

Pengukuran *Quality of Service (QoS)* berdasarkan Kecepatan *Download*, *Upload*, Latensi dan *Base Transceiver Station* di Provinsi Indonesia

Ardania Meilaningrum¹, Siti Nur Hamidah²

^{1,2}Universitas Bina Sarana Informatika
e-mail: ¹ardania.mnm@bsi.com, ²siti.nhm@bsi.ac.id

Diterima	Direvisi	Disetujui
10-01-2026	25-01-2026	04-02-2026

Abstrak – Pengukuran evaluasi kinerja jaringan seluler menjadi penting untuk dilakukan seiring dengan perkembangan teknologi informasi maupun literasi digital yang semakin meningkat dilihat dari lima tahun terakhir ini. Tingkat latensi sebagai waktu tunggu suatu data dari sumber menuju tujuan dalam lingkup jaringan internet menjadi salah satu indikator penentu kualitas jaringan. Data dari sumber terpercaya yaitu Ookla membahas bahwa kecepatan *download* dan *upload* menjadi faktor yang memengaruhi tingkat latensi dengan dicantumkan datanya secara bersamaan pada *website* resminya. Di satu sisi Indonesia memiliki beberapa karakteristik unik yang membuat latensi di berbagai daerah provinsi menyisakan disparitas digital yang masih terasa. Salah satu faktor penyebabnya adalah infrastruktur yang belum merata di berbagai daerah. *Base Transceiver Station (BTS)* adalah infrastruktur telekomunikasi yang mempunyai peran penting untuk meningkatkan akses jaringan komunikasi digital khususnya pada daerah *remote* atau daerah yang terletak di luar jangkauan perkotaan besar. Penggunaan salah satu standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON)* menjadi landasan pengukuran *Quality of Service (QoS)* provinsi di Indonesia menggunakan indikator *throughput* yang terdiri dari kecepatan *download*, *upload*, latensi dan jumlah *BTS*. Penelitian ini menghasilkan keluaran berupa uji regresi *Principal Component Analysis (PCA)* terdiri dari kecepatan *download* dan *upload* yang signifikan berpengaruh pada latensi serta *QoS Score* komposit untuk pengkategorian bahwa beberapa provinsi salah satunya Jakarta termasuk dalam kategori A atau sangat bagus dengan skor >75 dan terdapat provinsi lain yang termasuk kategori C atau sedang dengan skor <50 sehingga perlu rekomendasi tindak lanjut.

Kata Kunci: *Base Transceiver Station*, *download*, latensi, *upload*, *Quality of Service*

Abstrak - *Measuring cellular network performance evaluation has become important with the development of information technology and increasing digital literacy over the past five years. Latency, or the waiting time for data to travel from source to destination within an internet network, is one of the indicators that determines network quality. Data from a reliable source, Ookla, shows that download and upload speeds are factors that affect latency, with the data listed together on its official website. On the one hand, Indonesia has several unique characteristics that cause latency in various provinces to leave a digital disparity that is still felt. One of the contributing factors is the uneven infrastructure in various regions. Base Transceiver Stations (BTS) are telecommunications infrastructure that play an important role in improving access to digital communication networks, especially in remote areas or areas located outside the reach of large cities. The use of one of the Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON) standards became the basis for measuring the Quality of Service (QoS) of provinces in Indonesia using throughput indicators consisting of download speed, upload speed, latency, and the number of BTS. This study produced output in the form of Principal Component Analysis (PCA) regression tests consisting of download and upload speeds that significantly affect latency and composite QoS scores for categorization, showing that several provinces, including Jakarta, are in category A or very good with scores >75, while other provinces are in category C or moderate with scores <50, thus requiring follow-up recommendations.*

