

Terakreditasi SINTA Peringkat 3

Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Nomor 225/E/KPT/2022 masa berlaku mulai Vol.7 No. 1 tahun 2022 s.d Vol. 11 No. 2 tahun 2026

Terbit *online* pada laman web jurnal:
<http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/jointecs>



Vol. 8 No. 2 (2024) 55 - 66

JOINTECS

(Journal of Information Technology and Computer Science)

e-ISSN:2541-6448

p-ISSN:2541-3619

Analisis Optimasi Kualitas Jaringan *ISP* melalui Pengujian Kecepatan Internet Berbasis *Crowdsourcing*

Deni Wahyu Trisdianto¹, Ahmad Bagus Setiawan², Danar Putra Pamungkas³

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

¹wahyudeni14081998@gmail.com, ²ahmadbagus@unpkediri.ac.id, ³danar@unpkediri.ac.id

Abstract

Rapid advancements in information technology and telecommunications have heightened the importance of reliable internet access in daily life. Many customers face uncertainty regarding the network speed provided by internet service providers (ISPs). This research develops a crowdsourcing-based network speed testing application to help customers obtain objective and transparent data on the quality of their internet service. The study involves literature review, application development, data collection, analysis, and validation. The application, built using Python, measures quality of service parameters such as bandwidth, signal strength, delay, and packet loss. Real-time data from users are analyzed to recommend the best ISPs. Results indicate that Biznet had the highest download speed (73.33 Mbps) and upload speed (71 Mbps), followed by First Media (45 Mbps download, 43 Mbps upload) and Indihome (38 Mbps download, 27.66 Mbps upload). The main conclusion is that a crowdsourcing-based application can help customers make informed ISP choices and assist ISPs in improving service quality.

Keywords: internet service quality; speed testing; crowdsourcing; internet service providers; measurement application

Abstrak

Kemajuan pesat dalam teknologi informasi dan telekomunikasi telah meningkatkan pentingnya akses internet yang andal dalam kehidupan sehari-hari. Namun, banyak pelanggan menghadapi ketidakpastian mengenai kecepatan akses jaringan yang diberikan oleh penyedia layanan internet (*ISP*). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pengujian kecepatan akses jaringan berbasis *crowdsourcing* untuk membantu pelanggan memperoleh data objektif dan transparan mengenai kualitas layanan internet pelanggan. Penelitian ini menggunakan metode yang mencakup studi literatur, pengembangan aplikasi, pengumpulan data, analisis data, dan verifikasi. Aplikasi yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan difokuskan pada parameter pengukuran kualitas layanan internet seperti bandwidth, kekuatan sinyal, *delay*, dan kehilangan paket. Data dari pengukuran ini dikumpulkan secara *real-time* melalui kontribusi pengguna dan dianalisis untuk memberikan rekomendasi *ISP* terbaik berdasarkan hasil pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Biznet memiliki kecepatan unduh tertinggi dengan rata-rata 73.33 Mbps dan kecepatan unggah 71 Mbps, sementara First Media menunjukkan kecepatan unduh 45 Mbps dan kecepatan unggah 43 Mbps. Indihome mencatat kecepatan unduh 38 Mbps dan kecepatan unggah 27.66 Mbps. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa aplikasi pengujian kecepatan akses jaringan berbasis *crowdsourcing* dapat membantu pelanggan membuat keputusan yang lebih baik dalam memilih *ISP*, sekaligus memberikan alat yang berguna bagi *ISP* untuk meningkatkan kualitas layanan pelanggan.

Kata kunci: kualitas layanan internet; pengujian kecepatan; *crowdsourcing*; penyedia layanan internet; aplikasi pengukuran.



1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi informasi telah mengubah pola hidup masyarakat secara signifikan. Internet bukan lagi sekadar sarana hiburan, tetapi juga menjadi komponen penting dalam berbagai sektor seperti pendidikan, kesehatan, bisnis, dan pemerintahan. Penggunaan internet yang masif ini menuntut penyedia layanan internet (*ISP*) untuk terus berinovasi dalam meningkatkan kualitas layanan mereka. Kecepatan akses internet menjadi salah satu faktor utama yang menentukan pengalaman pengguna dalam memanfaatkan layanan digital. Pengguna internet saat ini mengharapkan koneksi yang cepat dan stabil untuk mendukung aktivitas sehari-hari mereka [1].

Berdasarkan data dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), jumlah pengguna internet di Indonesia mencapai lebih dari 215 juta pada tahun 2023, menunjukkan peningkatan yang pesat dari tahun-tahun sebelumnya. Namun, peningkatan jumlah pengguna ini juga membawa tantangan baru bagi *ISP* dalam mempertahankan kualitas layanan mereka [2]. Salah satu tantangan utama adalah memastikan bahwa kecepatan akses internet yang dijanjikan kepada pelanggan sesuai dengan kenyataan di lapangan. Pengujian kecepatan internet menjadi alat penting dalam mengukur dan memantau performa jaringan *ISP*. Pengujian ini membantu mengidentifikasi area-area yang membutuhkan peningkatan dan memberikan gambaran yang jelas mengenai kualitas layanan yang diterima oleh pengguna. Dalam konteks persaingan bisnis, *ISP* yang mampu memberikan layanan dengan kecepatan akses yang andal dan konsisten memiliki keunggulan kompetitif yang signifikan. Oleh karena itu, metode pengujian yang efektif dan akurat menjadi kebutuhan yang mendesak.

Metode *crowdsourcing* dalam pengujian kecepatan internet telah mendapatkan perhatian sebagai solusi yang potensial. *Crowdsourcing* memungkinkan pengumpulan data dari sejumlah besar pengguna yang tersebar di berbagai lokasi [3]. Metode ini menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan metode tradisional, seperti cakupan yang lebih luas, data yang lebih terkini, dan partisipasi aktif dari pengguna. Dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber, *ISP* dapat memperoleh wawasan yang lebih komprehensif mengenai performa jaringan mereka dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengujian kecepatan akses jaringan menjadi semakin penting dalam mengukur performa *ISP* dan memastikan bahwa pelanggan mendapatkan nilai sesuai dengan apa yang telah dibayar. Misalnya, penelitian oleh Siburian (2020) fokus pada pengujian kecepatan akses data *provider GSM* pada pengguna smartphone Android di Kota Batam. Penelitian ini menilai kualitas layanan internet dari operator seluler Telkomsel, Indosat, dan XL berdasarkan standar TIPHON [4]. Hasilnya menunjukkan bahwa ketiga operator tersebut

memenuhi standar dengan kualifikasi baik. Telkomsel unggul dengan kecepatan akses *download* rata-rata 4478 Mbps dan kecepatan *upload* rata-rata 72 Mbps. Indosat menyusul dengan kecepatan *download* rata-rata 1586 Mbps dan kecepatan *upload* rata-rata 2355 Mbps. Sedangkan XL memiliki kecepatan *download* rata-rata 992 Mbps dan kecepatan *upload* rata-rata 435 Mbps. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai bagaimana pengukuran kecepatan akses dapat membantu mengidentifikasi performa *ISP* yang optimal untuk pengguna.

Penelitian lain oleh Baruna dkk. (2019) mengembangkan aplikasi pemantauan kualitas *Wi-Fi* berbasis *crowdsourcing*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk berkontribusi dalam mengukur kualitas *Wi-Fi* di berbagai lokasi dan menampilkan hasil dalam bentuk heatmap. Pengguna dapat melihat kualitas sinyal *Wi-Fi* di lokasi tertentu berdasarkan data yang dikumpulkan dari banyak kontributor [5]. Aplikasi ini terbukti valid dan memiliki tingkat usability tinggi, dengan skor SUS sebesar 72, yang menunjukkan bahwa pengguna merasa nyaman dan puas dalam menggunakan aplikasi ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *crowdsourcing* efektif dalam mengumpulkan data kualitas jaringan secara luas dan *real-time*.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Emyana Ruth menunjukkan bahwa kinerja layanan internet yang disediakan oleh penyelenggara jasa di Indonesia cukup baik, meskipun masih terdapat beberapa kendala seperti waktu aktivasi pelanggan baru di luar Jakarta dan variasi kualitas jaringan. Penelitian ini menekankan bahwa kualitas layanan *Quality of Services (QoS)* dapat dilihat dari sudut pandang pengguna dan penyelenggara, dan laporan kinerja operasi yang disediakan oleh *ISP* penting untuk kontrol performansi. Misalnya, penelitian oleh Ruth menemukan bahwa waktu aktivasi pelanggan baru di luar Jakarta rata-rata memakan waktu 3-5 hari, yang lebih lambat dibandingkan dengan waktu aktivasi di Jakarta yang hanya memakan waktu 1-2 hari. Selain itu, variasi kualitas jaringan terlihat dari perbedaan kecepatan unduh dan unggah pada berbagai waktu dan lokasi. Di Jakarta, kecepatan unduh rata-rata mencapai 20 Mbps dan kecepatan unggah 10 Mbps, sedangkan di luar Jakarta kecepatan unduh rata-rata hanya mencapai 10 Mbps dan kecepatan unggah 5 Mbps. Namun, beberapa aspek penting seperti tingkat keberhasilan, kecepatan, dan kestabilan *upload* atau *download* pada jam sibuk belum tercakup secara lengkap dalam laporan tersebut, sehingga perlu adanya peningkatan dalam penyampaian informasi kualitas layanan internet oleh *ISP* [6].

