangat kurang baik. Oleh karena itu, dilakukan simulasi optimasi menggunakan metode *electrical tilt*. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa pengaruh *electrical tilt* pada cakupan dapat diterima, sehingga peningkatan kualitas sangat baik pada parameter jaringan throughput, RSRP dan SINR [6]

Berdasarkan permasalah dan kajian literatur diatas, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah bagaimana nilai throughput jaringan 4G dalam penerapannya di aplikasi IoT? Dan Bagaimana tingkat keandalan (*reliability*) jaringan 4G berdasarkan parameter *delay, jitter,* dan *packet loss* untuk aplikasi IoT? Dari pertanyaan penelitian tersebut maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengukur nilai *throughput* jaringan 4G dalam penerapannya di aplikasi IoT serta menganalisis

tingkat keandalan (*reliability*) jaringan 4G berdasarkan parameter delay, jitter, dan packet loss untuk aplikasi IoT.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif evaluatif. Metode deskriptif evaluatif merupakan metode penelitian yang berfungsi untuk menggambarkan keadaan suatu objek penelitian secara sistematis berdasarkan data yang diperoleh, sekaligus melakukan penilaian (evaluasi) terhadap kualitas atau performa objek yang diteliti [7] Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berorientasi pada pengukuran numerik terhadap performansi jaringan 4G, khususnya throughput dan keandalan jaringan untuk aplikasi IoT. Metode deskriptif evaluatif digunakan untuk menggambarkan serta menilai kualitas jaringan berdasarkan parameter yang telah ditentukan, yaitu *throughput, delay, jitter, dan packet loss*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jaringan 4G yang digunakan untuk mendukung aplikasi *Internet of things* (IoT). Sampel yang dipilih berupa titik-titik lokasi uji jaringan 4G yang memiliki cakupan layanan stabil serta mendukung konektivitas IoT. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Jl. Lingkar Kampus UIN Perumahan Darussalam Sejahtera. Pada setiap titik lokasi dilakukan pengukuran parameter performansi berupa:

a) *Throughput unduh (download throughput)*
b) *Throughput unggah (upload throughput)*
c) *Delay (latensi)*
d) *Jitter*
e) *Packet loss*

Pengukuran dilakukan oleh peneliti secara langsung dengan menggunakan aplikasi pengukuran performansi jaringan yaitu Speedtest by Ookla. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat uji jaringan yang berupa smartphone 4G. instrumen lainnya yaitu Perangkat IoT Berbasis ESP-13 dan DHT11 untuk Pengujian Jaringan. Alat IoT yang digunakan dalam pengujian dirancang dengan memadukan modul ESP-13 sebagai pengendali utama dan sensor DHT11 sebagai komponen pembaca suhu dan kelembapan. Serta instrumen yang terakhir adalah lembar pencatatan data.

Data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yaitu dengan mengolah hasil pengukuran numerik untuk menggambarkan performansi jaringan secara objektif. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap berikut:

1. Pengolahan data hasil pengukuran parameter *throughput, delay, jitter, dan packet loss* menggunakan aplikasi Microsoft Excel.
2. Perhitungan statistik deskriptif dengan menggunakan rumus dibawah ini.
   a. Rata-rata
   $$X = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$
   b. Standar deviasi
   $$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n-1}} \quad (2)$$
3. Membuat perbandingan dengan Standar Kualitas Jaringan (QoS)
4. Penyajian hasil analisis. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah interpretasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menyajikan analisis performansi jaringan 4G pada aspek *throughput* dan keandalan jaringan dalam mendukung implementasi aplikasi *Internet of Things* (IoT). Pengujian dilakukan di Jl. Lingkar Kampus UIN Perumahan Darussalam Sejahtera, yang merupakan kawasan dengan aktivitas pengguna jaringan yang beragam sehingga dapat merepresentasikan kondisi jaringan seluler pada lingkungan permukiman dan sekitar kawasan pendidikan. Adapun hasil dari penelitian ini adalah hasil pengukuran *throughput* dan hasil pengukuran *delay, jitter,* dan *packet loss.*

a. Hasil Pengukuran *Througput*

Pada pengukuran throughput parameter yang diukur adalah parameter *download* (Mbps), *upload* (Mbps) dan kekuatan sinyal (dBm). Pengukuran parameter *throughput* ini diukur dengan menggunakan aplikasi speedtest. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Throughput

No	Tanggal & Waktu	Aplikasi	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Kekuatan Sinyal (dBm)	Catatan Kondisi
1	20 mei 2026 Jam 20.14	speedtest	70, 0 mbps	71, 4 mbps	108 dBm	bagus
2	20 mei 2026 Jam 20.29	speedtest	61, 3 mbps	74, 9 mbps	102 dBm	bagus
3	20 mei 2026 Jam 20.57	speedtest	55, 8 mbps	44,4 mbps	97 dBm	bagus
4	20 mei 2026 Jam 21.04	speedtest	28, 8 mbps	93, 3 mbps	97 dBm	bagus
5	20 mei 2026 Jam 21.22	speedtest	51, 8 mbps	55, 4 mbps	109 dBm	bagus