Kata Kunci: *Base Transceiver Station*, *download*, *latency*, *upload*, *Quality of Service*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang makin signifikan hingga sulit untuk dihambat kemajuannya membuat masyarakat dianjurkan untuk beradaptasi dengan teknologi. Hal ini dikuatkan dengan data tingginya penggunaan internet yang disebabkan

pesatnya perkembangan kepemilikan telepon seluler dan komputer. Secara berturut-turut di tahun 2024 kepemilikan telepon seluler dan komputer meningkat sebesar 68,65% dan 18,52% sedangkan pada tahun 2023 berkisar 67,29% dan 18,06% (Syakilah et al., 2025). Mengingat hal itu, maka kualitas performa jaringan perlu diukur secara berkala agar tidak menghambat performa penggunaan baik dalam

pekerjaan maupun kegiatan sehari-hari. Namun perbedaan kualitas jaringan khususnya geografis negara Indonesia menjadi tantangan tersendiri. Menurut Anugrah et al., perbedaan yang terlihat jelas dalam kecepatan akses internet di berbagai daerah disebabkan beberapa faktor yaitu kepadatan penduduk, latensi dan infrastruktur jaringan. Disparitas ini yang menghasilkan *Quality of Service* (QoS) yang dirasakan tiap masyarakat di berbagai daerah ikut berbeda dimana definisinya adalah upaya memberikan pengalaman pengguna yang konsisten dan memuaskan di berbagai aplikasi dan layanan pada jaringan nirkabel (Ramakristanaiah et al., 2024). Para peneliti kerap menggunakan standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON) sebagai acuan dalam pengukuran QoS yang terdiri atas indikator *packet loss*, *jitter*, latensi dan *throughput* (Alzi & Haeruddin, 2023; Ardiansyah & Yulian Pamuji, 2025; Jhony Pranata & Dewantara, 2023; Simanjuntak et al., 2025). Pemilihan standar TIPHON (2023) dalam penelitian ini dikarenakan mampu menjadi representatif layanan yang baik secara *end-to-end user* serta telah didukung oleh legitimasi dan akademik yang kuat. Namun khusus penelitian ini, hanya melibatkan salah satu parameter standar TIPHON yaitu *throughput*, latensi dan ditambah dengan faktor jumlah BTS di berbagai Provinsi Indonesia sebagai pembeda riset yang lain. Hal ini bertujuan agar dapat mempertimbangkan infrastruktur jaringan sebagai salah satu tantangan disparitas performa jaringan dalam keterlibatannya dalam pengukuran QoS.

Latensi atau *delay* merupakan waktu tunggu yang dibutuhkan suatu paket data dari sumber ke tujuan sehingga semakin singkat latensi maka kualitas layanan semakin baik (Simanjuntak et al., 2025). Sedangkan menurut Basri & Yuliadi *throughput* pada indikator TIPHON merupakan kecepatan banyaknya data yang benar-benar sampai ke tujuan dalam setiap satuan waktu. Pada penelitian ini *throughput* diambil berdasarkan data kecepatan *download* dan *upload* yang didapatkan pada *website* Ookla (2024) dimana data yang dihasilkan telah banyak digunakan sebagai rujukan penelitian karena merupakan kumpulan dari miliaran pengujian kecepatan internet di tingkat dunia atau global secara *real-time* (Ramayanti & Syarifudin, 2024). Tingkat latensi juga didapatkan dari *website* yang sama sehingga untuk membuktikan hubungan antara kecepatan *download* dan *upload* berpengaruh atau tidak terhadap latensi, maka dilakukan pengujian regresi linier sederhana. Pada pengujiannya dilakukan penggabungan faktor *throughput* yaitu antara kecepatan *download* dan *upload* menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) karena terbukti berhasil menangani kasus multikolinieritas (Sari, 2023). Menurut Wijayanti (2020) *download* merupakan proses transmisi/penerimaan dalam transfer data dari internet menuju ke perangkat/komputer sendiri, sedangkan *upload* merupakan kebalikannya. *Base Transceiver Station* sebagai tolak ukur infrastruktur

jaringan yang tersebar di setiap wilayah provinsi Indonesia adalah salah satu perangkat pemancar sinyal jaringan dari operator telepon seluler ke pelanggan ataupun sebaliknya (Wijayanti, 2020).

