

Internet Quality Measurement of Mobile Broadband Access

by Febrian Triwibisono

Submission date: 20-Nov-2019 06:35PM (UTC+0700)

Submission ID: 1216994310

File name: Bismillah_Makalah.docx (601.57K)

Word count: 4166

Character count: 26708

Internet Quality Measurement of Mobile Broadband Access

Abstract—Internet merupakan layanan jaringan yang tidak handal. Ketidakhandalan internet menimbulkan ketidakpuasan pengguna terhadap kualitas jaringan termasuk pengguna akses internet *mobile broadband*. Data pada YLKI dan penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa ketidakpuasan pengguna akses *mobile broadband* didasari oleh informasi mengenai kualitas koneksi yang tidak akurat dari ISP. Selain itu masalah teknis juga menjadi faktor ketidakpuasan pengguna. Beberapa ISP telah memberikan kualitas yang baik namun beberapa lainnya masih memberikan layanan jauh dibawah standar TIPHON, QoS Malaysia, QoS Singapura dan ITU. Dalam mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pembuktian dengan melakukan pengukuran kualitas koneksi internet *mobile broadband* serta memvalidasi informasi kualitas akses yang disediakan oleh ISP.

Keywords—*mobile broadband*; *pengukuran kualitas internet*; *quality of service*

I. PENDAHULUAN

Akses jaringan internet merupakan layanan jaringan yang tidak handal. Faktor ketidakhandalan internet menyebabkan internet sebagai layanan jaringan berbasis *best-effort* yang berkomunikasi menggunakan metode *packet-switched* [1]. Hal tersebut berarti bahwa data yang dikirimkan melalui internet akan dipecah dan ditransmisikan melalui jalur yang berbeda-beda tanpa adanya jaminan data telah terkirim atau pengirimannya memenuhi *Quality of Service* (QoS). Pengiriman data berbasis *best-effort* internet dipengaruhi oleh *Internet Protocol* (IP) yang bekerja pada *Layer Network*. *Protocol* IP bersifat *connectionless* yang memiliki peran untuk mengirim data berupa *packet* dari pengirim ke penerima secara tidak handal. Akibatnya, ketidakhandalan internet menimbulkan ketidakpuasan pengguna terhadap kualitas jaringan. Ketidakpuasan kualitas jaringan internet dialami pula oleh pengguna akses internet *mobile broadband*.

Ketidakpuasan pengguna terhadap kualitas jaringan *mobile broadband* di Indonesia memicu berbagai pengaduan. Data Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) pada tahun 2015 menyebutkan bahwa dari 83 kasus terdapat 11 kasus (13%) mengenai masalah jaringan yang diadakan. Ketidakpuasan terhadap layanan dari *customer service* juga diadakan dengan 7 kasus (8%) [2]. YLKI bekerjasama dengan *Consumers International* [3] menyatakan mayoritas konsumen tidak mendapat informasi lengkap mengenai jasa internet. Hanya sebagian kecil konsumen yang memperoleh informasi paket internet mengenai harga, kecepatan, dan batas waktu pemakaian. Informasi yang didapatkan juga tidak akurat, terutama masalah kecepatan koneksi yang tidak stabil. Konsumen menilai iklan *Internet Service Provider* (ISP) tidak jelas. Iklan ISP juga dinilai sering menyesatkan konsumen [4]. Selain itu beberapa masalah teknis pun kerap dihadapi oleh konsumen.

5
Masalah teknis yang sering dihadapi konsumen adalah koneksi lambat, mudah terputus, dan ketersediaan sinyal yang buruk. [4] melakukan penelitian dengan teknik pengumpulan data sekunder yang bersumber dari laporan kinerja operasi dari 14 ISP tahun 2011 di Indonesia, 5 diantaranya ISP dengan menggunakan jaringan seluler dan jaringan tetap mobilitas terbatas. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa kualitas akses yang disediakan oleh ISP beragam atau belum memenuhi standar jika mengacu pada standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON), standar QoS internet di Malaysia, standar QoS di Singapura dan standar *International Telecommunication Union* (ITU-TE.REC.802). Beberapa operator telah memberikan kualitas yang baik, namun ada juga yang kualitasnya masih jauh dibawah standar. Dalam mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pembuktian dengan melakukan pengukuran kualitas koneksi internet *mobile broadband* serta memvalidasi informasi kualitas akses yang disediakan oleh ISP.