Berdasarkan hasil pengukuran sebanyak lima kali pada tanggal 20 Mei 2026 pukul 20.14–21.22 WIB, performa jaringan 4G di lokasi penelitian menunjukkan variasi kecepatan transfer data. Kecepatan download berkisar antara 28,8 Mbps hingga 70,0 Mbps, sedangkan kecepatan upload berkisar antara 44,4 Mbps hingga 93,3 Mbps. Meskipun terdapat penurunan kecepatan download pada pengukuran keempat, yaitu sebesar 28,8 Mbps, hasil tersebut masih menunjukkan kemampuan jaringan dalam menyediakan akses internet dengan kecepatan yang relatif memadai untuk aktivitas komunikasi dan pertukaran data. Namun, pengukuran yang hanya dilakukan sebanyak lima kali dalam satu malam belum cukup untuk menggambarkan kestabilan jaringan 4G secara menyeluruh pada lokasi penelitian. Oleh karena itu, hasil pengukuran ini dibatasi sebagai gambaran performa jaringan pada waktu pengujian, sehingga diperlukan pengukuran tambahan pada waktu dan hari yang berbeda untuk memperoleh hasil yang lebih representatif.

b. Hasil Pengukuran Delay, Jitter, dan Packet Loss

Pengukuran parameter Delay, Jitter, dan Packet Loss ini diukur dengan menggunakan aplikasi Blynk. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Delay, Jitter, dan Packet Loss

No	Tanggal & Waktu	Aplikasi	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)	Kekuatan Sinyal (dBm)
1	20 mei 2026 Jam 20.14	Blynk	215, 1 ms	71, 31 ms	4, 76 %	13 dBm
2	20 mei 2026 Jam 200.29	Blynk	50, 18 ms	100 ms	27, 19%	31 dBm
3	20 mei 2026 Jam 20.57	Blynk	84, 72 ms	100 ms	22, 57 %	35 dBm
4	20 mei 2026 Jam 21.04	Blynk	278, 98 ms	72, 61 ms	43, 24 %	30 dBm
5	20 mei 2026 Jam 21.22	Blynk	278, 44 ms	76, 53 ms	53, 04 %	42 dBm

Tabel 3. Klasifikasi hasil pengukuran Delay, Jitter dan Packet Loss

No.	Delay	Kategori	Jitter	Kategori	Packet Loss	Kategori
1	215,1 ms	Bagus	71,31 ms	Bagus	4,76%	Bagus

2	50,18 ms	Sangat Bagus	100 ms	Sedang	27,19%	Buruk
3	84,72 ms	Sangat Bagus	100 ms	Sedang	22,57%	Sedang
4	278,98 ms	Bagus	72,61 ms	Bagus	43,24%	Buruk
5	278,44 ms	Bagus	76,53 ms	Sedang	53,04%	Buruk

Berdasarkan klasifikasi standar TIPHON, hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter delay berada pada kategori bagus hingga sangat bagus dengan nilai 50,18–278,98 ms. Parameter jitter termasuk kategori bagus hingga sedang dengan nilai 71,31–100 ms. Sementara itu, packet loss berada pada kategori bagus, sedang, hingga buruk dengan nilai 4,76–53,04%. Secara sintesis, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas jaringan 4G di lokasi penelitian belum optimal. Parameter delay dan jitter masih menunjukkan performa yang relatif baik, sedangkan packet loss menjadi permasalahan utama karena tingginya persentase kehilangan paket data. Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter delay dan jitter relatif lebih baik dibandingkan parameter packet loss. Meskipun waktu pengiriman data masih tergolong baik pada sebagian besar pengukuran, tingginya packet loss menunjukkan bahwa keandalan jaringan 4G di lokasi penelitian belum optimal. Kondisi tersebut berpotensi memengaruhi kestabilan komunikasi antara perangkat IoT dengan aplikasi Blynk, khususnya dalam proses pengiriman data sensor dan penerimaan perintah kendali.

c. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif adalah metode analisis yang digunakan untuk menggambarkan, meringkas, dan menyajikan karakteristik suatu data tanpa menarik kesimpulan atau melakukan pengujian hubungan antarvariabel. Hasil perhitungan statistik deskriptif menggunakan persamaan 1 yaitu rata-rata dan persamaan 2 yaitu standar deviasi. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif *Throughput*

No	Parameter	Total (Mbps)	Rata-rata (Mean)	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Standar Deviasi
1	Download (Mbps)	267,7	53,54	28,8	70	15,42
2	Upload (Mbps)	339,4	67,88	44,4	93,3	18,81
3	Kekuatan sinyal (dBm)	513	513	97	109	5,77