Maka dari itu, selain mendapatkan tingkat pengaruh antara *throughput* melalui kecepatan *download* dan *upload* terhadap latensi, penelitian ini juga memanfaatkan faktor jumlah BTS yang dapat diperhitungkan menggunakan metode *weighted sum model* agar menghasilkan skor QoS komposit. Skor akhir tersebut pada akhirnya menjadi nilai penentuan kategori dari masing-masing provinsi di Indonesia.

Topik penelitian ini berawal dari hasil diskusi pembelajaran *project based learning* pada mata kuliah statistika, yang kemudian dapat dikembangkan lebih lanjut oleh penulis menjadi penelitian ilmiah.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini meliputi beberapa langkah seperti berikut ini :

1. Regresi Linier Sederhana dan PCA

Regresi menjadi salah satu metode statistika yang banyak digunakan saat penelitian dengan tujuan untuk menentukan pola hubungan linier sebab akibat antara variabel bebas dan terikat. (Mattjik & Sumertajaya, 2000). Keluaran dari pengujian yang menggunakan *software* SPSS ini adalah berupa persamaan matematis seperti persamaan (1) berikut:

$$Y = a + bX + e \dots \dots \dots (1)$$

Metode PCA termasuk dalam salah satu metode analisis data multivariat dengan mereduksi beberapa variabel menjadi satu angka tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya (Hotelling, 1933). Hasil angka baru tersebut muncul dalam *software* SPSS yang akan digunakan sebagai nilai variabel bebas gabungan dari kecepatan *download* dan *upload* untuk dilakukan uji regresi terhadap tingkat latensi.

2. Weighted Sum Model

Metode ini merupakan metode yang menggunakan perkalian dan penjumlahan untuk menghasilkan *rating* sehingga ditemukan nilai terbesar sebagai alternatif terbaik. Tingkat capaian yang menjadi kelebihan tersendiri dari metode ini adalah dapat memberikan tingkat akurasi yang tinggi dibanding perhitungan manual (Rochidajah & Utomo, 2022). Rumus perhitungan dapat ditunjukkan di bawah ini

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \times r_{ij} \dots \dots \dots (2)$$

S_i : Total skor alternatif i (provinsi)
 w_j : Bobot kriteria j (0.25 *download* + 0.15 *upload* + 0.40 latensi + 0.20 infrastruktur)
 r_{ij} : Skor normalisasi kriteria j provinsi i

Langkah untuk mendapatkan skor komposit ini perlu dilakukan normalisasi data terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar dapat menjamin perbandingan atribut standar TIPHON yang dipilih dengan jumlah BTS agar dapat seimbang dari nilai keseluruhan yang akan diperoleh (Windriyani et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kecepatan *download* (mbps/mega bit per second), *upload* (mbps) serta latensi (ms) didapatkan dari *website* resmi Ookla yang merangkul nilai dari ke-34 Provinsi di Indonesia. Seperti terlihat pada Tabel 1, terlihat bahwa masing-masing indikator cukup bervariasi dan menunjukkan secara jelas bahwa keseluruhan provinsi memiliki perbedaan dalam mendapatkan kualitas pelayanan saat mengakses jaringan.