Dalam menilai kualitas jaringan maka pengujian kecepatan akses jaringan berbasis *crowdsourcing* yang dapat memberikan data objektif dan transparan mengenai kualitas layanan internet. Alasan utama menggunakan metode *crowdsourcing* adalah metode yang melibatkan kontribusi dari sejumlah besar individu untuk mengumpulkan informasi atau data [7].

Sehingga metode ini digunakan untuk mengumpulkan data *real-time* dari pengguna yang tersebar luas dan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat dan komprehensif tentang kualitas layanan *ISP* di berbagai lokasi. Metode ini memungkinkan partisipasi aktif pengguna dalam pengukuran dan pemantauan kualitas layanan internet, yang dapat membantu *ISP* dalam meningkatkan layanan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi pengujian kecepatan akses jaringan yang berbasis *crowdsourcing*. Digunakan untuk membantu pelanggan dalam memperoleh data objektif dan transparan mengenai kualitas layanan internet yang mereka gunakan. Dengan demikian, pelanggan akan memiliki informasi yang akurat dan tidak bias terkait performa jaringan dari berbagai penyedia layanan internet (*ISP*). Diharapkan pelanggan dapat membuat keputusan yang lebih baik dan lebih tepat dalam memilih *ISP* yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka. Dengan adanya ini tidak hanya membantu pelanggan mendapatkan layanan internet yang lebih baik, tetapi juga mendorong *ISP* untuk meningkatkan kualitas layanan mereka agar lebih kompetitif [5]. Dengan kata lain, aplikasi ini berfungsi sebagai alat yang bermanfaat bagi pelanggan dalam memilih *ISP* terbaik dan sebagai motivator bagi *ISP* untuk terus meningkatkan kualitas layanan mereka.

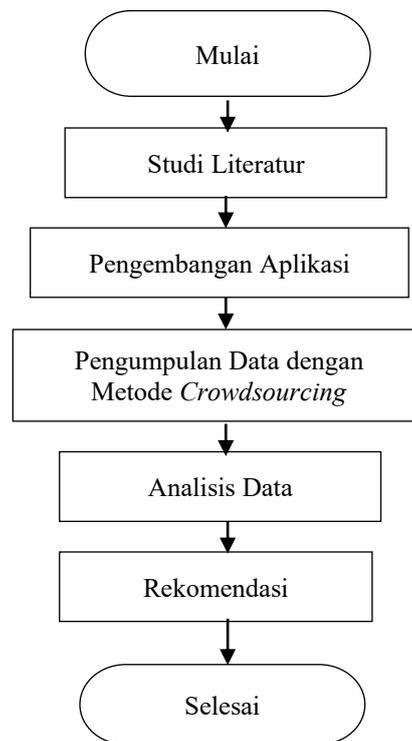
2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan secara runtut pada Gambar 1, yang menunjukkan beberapa tahap yang dilakukan secara berurutan. Penelitian ini menggunakan pendekatan metodologi *Waterfall*, yang merupakan salah satu model pengembangan perangkat lunak paling sederhana dan tertua. Model ini memiliki alur yang linier dan terstruktur, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Metode ini terdiri dari beberapa tahapan utama [8]. Pada tahap studi literatur, dilakukan pencarian dan analisis literatur yang relevan, termasuk makalah ilmiah, buku, jurnal, dan sumber daya daring terkait implementasi pengujian kecepatan internet berbasis *crowdsourcing*. Tujuannya adalah untuk memahami konsep dan teknik yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya serta mengidentifikasi celah penelitian yang ada.

Berdasarkan hasil studi literatur, tahap berikutnya adalah pengembangan aplikasi pengujian kecepatan internet. Dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *framework* yang sesuai untuk membangun aplikasi berbasis web dan mobile. Setelah aplikasi dikembangkan, dilakukan pengumpulan data kecepatan internet secara *real-time* melalui kontribusi pengguna. Data dikumpulkan dari pelanggan yang menggunakan layanan *ISP* seperti Biznet, First Media, Indihome, SDI, dan XL Home dalam rentang waktu Januari 2024 hingga Maret 2024. Data dikumpulkan dari sebuah kota yang terbagi menjadi tiga kecamatan, yaitu Kecamatan A, Kecamatan B, dan Kecamatan C. Data yang

terkumpul dianalisis untuk memberikan rekomendasi *ISP* terbaik berdasarkan hasil pengujian. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi performa jaringan dari masing-masing *ISP* yang diteliti dilokasi berbeda-beda. Dengan melakukan validasi dan verifikasi data yang dihasilkan.

Data pengukuran dibandingkan dengan data yang diperoleh dari sumber lain yang dapat dipercaya untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil pengukuran pada kecepatan internet. Sehingga dapat memberikan rekomendasi paket yang dapat dipilih di masing masing *ISP* sesuai keadaan jaringan terbaik dilokasi tersebut. Terakhir, aplikasi diuji coba dengan melibatkan sejumlah pengguna di berbagai lokasi untuk memastikan validitas dan keahliannya. Gambar 1 menggambarkan alur penelitian yang dilakukan dalam model *Waterfall* ini, memastikan setiap tahap dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk mencapai hasil yang diinginkan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Studi Literatur

Tahap pertama adalah studi literatur, dengan melakukan pencarian dan analisis literatur yang relevan untuk memahami dasar-dasar teori dan aplikasi praktis dari metode yang akan digunakan. Studi ini dimulai dengan kajian tentang *Internet Service Provider (ISP)*, yang merupakan perusahaan yang menyediakan layanan akses internet kepada pelanggan. Kualitas layanan yang disediakan oleh *ISP* sangat penting karena mempengaruhi pengalaman pengguna dalam mengakses internet. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengukur dan mengevaluasi performa *ISP* berdasarkan beberapa parameter kualitas layanan internet. Dalam melakukan pengujian kualitas layanan

ada banyak cara salah satunya dengan menggunakan metode *crowdsourcing* merupakan pendekatan pengumpulan data yang melibatkan kontribusi dari banyak individu. Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data kualitas layanan internet dari pengguna secara *real-time*, memungkinkan pengumpulan data yang lebih luas dan representatif. *Crowdsourcing* telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan kualitas jaringan dan pengembangan peta sinyal. Parameter pengukuran kualitas layanan internet yang dikaji meliputi *bandwidth*, kecepatan unduh, kecepatan unggah, *latency*, *jitter*, dan *packet loss* [9]. *Bandwidth* mengacu pada kapasitas maksimum jalur komunikasi dalam mentransfer data, yang penting untuk memastikan transfer data yang cepat dan efisien.

Tabel 1. Download Speed

Kategori	Kecepatan (Mbps)	Unduh	Keterangan
Sangat Baik	> 50		Sangat cepat dan stabil
Baik	30 - 50		Cukup cepat
Cukup	10 - 30		Memadai untuk penggunaan umum
Buruk	< 10		Lambat, tidak memadai

Kecepatan unduh adalah kecepatan data yang dapat diunduh dari internet ke perangkat pengguna. Kecepatan unduh yang tinggi penting untuk *streaming* video, mengunduh file, dan aktivitas *online* lainnya yang membutuhkan banyak data [10]. Tabel 1 menunjukkan kategori kecepatan unduh berdasarkan Mbps. Kategori sangat baik memiliki kecepatan lebih dari 50 Mbps, yang sangat cocok untuk *streaming* video 4K dan unduhan besar tanpa masalah. Kategori baik berkisar antara 30 hingga 50 Mbps, cukup untuk *streaming* HD dan konferensi video. Kecepatan kurang dari 10 Mbps masuk dalam kategori buruk, sering menyebabkan *buffering* dan lambat untuk mengunduh file besar.

