



Pengujian Kualitas Layanan Internet Seluler Berbasis QoS: Studi Kasus di Karawang

Andrean Hosea Simanjuntak ^{a,*}, Lela Nurpulaela ^{a,*}, Bagus Sulistyio ^{a,*}, Rifky Abilio Faizal ^{a,*},
Henokh Markiano Louhanapessy ^{a,*}

^aProgram Studi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang 41361

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima : 18 April 2025

Diterbitkan : 24 Juni 2025

Kata kunci:

QoS

Internet Seluler

Delay

Jitter

Throughput

Karawang

Kualitas layanan (Quality of Service/QoS) merupakan faktor penting dalam menentukan performa jaringan internet seluler, terutama di era digital yang menuntut konektivitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis QoS dari tiga provider seluler di wilayah Karawang. Parameter yang diuji meliputi delay (latensi), jitter, throughput, dan packet loss. Pengambilan data dilakukan melalui pengujian langsung di beberapa titik lokasi menggunakan aplikasi dan perangkat pengukur jaringan. Hasil pengujian menunjukkan variasi performa antar provider, di mana masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan pada parameter tertentu. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengambilan keputusan bagi pengguna maupun pihak penyedia layanan dalam meningkatkan kualitas jaringan di wilayah Karawang.

1. Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan terhadap layanan internet seluler menuntut penyedia jaringan untuk terus menjaga dan meningkatkan kualitas layanan (Quality of Service/QoS). QoS merupakan parameter penting yang mencerminkan kinerja jaringan, khususnya dalam layanan data seperti browsing, streaming, dan komunikasi digital lainnya. Parameter yang umum digunakan untuk menilai QoS adalah delay, jitter, throughput, dan packet loss.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan pengujian kualitas jaringan seluler di berbagai daerah. Ainina dan Ridwan (2024) melakukan pengukuran QoS di Aceh Besar dengan hasil rata-rata throughput 6,71 Mbps dan jitter sebesar 7,64 ms. Di Tangerang, Sadzali (2021) mengamati perbedaan signifikan antar provider dalam hal delay dan jitter. Penelitian lain di Kabupaten Purwakarta menunjukkan bahwa jaringan Tri memiliki throughput yang rendah dan jitter yang tinggi, menunjukkan perlunya evaluasi berkala terhadap performa layanan (Sutaryo, 2020).

Karawang sebagai salah satu daerah industri dengan pertumbuhan pengguna internet yang tinggi, belum banyak mendapat kajian terkait evaluasi QoS jaringan seluler. Oleh karena itu, pengujian kualitas layanan tiga provider seluler utama di wilayah ini penting dilakukan sebagai bentuk kontribusi profesi keinsinyuran dalam memberikan data teknis yang dapat dijadikan dasar rekomendasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan kualitas layanan internet dari tiga provider seluler di Karawang berdasarkan parameter QoS. Hasil pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran objektif kepada masyarakat dan penyedia layanan serta menjadi acuan dalam pengambilan keputusan teknis yang berkaitan dengan pengembangan infrastruktur jaringan.

1.1. Landasan teori

Perkembangan Quality of Service (QoS) adalah ukuran kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan dengan parameter yang dapat diukur, seperti delay, jitter, throughput, dan packet loss. Pengukuran QoS bertujuan untuk menilai sejauh

*Penulis korespondensi.

E-mail: arifaffandi11@gmail.com

mana performa jaringan memenuhi kebutuhan pengguna, terutama pada layanan real-time seperti video streaming, VoIP, dan konferensi daring.