Berdasarkan hasil perhitungan statistik deskriptif, parameter download memiliki total sebesar 267,7 Mbps dengan nilai rata-rata 53,54 Mbps. Kecepatan download minimum adalah 28,8 Mbps dan maksimum 70 Mbps, sedangkan standar deviasi sebesar 15,42 Mbps menunjukkan adanya variasi kecepatan download, namun masih dalam batas yang wajar sehingga performa jaringan tergolong cukup stabil. Pada parameter upload, diperoleh total sebesar 339,4 Mbps dengan rata-rata 67,88 Mbps. Nilai upload minimum sebesar 44,4 Mbps dan maksimum 93,3 Mbps, dengan standar deviasi 18,81 Mbps. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan upload cenderung lebih tinggi dibandingkan download, meskipun memiliki variasi yang sedikit lebih besar. Untuk kekuatan sinyal, total hasil pengukuran adalah 513 dBm, sehingga nilai rata-rata yang benar adalah 102,6 dBm (atau sekitar -102,6 dBm apabila mengikuti satuan RSRP). Nilai minimum sebesar 97 dBm dan maksimum 109 dBm, dengan standar deviasi 5,77 dBm. Standar deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa kekuatan sinyal selama pengukuran cukup konsisten dan tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Adapun hasil perhitungan statistik deskriptif Pengukuran *Delay, Jitter*, dan *Packet Loss* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif Delay, Jitter, Dan Packet Loss

No	Parameter	Total (Mbps)	Rata-rata (Mean)	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Standar Deviasi
1	Delay (ms)	907,42	181,484	50,18	278,98	107,98
2	Jitter (ms)	420,45	84,09	71,31	100	14,65
3	Packet Loss (%)	150,8	30,16	4,76	53,04	18,75
4	Kekuatan sinyal (dbm)	151	30,2	13	42	10,71

Berdasarkan hasil statistik deskriptif, parameter delay memiliki total sebesar 907,42 ms dengan nilai rata-rata 181,48 ms. Nilai delay minimum adalah 50,18 ms dan maksimum 278,98 ms, sedangkan standar deviasi sebesar 107,98 ms menunjukkan bahwa nilai delay mengalami variasi yang cukup besar selama pengujian. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu pengiriman data belum sepenuhnya stabil pada setiap pengukuran. Pada parameter jitter, diperoleh total sebesar 420,45 ms dengan rata-rata 84,09 ms. Nilai jitter berkisar antara 71,31 ms hingga 100 ms, dengan standar deviasi 14,65 ms. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variasi waktu kedatangan paket data masih relatif stabil meskipun terdapat sedikit fluktuasi. Parameter packet loss memiliki total sebesar 150,8% dengan rata-rata 30,16%. Nilai minimum sebesar 4,76% dan maksimum 53,04%, serta standar deviasi 18,75% menunjukkan bahwa kehilangan paket data cukup bervariasi. Semakin besar nilai packet loss, semakin banyak paket data yang tidak berhasil diterima, sehingga dapat memengaruhi kualitas komunikasi jaringan. Sementara itu, kekuatan sinyal memiliki total sebesar 151 dBm dengan rata-rata 30,2 dBm, nilai minimum 13 dBm, maksimum 42 dBm, dan standar deviasi 10,71 dBm. Nilai standar deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa kekuatan sinyal selama pengujian cukup konsisten dan tidak mengalami perubahan yang signifikan.

d. Perbandingan dengan Standar Kualitas Jaringan (QoS)

Standar ITU-T G.114 dan 3GPP TS 23.203 merupakan dua standar yang sering dijadikan acuan dalam mengevaluasi *Quality of Service* (QoS) pada jaringan komunikasi, khususnya untuk parameter delay (*latency*), packet loss, dan jitter [8] adapun hasil perbandingan nilai rata-rata pada parameter delay, packet loss dan jitter dengan standar ITU-T G. 114 dan 3GPP TS 23.203 dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5. Perbandingan dengan Standar Kualitas Jaringan (QoS)

No	Parameter	Rata-rata (Mean)	Standar Kualitas Jaringa (QoS)		Kategori
			ITU-T G.114	3GPP TS 23.203	
1	Delay (ms)	181,484 ms	150–400 ms	150–300 ms	Baik
2	Jitter (ms)	84,09 ms	< 20 ms (sangat baik) 20–50 ms (baik) > 50 ms (buruk)	< 30 ms (baik untuk layanan real-time) > 50 ms (buruk)	Buruk
3	Packet Loss (%)	30,16 %	> 3%	> 2%	Buruk

Berdasarkan hasil rata-rata pengukuran, delay sebesar 181,48 ms masih berada dalam kategori baik menurut standar ITU-T G.114, karena berada pada rentang 150–300 ms dan menurut standar 3GPP TS 23.203 karena berada pada rentang antara 150-300 ms. Hal ini menunjukkan bahwa waktu tunda komunikasi masih layak untuk sebagian besar aplikasi IoT, meskipun belum termasuk kategori sangat baik.