Tabel 2. Upload Speed

Kategori	Kecepatan (Mbps)	Unggah	Keterangan
Sangat Baik	> 20		Sangat cepat dan stabil
Baik	10 - 20		Cukup cepat
Cukup	5 - 10		Memadai untuk penggunaan umum
Buruk	< 5		Lambat, tidak memadai

Kecepatan Unggah Kecepatan data yang dapat diunggah dari perangkat pengguna ke internet. Kecepatan unggah yang tinggi penting untuk mengunggah video, melakukan *video conference*, dan aktivitas yang melibatkan transfer data besar ke internet [10]. Tabel 2 mengkategorikan kecepatan unggah berdasarkan Mbps. Kecepatan unggah sangat baik lebih dari 20 Mbps, ideal untuk mengunggah video dan konferensi video HD. Kecepatan unggah baik berada antara 10 hingga 20 Mbps, memadai untuk unggahan file besar dan kegiatan sehari-hari. Unggahan dengan kecepatan kurang dari 5 Mbps dikategorikan buruk,

tidak memadai untuk unggahan file besar atau *streaming* langsung.

Tabel 3. Latency

Kategori	Latensi (ms)	Keterangan
Sangat Baik	< 20	Sangat responsif
Baik	20 - 50	Responsif
Cukup	50 - 100	Terkadang lambat
Buruk	> 100	Lambat, tidak responsif

Latency adalah waktu yang dibutuhkan data untuk berpindah dari satu titik ke titik lain dalam jaringan. Latensi yang rendah penting untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat seperti gaming, *video conference*, dan *VoIP* [11]. Tabel 3 memperlihatkan kategori latensi berdasarkan milidetik (ms). Latensi sangat baik kurang dari 20 ms, sangat responsif dan ideal untuk gaming dan aplikasi *real-time*. Latensi antara 20 hingga 50 ms masih cukup responsif untuk sebagian besar kegiatan *online*. Latensi di atas 100 ms dianggap buruk, menyebabkan koneksi lambat dan tidak responsif.

Tabel 4. Jitter

Kategori	Jitter (ms)	Keterangan
Sangat Baik	< 5	Sangat stabil
Baik	5 - 10	Cukup stabil
Cukup	10 - 20	Terkadang tidak stabil
Buruk	> 20	Tidak stabil

Jitter adalah variasi dalam waktu pengiriman data. *Jitter* yang rendah menunjukkan koneksi yang stabil, penting untuk kualitas suara dan video yang konsisten dalam panggilan dan *streaming*. Tabel 4 mengelompokkan *jitter* berdasarkan milidetik (ms) [11]. *Jitter* sangat baik kurang dari 5 ms, menunjukkan koneksi yang sangat stabil. *Jitter* antara 5 hingga 10 ms masih cukup stabil dan tidak terlalu mempengaruhi kualitas *streaming* atau panggilan. *Jitter* di atas 20 ms dianggap buruk, sering menyebabkan gangguan pada panggilan dan *streaming*.

Tabel 5. Packet Loss

Kategori	Kehilangan Paket (%)	Keterangan
Sangat Baik	< 1	Sangat sedikit kehilangan paket
Baik	1 - 2	Sedikit kehilangan paket
Cukup	2 - 5	Terkadang kehilangan paket
Buruk	> 5	Sering kehilangan paket

Packet loss adalah persentase data yang hilang selama transmisi. Kehilangan paket yang rendah penting untuk memastikan data sampai ke tujuan tanpa gangguan, yang esensial untuk *streaming* dan panggilan video yang lancar [10]. Tabel 5 menunjukkan kategori kehilangan paket berdasarkan persentase (%). Kehilangan paket kurang dari 1% dianggap sangat baik, hampir tidak terasa dalam penggunaan sehari-hari. Kehilangan paket antara 1 hingga 2% masih dapat diterima, tetapi mungkin terasa dalam aplikasi *real-time*. Kehilangan paket lebih dari 5% masuk dalam kategori buruk, menyebabkan gangguan signifikan dalam komunikasi data.

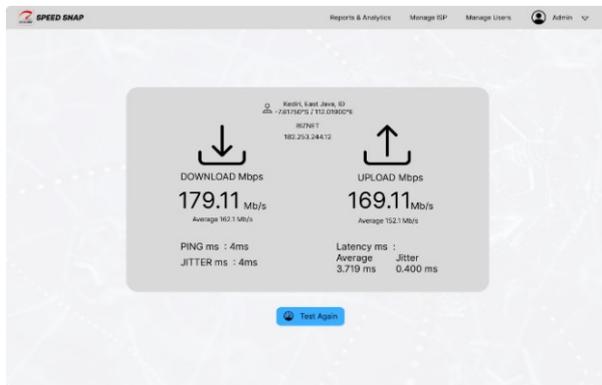
Dalam implementasi pengembangannya, penggunaan bahasa pemrograman *Python* dan *framework Django*

memiliki peran penting dalam pengembangan aplikasi. Bahasa pemrograman ini dipilih karena kemudahannya dan dukungannya yang luas terhadap berbagai pustaka dan *framework* yang relevan, yang membuatnya sangat cocok untuk berbagai kebutuhan pengembangan perangkat lunak. *Python* dikenal dengan sintaks yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga mempercepat proses pengembangan dan meminimalisir potensi kesalahan.

Sementara itu, *Django* digunakan untuk membangun aplikasi web yang aman, scalable, dan cepat. *Framework* ini menawarkan berbagai fitur bawaan seperti *ORM (Object-Relational Mapping)*, sistem autentikasi, dan mekanisme pengelolaan keamanan yang kuat, sehingga pengembang dapat fokus pada logika bisnis aplikasi tanpa harus mengkhawatirkan aspek keamanan dasar[12]. *Django* juga mendukung pengembangan aplikasi yang dapat di-*scale* dengan mudah untuk menangani peningkatan jumlah pengguna dan *volume data*. Sehingga dalam mengembangkan aplikasi pengujian kecepatan internet berbasis *crowdsourcing* memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara *real-time*.

2.2. Pengembangan Aplikasi

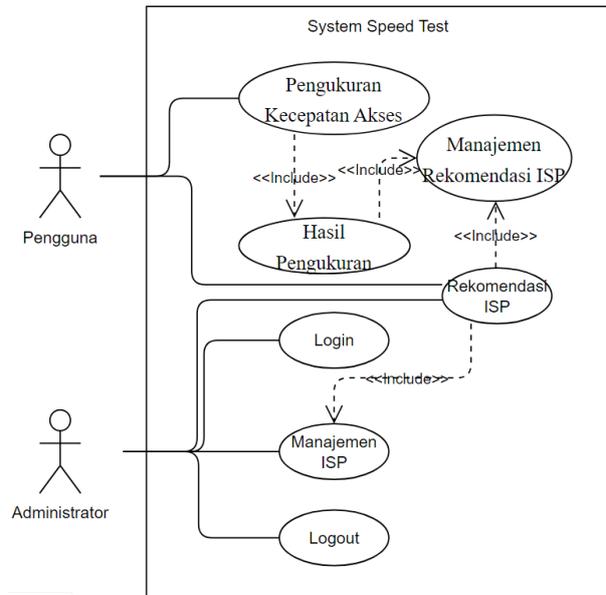
Tahap pengembangan aplikasi pengujian kecepatan internet melibatkan penggunaan bahasa pemrograman *Python* dan *framework* yang sesuai untuk membangun aplikasi berbasis web. Pertama, desain antarmuka pengguna (*UI*) dilakukan dengan fokus pada kemudahan penggunaan oleh berbagai kalangan pengguna. *UI (User Interface)* adalah tampilan dan interaksi yang dirancang untuk pengguna agar dapat berkomunikasi dengan aplikasi secara efektif dan efisien [13]. Desain *UI* mencakup elemen-elemen yang intuitif dan navigasi yang sederhana untuk memastikan pengguna dapat dengan mudah melakukan pengujian kecepatan internet. Desain antarmuka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian kecepatan internet