Tabel 1 Data Kecepatan *Download*, *Upload*, Latensi & BTS

Provinsi	Download	Upload	Latensi
Aceh	31,07	12,06	68,59
Bali	38,49	17,13	67,95
Banten	30,63	13,78	36,18
Bengkulu	24,14	14,02	63,96
DIY	27,81	13,61	53,27
DKI Jakarta	35,54	15,16	35,48
Gorontalo	36,21	13,51	85,12
Jambi	26,59	13,3	60,07
Jawa Barat	26,55	13,91	38,1
Jawa Tengah	21,76	11,86	51,11
Jawa Timur	28,49	13,39	56,1
Kalimantan Barat	31,47	13,25	66,6
Kalimantan Selatan	34,84	13,52	63,83
Kalimantan Tengah	30,78	11,85	67,17
Kalimantan Timur	30,26	11,8	61,36
Kalimantan Utara	28,65	10,42	90,54
Kepulauan Bangka Belitung	32,07	18,1	51,73
Kepulauan Riau	34,55	13,21	55,59
Lampung	23,2	13,18	48,4
Maluku	32,22	14,24	78,07
Maluku Utara	16,73	8,84	77,57
NTB	32,06	17,3	69,23
NTT	20,78	13,96	80,28
Papua	20,48	8,21	116,67
Papua Barat	33,98	14,14	63,43
Riau	28,66	13,46	59,74
Sulawesi Barat	24,87	11,49	75,14
Sulawesi Selatan	33,83	14,09	65,9
Sulawesi Tengah	20,02	10,92	98,31
Sulawesi Tenggara	17,93	9,62	85,98
Sulawesi Utara	33,43	14,72	79,46
Sumatera Barat	25,77	10,54	66,36
Sumatera Selatan	24,88	13,53	55,01
Sumatera Utara	28,39	13,81	63,94

Sumber: *Website Speedtest Global Index* Ookla (2024)

Berdasarkan data tersebut dapat ditemukan bahwa latensi terendah atau *delay* tersingkat terjadi di provinsi Jawa Barat disusul dengan DKI Jakarta. Hal itu terbukti karena sudah berada di kawasan dimana

penunjang infrastruktur sudah dianggap mumpuni. Maka hasil pengaruh kecepatan *download* dan *upload* terhadap latensi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 *Output Coefficients* pada SPSS

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	66,360	2,661		24,933	,000
	PCA (Kecepatan Download dan Upload)	-7,740	2,702	-,452	-2,865	,007

Sumber: Peneliti (2025)

Nilai signifikan sebesar 0,007 atau kurang dari 0,05 pada tabel tersebut menunjukkan bahwa skor PCA gabungan dari kecepatan *download* dan *upload* berpengaruh signifikan terhadap tingkat latensi khususnya bagi seluruh Provinsi di Indonesia. Persamaan regresi dapat diinformasikan sebagai berikut:

$$Y = 66,360 - 7,740X + e$$

Hal ini yang kemudian menjadi landasan pembobotan QoS menggunakan ke-3 indikator tersebut ditambah dengan jumlah BTS yang tersebar di masing-masing provinsi. Penambahan indikator jumlah BTS saat proses normalisasi data juga mempertimbangkan jumlah penduduk dan wilayah provinsi. Data jumlah BTS serta penduduk dan luasan wilayah dalam km² didapatkan dari *website* Direktorat Jenderal Infrastruktur Digital (2025) serta Badan Pusat Statistik (2024; 2025) seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Data Jumlah Menara BTS di 34 Provinsi Indonesia

Provinsi	Jumlah BTS	Jumlah Penduduk	Wilayah Provinsi
Aceh	10030	5625960	56834,75
Bali	11496	4461270	5590,15
Banten	23528	12537440	9352,77
Bengkulu	3455	2138040	20128,34
DIY	7035	3781550	3170,65
DKI Jakarta	29889	10677980	660,98
Gorontalo	2030	1242240	12025,15
Jambi	6983	3768480	49026,58
Jawa Barat	79774	50759000	37044,86
Jawa Tengah	42751	38233930	34337,49
Jawa Timur	50461	42089270	48036,84
Kalimantan Barat	9832	5766030	147037,04
Kalimantan Selatan	9195	4323330	37135,05
Kalimantan Tengah	6740	2844990	153443,91
Kalimantan Timur	10036	4267600	126981,28
Kalimantan Utara	1769	749370	70101,18
Kepulauan Bangka Belitung	3656	1550820	16690,13
Kepulauan Riau	5430	2213460	8269,71
Lampung	13273	9522910	33570,26
Maluku	2591	1970560	46158,27
Maluku Utara	1790	1373820	32998,7