Pengukuran kualitas jaringan internet *mobile broadband* membutuhkan beberapa aspek seperti metode, parameter pengukuran serta teknologi jaringan. [4] menyatakan parameter yang menunjukkan kinerja jaringan akses internet adalah *packet loss*, *throughput*, dan *latency*. *Packet loss* merupakan persentase rasio *packet* yang gagal terkirim dari titik awal ke titik tujuan dengan jumlah *packet* yang dikirim dalam interval waktu tertentu. *Latency* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan *packet* sampai ke tujuan. Sementara *throughput* didapat dari rasio jumlah data yang dikirim dengan waktu pengiriman. [5] melakukan pengukuran kualitas jaringan *mobile broadband* menggunakan teknologi *Normet Edge* (NNE). Metode yang dilakukan adalah menyebar infrastruktur ke 443 titik di kota-kota Norwegia, kemudian mulai melakukan pengukuran 5 operator *mobile broadband* yang berbeda. Pengujian yang dilakukan adalah mengukur *Radio Resource Control*, *Kecepatan Download*, dan status koneksi tiap operator. Status alat dan hasil pengukuran akan divisualisasikan pada *website* yang terhubung dengan *Normet Project*. Teknologi yang berbeda dilakukan pada [6] untuk mengukur ketersediaan jaringan, *throughput*, *latency*, *jitter*, dan *packet loss* menggunakan aplikasi *nPerf* dan 4G Mark pada perangkat *mobile*. *Jitter* didapat dari variasi *delay* titik awal ke tujuan. Selain itu teknologi pengukur kualitas internet dapat dirancang dengan memanfaatkan *Raspberry Pi* dan aplikasi *SmokePing* untuk mengukur *latency* serta *packet loss* pada jaringan *wireless mesh node* [7].

2
Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, peneliti akan melakukan pengukuran kualitas koneksi internet *mobile broadband* pada 5 ISP di Indonesia yaitu, Telkomsel, XL Axiata, Indosat, Smartfren, dan 3. Penelitian dilakukan di wilayah Yogyakarta. Peneliti akan membuat sebuah alat menggunakan *Raspberry Pi*, *module* 4G, aplikasi *IPerf* dan aplikasi *SmokePing* untuk melakukan pengukuran kualitas

jaringan *mobile broadband* yang mengadaptasi metode-metode penelitian sebelumnya. Hasil dari pengukuran yang dilakukan akan disimpan pada *database* dan dikaji untuk memvalidasi informasi kualitas internet dari ISP.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teori dasar yang berkaitan dengan pembuatan sistem pendukung keputusan. Teori tersebut antara lain:

2.1.1 Internet

Abdelkefi et al. [1] mendefinisikan internet sebagai layanan jaringan berbasis *best-effort* yang berkomunikasi dengan metode *packet-switched*. Selama kurang dari 30 tahun, internet berkembang dari sebuah penelitian ARPANET oleh Advanced Research Projects Agency hingga menjadi sistem komunikasi global. Para peneliti ARPANET menggunakan pendekatan *packet switching* sebagai basis untuk data jaringan dan internet. Selama tahun 1980-an Internet hanya dikembangkan untuk kebutuhan penelitian, namun setelah memasuki 1990-an internet mulai dikembangkan untuk komersial [8].

2.1.2 Quality of Service (QoS)

Ariyani [10] menyatakan jika dilihat dari segi jaringan, maka QoS mengacu pada kemampuan penyedia layanan jaringan memberikan pelayanan yang berbeda kepada pengguna berdasarkan kelasnya. QoS menjamin pengiriman data dengan berbagai kriteria performa yang menentukan tingkat kepuasan pengguna suatu layanan. E. Comer [8] mendefinisikan QoS sebagai layanan yang bertingkat, dimana tingkat layanan diperoleh berdasarkan jumlah yang dibayar. Sebagai contoh penyedia layanan akan lebih memprioritaskan jaminan pengiriman *packet* kepada pelanggan dengan tingkat layanan lebih tinggi. Tujuan akhir dari QoS adalah memberikan layanan jaringan yang lebih baik dan terencana dengan parameter-parameter tertentu [11].