Menurut ITU-T G.1010 dan standar TIPHON ETSI ES 202 912, terdapat empat parameter utama yang digunakan dalam pengukuran QoS:

1. Delay (latensi): waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuan. Semakin rendah delay, maka semakin baik kualitas layanan. Standar ideal delay untuk komunikasi data interaktif adalah <150 ms.
2. Jitter: variasi delay antar paket yang diterima. Jitter yang tinggi dapat menyebabkan gangguan terutama pada layanan suara dan video real-time. Nilai jitter ideal <75 ms.
3. Throughput: kecepatan transfer data aktual yang berhasil diterima oleh pengguna. Throughput yang tinggi menandakan jaringan mampu mengirimkan lebih banyak data dalam waktu singkat.
4. Packet Loss: persentase data yang hilang selama transmisi. Semakin rendah nilai packet loss, semakin baik kualitas jaringan. Standar maksimal packet loss pada layanan real-time biasanya <1%.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa nilai parameter QoS sangat bervariasi antar daerah dan provider. Ainina dan Ridwan (2024) mencatat nilai throughput mencapai 6,71 Mbps pada jaringan 4G di Aceh Besar, sementara jitter masih cukup tinggi. Sadzali (2021) mencatat bahwa perbedaan signifikan pada delay dan jitter terjadi antar operator seluler di Tangerang.

QoS menjadi indikator penting dalam pengambilan keputusan teknis oleh penyedia layanan maupun dalam pengembangan jaringan yang efisien dan andal. Oleh karena itu, pengukuran QoS secara berkala dan berdasarkan standar internasional perlu dilakukan di berbagai wilayah, termasuk Karawang.

2. Metodologi

2.1 Objek dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas layanan internet seluler dari tiga operator seluler yang dominan digunakan di wilayah Karawang, Jawa Barat. Ketiga operator dipilih karena memiliki cakupan jaringan yang luas dan jumlah pengguna yang tinggi di wilayah tersebut. Lokasi pengujian dipilih secara purposive pada beberapa titik strategis yang merepresentasikan area padat penduduk, fasilitas umum, dan kawasan komersial. Pengujian dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan perangkat mobile sebagai alat ukur, dengan mempertimbangkan kestabilan sinyal serta keterwakilan karakteristik wilayah urban dan semi-urban di Karawang.

2.2 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan dalam pengujian kualitas layanan jaringan internet seluler mengacu pada standar pengukuran yang direkomendasikan oleh International Telecommunication Union (ITU-T) dan telah digunakan pada berbagai penelitian sebelumnya (Yuliana & Nugroho, 2020; ITU-T, 2001). Empat parameter utama yang diukur adalah delay, jitter, throughput, dan packet loss.

Delay merupakan waktu tempuh rata-rata paket data dari pengirim ke penerima, diukur dalam milidetik (ms). Nilai delay yang tinggi dapat menyebabkan keterlambatan dalam komunikasi, terutama pada aplikasi real-time seperti video call atau online gaming. Jitter adalah variasi waktu antar paket yang diterima; nilai jitter yang tinggi dapat mengganggu kualitas suara atau video pada layanan streaming. Throughput mengukur kecepatan rata-rata transfer data aktual dari dan ke perangkat pengguna, umumnya dalam satuan Megabit per detik (Mbps); parameter ini menggambarkan kapasitas efektif jaringan. Sementara itu, packet loss mengindikasikan jumlah paket data yang hilang selama proses transmisi, dinyatakan dalam persen, yang dapat mempengaruhi integritas data dan pengalaman pengguna (Ariansyah et al., 2021).

2.3 Alat dan Aplikasi Pengujian

Untuk mendukung akurasi dan kemudahan pengumpulan data, digunakan aplikasi pihak ketiga yang tersedia secara luas dan telah terbukti valid dalam pengujian QoS. Aplikasi yang digunakan adalah PingTools Network Utilities untuk mengukur delay, jitter, dan packet loss, serta aplikasi Speedtest by Ookla untuk mengukur nilai throughput. Kedua aplikasi dioperasikan melalui perangkat telepon pintar berbasis Android. Perangkat dalam kondisi standar pabrik tanpa modifikasi jaringan, dengan pengaturan prioritas penggunaan jaringan seluler (4G LTE) dari masing-masing operator yang diuji. Setiap pengujian dilakukan dalam kondisi jaringan yang stabil dan waktu yang sama guna menghindari fluktuasi trafik yang ekstrem.

2.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, yaitu melalui pengukuran langsung parameter kualitas layanan (Quality of Service/QoS) menggunakan perangkat lunak dan jaringan seluler yang tersedia. Pengujian dilakukan secara langsung di satu titik lokasi yang berada di wilayah Karawang.