Kedua, pembuatan use case diagram yang menggambarkan skenario interaksi antara pengguna dengan aplikasi. *Use case* adalah deskripsi fungsionalitas sistem yang mencakup skenario bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk mencapai tujuan tertentu [14]. *Use case* diagram ini

membantu dalam merencanakan dan memahami alur kerja aplikasi serta memastikan semua kebutuhan pengguna dapat diakomodasi dengan baik. *Use case* diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengandalkan partisipasi aktif pengguna aplikasi yang telah dikembangkan. Pengumpulan data adalah proses penting dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan informasi empiris yang relevan dan valid dari responden [15]. Dalam konteks ini, pengguna aplikasi diminta untuk melakukan pengujian kecepatan internet di lokasi mereka masing-masing. Setiap kali pengguna melakukan pengujian, data yang dikumpulkan mencakup berbagai parameter kualitas layanan internet, seperti kecepatan unduh (*download speed*), kecepatan unggah (*upload speed*), *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Aplikasi ini secara otomatis mengirimkan data tersebut ke server pusat untuk dianalisis lebih lanjut. Data dikumpulkan dari pelanggan yang menggunakan layanan *ISP* seperti Biznet, First Media, Indihome, SDI, dan XL Home dalam rentang waktu Januari 2024 hingga Maret 2024. Setelah data terkumpul, dilakukan proses verifikasi untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil pengukuran dengan membandingkannya dengan data yang diperoleh dari sumber lain yang dapat dipercaya.

2.4. Analisis Data

Tahap analisis data dimulai dengan pengolahan data yang telah dikumpulkan. Langkah pertama dalam analisis ini adalah menghitung rata-rata dan standar deviasi dari setiap parameter pengukuran untuk mendapatkan gambaran umum tentang performa jaringan. Proses ini melibatkan perhitungan rata-rata, yang memberikan nilai tengah dari data, dan standar deviasi, yang menunjukkan tingkat penyebaran atau

variasi dalam data. Rata-rata (mean) adalah nilai yang menggambarkan posisi sentral dari sekumpulan data. Rata-rata dihitung dengan menjumlahkan semua nilai dalam data tersebut dan membaginya dengan jumlah nilai [16]. Rata-rata memberikan indikasi umum dari seluruh data dan digunakan untuk mengetahui tren atau kecenderungan dari data tersebut. Rata-rata dihitung dengan rumus 1:

$$\bar{x}_L = \frac{1}{n_L} \sum_{i=1}^{n_L} x_i \quad (1)$$

Standar deviasi (*standard deviation*) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa jauh nilai-nilai dalam suatu set data tersebar dari rata-rata. Standar deviasi memberikan gambaran tentang tingkat variasi atau dispersi dari data [16]. Jika standar deviasi kecil, berarti nilai-nilai data cenderung dekat dengan rata-rata; sebaliknya, jika besar, berarti nilai-nilai data tersebar lebih luas. Sementara itu, standar deviasi dihitung dengan rumus 2:

$$s_L = \sqrt{\frac{1}{n_L-1} \sum_{i=1}^{n_L} (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Analisis perbandingan dilakukan dengan membandingkan performa *ISP* di lokasi di setiap kecamatan dalam satu wilayah kota berdasarkan parameter yang telah diukur. Ini termasuk menghitung rasio kecepatan unduh dan unggah untuk setiap *ISP* dan membandingkan *latency* dan *jitter* untuk menentukan kestabilan koneksi. Hasil analisis ini divisualisasikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk memudahkan interpretasi data.

2.5. Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis data, beberapa rekomendasi dapat diberikan untuk membantu pelanggan dalam memilih *ISP* terbaik. Rekomendasi ini mencakup pemilihan *ISP* terbaik di setiap lokasi yang diuji. Misalnya, jika di lokasi tertentu *ISP X* memiliki kecepatan unduh dan unggah tertinggi serta *latency* dan *jitter* yang rendah, maka *ISP X* direkomendasikan untuk lokasi tersebut. Selain itu, rekomendasi paket internet yang dapat dipilih pelanggan berdasarkan kebutuhan mereka, seperti paket dengan kecepatan tinggi untuk *streaming* atau paket dengan *latency* rendah untuk gaming, juga disertakan. Rekomendasi didapatkan berdasarkan rekam pengujian kecepatan selama beberapa waktu [17]. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai parameter seperti kecepatan unduh, kecepatan unggah, *latency*, dan *jitter* yang diukur secara berkala di berbagai lokasi. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola performa *ISP* yang konsisten dan membantu mengurangi bias yang mungkin muncul dari pengukuran tunggal.

Selain itu, feedback diberikan kepada *ISP* mengenai area yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kualitas layanan mereka berdasarkan data pengukuran yang telah dianalisis. Hasil pengukuran dan rekomendasi disajikan dalam bentuk laporan yang dapat diakses oleh pelanggan dan *ISP* untuk transparansi dan peningkatan

kualitas layanan internet secara umum. Dengan pendekatan ini, pelanggan dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam memilih *ISP*, dan *ISP* dapat menggunakan data ini untuk meningkatkan layanan mereka. Rumus-rumus yang relevan dan hasil analisis statistik dijelaskan dalam laporan untuk memberikan gambaran yang jelas dan objektif mengenai performa *ISP* yang diteliti.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini melibatkan pengguna dari berbagai wilayah yang menggunakan aplikasi pengujian kecepatan internet berbasis *crowdsourcing*. Dikumpulkan dari sebuah kota yang terbagi menjadi tiga kecamatan, yaitu Kecamatan A, Kecamatan B, dan Kecamatan C. Pengumpulan data dilakukan dari Januari 2024 hingga Maret 2024, dengan partisipasi dari pengguna layanan *ISP* seperti Biznet, First Media, Indihome, SDI, dan XL Home. Data menggunakan partisipasi aktif dari pengguna layanan *ISP* di setiap kecamatan tersebut. Pengguna menggunakan aplikasi pengujian kecepatan internet berbasis *crowdsourcing* untuk mengukur berbagai parameter kualitas layanan internet seperti kecepatan unduh, kecepatan unggah, *latency*, *jitter*, dan kehilangan paket. Data yang terkumpul dianalisis dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi untuk setiap parameter di masing-masing kecamatan, serta jumlah data yang mempengaruhi hasil tersebut. Berikut adalah hasil pengukuran yang dirangkum dalam tabel:

Tabel 6. Rata-rata Download Speed per Kecamatan

Kecamatan	<i>ISP</i>	\bar{x} (Mbps)	μ (Mbps)	n
A	Biznet	72	10	100
	First Media	46	8	95
	Indihome	39	7	90
	SDI	51	9	85
	XL Home	43	6	80
B	Biznet	73	9	105
	First Media	44	7	100
	Indihome	37	6	95
	SDI	49	8	90
	XL Home	41	5	85
C	Biznet	75	9.5	110
	First Media	45	7.5	105
	Indihome	38	6.5	100
	SDI	50	8.5	95
	XL Home	42	5.5	90

Tabel 6 menunjukkan rata-rata kecepatan unduh (*download speed*) yang diukur dari berbagai *ISP* di tiga kecamatan. Kecamatan A memiliki kecepatan unduh tertinggi pada *ISP* Biznet dengan rata-rata 72 Mbps dan standar deviasi 10 Mbps, menunjukkan variasi yang cukup besar di antara pengukuran. Kecamatan B memiliki kecepatan unduh yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Kecamatan A, dengan Biznet tetap menjadi yang tertinggi pada rata-rata 73 Mbps. Kecamatan C menunjukkan nilai tertinggi dengan Biznet pada 75 Mbps dan variasi yang sedikit lebih kecil (standar deviasi 9.5 Mbps). Data ini membantu mengidentifikasi *ISP* dengan performa terbaik di setiap kecamatan serta tingkat konsistensi kecepatan unduh yang diberikan.

Tabel 7. Rata-rata *Upload Speed* per Kecamatan

Kecamatan	ISP	\bar{x} (Mbps)	μ (Mbps)	n
A	Biznet	70	4	100
	First Media	42	3	95
	Indihome	30	2	90
	SDI	40	3	85
	XL Home	47	3	80
B	Biznet	71	3.5	105
	First Media	43	2.5	100
	Indihome	28	2	95
	SDI	40	2.5	90
	XL Home	46	2.5	85
C	Biznet	72	4	110
	First Media	44	3	105
	Indihome	25	2.5	100
	SDI	40	3	95
	XL Home	45	3	90

Tabel 7 menyajikan rata-rata kecepatan unggah (*upload speed*) dari berbagai *ISP* di tiga kecamatan. Di Kecamatan A, Biznet menawarkan kecepatan unggah tertinggi dengan rata-rata 70 Mbps dan standar deviasi 4 Mbps, menunjukkan performa yang relatif stabil. Kecamatan B menunjukkan nilai kecepatan unggah yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Kecamatan A, dengan Biznet tetap unggul dengan rata-rata 71 Mbps. Di Kecamatan C, Biznet mencatat kecepatan unggah tertinggi dengan rata-rata 72 Mbps dan standar deviasi 4 Mbps, menunjukkan variasi yang rendah dalam pengukuran. Kecepatan unggah yang tinggi penting bagi pengguna yang sering mengunggah konten, seperti video dan dokumen besar, dan data ini membantu mereka memilih *ISP* yang sesuai.