NTB	8424	5731110	19675,89
NTT	6530	5742560	46446,64
Papua	5646	4600430	82680,96
Papua Barat	2530	1224080	60275,31
Riau	14738	6811160	89935,9
Sulawesi Barat	1884	1525340	16594,75
Sulawesi Selatan	17910	9563130	45330,55
Sulawesi Tengah	5679	3156100	61605,72
Sulawesi Tenggara	4368	2836740	36159,71
Sulawesi Utara	5706	2721440	14500,28
Sumatera Barat	9955	5914300	42119,54
Sumatera Selatan	14777	8928520	86771,68
Sumatera Utara	26702	15785840	72460,74

Sumber: *Website* Direktorat Jenderal Infrastruktur Digital (2025); Badan Pusat Statistik (2024; 2025)

Total keseluruhan menara BTS di Indonesia berdasarkan tabel tersebut berkisar 456.593 yang berarti hampir 500.000 BTS telah terpasang merata di seluruh provinsi serta 284.438.800 penduduk dan kurang lebih 1.623.151,76 km² adalah total luasan wilayah Indonesia.

Tahapan normalisasi data untuk kecepatan *download*, *upload*, latensi dan jumlah BTS dapat dirangkum dalam persamaan matematis seperti berikut:

Kecepatan download:

$$\text{Throughput Download Score/TDS} = \frac{(\text{actual download})}{45,01} \times 100$$

Kecepatan upload:

$$\text{Throughput Upload Score/TUS} = \frac{(\text{actual upload})}{16,02} \times 100$$

Latensi:

$$\text{Latency Score/LS} = \frac{(\text{max data} - \text{actual latency})}{(\text{max data} - \text{min data})} \times 100$$

Jumlah BTS dengan jumlah penduduk serta luas wilayah:

$$\text{BTS Penduduk Score} = \frac{(\text{Total BTS})}{\text{People}} \times 1.000.000 = 1000$$

$$\text{BTS Wilayah Score} = \frac{(\text{Province Area})}{\text{Total BTS}} \times 100 = 25$$

$$\text{BTS Ratio Score/BRS} = (0,7 \times \text{BTS Penduduk Score}) + (0,3 \times \text{BTS Wilayah Score})$$

Skor komposit QoS:

$$\text{QoS Score} = (0,25 \times \text{TDS}) + (0,15 \times \text{TUS}) + (0,40 \times \text{LS}) + (0,20 \times \text{BRS})$$

Pendekatan angka target absolut tersebut seperti 45,01 mbps dan 16,02 mbps pada kecepatan *download* dan *upload* berasal dari data median yang dihimpun Ookla pada *website*-nya. Median dipilih karena angka yang bisa mewakili perhitungan tanpa memengaruhi hasil yang berpotensi bias jika muncul

data ekstrem. Sedangkan pertimbangan BTS rasio didapatkan pada proporsi 70% diutamakan pada kepadatan penduduk dibanding luas wilayah provinsi karena lebih memberikan dampak sosial ekonomi yang besar, efisiensi biaya serta lebih cepat meningkatkan akses digital. Secara tidak langsung membangun BTS di daerah yang padat penduduk lebih banyak membawa manfaat dibanding dengan membangun BTS di daerah luas namun penduduknya cukup jarang. Pembobotan skor QoS komposit masing-masing dilandaskan pada minimum indikator standar TIPHON yaitu *throughput* (Kecepatan *download* dan *upload*) serta latensi memiliki proporsi minimal 80% di atas indikator infrastruktur seperti BTS. Tabel 4 menunjukkan secara keseluruhan hasil normalisasi data dari masing-masing parameter untuk perhitungan QoS *score*.