Parameter QoS

Ruth [4] dan E. Comer [8] menjelaskan parameter-parameter pengukuran performa jaringan sebagai berikut

- *Latency* atau *Delay*

Latency atau *Delay* mengindikasikan waktu yang dibutuhkan data untuk transmisi dari pengirim ke penerima. *Latency* internet bergantung pada infrastruktur yang mendasarinya serta lokasi perangkat yang berkomunikasi. Satuan ukuran untuk *latency* adalah detik. *Latency* diperoleh dari pembagian antara panjang paket (L , *packet length* (bit/s)) dengan *link bandwidth* (R , *link bandwidth* (bit/s)). Berikut perhitungan persamaan *latency*

$$\text{Latency} = \frac{L}{R} \quad (2.1)$$

- *Throughput*

Throughput adalah jumlah data yang dapat ditransmisikan dalam satu waktu. *Throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth* dan nilainya diperoleh dari rasio jumlah data yang dikirim dengan waktu pengiriman data seperti pada persamaan 2.2. *Bandwidth* berbeda dengan *throughput*. A. Forouzan [12] menyatakan istilah *bandwidth* dibagi menjadi 2 konteks yang berbeda yaitu *bandwidth* dalam hertz dan *bandwidth* dalam bits per detik. *Bandwidth* dalam hertz merupakan rentang frekuensi yang dapat dilewati suatu kanal, seperti *bandwidth* pada jaringan 4G adalah 1,4 – 20 Mhz[9]. Sedangkan *bandwidth* dalam bits per detik merupakan kapasitas maksimum suatu kanal atau jaringan dapat bertransmisi, seperti *bandwidth* pada jaringan 4G adalah 100 Mbit per detik.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{Lama waktu pengiriman}} \quad (2.2)$$

- *Jitter*

Jitter diukur berdasarkan variasi dari *latency* dan lebih ber. Ketika *packet* yang ditransmisikan dalam jaringan memiliki *latency* yang sama, maka jaringan tersebut tidak terdapat *jitter*. Namun, ketika *packet* memiliki *latency* yang lebih besar atau lebih kecil dari sebelumnya maka jaringan memiliki *jitter*. Pada transmisi audio jika jaringan tidak memiliki *jitter* (setiap *packet* memiliki waktu yang sama untuk transmisi) maka keluaran audio di sisi penerima sama seperti masukan audio di sisi pengirim, bila sebaliknya maka audio di sisi penerima akan cacat. Yanto [13] membuat persamaan perhitungan *jitter* sebagai berikut

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi latency}}{\text{Total packet yang diterima}} \quad (2.3)$$

- *Packet Loss*

Packet loss adalah persentase rasio *packet* yang tidak mencapai tujuan dengan jumlah semua *packet* yang dikirim dalam interval waktu tertentu saat transmisi. Yanto [13] menjelaskan *packet loss* sebagai indikator jumlah *packet* yang hilang karena kemacetan dan tabrakan lalu lintas data dalam jaringan. Berikut persamaan perhitungan *packet loss*

$$\text{packet loss} = \frac{(K - T)}{K} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan:

K = Paket yang dikirim

T = Paket yang diterima

Standar QoS di Indonesia

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 52 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi menyatakan bahwa penyelenggara jasa telekomunikasi diwajibkan untuk menjamin kualitas layanan yang baik [14]. Pasal 15 Ayat 1 menjelaskan kualitas pelayanan yang baik adalah memenuhi standar pelayanan. Kemudian pada Pasal 73 Ayat 1 dan 2 menjelaskan persyaratan teknik alat dan perangkat

telekomunikasi yang belum memiliki standar nasional Indonesia dirumuskan berdasarkan adopsi standar internasional atau standar regional. Adopsi standar internasional atau regional merupakan standar yang telah direkomendasikan oleh organisasi internasional maupun regional di bidang telekomunikasi, seperti International Telecommunication Union (ITU) dan European Telecommunication Standard Institute (ETSI).