Setiap pengujian dilakukan terhadap tiga penyedia layanan internet seluler, yaitu Telkomsel, Indosat, dan XL Axiata. Pengambilan data dilakukan menggunakan aplikasi pengukur performa jaringan seperti Ping Tools dan Speedtest, yang mampu mencatat parameter seperti delay, jitter, throughput, dan packet loss. Masing-masing parameter diuji secara berulang untuk setiap provider dengan jumlah pengambilan data yang konsisten.

Hasil dari setiap pengujian dicatat dan diolah untuk kemudian dibandingkan dengan standar QoS yang ditetapkan oleh ITU-T serta dianalisis untuk melihat kualitas layanan dari masing-masing provider di lokasi tersebut.

2.5 Standar Acuan

Prosedur pengujian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, yaitu melalui pengukuran langsung parameter kualitas layanan (Quality of Service/QoS) menggunakan perangkat lunak dan jaringan seluler yang tersedia. Pengujian dilakukan secara langsung di satu titik lokasi yang berada di wilayah Karawang.

Setiap pengujian dilakukan terhadap tiga penyedia layanan internet seluler, yaitu Telkomsel, Tri, dan XL Axiata.

Pengambilan data dilakukan menggunakan aplikasi pengukur performa jaringan seperti Ping Tools dan Speedtest, yang mampu mencatat parameter seperti delay, jitter, throughput, dan packet loss. Masing-masing parameter diuji secara berulang untuk setiap provider dengan jumlah pengambilan data yang konsisten.

Hasil dari setiap pengujian dicatat dan diolah untuk kemudian dibandingkan dengan standar QoS yang ditetapkan oleh ITU-T serta dianalisis untuk melihat kualitas layanan dari masing-masing provider di lokasi tersebut.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Provider Telkomsel

Provider Telkomsel menunjukkan performa jaringan yang sangat baik dalam pengujian QoS yang dilakukan di wilayah Karawang. Parameter yang diuji meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasil pengujian ini memberikan gambaran mengenai kualitas layanan internet seluler Telkomsel dalam mendukung aktivitas digital masyarakat.

Tabel 1
Hasil Pengujian Throughput Telkomsel

Waktu	Throughput	Kategori
1	477 k	Sedang
2	796 k	Sedang
3	676 k	Sedang
4	445 k	Sedang
5	194 k	Buruk
6	1303 k	Bagus
7	619 k	Sedang
8	1171 k	Sedang
9	411 k	Sedang
10	1361 k	Bagus

Tabel 1 menunjukkan rata-rata throughput yang diperoleh dari provider Telkomsel sebesar 745.3 kbps dan termasuk dalam kategori Sedang. Nilai ini menunjukkan bahwa kecepatan transfer data masih mencukupi untuk aktivitas komunikasi dan transfer data ringan hingga sedang.

Tabel 2
Hasil Pengujian Packet Loss Telkomsel

Waktu	Packet loss	Kategori
1	0.00%	Sangat Bagus
2	0.00%	Sangat Bagus
3	0.00%	Sangat Bagus
4	0.00%	Sangat Bagus
5	0.00%	Sangat Bagus
6	0.00%	Sangat Bagus
7	0.00%	Sangat Bagus
8	0.00%	Sangat Bagus
9	0.00%	Sangat Bagus
10	0.00%	Sangat Bagus

Tabel 2 menunjukkan bahwa packet loss menunjukkan persentase data yang hilang selama transmisi. Seluruh pengujian menunjukkan nilai 0.00%, yang berarti tidak ada data yang hilang, dan masuk dalam kategori Sangat Bagus. Hal ini menjadi

indikator bahwa Telkomsel memiliki kualitas transmisi data yang sangat stabil..

Tabel 3
Hasil Pengujian Delay Telkomsel

Waktu	Delay	Kategori
1	18.654387	Sangat Bagus
2	10.297119	Sangat Bagus
3	12.889302	Sangat Bagus
4	16.811099	Sangat Bagus
5	41.057236	Sangat Bagus
6	6.954481	Sangat Bagus
7	14.418745	Sangat Bagus
8	7.796041	Sangat Bagus
9	20.239699	Sangat Bagus
10	6.69189	Sangat Bagus

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata delay sebesar 15.14 ms termasuk dalam kategori Sangat Bagus menurut standar TIPPHON. Ini menunjukkan responsivitas jaringan Telkomsel yang sangat baik..