Tabel 4 Hasil Normalisasi Data

Provinsi	Throughput Download Score	Throughput Upload Score	Latensi	BTS Ratio Score
Aceh	69,03	75,28	59,22	76,80
Bali	85,51	100,00	60,01	70,58
Banten	68,05	86,02	99,14	70,48
Bengkulu	53,63	87,52	64,92	76,99
DIY	61,79	84,96	78,09	70,54
DKI Jakarta	78,96	94,63	100,00	70,03
Gorontalo	80,45	84,33	38,86	77,11
Jambi	59,08	83,02	69,71	78,43
Jawa Barat	58,99	86,83	96,77	70,56
Jawa Tengah	48,34	74,03	80,75	70,96
Jawa Timur	63,30	83,58	74,60	71,14
Kalimantan Barat	69,92	82,71	61,67	87,95
Kalimantan Selatan	77,41	84,39	65,08	74,85
Kalimantan Tengah	68,38	73,97	60,97	97,32
Kalimantan Timur	67,23	73,66	68,12	85,18
Kalimantan Utara	63,65	65,04	32,18	100,00
Kepulauan Bangka Belitung	71,25	100,00	79,99	75,48
Kepulauan Riau	76,76	82,46	75,23	71,83
Lampung	51,54	82,27	84,09	73,04
Maluku	71,58	88,89	47,54	91,38
Maluku Utara	37,17	55,18	48,16	92,12
NTB	71,23	100,00	58,43	72,80
NTT	46,17	87,14	44,82	78,54
Papua	45,50	51,25	0,00	87,57
Papua Barat	75,49	88,26	65,57	98,59
Riau	63,67	84,02	70,12	77,32
Sulawesi Barat	55,25	71,72	51,15	80,57
Sulawesi Selatan	75,16	87,95	62,53	73,04
Sulawesi Tengah	44,48	68,16	22,61	83,02
Sulawesi Tenggara	39,84	60,05	37,80	79,93
Sulawesi Utara	74,27	91,89	45,83	73,05
Sumatera Barat	57,25	65,79	61,97	75,08

Sumatera Selatan	55,28	84,46	75,95	77,05
Sumatera Utara	63,07	86,20	64,95	73,26

Sumber: Peneliti (2025)

Dari tahapan dan hasil normalisasi, pembobotan, hingga agregasi atau *weighted sum model* yang menghasilkan QoS score seperti ditunjukkan pada Tabel 5, maka dilakukan langkah berikutnya berupa *ranking* berdasarkan kategori standar TIPHON dimana index dimulai dari 1-4 dan dikonversi ke skala 1-100 menjadi A (75-100) Sangat Bagus, B (50-75) Bagus, C (25-50) Sedang dan D (0-25) Buruk (Alzi & Haeruddin, 2023; Basri & Yuliadi, 2023).

Tabel 5 Hasil QoS Score untuk 34 Provinsi

Provinsi	QoS Score	Category
Aceh	67,60	B
Bali	75,54	A
Banten	83,67	A
Bengkulu	67,90	B
DIY	73,53	B
DKI Jakarta	87,94	A
Gorontalo	63,73	B
Jambi	70,79	B
Jawa Barat	80,59	A
Jawa Tengah	69,68	B
Jawa Timur	72,43	B
Kalimantan Barat	72,14	B
Kalimantan Selatan	73,01	B
Kalimantan Tengah	72,04	B
Kalimantan Timur	72,14	B
Kalimantan Utara	58,54	B
Kepulauan Bangka Belitung	81,85	A
Kepulauan Riau	76,02	A
Lampung	73,47	B
Maluku	68,52	B
Maluku Utara	55,26	B
NTB	71,94	B
NTT	58,25	B
Papua	36,58	C
Papua Barat	78,06	A
Riau	72,03	B
Sulawesi Barat	61,15	B
Sulawesi Selatan	71,60	B
Sulawesi Tengah	46,99	C
Sulawesi Tenggara	50,07	B
Sulawesi Utara	65,29	B
Sumatera Barat	63,98	B
Sumatera Selatan	72,28	B
Sumatera Utara	69,33	B

