



Analisis Kinerja Jaringan Starlink Berdasarkan Parameter QoS pada Area Tambang Terpencil (Studi Kasus: PT. Tambang Bumi Sulawesi, Bombana)

Annisa Shela Amaliah, Dyah Darma Andayani, Muhammad Ayat Hidayat

Jurusan Teknik Informatika Dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

shlamliah@gmail.com, dyahdarma@unm.ac.id, m.ayat.hidayat@unm.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengukuran parameter Quality of Service (QoS) jaringan Starlink di area tambang PT. Tambang Bumi Sulawesi, Bombana dan mengevaluasi tingkat kinerja jaringan Starlink berdasarkan parameter QoS menurut standar TIPHON. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan pengukuran langsung di lapangan. Teknik analisis data menggunakan analisis parameter QoS yang meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss dengan mengacu pada standar TIPHON. Hasil yang diperoleh: (1) Hasil pengukuran parameter QoS jaringan Starlink selama lima hari pada tiga titik lokasi menunjukkan bahwa parameter delay berada pada rentang 2,36 hingga 51,11 ms, parameter jitter berada pada rentang 2,36 hingga 51,06 ms, parameter throughput berada pada rentang 145 hingga 3.869 kbps, dan parameter packet loss secara umum mendekati 0% di seluruh titik lokasi, kecuali pada Area Kantor yang mengalami lonjakan packet loss hingga 11–12% pada beberapa sesi pengukuran; (2) Berdasarkan evaluasi menggunakan standar TIPHON, jaringan Starlink di PT. Tambang Bumi Sulawesi secara keseluruhan memperoleh rata-rata indeks QoS sebesar 3,52 dengan kategori Bagus, di mana parameter delay memperoleh kategori Sangat Bagus (indeks 4,00), packet loss kategori Sangat Bagus (indeks 3,92), throughput kategori Bagus (indeks 3,17), dan jitter kategori Bagus (indeks 3,00). Jaringan Starlink mampu memberikan konektivitas yang berkualitas baik untuk mendukung operasional perusahaan di area tambang terpencil.

Kata kunci: Starlink, Quality of Service, QoS, TIPHON, Area Tambang Terpencil

1. Latar Belakang

Di era digital saat ini, akses internet telah menjadi kebutuhan pokok dalam berbagai sektor kehidupan termasuk industri, pendidikan, pemerintahan, dan kesehatan [1]. Di Indonesia, pengguna internet mencapai 229.428.417 jiwa dari total populasi 284.438.900 jiwa, namun kesenjangan digital antara wilayah perkotaan yaitu 83,53% dan pedesaan yaitu 76,96% masih signifikan akibat keterbatasan infrastruktur yang dihadapi ISP dalam menjangkau wilayah terpencil [2], [3].

Industri pertambangan yang umumnya beroperasi di wilayah terpencil menghadapi tantangan serius dalam memperoleh konektivitas internet yang stabil dan berkualitas [4]. Kondisi geografis yang menantang menjadi hambatan utama komunikasi dan koordinasi operasional [5]. Teknologi satelit berbasis konstelasi Low Earth Orbit (LEO), khususnya Starlink yang dikembangkan SpaceX menawarkan konektivitas berkecepatan tinggi dengan latensi rendah tanpa bergantung pada infrastruktur darat [6], [7].

PT. Tambang Bumi Sulawesi di Kabupaten Bombana menerapkan Starlink sebagai solusi konektivitas di area tambang yang sebelumnya hanya mengandalkan jaringan seluler terbatas karena belum tersedia infrastruktur fiber optic maupun jaringan internet tetap lainnya. Dalam implementasinya, koneksi Starlink diterima melalui router dan Wi-Fi bawaan Starlink yang tetap aktif. Sebagian perangkat terhubung langsung melalui Wi-Fi bawaan router Starlink, sedangkan sebagian lainnya didistribusikan menggunakan router MikroTik untuk memperluas jangkauan dan pengelolaan jaringan. Distribusi jaringan ke lokasi yang lebih jauh dilakukan menggunakan teknologi wireless point-to-point melalui perangkat MikroTik LHG.