Tabel 8. Rata-rata *Latency* per Kecamatan

Kecamatan	ISP	\bar{x} (ms)	μ (ms)	n
A	Biznet	10	5	100
	First Media	24	6	95
	Indihome	49	25	90
	SDI	21	5	85
	XL Home	27	6	80
B	Biznet	10	5.5	105
	First Media	26	6.5	100
	Indihome	31	7.5	95
	SDI	23	5.5	90
	XL Home	29	6.5	85
C	Biznet	10	5	110
	First Media	25	6	105
	Indihome	50	20	100
	SDI	22	5	95
	XL Home	28	6	90

Tabel 8 memperlihatkan rata-rata latensi dari berbagai *ISP* di tiga kecamatan. Di Kecamatan A, Biznet memiliki latensi terendah dengan rata-rata 10 ms dan standar deviasi 5 ms, menunjukkan koneksi yang cepat dan responsif. First Media menunjukkan latensi sebesar 24 ms dengan variasi yang kecil, sementara Indihome memiliki latensi tertinggi dengan rata-rata 49 ms dan variasi yang besar, menandakan koneksi yang kurang stabil. SDI dan XL Home masing-masing memiliki latensi 21 ms dan 27 ms dengan variasi yang rendah. Di Kecamatan B, Biznet tetap memiliki latensi terendah dengan 10 ms, diikuti oleh SDI dengan 23 ms dan First Media dengan 26 ms. Indihome dan XL Home memiliki latensi masing-masing 31 ms dan 29 ms, menunjukkan performa yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *ISP* lainnya. Di Kecamatan C, Biznet menunjukkan konsistensi dengan latensi 10 ms,

sementara First Media dan SDI memiliki latensi yang serupa dengan Kecamatan A dan B, yaitu 25 ms dan 22 ms. Indihome di Kecamatan C menunjukkan latensi tertinggi dengan 50 ms, menandakan koneksi yang kurang optimal untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat.

Tabel 9. Rata-rata *Jitter* per Kecamatan

Kecamatan	ISP	\bar{x} (Mbps)	μ (Mbps)	n
A	Biznet	4.8	1	100
	First Media	6.1	1.5	95
	Indihome	7.2	2	90
	SDI	5.4	1	85
	XL Home	6.3	1.5	80
B	Biznet	5.2	1.2	105
	First Media	6.3	1.5	100
	Indihome	7.5	2.1	95
	SDI	5.7	1.1	90
	XL Home	6.7	1.6	85
C	Biznet	5.0	1.1	110
	First Media	6.2	1.4	105
	Indihome	7.3	2	100
	SDI	5.5	1	95
	XL Home	6.5	1.5	90

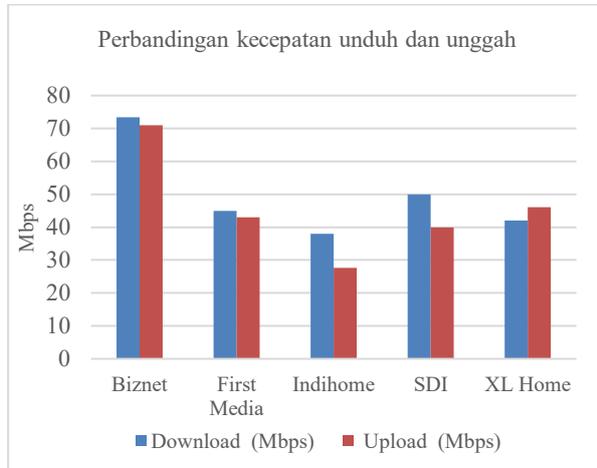
Tabel 9 menampilkan rata-rata *jitter* yang diukur dari berbagai *ISP* di tiga kecamatan. Di Kecamatan A, Biznet memiliki *jitter* terendah pada 4.8 ms, menunjukkan stabilitas koneksi yang baik. SDI dan XL Home di Kecamatan A masing-masing mencatat *jitter* sebesar 5.4 ms dan 6.3 ms, yang juga menunjukkan performa yang cukup baik. Di Kecamatan B, Biznet menunjukkan *jitter* sebesar 5.2 ms, sedangkan SDI memiliki *jitter* sebesar 5.7 ms. Kecamatan C menunjukkan hasil serupa dengan *jitter* untuk Biznet sebesar 5.0 ms dan SDI sebesar 5.5 ms. *Jitter* yang rendah menunjukkan koneksi yang stabil dan konsisten, yang penting untuk aplikasi *real-time* seperti *VoIP* dan *streaming* video.

Tabel 10. Rata-rata *Packet Loss* per Kecamatan

Kecamatan	ISP	\bar{x} (%)	μ (%)	n
Kecamatan A	Biznet	0.4	0.1	100
	First Media	0.6	0.2	95
	Indihome	0.9	0.3	90
	SDI	0.5	0.1	85
	XL Home	0.7	0.2	80
Kecamatan B	Biznet	0.6	0.2	105
	First Media	0.8	0.2	100
	Indihome	1.1	0.3	95
	SDI	0.7	0.2	90
	XL Home	0.9	0.3	85
Kecamatan C	Biznet	0.5	0.1	110
	First Media	0.7	0.2	105
	Indihome	1.0	0.3	100
	SDI	0.6	0.2	95
	XL Home	0.8	0.2	90

Tabel 10 menunjukkan rata-rata kehilangan paket dari berbagai *ISP* di tiga kecamatan. Di Kecamatan A, Biznet mencatat kehilangan paket terendah sebesar 0.4%, menunjukkan kualitas koneksi yang sangat baik. SDI juga memiliki performa baik dengan kehilangan paket sebesar 0.5%. Di Kecamatan B, Biznet mencatat 0.6% kehilangan paket, sedangkan SDI memiliki 0.7%. Di Kecamatan C, Biznet menunjukkan kehilangan paket sebesar 0.5% dan SDI sebesar 0.6%. Kehilangan paket yang rendah penting untuk memastikan data sampai ke tujuan tanpa banyak gangguan, yang esensial untuk aplikasi seperti *streaming* dan panggilan video.

Data ini membantu pengguna dalam memilih *ISP* yang menawarkan koneksi yang paling andal dan stabil. Data yang dianalisis menunjukkan variasi dalam performa jaringan dari setiap *ISP*. Kecepatan unduh dan unggah, latensi, *jitter*, dan kehilangan paket merupakan indikator utama dalam menilai kualitas layanan internet yang diberikan oleh *ISP*.



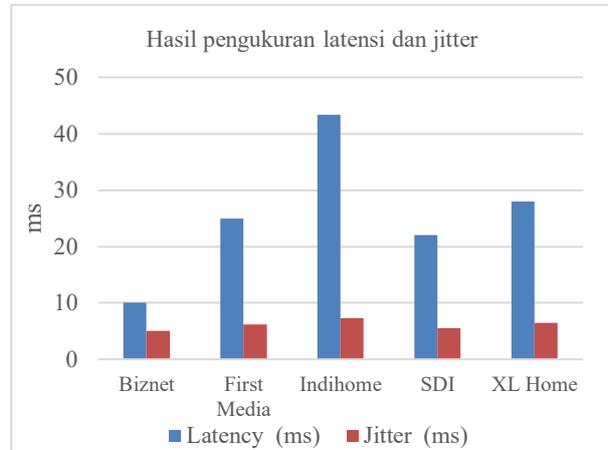
Gambar 4. Grafik perbandingan kecepatan unduh dan unggah dari masing-masing *ISP*

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pengujian Biznet memiliki performa yang sangat baik dengan kecepatan unduh sebesar 73,33 Mbps dan kecepatan unggah 71 Mbps. Berdasarkan kriteria yang tercantum dalam Tabel 1 dan Tabel 2, Biznet termasuk dalam kategori "Sangat Baik" untuk kecepatan unduh (>50 Mbps) dan unggah (>20 Mbps), yang mengindikasikan koneksi yang sangat cepat dan stabil. First Media mencatatkan kecepatan unduh sebesar 45 Mbps dan kecepatan unggah sebesar 43 Mbps. Menurut Tabel 1 dan Tabel 2, kecepatan unduh First Media berada dalam kategori "Baik" (30-50 Mbps) dan kecepatan unggahnya masuk dalam kategori "Sangat Baik" (>20 Mbps), yang menunjukkan performa yang cukup cepat dan stabil.