Nilai rata-rata jitter sebesar 84,09 ms menunjukkan bahwa variasi waktu kedatangan paket data cukup tinggi. Berdasarkan rekomendasi ITU-T G.114 maupun 3GPP TS 23.203, nilai tersebut termasuk dalam kategori buruk (poor) karena melebihi batas maksimum yang direkomendasikan, yaitu 50 ms. Kondisi ini mengindikasikan bahwa transmisi paket pada jaringan kurang stabil sehingga berpotensi menurunkan kualitas layanan, terutama pada aplikasi yang bersifat *real-time* seperti *Voice over IP* (VoIP), konferensi video, komunikasi IoT dengan kebutuhan latensi rendah, maupun video streaming. Jitter yang tinggi dapat menyebabkan suara terdengar terputus-putus, video mengalami gangguan (lag), atau data IoT diterima dengan waktu yang tidak konsisten.

Namun, packet loss sebesar 30,16% dengan kategori "Buruk" di mana tingkat kehilangan paket pada jaringan LTE umumnya berada pada kisaran >3% atau lebih rendah sesuai kelas layanan. Dengan demikian, nilai packet loss yang diperoleh tidak memenuhi standar QoS 3GPP, sehingga menunjukkan bahwa keandalan pengiriman paket data pada saat pengujian masih rendah. Nilai ini menunjukkan banyak paket data yang hilang selama transmisi sehingga dapat menurunkan keandalan komunikasi IoT, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan pengiriman data secara kontinu dan real-time.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan nilai throughput jaringan 4G dilokasi penelitian yaitu di Jl. Lingkar Kampus UIN Perumahan Darussalam Sejahtera memiliki performa yang memadai dan mendukung untuk aplikasi IoT dikarenakan mampu menyediakan koneksi yang stabil dengan kecepatan transfer data yang cukup tinggi. Kecepatan download berkisar antara 28,8 Mbps hingga 70,0 Mbps, sedangkan kecepatan upload berkisar antara 44,4 Mbps hingga 93,3 Mpbs. Pada tingkat keandalan jaringan 4G di lokasi penelitian dapat dikatakan cukup baik dari sisi delay, tetapi kurang andal dari sisi jitter dan packet loss. Meskipun komunikasi data masih dapat berlangsung dengan waktu tunda dan variasi paket yang dapat diterima, tingginya nilai packet loss menunjukkan bahwa jaringan belum sepenuhnya optimal untuk aplikasi IoT yang membutuhkan pengiriman data secara kontinu dan andal. Oleh karena itu, jaringan lebih sesuai untuk aplikasi IoT yang bersifat monitoring non-real-time, sedangkan untuk aplikasi yang memerlukan keandalan tinggi atau kontrol secara real-time, kualitas jaringan masih perlu ditingkatkan, terutama untuk mengurangi tingkat kehilangan paket data.

Daftar Pustaka

[1] A. N. Fitriani, Penerapan Internet Of Things (Iot) Dalam Kehidupan Modern. Jawa Tengah. Pt Media Pustaka Indo. ISBN. 978-634-247-274-3. 2026

[2] A. Syahfitri, "Internet of Things (IoT), Sejarah , Teknologi , dan Penerapannya," 2025.

[3] R. Anwar, "Analisis Performa Jaringan 4G Di Banjarmasin Dalam Konteks Internet Of Things (IoT)," pp. 25–32, 2023.

[4] S. Bhandarkar and R. Kammar, "4G TECHNOLOGY," Vol. I, No. II, pp. 96–99, 2016.

[5] A. Yuhanef, S. Yusnita, and G. Riandaisan, "Analisis Kualitas Throughput Jaringan 4G LTE Indosat pada Site 01JKS504 Di Kebayoran Lama , Jakarta Barat," Vol. 4, No. 1, pp. 276–282, 2023.

[6] D. Suprianto *et al.*, "Analisis performansi dan optimasi jaringan 4G LTE di Kecamatan Kelayang," vol. 22, no. 1, pp. 15–28, 2025.

[7] A. Dasar, M. Analisis, D. Dan, and Z. Afif, "Penelitian Ilmiah (Kuantitatif) Beserta Paradigma , Pendekatan ," vol. 3, pp. 682–693, 2023.

[8] E. Yuni, T. Artaningsih, S. Rizky, M. Ibrahim, and M. D. Habibi, "Pengaruh Latensi Terhadap Kualitas Layanan (QoS) Dalam Video Streaming Real-Time," vol. 6, pp. 227–237, 2025.