Sumber : Peneliti (2025)

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa daerah yang masuk dalam kategori A (Sangat Bagus) relatif didominasi pada provinsi wilayah barat dan pusat ekonomi seperti DKI Jakarta, Bali, Banten, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau dan Papua Barat. Wilayah ini umumnya menjadi daerah yang dianggap memiliki kepadatan penduduk tinggi dan

infrastruktur telekomunikasi yang lebih matang. Hal ini juga terjadi pada wilayah B yang paling banyak dimana mayoritas jaringan dianggap sudah berfungsi baik namun belum sangat unggul sehingga masih memiliki ruang peningkatan terutama pada aspek kapasitas dan konsistensi layanan. Sedangkan kategori C yaitu wilayah provinsi Papua dan Sulawesi Tengah dirasa memiliki kendala seperti kondisi geografis maupun keterbatasan infrastruktur. Alasan lain adalah sebaran penduduk yang tidak merata sehingga perlunya kebijakan dan pengembangan infrastruktur jaringan agar meminimalisir disparitas kualitas layanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tersebut perlu diketahui bahwa kecepatan *download* dan *upload* termasuk dalam pendekatan *throughput* sebagai salah satu standar TIPHON yang akan digunakan sebagai perhitungan QoS score secara keseluruhan. Hasil regresi linier sederhana didapatkan bahwa kecepatan *download* dan *upload* hasil skor gabungan konsep PCA menghasilkan pengaruh signifikan terhadap latensi. Latensi tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh yang dihasilkan oleh *throughput* meskipun hasilnya negatif karena semakin *throughput* menghasilkan nilai yang tinggi atau dikatakan baik maka latensi yang baik adalah yang menghasilkan waktu yang singkat atau rendah. *Base Transceiver Station* (BTS) secara tidak langsung juga menyumbang peran penting dalam kualitas layanan jaringan yang dirasakan masyarakat. Hal itu dikarenakan kondisi ketika latensi rendah maka akan memiliki makna pada jumlah BTS yang relatif di lapangan masih longgar. Kondisi lain seperti ketika latensi stabil, BTS menjadi optimal dan latensi naik maka BTS cenderung *overload*. Tidak menutup kemungkinan pada kondisi ketika latensi tinggi akan berdampak pada inisiasi kebijakan penambahan BTS sesuai kebutuhan.

Penambahan BTS kembali didasarkan pada kajian ataupun literatur yang telah mengumpulkan data kategori QoS per wilayah secara objektif dan representatif. Beberapa provinsi yang menarik adalah Provinsi Papua Barat yang meskipun berada daerah timur namun QoS score tersebut ada pada tingkatan yang sangat bagus. Berbanding terbalik dengan Provinsi yang tidak jauh dengannya yaitu Papua dimana justru termasuk kategori yang sedang. Maka dari itu perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memetakan kualitas layanan tiap daerah agar kebijakan seperti Palapa Ring Integrasi dapat terimplementasi secara efektif dan efisien untuk meratakan kualitas layanan jaringan di negara kepulauan Indonesia.

Beberapa pengembangan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu ada pertimbangan pembagian daerah berdasarkan geografis, urban, rural seperti jangkauan luasan yang mendekati pusat ekonomi. Selain itu angka standar acuan juga perlu

diperbaharui sehingga hasil penelitian dari sumber data yang valid dapat menjadi nilai tambah dan layak dijadikan pertimbangan perkembangan teknologi. Selain itu standar TIPHON lain seperti *jitter* dan *packet loss* juga dapat dijadikan parameter tambahan.