Indihome menunjukkan kecepatan unduh sebesar 38 Mbps dan kecepatan unggah 27,67 Mbps. Berdasarkan kriteria dalam Tabel 1, kecepatan unduh Indihome berada dalam kategori "Baik" (30-50 Mbps), sementara kecepatan unggahnya termasuk dalam kategori "Sangat Baik" (>20 Mbps). Meskipun demikian, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara kecepatan unduh dan unggah yang dapat mempengaruhi stabilitas koneksi secara keseluruhan. SDI menunjukkan kecepatan unduh sebesar 50 Mbps dan kecepatan unggah 40 Mbps. Menurut Tabel 1 dan Tabel 2, kecepatan unduh dan unggah SDI masuk dalam kategori "Sangat Baik" (>50 Mbps untuk unduh dan >20 Mbps untuk unggah), yang menunjukkan koneksi yang sangat baik dan stabil.

XL Home memiliki kecepatan unduh sebesar 42 Mbps dan kecepatan unggah 46 Mbps. Berdasarkan kriteria dalam Tabel 1 dan Tabel 2, kecepatan unduh XL Home masuk dalam kategori "Baik" (30-50 Mbps) dan kecepatan unggahnya masuk dalam kategori "Sangat

Baik" (>20 Mbps). Performanya unggah yang lebih tinggi menunjukkan kinerja yang baik untuk pengguna yang sering melakukan unggahan data. Secara keseluruhan, Biznet menunjukkan performa yang paling andal dan stabil dengan kecepatan unduh dan unggah yang sangat tinggi. Sementara itu, Indihome meskipun memiliki kecepatan unduh yang baik, menunjukkan perbedaan signifikan pada kecepatan unggahnya.

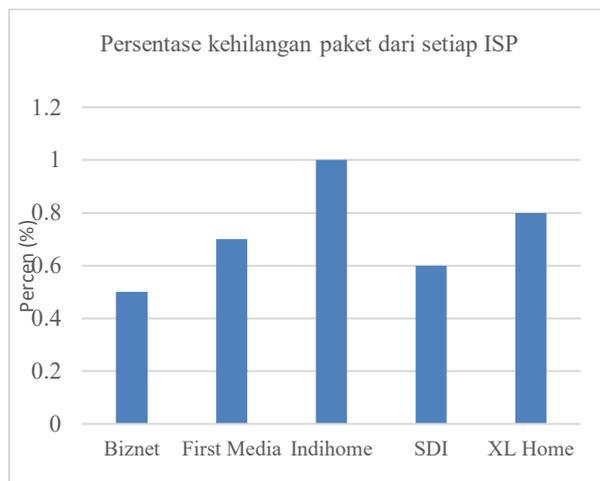


Gambar 5. Grafik Hasil pengukuran latensi dan *jitter* dari setiap *ISP*

Gambar 5 menunjukkan bahwa latensi mengukur waktu yang dibutuhkan untuk data berpindah dari satu titik ke titik lain dalam jaringan, sementara *jitter* mengukur variasi waktu kedatangan paket data. Biznet menunjukkan performa yang sangat baik dengan latensi sebesar 10 ms dan *jitter* sebesar 5 ms. Menurut Tabel 3, latensi Biznet masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<20 ms) dan *jitter* masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<5 ms), menunjukkan koneksi yang sangat responsif dan stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa Biznet menyediakan kualitas layanan internet yang optimal bagi penggunaannya.

First Media mencatatkan latensi sebesar 25 ms dan *jitter* sebesar 6,2 ms. Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, latensi First Media berada dalam kategori "Baik" (20-50 ms) dan *jitter* juga dalam kategori "Baik" (5-10 ms). Ini menunjukkan bahwa koneksi First Media cukup responsif dan stabil, meskipun tidak sebaik Biznet dalam hal latensi dan *jitter*. Indihome menunjukkan latensi sebesar 43,33 ms dan *jitter* sebesar 7,33 ms. Menurut Tabel 3 dan Tabel 4, latensi Indihome termasuk dalam kategori "Baik" (20-50 ms) dan *jitter* juga berada dalam kategori "Baik" (5-10 ms). Meskipun demikian, perbedaan nilai latensi dan *jitter* yang cukup signifikan dibandingkan dengan *ISP* lainnya menunjukkan bahwa koneksi Indihome kurang optimal dalam hal stabilitas dan responsivitas. SDI menunjukkan latensi sebesar 22 ms dan *jitter* sebesar 5,53 ms. Berdasarkan kriteria dalam Tabel 3 dan Tabel 4, latensi SDI masuk dalam kategori "Baik" (20-50 ms) dan *jitter* dalam kategori "Baik" (5-10 ms). Hal ini menunjukkan bahwa koneksi SDI cukup responsif dan stabil, namun masih ada ruang untuk perbaikan agar bisa mencapai kategori "Sangat Baik".

XL Home memiliki latensi sebesar 28 ms dan *jitter* sebesar 6,5 ms. Menurut Tabel 3 dan Tabel 4, latensi XL Home berada dalam kategori "Baik" (20-50 ms) dan *jitter* juga dalam kategori "Baik" (5-10 ms). Ini menunjukkan bahwa koneksi XL Home cukup responsif dan stabil, namun masih kalah dibandingkan Biznet dalam hal performa keseluruhan. Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa Biznet memiliki performa terbaik dengan nilai latensi dan *jitter* yang paling rendah, mengindikasikan koneksi yang sangat responsif dan stabil. First Media, SDI, dan XL Home juga menunjukkan performa yang baik dengan latensi dan *jitter* yang cukup rendah, sementara Indihome menunjukkan performa yang relatif kurang baik dibandingkan *ISP* lainnya.



Gambar 6. Grafik Persentase kehilangan paket dari setiap *ISP*

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian Biznet memiliki performa yang sangat baik dengan persentase kehilangan paket sebesar 0,5%. Berdasarkan kriteria yang tercantum dalam Tabel 5, nilai ini masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<1%), menunjukkan bahwa koneksi Biznet sangat andal dengan sangat sedikit kehilangan paket data. First Media mencatatkan persentase kehilangan paket sebesar 0,7%. Berdasarkan Tabel 5, nilai ini juga masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<1%), menunjukkan bahwa koneksi First Media cukup andal dengan sedikit kehilangan paket data, meskipun sedikit lebih tinggi dibandingkan Biznet. Indihome menunjukkan persentase kehilangan paket sebesar 1%. Berdasarkan Tabel 5, nilai ini masuk dalam kategori "Baik" (1-2%), menunjukkan bahwa koneksi Indihome sedikit kurang andal dibandingkan Biznet dan First Media dalam hal kehilangan paket data. SDI mencatatkan persentase kehilangan paket sebesar 0,6%. Berdasarkan Tabel 5, nilai ini masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<1%), menunjukkan bahwa koneksi SDI sangat andal dengan sangat sedikit kehilangan paket data.

XL Home memiliki persentase kehilangan paket sebesar 0,8%. Berdasarkan Tabel 5, nilai ini juga masuk dalam kategori "Sangat Baik" (<1%), menunjukkan bahwa koneksi XL Home cukup andal dengan sedikit kehilangan paket data, meskipun sedikit

lebih tinggi dibandingkan Biznet dan SDI. Berdasarkan hasil pengukuran *packet loss*, Biznet menunjukkan performa terbaik dengan persentase kehilangan paket yang paling rendah, mengindikasikan koneksi yang sangat andal. First Media, SDI, dan XL Home juga menunjukkan performa yang sangat baik dengan persentase kehilangan paket yang rendah. Indihome, meskipun berada dalam kategori "Baik", menunjukkan persentase kehilangan paket yang lebih tinggi dibandingkan *ISP* lainnya.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari pengguna di berbagai kecamatan selama periode Januari 2024 hingga Maret 2024, beberapa *ISP* menunjukkan performa yang bervariasi dalam menyediakan layanan internet. Pengujian melibatkan parameter seperti kecepatan unduh, kecepatan unggah, latensi, *jitter*, dan kehilangan paket. Dari hasil pengujian tersebut, ditemukan bahwa Biznet secara konsisten menampilkan performa terbaik di semua kecamatan.