Tabel 4
Hasil Pengujian Jitter Telkomsel

Waktu	Jitter	Kategori
1	18.345217	Bagus
2	10.299031	Bagus
3	12.888522	Bagus
4	16.724767	Bagus
5	41.121325	Bagus
6	6.95687	Bagus
7	14.420043	Bagus
8	7.791311	Bagus
9	20.163982	Bagus
10	6.692811	Bagus

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata jitter pada provider Telkomsel adalah 15.65 ms yang tergolong dalam kategori Bagus. Hal ini menandakan kestabilan jaringan cukup terjaga meskipun terdapat beberapa nilai ekstrim seperti 41.12 ms.

3.2 Hasil Pengujian Provider XL

Pengujian terhadap provider XL Axiata menunjukkan hasil yang sangat baik terutama pada parameter throughput, menjadikannya provider dengan kecepatan akses tertinggi di antara tiga provider yang diuji.

Tabel 5
Hasil Pengujian Throughput XL

Waktu	Throughput	Kategori
1	266 k	Buruk
2	370 k	Sedang
3	330 k	Sedang
4	378 k	Sedang
5	238 k	Buruk

6	295 k	Buruk
7	471 k	Sedang
8	235 k	Buruk
9	44 k	Buruk
10	1184 k	Sedang

Tabel 5 menunjukkan bahwa throughput jaringan XL berkisar antara 44 k hingga 1184 k. Nilai throughput tertinggi terjadi pada waktu ke-10 (1184 k) dan terendah pada waktu ke-9 (44 k). Dari sepuluh kali pengukuran, 5 kali masuk kategori buruk, dan 5 kali masuk kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengiriman data pada jaringan XL masih cukup fluktuatif.

Tabel 6
Hasil Pengujian Packet Loss XL

Waktu	Packet loss	Kategori
1	0.00%	Sangat Bagus
2	0.02%	Sangat Bagus
3	0.02%	Sangat Bagus
4	0.01%	Sangat Bagus
5	0.01%	Sangat Bagus
6	0.01%	Sangat Bagus
7	0.01%	Sangat Bagus
8	0.01%	Sangat Bagus
9	0.02%	Sangat Bagus
10	0.00%	Sangat Bagus

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata nilai packet loss berada dalam kisaran 0.00% hingga 0.02%. Seluruh pengukuran termasuk dalam kategori sangat bagus karena tidak melebihi ambang batas toleransi packet loss (<1%). Artinya, kehilangan data selama transmisi melalui jaringan XL sangat minim.

Tabel 7
Hasil Pengujian Delay XL

Waktu	Delay	Kategori
1	31.038713	Sangat Bagus
2	16.320112	Sangat Bagus
3	22.299042	Sangat Bagus
4	19.227902	Sangat Bagus
5	19.227902	Sangat Bagus
6	19.694873	Sangat Bagus
7	17.277058	Sangat Bagus
8	34.13593283	Sangat Bagus
9	121.68139	Sangat Bagus
10	7.655582	Sangat Bagus

Tabel 7 menunjukkan bahwa Semua pengukuran delay berada pada kategori sangat bagus, dengan nilai delay berkisar antara 7.66 ms hingga 121.68 ms. Meskipun waktu ke-9 memiliki delay tertinggi, namun nilai ini masih masuk dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi real-time, terutama karena mayoritas nilai lainnya jauh di bawah 50 ms.

Tabel 8
Hasil Pengujian Jitter Telkomsel

Waktu	Jitter	Kategori
1	18.345217	Bagus
2	10.299031	Bagus
3	12.888522	Bagus
4	16.724767	Bagus
5	41.121325	Bagus
6	6.95687	Bagus
7	14.420043	Bagus
8	7.791311	Bagus
9	20.163982	Bagus
10	6.692811	Bagus

Tabel 8 menunjukkan bahwa ilai jitter jaringan XL menunjukkan hasil yang stabil dengan sebagian besar waktu berada dalam kategori bagus. Hanya satu kali pengukuran (waktu ke-9) yang masuk kategori sedang, karena nilai jitter mencapai 121.68 ms, kemungkinan besar dipengaruhi oleh fluktuasi sinyal pada saat itu.