Penelitian [8] menunjukkan bahwa Starlink mampu memberikan latensi di bawah 50 ms dan *throughput* 80–125 Mbps di wilayah terpencil Indonesia. Sementara itu, penelitian [4] menemukan jaringan konvensional di area tambang masih berkategori Buruk–Normal dan merekomendasikan layanan berbasis satelit seperti Starlink.

Analisis Kinerja Jaringan Starlink Berdasarkan Parameter QoS pada Area Tambang Terpencil (Studi Kasus: PT. Tambang Bumi Sulawesi, Bombana)

Namun, belum ada penelitian yang secara empiris mengukur *Quality of Service* (QoS) jaringan Starlink pada area tambang terpencil di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengukuran parameter QoS jaringan Starlink di area tambang PT. Tambang Bumi Sulawesi, Bombana dan mengevaluasi tingkat kinerja jaringan Starlink berdasarkan standar TIPHON.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan studi kasus. Menurut [9], penelitian deskriptif berkenaan dengan keberadaan variabel mandiri tanpa membuat perbandingan atau mencari hubungan antar variabel. Pengukuran dilakukan secara langsung di PT. Tambang Bumi Sulawesi, Desa Pongkalaero, Kecamatan Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, pada bulan Februari–Maret 2026 selama lima hari.

Penentuan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan arsitektur distribusi jaringan Starlink yang diterapkan di lapangan. Tiga titik lokasi dipilih, yaitu Ruang Kerja Kantor yang terhubung langsung melalui Wi-Fi bawaan router Starlink, Area Kantor yang terhubung melalui router MikroTik, dan Area Pos 1 yang menerima jaringan melalui wireless point-to-point menggunakan perangkat MikroTik LHG. Pengukuran dilakukan pada empat sesi per hari, yaitu pukul 06.00–07.00, 07.00–08.00, 10.00–11.00, dan 15.00–16.00, sehingga total pengukuran sebanyak 60 sesi.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan untuk memahami arsitektur distribusi jaringan, serta pengukuran langsung menggunakan Wireshark melalui packet capture selama 2 menit per sesi untuk memperoleh data parameter QoS. Sebagai data pendukung, pengujian *Bandwidth* dilakukan menggunakan aplikasi Starlink dan Speedtest by Ookla. Analisis data menggunakan statistik deskriptif, di mana setiap parameter QoS dihitung menggunakan persamaan berikut dan hasil perhitungannya dievaluasi berdasarkan kategori standar TIPHON.

Throughput merupakan jumlah data yang berhasil diterima per satuan waktu, dihitung menggunakan Persamaan (1). Kategori *throughput* menurut standar TIPHON [10] disajikan pada Tabel 1.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total data yang ditransfer (bytes)}}{\text{Waktu pengiriman (s)}} \times 8 \quad (1)$$

Tabel 1. Nilai *Throughput* Menurut Standar TIPHON

Kategori	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	> 2,1 Mbps	4
Bagus	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
Sedang	700 – 1200 kbps	2
Jelek	<700 kbps	1

Delay merupakan waktu tunda rata-rata yang dibutuhkan paket data untuk mencapai tujuan, dihitung menggunakan Persamaan (2). Kategori *delay* menurut standar TIPHON [10] disajikan pada Tabel 2.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total waktu}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2)$$

Tabel 2. Nilai *Delay* Menurut Standar TIPHON

Kategori	<i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Jitter merupakan variasi *delay* antar paket yang diterima secara berurutan, dihitung menggunakan Persamaan (3). Kategori *jitter* menurut standar TIPHON [10] disajikan pada Tabel 3.