Biznet menonjol dengan kecepatan unduh rata-rata 73,33 Mbps dan unggah 71 Mbps di seluruh kecamatan yang diuji, jauh melampaui *ISP* lain seperti First Media (unduh 45 Mbps, unggah 43 Mbps) dan Indihome (unduh 38 Mbps, unggah 40 Mbps). Kecepatan unggah yang tinggi sangat penting bagi pengguna yang sering mengunggah konten besar. Biznet unggul dalam menyediakan koneksi cepat dan stabil, menjadi pilihan utama bagi pengguna yang membutuhkan kecepatan tinggi. Dalam hal latensi dan *jitter*, Biznet menunjukkan performa terbaik dengan latensi rata-rata 10 ms dan *jitter* 5 ms, yang sangat baik untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat seperti permainan daring dan konferensi video. First Media memiliki latensi 25 ms dan *jitter* 6,2 ms, masih cukup baik. Indihome dan XL Home memiliki latensi dan *jitter* lebih tinggi, menunjukkan koneksi kurang stabil dan responsif. Biznet juga unggul dalam keandalan koneksi dengan persentase kehilangan paket sangat rendah, yaitu 0,5%. First Media dan SDI juga baik dengan persentase kehilangan paket 0,7% dan 0,6%. Kehilangan paket rendah memastikan data sampai tanpa gangguan, penting untuk *streaming* dan panggilan video.

Berdasarkan hasil analisis data, Biznet secara konsisten menunjukkan performa terbaik di semua kecamatan dengan kecepatan unduh dan unggah yang tinggi, latensi dan *jitter* yang rendah, serta persentase kehilangan paket yang minimal. Oleh karena itu, Biznet direkomendasikan sebagai *ISP* terbaik untuk pengguna di Kecamatan A, B, dan C. Biznet menawarkan kecepatan internet yang sangat tinggi dan koneksi yang stabil, menjadikannya pilihan ideal bagi pengguna yang membutuhkan performa internet optimal. Selain Biznet, First Media dan SDI juga menunjukkan performa yang baik dan dapat menjadi alternatif yang andal. First Media mencatat kecepatan unduh dan unggah yang baik serta latensi yang cukup rendah, menjadikannya pilihan yang layak bagi pengguna yang menginginkan layanan internet yang cepat dan stabil. SDI juga

Tabel 11. Perbandingan Penelitian

Peneliti	Metode	Hasil
[4]	Pengujian kecepatan akses data provider GSM pada pengguna smartphone di Batam.	Telkomsel unggul dengan kecepatan <i>download</i> rata-rata 4478 Mbps dan kecepatan <i>upload</i> rata-rata 72 Mbps. Indosat dengan <i>download</i> 1586 Mbps dan <i>upload</i> 2355 Mbps. XL dengan <i>download</i> 992 Mbps dan <i>upload</i> 435 Mbps.
[5]	Aplikasi pemantauan kualitas <i>Wi-Fi</i> berbasis <i>crowdsourcing</i> menggunakan Android dan <i>Kotlin</i> .	Aplikasi terbukti valid dengan tingkat usability tinggi, skor SUS 72. Pengguna dapat melihat kualitas sinyal <i>Wi-Fi</i> dalam bentuk <i>heatmap</i> yang memudahkan pencarian lokasi dengan kualitas baik.
[6]	Analisis kinerja layanan internet di Indonesia.	Kinerja layanan internet cukup baik, dengan beberapa kendala seperti waktu aktivasi pelanggan baru lebih lambat di luar Jakarta dan variasi kualitas jaringan terlihat dari perbedaan kecepatan unduh dan unggah.
Penulis	Aplikasi pengujian kecepatan akses jaringan berbasis <i>crowdsourcing</i> menggunakan <i>Python</i> .	Biznet memiliki kecepatan <i>download</i> rata-rata tertinggi sebesar 73.33 Mbps dan <i>upload</i> 71 Mbps. Aplikasi memberikan data objektif mengenai kualitas layanan internet dan rekomendasi <i>ISP</i> terbaik berdasarkan hasil pengujian.

menunjukkan performa yang cukup baik dengan kecepatan unduh dan unggah yang memadai serta latensi dan *jitter* yang rendah.

Indihome, meskipun memiliki beberapa parameter dalam kategori "Baik," menunjukkan performa yang kurang optimal dibandingkan *ISP* lainnya. Kecepatan unduh dan unggah Indihome berada di bawah Biznet, First Media, dan SDI, serta memiliki latensi dan *jitter* yang lebih tinggi. Oleh karena itu, Indihome mungkin tidak menjadi pilihan utama bagi pengguna yang mengutamakan kecepatan dan stabilitas koneksi internet. Dengan demikian, bagi pengguna yang mencari layanan internet dengan kecepatan tinggi, koneksi yang stabil, dan latensi rendah, Biznet adalah pilihan yang paling tepat. Sementara itu, First Media dan SDI juga layak dipertimbangkan sebagai opsi kedua dan ketiga. Pengguna di Kecamatan A, B, dan C yang membutuhkan performa internet optimal disarankan untuk memilih Biznet, sementara First Media dan SDI bisa menjadi pilihan alternatif yang tidak kalah andal.

Perbandingan antara penelitian sebelumnya dan hasil yang diusulkan oleh penulis dapat ditemukan dalam Tabel 11. Tabel ini memberikan gambaran yang jelas tentang perbedaan dan kesamaan antara temuan yang dihasilkan dalam penelitian sebelumnya dengan hasil yang diajukan oleh penulis. Analisis dalam tabel tersebut memungkinkan pembaca untuk memahami kontribusi baru yang ditawarkan oleh penelitian ini, serta bagaimana hal itu memperkaya pemahaman dalam domain yang bersangkutan.

Sebagai contoh, penelitian oleh Flora Novalina Siburian memfokuskan pada pengujian kecepatan akses data provider GSM di Kota Batam, yang menunjukkan bahwa Telkomsel unggul dengan kecepatan *download* rata-rata 4478 Mbps dan kecepatan *upload* rata-rata 72 Mbps. Namun, penelitian ini tidak melibatkan pengujian berbasis *crowdsourcing* yang mencakup parameter lain seperti *jitter* dan latensi. Penelitian oleh I Made Setia Baruna dkk mengembangkan aplikasi pemantauan kualitas *Wi-Fi* berbasis *crowdsourcing* dengan menggunakan Android dan bahasa pemrograman *Kotlin*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengukur kualitas *Wi-Fi* dan menampilkan hasil dalam bentuk *heatmap*, tetapi penelitian ini tidak melibatkan kecepatan akses dari

berbagai *ISP* yang berbeda seperti yang dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian oleh Emyana Ruth menganalisis kinerja layanan internet di Indonesia dari sudut pandang pengguna dan penyelenggara, dengan fokus pada waktu aktivasi pelanggan baru dan variasi kualitas jaringan. Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas layanan internet cukup baik, namun tidak mengembangkan alat atau aplikasi untuk pengujian kecepatan jaringan secara *real-time* dan berbasis *crowdsourcing*.

Dengan demikian, pengujian kecepatan akses jaringan berbasis *crowdsourcing* menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Aplikasi ini mengukur parameter kualitas layanan seperti *bandwidth*, *signal strength*, *delay*, *packet loss*, dan *throughput*, dengan data yang dikumpulkan secara *real-time* dari kontribusi pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Biznet memiliki kecepatan *download* rata-rata tertinggi sebesar 73.33 Mbps dan *upload* 71 Mbps. Aplikasi ini tidak hanya memberikan data objektif dan transparan mengenai kualitas layanan internet, tetapi juga memberikan rekomendasi *ISP* terbaik berdasarkan hasil pengujian. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan relevan untuk membantu pelanggan membuat keputusan yang lebih baik dalam memilih *ISP* serta memberikan alat yang berguna bagi *ISP* untuk meningkatkan kualitas layanan mereka.