ETSI [15] menetapkan standar TIPHON TR 101 329 V2.1.1 untuk mengklasifikasi kualitas internet yang baik berdasarkan *jitter*, *packet loss*, dan *latency*. Tabel II.1 menjelaskan klasifikasi kualitas internet berdasarkan parameter-parameter yang telah disebutkan.

Tabel II.1 Standar TIPHON TR 101 329 V2.1.1

Kategori	Packet Loss	Jitter	Latency
Sangat bagus	0 %	0 ms	< 150 ms
Bagus	3 %	75 ms	< 250 ms
Sedang	15 %	125 ms	< 350 ms
Buruk	25 %	225 ms	< 450 ms

2.1.3 Mobile Broadband di Indonesia

Bold & Davidson [16] mendefinisikan *mobile broadband* sebagai akses cepat menuju internet dan layanan lain melalui jaringan mobile. Layanan 4G LTE di Indonesia terus meningkat sejak dikomersialkan tahun 2014. Layanan 4G LTE telah menjangkau 45.811 desa atau kelurahan, 4.088 kecamatan dan 311 kabupaten atau kota. Namun masih ada daerah yang belum terjangkau karena mahalnya *backbone* dan transmisi. Di Indonesia akses 4G LTE menggunakan pita 1.800 MHz selebar 5 MHz sehingga pelanggan bisa menggunakan layanan berkecepatan 80 – 100 Mb/s [17].

Faktor yang Mempengaruhi Mobile Broadband

LTE menggunakan pita frekuensi 2,6 GHz untuk memastikan penggunaan bandwidth yang diperlukan demi kecepatan transmisi data yang lebih tinggi. LTE juga menggunakan pita frekuensi dibawah 1 GHz seperti 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz dan 900 MHz [18]. Korowajczuk [9] dan Chevallier [19] menyebutkan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas sinyal mobile broadband seperti

- Kendaraan
Sinyal akan mengalami pelemahan ketika menembus mobil atau kendaraan. Pelemahan sinyal oleh mobil didefinisikan dengan nilai antara 3 dB sampai 6 dB.
- Tubuh Manusia
Nilai pelemahan akibat tubuh manusia dapat dipertimbangkan sejumlah 3 dB.
- Material Bangunan
Material bangunan dapat melemahkan sinyal tergantung dengan jenis materialnya. Pelemahan sinyal juga bervariasi untuk setiap frekuensi sinyalnya. Tabel II.2 menjelaskan jenis-jenis material yang dapat melemahkan sinyal beserta nilainya di frekuensi 1 GHz dan 2 GHz.

Tabel II.2 Pengaruh Jenis Material Terhadap Sinyal

Jenis Material	1 GHz	2 GHz
Kaca	10 dB	12 dB
Kayu	12 dB	15 dB
Baja	15 dB	18 dB
Batu Bata	18 dB	20 dB
Beton	20 dB	22 dB

2.1.4 SmokePing

Oetiker [20] menyatakan SmokePing adalah aplikasi pemantau jaringan yang dibuat oleh Tobi Oetiker menggunakan bahasa pemrograman Perl. SmokePing melakukan pengukuran, penyimpanan, dan menampilkan *latency*, distribusi *latency* serta *packet loss*. Fping pada SmokePing akan mengirim ping ke target (standarnya 20 ping per 5 menit). Rawlog pada SmokePing akan menyimpan hasil pengukurannya ke dalam *comma-separated values* (csv).

2.1.5 Iperf

Iperf merupakan aplikasi untuk pengukuran *bandwidth* yang digunakan mengukur *bandwidth* yang dapat dicapai secara *end-to-end*. Iperf memperkirakan kumulatif *bandwidth* (total data yang dikirim dari pengirim ke penerima berbanding total waktu pengiriman) sampai ke jumlah *bandwidth* yang dapat dicapai secara *end-to-end* [21]. Dugan [22] menjelaskan arus data Iperf terdiri atas Client sebagai pengirim dan Server sebagai penerima. Iperf yang digunakan pada penelitian ini adalah Iperf3.