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi Delay}}{\text{Total paket data yang diterima}-1} \quad (3)$$

Tabel 3. Nilai *Jitter* Menurut Standar TIPHON

Kategori	<i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms s/d 225 ms	1

Packet loss merupakan persentase paket data yang gagal diterima terhadap total paket yang dikirimkan, dihitung menggunakan Persamaan (4). Kategori *packet loss* menurut standar TIPHON [10] disajikan pada Tabel 4.

$$Packet\ Loss = \frac{(Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima)}{Paket\ data\ dikirim} \times 100 \quad (4)$$

Tabel 4. Nilai *Packet loss* Menurut Standar TIPHON

Kategori	<i>Packet loss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0 %	4
Bagus	≥ 3 %	3
Sedang	≥ 15 %	2
Jelek	≥ 25 %	1

Seluruh nilai hasil perhitungan keempat parameter kemudian dikonversi ke dalam indeks TIPHON dan dirata-ratakan untuk menentukan kategori kinerja jaringan secara keseluruhan. Penentuan kategori akhir QoS mengacu pada standar nilai indeks sebagaimana disajikan pada Tabel 5 [11].

Tabel 5. Standar Nilai *Quality of Service*

Nilai Indeks	Persentase	Kategori
3,8 - 4	95 – 100%	Sangat Bagus
3 - 3,79	75 – 95%	Bagus
2 - 2,99	50 – 75%	Sedang
1 – 1,99	25 – 50%	Buruk

3. Hasil dan Diskusi

Kondisi Jaringan Saat Pengukuran

Pengujian kondisi jaringan dilakukan untuk menggambarkan tingkat beban jaringan pada saat pengukuran QoS berlangsung. Pengujian pada Ruang Kerja Kantor menggunakan aplikasi Starlink, sedangkan Area Kantor dan Area Pos 1 menggunakan Speedtest by Ookla. Rekapitulasi rentang *Bandwidth* selama lima hari pada ketiga titik lokasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi *Bandwidth* Selama Lima Hari Pengukuran

Hari	Titik Lokasi	<i>Bandwidth Download</i> (Mbps)		<i>Bandwidth Upload</i> (Mbps)	
		Min (Mbps)	Maks (Mbps)	Min (Mbps)	Maks (Mbps)
1	Ruang Kerja Kantor	165.67	248	34.33	54.33
	Area Kantor	64.87	79.63	4.95	26.07
	Area Pos 1	2.06	26.15	0.74	8.06

2	Ruang Kerja Kantor	169	248.33	39	51.67
	Area Kantor	58.97	102.13	18.63	27.87
	Area Pos 1	21.5	29.8	2.55	12.28
3	Ruang Kerja Kantor	130.67	265	33.67	46.67
	Area Kantor	61.73	72.87	19.73	24.3
	Area Pos 1	7.8	18.57	4.03	10.41
4	Ruang Kerja Kantor	144.67	212.33	30.67	46
	Area Kantor	68.77	80.77	18.67	27.27
	Area Pos 1	9.11	20.37	0.75	2.05
5	Ruang Kerja Kantor	128.67	227.33	30	43.67
	Area Kantor	55.1	81.67	10.54	30.83
	Area Pos 1	5.74	18.4	0.2	1.68

Berdasarkan Tabel 6, Ruang Kerja Kantor yang terhubung langsung ke Wi-Fi router Starlink mencatat *Bandwidth Download* tertinggi di antara ketiga titik lokasi. Nilai tertinggi sebesar 265,00 Mbps terjadi pada hari ketiga dan merupakan nilai tertinggi selama lima hari pengukuran, sedangkan nilai terendah sebesar 128,67 Mbps terjadi pada hari kelima. Area Kantor menunjukkan *Bandwidth Download* yang relatif stabil pada rentang 55,10–102,13 Mbps selama lima hari, dengan nilai tertinggi 102,13 Mbps pada hari kedua. Area Pos 1 mencatat *Bandwidth Download* terendah dan paling fluktuatif dengan rentang 2,06–29,80 Mbps, di mana nilai terendah 2,06 Mbps terjadi pada hari pertama dan nilai tertinggi 29,80 Mbps terjadi pada hari kedua yang menunjukkan kinerja paling baik dibandingkan hari lainnya. Pada hari keempat dan kelima, Area Pos 1 kembali mencatat penurunan dengan nilai minimum masing-masing 9,11 Mbps dan 5,74 Mbps *Download* serta 0,75 Mbps dan 0,20 Mbps *Upload*.

Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Pengukuran parameter QoS dilakukan menggunakan Wireshark melalui packet capture selama 2 menit per sesi pada ketiga titik lokasi selama lima hari. Hasil pengukuran mencakup empat parameter yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* yang selanjutnya dikonversi ke dalam indeks TIPHON. Rekapitulasi rentang nilai hasil pengukuran selama lima hari disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Hari Pengukuran Selama Lima Hari

Hari	Titik Lokasi	<i>Throughput (kbps)</i>		<i>Delay (ms)</i>		<i>Jitter (ms)</i>		<i>Packet loss (%)</i>	
		Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
1	Ruang Kerja Kantor	1446	3129	2.83	6.12	2.83	6.17	0	0.01
	Area Kantor	145	2972	3.05	51.11	2.97	51.06	0	12.77
	Area Pos 1	765	2065	4.45	8.4	4.37	8.4	0	0.98
2	Ruang Kerja Kantor	1072	1652	5.4	8.36	5.39	8.32	0	0.01
	Area Kantor	1505	1875	4.78	6.17	4.79	6.16	0	0.17
	Area Pos 1	932	1981	4.55	9.78	4.55	9.83	0	0.12
3	Ruang Kerja Kantor	2008	2519	3.61	4.53	3.61	4.75	0	0
	Area Kantor	2041	3491	2.41	4.4	2.4	4.45	1.18	11.6
	Area Pos 1	2941	3282	2.79	3.11	2.79	3.15	0	0.08
4	Ruang Kerja Kantor	1337	3091	2.92	6.76	2.92	6.75	0	0

	Area Kantor	1182	3691	2.51	7.56	2.51	7.57	0.01	0.06
	Area Pos 1	1676	3869	2.36	5.37	2.36	5.36	0	0.33
5	Ruang Kerja Kantor	888	1841	4.92	10.13	4.92	10.08	0	0.02
	Area Kantor	904	1738	5.31	10.11	5.31	10.9	0	0.12
	Area Pos 1	1067	1502	5.9	8.54	5.86	8.5	0	0.16

Berdasarkan Tabel 7, nilai *delay* pada seluruh titik lokasi dan hari pengukuran berada pada rentang 2,36–51,11 ms sehingga seluruhnya termasuk dalam kategori Sangat Bagus menurut standar TIPHON, dengan nilai terkecil pada Area Pos 1 hari keempat sebesar 2,36 ms dan nilai terbesar pada Area Kantor hari pertama sebesar 51,11 ms. Nilai *jitter* menunjukkan pola yang sebanding dengan *delay* pada masing-masing titik dan hari pengukuran dengan rentang 2,36–51,06 ms. Nilai *throughput* merupakan parameter yang paling bervariasi, dengan nilai terendah 145 kbps pada Area Kantor hari pertama dan nilai tertinggi 3.869 kbps pada Area Pos 1 hari keempat. Pada hari ketiga dan keempat *throughput* menunjukkan peningkatan signifikan di semua titik, sedangkan hari kelima mencatat penurunan di seluruh titik lokasi dengan nilai terendah pada Ruang Kerja Kantor sebesar 888 kbps.