4. Kesimpulan

Analisis data dari penelitian ini menunjukkan bahwa Biznet adalah *ISP* dengan performa terbaik di semua kecamatan yang diuji. Biznet menunjukkan kecepatan unduh rata-rata sebesar 73.33 Mbps dan kecepatan unggah rata-rata 71 Mbps, latensi rata-rata 10 ms, *jitter* rata-rata 5 ms, dan persentase kehilangan paket sebesar 0.5%. Hal ini menjadikan Biznet sebagai pilihan utama bagi pengguna yang menginginkan layanan internet yang cepat, stabil, dan andal. Kinerja yang konsisten ini mencerminkan kualitas infrastruktur dan layanan yang disediakan oleh Biznet, yang mampu memenuhi kebutuhan internet pengguna dengan baik di berbagai lokasi yang diuji.

Selain itu, First Media dan SDI juga menunjukkan performa yang baik dan dapat dipertimbangkan sebagai alternatif yang andal. First Media memiliki kecepatan

unduh rata-rata 45 Mbps dan kecepatan unggah rata-rata 43 Mbps, dengan latensi 25 ms dan *jitter* 6.19 ms. SDI menunjukkan kecepatan unduh rata-rata 50 Mbps dan kecepatan unggah rata-rata 40 Mbps, dengan latensi 22 ms dan *jitter* 5.53 ms. Kedua *ISP* ini memiliki persentase kehilangan paket yang rendah, masing-masing sebesar 0.69% untuk First Media dan 0.6% untuk SDI, menunjukkan koneksi yang cukup andal. Kinerja ini menunjukkan bahwa baik First Media maupun SDI mampu menyediakan layanan internet yang dapat diandalkan, meskipun tidak sebaik Biznet dalam beberapa parameter.

Indihome, meskipun menunjukkan beberapa parameter yang baik dengan kecepatan unduh rata-rata 38 Mbps dan kecepatan unggah rata-rata 27.66 Mbps, latensi 43.33 ms, *jitter* 7.33 ms, dan persentase kehilangan paket sebesar 1%, masih kurang optimal dibandingkan dengan *ISP* lainnya. Kinerja Indihome yang kurang konsisten dalam parameter kecepatan dan stabilitas menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan dalam infrastruktur dan layanan yang disediakan. Hal ini penting untuk diperhatikan oleh Indihome guna meningkatkan kualitas layanan mereka agar lebih kompetitif dengan *ISP* lainnya.

Berdasarkan hasil analisis data ini, rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut: Pengguna di Kecamatan A, B, dan C disarankan untuk memilih Biznet sebagai penyedia layanan internet utama mereka karena performanya yang unggul dalam hal kecepatan unduh, kecepatan unggah, latensi, *jitter*, dan persentase kehilangan paket. Biznet menawarkan kecepatan internet yang sangat tinggi dan koneksi yang stabil, menjadikannya pilihan ideal bagi pengguna yang membutuhkan performa internet optimal untuk berbagai kebutuhan, termasuk *streaming*, *gaming*, dan konferensi video. Dengan demikian, pengguna dapat menikmati pengalaman internet yang lebih baik dan lebih andal.

First Media dan SDI dapat menjadi alternatif yang andal jika Biznet tidak tersedia atau jika pengguna mencari opsi lain. Keduanya menunjukkan performa yang baik dan dapat diandalkan untuk kebutuhan internet sehari-hari dengan kecepatan dan stabilitas yang cukup memadai. Pengguna yang membutuhkan layanan internet dengan kualitas yang baik dan harga yang kompetitif dapat mempertimbangkan kedua *ISP* ini sebagai pilihan tambahan.

Indihome, meskipun memiliki beberapa parameter yang baik, disarankan untuk meningkatkan infrastruktur dan kualitas layanan mereka untuk bersaing dengan *ISP* lainnya. Pengguna yang mempertimbangkan Indihome harus menyadari potensi ketidakstabilan dalam kecepatan dan latensi. Sehingga perlu mempertimbangkan kebutuhan mereka dengan seksama sebelum memutuskan untuk menggunakan layanan ini.

Dengan demikian, pengguna di Kecamatan A, B, dan C yang mencari layanan internet dengan kecepatan tinggi, koneksi yang stabil, dan latensi rendah disarankan

untuk memilih Biznet sebagai penyedia utama. First Media dan SDI juga layak dipertimbangkan sebagai opsi kedua dan ketiga. *ISP* yang disebutkan di atas diharapkan dapat terus meningkatkan kualitas layanan mereka agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] B. S. Rintyarna *et al.*, “Modeling Service Quality of Internet Service Providers During COVID-19: The Customer Perspective Based on Twitter Dataset,” *Informatics*, vol. 9, no. 1, p. 11, Jan. 2022, doi: 10.3390/informatics9010011.
- [2] Tim Survei APJII, “Penetrasi Internet dan Perilaku Penggunaan Internet di Indonesia 2023,” Jakarta, Jan. 2023.
- [3] K. L. M. Ang, J. K. P. Seng, and E. Ngharamike, “Towards Crowdsourcing Internet of Things (Crowd-IoT): Architectures, Security and Applications,” *Future Internet*, vol. 14, no. 2, p. 49, Jan. 2022, doi: 10.3390/fi14020049.
- [4] F. N. Siburian, “Analisis Pengujian Kecepatan Akses Data Provider GSM Pada Pengguna Smartphone Android Di Kota Batam,” *OSFPREPRINTS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–21, Feb. 2020.
- [5] I. M. S. Baruna, A. P. Kharisma, and I. Arwani, “Pengembangan Aplikasi Pemantauan Kualitas Wi-Fi dengan Crowdsourcing berdasarkan Lokasi berbasis Android,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 8, pp. 7532–7541, Aug. 2019.
- [6] E. Ruth, “Deskripsi Kualitas Layanan Jasa Akses Internet di Indonesia dari Sudut Pandang Penyelenggara,” *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, vol. 11, no. 2, pp. 137–146, Jun. 2013.
- [7] A. R. Harahap and L. Wijayanti, “Penerapan Crowdsourcing dalam Interaksi Komunitas Informasi di Indonesia,” *Lentera Pustaka: Jurnal Kajian Ilmu Perpustakaan, Informasi dan Kearsipan*, vol. 8, no. 2, pp. 95–108, Dec. 2022, doi: 10.14710/lenpust.v8i2.46649.
- [8] D. Murdiani and H. Hermawan, “Perbandingan Metode Waterfall dan RAD (Rapid Application Development) pada Pengembangan Sistem Informasi,” *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 14–23, Jun. 2022.
- [9] I. A. Pujakesuma, I. Iskandar, Novriyanto, and Pizaini, “Analisis Kualitas Jaringan Internet 4G Menggunakan Metode Quality of Service,” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 6, pp. 798–805, Jun. 2023.
- [10] O. of E. & A. F. C. C. Industry Analysis Division, “Internet Access Services: Status as of December 31, 2021,” Washington, DC, Aug. 2023.

- [11] International Telecommunication Union (ITU-T), “One-way Transmission Time,” Geneva, May 2003.
- [12] R. A. Wiryawan and N. R. Rosyid, “Pengembangan Aplikasi Otomatisasi Administrasi Jaringan Berbasis Website Menggunakan Bahasa Pemrograman Python,” *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 741–752752, Oct. 2019.
- [13] W. S. L. Nasution and P. Nusa, “UI/UX Design Web-Based Learning Application Using Design Thinking Method,” *ARRUS Journal of Engineering and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 18–27, Aug. 2021, doi: 10.35877/jetech532.
- [14] T. Arianti, A. Fa’izi, S. Adam, and M. Wulandari, “Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language),” *Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi (JIKTI)*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, Feb. 2022.
- [15] Á. Máté *et al.*, “Willingness of Participation in an Application-Based Digital Data Collection Among Different Social Groups and Smartphone User Clusters,” *Sensors*, vol. 23, no. 9, p. 4571, May 2023, doi: 10.3390/s23094571.
- [16] K.-Y. Chi, M.-Y. Li, C. Chen, E. Kang, and Cochrane Taiwan, “Ten Circumstances And Solutions For Finding The Sample Mean And Standard Deviation For Meta-Analysis,” *Syst Rev*, vol. 12, no. 62, pp. 1–5, May 2023.
- [17] F. Ding, T. Wen, S. Ren, and J. Bao, “Performance Analysis of a Clustering Model For QoS-Aware Service Recommendation,” *Electronics (Basel)*, vol. 9, no. 5, p. 740, Apr. 2020, doi: 10.3390/electronics9050740.