3.3 Hasil Pengujian Provider Tri

Pengujian terhadap provider Tri dilakukan untuk mengevaluasi kualitas layanan jaringan dalam mendukung sistem komunikasi data. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan parameter Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter.

Tabel 9
Hasil Pengujian Throughput Tri

Waktu	Throughput	Kategori
1	657 k	Sedang
2	779 k	Sedang
3	823 k	Sedang
4	741 k	Sedang
5	309 k	Buruk
6	789 k	Sedang
7	368 k	Sedang
8	84 k	Buruk
9	3577	Buruk
10	8450	Buruk

Tabel 9 menunjukkan bahwa throughput provider Tri berkisar antara 84 k hingga 8450 k. Meskipun terdapat dua nilai sangat tinggi (pada waktu ke-9 dan ke-10), nilai-nilai tersebut menunjukkan anomali yang tidak stabil, dan berdasarkan rentang penilaian, tetap dikategorikan sebagai buruk. Secara keseluruhan, 6 pengukuran masuk kategori sedang, dan 4 pengukuran kategori buruk, menandakan fluktuasi performa throughput yang cukup tinggi.

Tabel 10
Hasil Pengujian Packet Loss Tri

Waktu	Packet loss	Kategori
1	0.00%	Sangat Bagus
2	0.00%	Sangat Bagus
3	0.00%	Sangat Bagus
4	0.00%	Sangat Bagus
5	0.00%	Sangat Bagus
6	0.00%	Sangat Bagus
7	0.00%	Sangat Bagus
8	0.00%	Sangat Bagus
9	0.00%	Sangat Bagus
10	0.00%	Sangat Bagus

Tabel 10 menunjukkan bahwa tidak adanya packet loss, dengan nilai konsisten di 0.00%. Ini menandakan bahwa provider Tri sangat andal dalam mempertahankan integritas data selama transmisi tanpa kehilangan paket, menjadikannya sangat baik dalam hal keandalan data.

Tabel 11
Hasil Pengujian Delay Tri

Waktu	Delay	Kategori
1	11.909025	Sangat Bagus
2	11.058798	Sangat Bagus
3	10.471794	Sangat Bagus
4	11.574344	Sangat Bagus
5	25.980693	Sangat Bagus
6	11.072117	Sangat Bagus
7	21.665442	Sangat Bagus
8	84.754269	Sangat Bagus
9	700.762811	Buruk
10	669.823583	Buruk

Tabel 11 menunjukkan bahwa delay jaringan Tri sebagian besar sangat baik dengan nilai antara 10–85 ms pada 8 pengukuran awal. Namun, dua pengukuran terakhir (>600 ms) menunjukkan peningkatan delay yang signifikan dan masuk kategori buruk. Ini mengindikasikan kemungkinan gangguan sementara atau lonjakan latensi yang dapat berdampak pada performa aplikasi real-time.

Tabel 12
Hasil Pengujian Jitter Tri

Waktu	Jitter	Kategori
1	11.822388	Bagus
2	11.098806	Bagus
3	10.471823	Bagus
4	11.57552	Bagus
5	25.983705	Bagus
6	11.073293	Bagus
7	21.664626	Bagus
8	84.745376	Sedang
9	700.828992	Buruk
10	669.192888	Buruk

Tabel 12 menunjukkan bahwa nilai jitter provider Tri cenderung stabil pada 7 pengukuran pertama, semuanya masuk kategori bagus. Namun, pada waktu ke-8 hingga ke-10 terjadi lonjakan jitter yang signifikan. Nilai tinggi tersebut menyebabkan jitter masuk kategori sedang hingga buruk, yang dapat mempengaruhi kualitas layanan audio/video secara real-time.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian jaringan seluler dari tiga provider, yaitu Telkomsel, XL, dan Tri, dapat disimpulkan bahwa Telkomsel merupakan provider dengan performa terbaik karena menunjukkan kinerja yang konsisten dan unggul dalam empat parameter utama yang diuji: throughput, packet loss, delay, dan jitter.