Nilai *packet loss* secara umum mendekati 0% di seluruh titik dan sesi selama lima hari pengukuran. Lonjakan *packet loss* hanya terjadi pada Area Kantor, yaitu mencapai 12,77% pada hari pertama dan 11,60% pada hari ketiga, sedangkan pada hari kedua, keempat, dan kelima nilai *packet loss* Area Kantor sangat rendah dengan nilai tertinggi masing-masing hanya 0,17%, 0,06%, dan 0,12%. Ruang Kerja Kantor dan Area Pos 1 konsisten menunjukkan nilai *packet loss* yang mendekati 0% di seluruh hari pengukuran.

Tabel 8. Rekapitulasi Rata-Rata Indeks per Titik Lokasi

Titik Lokasi	Rata-rata Indeks Throughput	Rata-rata Indeks Delay	Rata-rata Indeks Jitter	Rata-rata Indeks Packet loss	Rata-rata Indeks Total	Kategori
Ruang Kerja Kantor	3.30	4.00	3.00	4.00	3.58	Bagus
Area Kantor	3.10	4.00	3.00	3.75	3.46	Bagus
Area Pos 1	3.10	4.00	3.00	4.00	3.53	Bagus

Berdasarkan Tabel 8, ketiga titik lokasi memperoleh kategori Bagus menurut standar TIPHON. Ruang Kerja Kantor memperoleh rata-rata indeks total tertinggi sebesar 3,58 dengan indeks *delay* dan *packet loss* sempurna 4,00, Area Pos 1 sebesar 3,53, dan Area Kantor sebesar 3,46 dengan rata-rata indeks *packet loss* 3,75 akibat lonjakan *packet loss* pada beberapa sesi.

Tabel 9. Rekapitulasi Rata-Rata Indeks Parameter

Parameter QoS	Total Indeks					Rata-rata Indeks	Kategori
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5		
Throughput	2.92	2.83	3.83	3.58	2.67	3.17	Bagus
Delay	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	Sangat Bagus
Jitter	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	Bagus
Packet loss	3.83	4.00	3.75	4.00	4.00	3.92	Sangat Bagus
Rata-rata Indeks						3.52	Bagus

Berdasarkan Tabel 9, parameter *delay* secara konsisten memperoleh indeks sempurna 4,00 (Sangat Bagus) di seluruh lima hari pengukuran, sedangkan *jitter* konsisten di angka 3,00 (Bagus). Parameter *throughput* merupakan yang paling fluktuatif dengan indeks terbaik pada hari ketiga (3,83) dan terendah pada hari kelima (2,67), sementara *packet loss* mencapai indeks sempurna 4,00 pada hari kedua, keempat, dan kelima. Secara keseluruhan, jaringan Starlink di PT. Tambang Bumi Sulawesi memperoleh rata-rata indeks QoS sebesar 3,52 dengan kategori

Bagus, di mana parameter *delay* (4,00) dan *packet loss* (3,92) memperoleh kategori Sangat Bagus, sementara *throughput* (3,17) dan *jitter* (3,00) memperoleh kategori Bagus.

Pembahasan

Data *Bandwidth* selama lima hari menunjukkan pola yang konsisten pada ketiga titik lokasi. Penurunan *Bandwidth* pada hari pertama, keempat, dan kelima berkaitan dengan kondisi cuaca gerimis dan hujan yang dampaknya paling terasa pada Area Pos 1, seperti yang terlihat pada hari pertama sesi 15.00–16.00 di mana *Bandwidth Download* Area Pos 1 turun drastis menjadi 2,06 Mbps, dan hari kelima yang hanya mencapai 5,74 Mbps *Download* dan 0,20 Mbps *Upload*. Hal ini sejalan dengan [12] yang menunjukkan bahwa kondisi hujan dapat menyebabkan penurunan kualitas jaringan, serta [13] yang menyatakan bahwa performansi jaringan dapat berubah seiring perubahan kondisi cuaca. Selain cuaca, jumlah perangkat aktif dan jenis aktivitas internet juga mempengaruhi *Bandwidth* yang tersedia, di mana meskipun jumlah perangkat aktif sama, nilai *Bandwidth* yang diperoleh tidak selalu sama karena jenis aktivitas internet yang dilakukan turut berpengaruh, sejalan dengan penelitian [14] yang menyatakan bahwa aktivitas berat secara bersamaan dapat menyebabkan kepadatan jaringan dan menurunkan kualitas layanan.