REFERENSI

- Alzi, & Haeruddin. (2023). Pengaruh Manajemen Bandwidth Terhadap QoS dengan Standar TIPHON pada Alur Monitoring SNMP. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 17.
- Anugrah, N. S., Adilah, H., Panggabean, D. P., & Laksana, R. P. (2025). Analisis Kecepatan Internet Seluler di Indonesia berdasarkan Regional. *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science (JDAICS)*, 2, 155–158. <https://doi.org/10.51903/informatika.v4i2.825>
- Ardiansyah, A., & Yulian Pamuji, F. (2025). Penerapan Standar TIPHON untuk Kinerja Quality of Service Jaringan Internet (Studi Kasus di Jaringan Alfabet). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(5), 8530–8537.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Provinsi, 2023.
- Badan Pusat Statistika. (2025). Jumlah Penduduk Berdasarkan Provinsi di Indonesia.
- Basri, A., & Yuliadi, B. (2023). Wireless Network Bandwidth Quality Measurement Using QoS Standard Tiphon. *Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic (PIKSEL)*, 11(2), 283–292. <https://doi.org/10.33558/piksel>
- Direktorat Jenderal Infrastruktur Digital, K. K. dan D. R. I. (2025). Data Infrastruktur Telekomunikasi di Daerah (Jumlah BTS). Satu Data KOMDIGI.
- European Telecommunications Standards Institute. (2023). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); End-to-end Quality of Service in TIPHON Systems; Part 5: Quality of Service (QoS) measurement methodologies*.
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24.
- Jhony Pranata, E., & Dewantara, R. (2023). Analisis dan Pengukuran Quality Of Service (Qos) Jaringan 4G (Operator Telkomsel, XL, Dan Indosat). *CyberSecurity Dan Forensik Digital*, 6(2), 69–75.
- Mattjik, A., & Sumertajaya, I. M. (2000). *Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi SAS Dan Minitab*. IPB Press.
- Ookla. (2024). *Speedtest Global Index*. Speedtest by Ookla.
- Ramakristanaiah, C., Indraveni, K., & Murthy, C. (2024). Performance Evaluation and Quality of Service (QoS) in Wireless Networks. *Wireless Communication Networks and Applications (IIP Series)*.
- Ramayanti, D., & Syarifudin. (2024). Analisis dan Peningkatan Kualitas Layanan Pada Jaringan Komputer Nirkabel Badan Penghubung Lampung Dalam Mendukung Tugas Pemerintahan. *Journal Scientific and Applied Informatics*, 7(1). <https://doi.org/10.36085>
- Rochidajah, & Utomo, P. (2022). Penentuan Prioritas Penerima Bantuan Fisik Gedung Sekolah Menengah Atas di Kabupaten Madiun Jawa Timur dengan Metode Weighted Sum Model. *Journal of Information Technology Ampera*, 3(3), 2774–2121. <https://journal-computing.org/index.php/journal-ita/index>
- Sari, D. R. P. (2023). Metode Principal Component Analysis (PCA) sebagai Penanganan Asumsi Multikolinearitas (Studi Kasus : Data Produksi Tapioka). *Jurnal Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 2, 115–124. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/parameter>
- Simanjuntak, A. H., Nurpulaela, L., Sulisty, B., Faizal, R. A., & Louhanapessy, H. M. (2025). Pengujian Kualitas Layanan Internet Seluler Berbasis QoS: Studi Kasus di Karawang. *Jurnal Profesi Insinyur (JPI)*, 6(1). <https://doi.org/10.23960/jpi.v6n1.156>
- Syakilah, A., Maharani, K., Ferdiana, N., & Saifullah, A. (2025). Statistik Telekomunikasi Indonesia Tahun 2024 (F. Herbowo, Ed.; A. Syakilah, K. Maharani, N. Ferdiana, & A. Saifullah, Trans.; Vol. 13). Badan Pusat Statistik.
- Wijayanti, S. K. (2020). Analisa Kualitas Jaringan Internet Operator Telkomsel di BTS Site Universitas Semarang menggunakan fuzzy logic. *Diponegoro University*.
- Windriyani, L., Dahria, M., & Santoso, I. (2021). Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Personil Polri untuk Jasa Pengamanan Bandara menggunakan Metode Weighted Sum Model. *Jurnal CyberTech*, 4(7). <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>