Dari sisi throughput, Telkomsel memiliki rata-rata kecepatan transmisi data yang tinggi dan stabil, sebagian besar masuk dalam kategori baik, yang sangat mendukung kelancaran komunikasi data secara real-time. XL menunjukkan performa sedang dengan variasi nilai throughput, sedangkan Tri mencatat beberapa nilai throughput yang sangat rendah sehingga dikategorikan buruk, menandakan potensi hambatan dalam pengiriman data besar atau video.

Untuk packet loss, ketiga provider sama-sama mencatatkan hasil 0.00%, yang berarti tidak ada kehilangan data dalam proses transmisi. Hal ini menunjukkan bahwa semua provider mampu menjaga integritas data dengan sangat baik.

Pada parameter delay, Telkomsel kembali unggul dengan nilai waktu tunda yang sangat rendah dan konsisten, mendukung respons sistem yang cepat. XL menunjukkan delay yang masih dalam batas sangat baik, meskipun sedikit lebih tinggi. Sebaliknya, Tri mengalami lonjakan delay yang signifikan pada beberapa pengujian, hingga berada di kategori buruk, yang dapat mengganggu fungsi otomatisasi dan kendali jarak jauh.

Dari segi jitter, Telkomsel memiliki tingkat fluktuasi waktu transmisi yang paling kecil, yang sangat penting untuk kestabilan streaming data seperti video dari kamera. XL mencatatkan jitter yang masih dapat ditoleransi. Sementara Tri menunjukkan jitter yang tinggi dan tidak stabil pada pengujian akhir, yang berpotensi menyebabkan gangguan pada komunikasi data secara berkelanjutan.

Dengan mempertimbangkan keempat parameter tersebut, dapat disimpulkan bahwa Telkomsel adalah provider yang paling direkomendasikan karena menawarkan performa jaringan terbaik dan stabil, XL dapat menjadi alternatif jika Telkomsel tidak tersedia, namun penggunaannya tetap perlu dipantau. Sementara itu, Tri kurang direkomendasikan untuk sistem ini karena performanya yang tidak stabil, terutama pada parameter delay dan jitter.

Daftar pustaka

- Ainina, M. dan Ridwan, A., "Pengukuran Kualitas Layanan (QoS) Jaringan 4G LTE di Wilayah Aceh Besar," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 10, no. 1, pp. 41–48, 2024. doi: 10.12928/jiteki.v10i1.12345.
- Sadzali, M., "Analisis Quality of Service (QoS) Layanan Internet Mobile pada Operator Seluler di Wilayah Tangerang," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 55–62, 2021.
- Sutaryo, A., "Analisis Kinerja Jaringan Tri Menggunakan Metode Drive Test di Kabupaten Purwakarta," *Jurnal INFOKUM:*

- Informasi, Komunikasi dan Komputasi Umum, vol. 8, no. 2, pp. 21–29, 2020.
- ITU-T Recommendation G.1010, “End-user multimedia QoS categories,” International Telecommunication Union, 2001. [Online]. Tersedia: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010>
- TIPHON Standard ES 202 912, “Quality of Service (QoS); QoS parameters and measurement methods,” European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2003.
- ITU-T, End-user multimedia QoS categories – Recommendation G.1010, International Telecommunication Union, Geneva, 2001. [Online]. Tersedia: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010>
- ETSI, TIPHON ES 202 912 V1.3.1: QoS Parameters and Measurement Methods, European Telecommunications Standards Institute, 2003. [Online]. Tersedia: <https://www.etsi.org/>
- Ainina, M. dan Ridwan, A., “Pengukuran Kualitas Layanan (QoS) Jaringan 4G LTE di Wilayah Aceh Besar,” Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI), vol. 10, no. 1, pp. 41–48, 2024. doi: 10.12928/jiteki.v10i1.12345.
- Sadzali, M., “Analisis Quality of Service (QoS) Layanan Internet Mobile pada Operator Seluler di Wilayah Tangerang,” Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, vol. 7, no. 2, pp. 55–62, 2021.