Parameter *delay* dan *jitter* menunjukkan hasil yang paling konsisten dan stabil selama lima hari meskipun terjadi variasi beban jaringan dan kondisi cuaca, yang mencerminkan karakteristik satelit LEO Starlink yang mampu menjaga latensi tetap rendah sebagaimana dijelaskan oleh [15]. Hal ini paling terlihat pada hari pertama sesi 15.00–16.00 saat hujan, di mana *throughput* Area Kantor turun drastis hingga 145 kbps dan *packet loss* melonjak hingga 11,57%, namun *delay* tetap 51,11 ms dan masih kategori Sangat Bagus menurut standar TIPHON. Parameter *throughput* bersifat dinamis karena merepresentasikan trafik aktual saat pengukuran berlangsung, hal ini sesuai dengan konsep *throughput* yang dipengaruhi oleh lalu lintas jaringan dan bersifat dinamis sebagaimana dijelaskan oleh [16], sehingga pada sesi cuaca cerah Area Kantor dan Area Pos 1 justru mencatat *throughput* lebih tinggi dari Ruang Kerja Kantor, seperti pada hari keempat sesi 06.00–07.00 di mana Area Pos 1 mencapai 3.869 kbps dan Area Kantor 3.691 kbps sementara Ruang Kerja Kantor hanya 2.579 kbps. Sebaliknya pada hari kelima yang disertai gerimis sejak pagi, seluruh titik mencatat penurunan *throughput* dengan indeks terendah 2,67, kondisi ini sejalan dengan penelitian [13] yang menyatakan bahwa performansi jaringan dipengaruhi oleh kondisi cuaca.

Lonjakan *packet loss* yang hanya terjadi pada Area Kantor mengindikasikan adanya kelebihan beban pada router MikroTik yang melampaui kapasitas pemrosesannya, hal ini sejalan dengan penelitian [17] yang menyatakan bahwa *packet loss* terjadi akibat jaringan tidak mampu memproses seluruh paket yang masuk. Pada hari pertama, lonjakan terjadi pada sesi 10.00–11.00 sebesar 12,77% dan sesi 15.00–16.00 sebesar 11,57%, sedangkan pada hari ketiga lonjakan terjadi pada sesi 06.00–07.00 sebesar 5,34% dan sesi 15.00–16.00 sebesar 11,60%. Pada sesi-sesi tersebut, Ruang Kerja Kantor dan Area Pos 1 tetap mencatat nilai *packet loss* yang mendekati 0%. Kondisi ini paling jelas terlihat pada hari ketiga sesi 15.00–16.00 di mana *throughput* Area Kantor mencapai nilai tertinggi 3.491 kbps namun *packet loss* juga tinggi sebesar 11,60%, mengindikasikan bahwa lonjakan trafik yang tinggi justru memperparah beban router MikroTik sehingga sebagian paket tidak dapat diproses dan akhirnya hilang. Hal ini sejalan dengan penelitian [18] yang menyatakan bahwa router memiliki batas performa tertentu yang dapat mempengaruhi stabilitas dan kecepatan jaringan saat beban lalu lintas mendekati kapasitas maksimal, sehingga menegaskan bahwa tingginya *throughput* tidak selalu mencerminkan kondisi jaringan yang sehat apabila tidak disertai pengelolaan beban yang memadai pada router MikroTik.

Secara keseluruhan, jaringan Starlink di PT. Tambang Bumi Sulawesi memperoleh rata-rata indeks QoS sebesar 3,52 dengan kategori Bagus berdasarkan standar TIPHON. Parameter *delay* dan *packet loss* menjadi keunggulan utama dengan indeks masing-masing 4,00 dan 3,92 (Sangat Bagus), membuktikan bahwa teknologi satelit LEO mampu menghasilkan latensi rendah dan transmisi paket yang andal. Parameter *throughput* dan *jitter* masing-masing memperoleh indeks 3,17 dan 3,00 (Bagus), menunjukkan bahwa kapasitas dan kestabilan jaringan secara umum sudah memadai untuk mendukung kebutuhan operasional perusahaan. Hasil ini sejalan dengan temuan [8] yang menyatakan bahwa jaringan Starlink memiliki performa yang baik dalam menyediakan konektivitas di wilayah terpencil Indonesia dan lebih unggul dibandingkan jaringan konvensional di area tambang sebagaimana dilaporkan oleh [4] yang masih berada pada kategori Buruk–Normal dan merekomendasikan layanan internet berbasis satelit seperti Starlink, sehingga memperkuat argumen bahwa teknologi satelit LEO seperti Starlink relevan diterapkan pada lingkungan operasional pertambangan terpencil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis kinerja jaringan Starlink berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) di PT. Tambang Bumi Sulawesi, Kabupaten Bombana, dapat ditarik kesimpulan yaitu, Hasil pengukuran parameter QoS jaringan Starlink di PT. Tambang Bumi Sulawesi selama lima hari pada tiga titik lokasi menunjukkan bahwa parameter *delay* berada pada rentang 2,36 hingga 51,11 ms, parameter *jitter* berada pada rentang 2,36 hingga 51,06 ms, parameter *throughput* berada pada rentang 145 hingga 3.869 kbps, dan parameter *packet loss* secara umum mendekati 0% di seluruh titik lokasi, kecuali pada Area Kantor yang mengalami lonjakan *packet loss* hingga 11–12% pada hari pertama dan ketiga. Berdasarkan evaluasi menggunakan standar TIPHON, jaringan Starlink di PT. Tambang Bumi Sulawesi secara keseluruhan mendapatkan rata-rata indeks QoS sebesar 3,52 dengan kategori Bagus. Parameter *delay* memperoleh kategori Sangat Bagus dengan indeks 4,00, parameter *packet loss* memperoleh kategori Sangat Bagus dengan indeks 3,92, parameter *throughput* memperoleh kategori Bagus dengan indeks 3,17, dan parameter *jitter* memperoleh kategori Bagus dengan indeks 3,00. Hasil ini menunjukkan bahwa jaringan Starlink mampu memberikan konektivitas yang berkualitas baik untuk mendukung operasional perusahaan di area tambang terpencil.

Referensi

- [1] G. D. Aneria and A. D. Wowor, "Analisis Sentimen Terhadap Kualitas Perbandingan Satelit Starlink dan Telkom Menggunakan Pendekatan Machine Learning," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 10482–10495, Aug. 2025, doi: 10.31004/innovative.v5i4.21085.
- [2] APJII, "Profil Internet Indonesia 2025: Survei Penetrasi Internet dan Perilaku Pengguna Internet," Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, 2025.
- [3] APJII, "Profil Internet Indonesia 2025: Survei Segmentasi Pasar ISP," Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, 2025.
- [4] M. F. Azis, W. J. Pranoto, and A. Hallim, "Analisis Kualitas Jaringan Internet Menggunakan Metode Drive Test di PT Masindo IntiEnergy Perkasa," *J. Mnemon.*, vol. 8, no. 1, pp. 49–59, Mar. 2025, doi: 10.36040/mnemonic.v8i1.13265.
- [5] Ahmad Fiqri, Alfian Hugo, and Nawang Kalbuana, "Analisis Penggunaan Drone untuk Meningkatkan Respons Cepat dalam Penanganan Kecelakaan Pesawat di Area Terpencil," *J. Ris. Ilmu Kesehat. Umum Dan Farm. JRIKUF*, vol. 2, no. 3, pp. 76–94, Jul. 2024, doi: 10.57213/jrikuf.v2i3.282.
- [6] M. Mauliyanto and T. Sendjaja, "Pengaruh Starlink terhadap Strategi Business Continuity Plan pada Perusahaan Internet Service Provide di Indonesia," *J. Inform. Dan Bisnis*, vol. 14, no. 1, pp. 55–65, Jun. 2025, doi: 10.46806/jib.v14i1.1404.
- [7] I. A. Nugraha and I. V. Papatungan, "Analisis Sentimen Video Review Starlink Indonesia Menggunakan Pendekatan Lexicon Dictionary Bahasa Indonesia dan Algoritma Random Forest," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 612–626, May 2025, doi: 10.31004/innovative.v5i3.19014.
- [8] H. J. Marpaung, A. Ramadhani, and I. R. Harahap, "Analisis Kinerja Jaringan Internet Satelit Low Earth Orbit (LEO): Studi Kasus Starlink dalam Penyediaan Akses di Wilayah Terpencil Indonesia," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 8, no. 3, pp. 3544–3550, Aug. 2025, doi: 10.54314/jssr.v8i3.4001.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2023.
- [10] R. A. Rosid, M. Martanto, and I. Ali, "Analisis Internet Network Performance Menggunakan Parameter *Quality of Service*," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 203–210, Feb. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6252.
- [11] A. Ardiansyah and F. Y. Pamuji, "Penerapan Standar TIPHON untuk Kinerja *Quality of Service* Jaringan Internet (Studi Kasus di Jaringan Alfabet)," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 5, pp. 8530–8537, Jul. 2025, doi: 10.36040/jati.v9i5.15112.
- [12] R. A. R. Q. Y. Putri, E. Safrianti, and Salpiana, "Analisa Pengukuran Parameter *Quality of Service* dan Quality of Experience pada Layanan HbbTV," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu Dan Apl. Tek.*, vol. 22, no. 2, pp. 122–133, 17 2023, doi: 10.55893/jt.vol22no2.523.
- [13] M. H. Ashar and Dinda, "Analisis Performansi Jaringan 4G Telkomsel Menggunakan Metode Drive Test," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 3, no. 5, pp. 364–371, Aug. 2023, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i5.273.
- [14] S. Aprelyani, "Pengaruh Jumlah Pengguna dan Aktivitas Internet terhadap Kualitas Layanan Wi-Fi," *J. Greenation Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 77–84, Jul. 2025, doi: 10.38035/jgit.v3i2.478.
- [15] A. Susanto, "Analisis dan Mitigasi Interferensi antara Satelit NGSO dan GSO pada Frekuensi Ku-Band (Studi Kasus pada Satelit Starlink dan Telkom-3S)," Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2024. [Online]. Available: https://digilib.itb.ac.id/gdl/view_data/analisis-dan-mitigasi-interferensi-antara-satelit-ngso-dan-gso-pada-frekuensi-ku-band-studi-kasus-pada-satelit-starlink-dan-telkom-3s
- [16] P. Tiar, Y. Saragih, and U. Latifa, "Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan Wi-Fi Untuk Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan WireShark," *InComTech J. Telekomun. Dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 154–165, Aug. 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i2.11000.
- [17] M. N. Mahmudi, "Analisa QoS Jaringan 5G Analisa QoS Jaringan 5G Provider X Dan Y Untuk Aplikasi Vidio Streaming Resolusi 4K (Studi Kasus Di Kota Pekanbaru)," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali Dan Elektron. Terap.*, vol. 11, no. 1, pp. 35–42, Aug. 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9868.
- [18] V. Sofica, A. Fauzi, and M. Septiani, "Evaluasi Performa Router Skala Beban Tinggi Menggunakan Traffic Generator Sebagai Alat Simulasi," *Comput. Netw. Technol.*, vol. 4, no. 2, 2024.