2.1.6 OpenSignal

OpenSignal adalah sebuah aplikasi berbasis android dan iOS untuk mengetahui kualitas jaringan seluler secara akurat. Aplikasi ini memiliki fitur untuk melihat daerah cakupan jaringan seluler dari beberapa ISP yang ada di dunia. Daerah cakupan pada aplikasi ini didefinisikan dengan skala dari *Good Coverage* hingga *Bad Coverage* [23].

2.1.7 Raspberry Pi

Halfacree [24] mendefinisikan Raspberry Pi sebagai komputer *single-board* yang artinya memiliki fungsi seperti komputer tetapi dirancang dalam satu papan sirkuit untuk membuat berbagai proyek. Raspberry Pi yang digunakan untuk penelitian ini adalah Raspberry Pi 3 model B. Raspberry Pi 3 model B memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Prosesor: Quad Core 1,2Ghz Broadcom BCM2837 64-bit
- RAM: 1 GB
- Konektivitas: BCM43438 Wireless LAN dan Bluetooth Low Energy (BLE)
- Port: 4 x USB 2.0, 100 Base Ethernet port, HDMI port, Micro USB (sumber daya 2.5 A), Micro SD port, CSI Camera port, DSI display port, 4 Pole stereo output dan composite video port
- Pin: 40-pin GPIO

2.2 Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian serupa yang dijadikan referensi dalam pembuatan penelitian ini. Penelitian tersebut terkait dengan metode, teknologi serta parameter yang menjadi acuan untuk mengukur kualitas internet mobile broadband. Penelitian pertama membahas tentang pengukuran kualitas internet mobile broadband menggunakan teknologi NNE berbasis linux. Metode yang dilakukan adalah menyebar NNE ke 443 titik di kota-kota Norwegia. Lokasi pengukuran ditentukan dengan voting secara daring. Pengujian sistem dilakukan terhadap 5 operator *mobile broadband* yang berbeda. Parameter yang diuji adalah RRC, kecepatan *download*, dan status koneksi tiap operator. Status alat dan hasil pengukuran akan divisualisasikan pada *website* yang terhubung dengan Nornet Project [5].

Penelitian kedua mengukur kualitas internet *mobile broadband* menggunakan perangkat *mobile*. Aplikasi yang digunakan adalah nPerf dan 4G Mark. ISP yang diuji adalah Telkomsel, INDOSAT dan 3 yang memiliki standar akses sama yaitu 3.5G keatas. Parameter yang diukur adalah kecepatan *download*, kecepatan *upload*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan ketersediaan koneksi. Pengujian dilakukan pada 5 sesi yaitu pukul 06.00-11.00, 11.00-15.00, 15.00-18.00, 18.00-22.00, dan 22.00-24.00 [6].

Pada penelitian ketiga pengukuran kualitas koneksi dapat memanfaatkan Raspberry Pi dan SmokePing sebagai alat ukur. Pengujian dilakukan untuk mengukur *latency* dan *packet loss* pada jaringan *wireless mesh node*. Sistem operasi yang digunakan pada Raspberry Pi adalah Debian ARM [7].

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengukuran kualitas *mobile broadband* dapat dilakukan dengan teknologi seperti Raspberry Pi serta parameter yang telah dijabarkan.

III. METODOLOGI

Penelitian ini mengadaptasi metode [5] dan [7]. Parameter yang diukur adalah *latency*, *jitter*, *throughput*, *packet loss*, dan ketersediaan jaringan. Secara lebih spesifik penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut

3.1 Perencanaan

Tahapan ini dilakukan dengan menentukan lokasi pengukuran berdasarkan jangkauan sinyal dari 5 operator dari aplikasi OpenSignal. Lokasi dipilih berdasarkan 2 kategori, *Good Coverage* dan *Bad Coverage*. Pada tahap ini peneliti juga merencanakan metode serta waktu pengukuran. Waktu yang ditentukan adalah pukul 07:00-08:00, 13:00-14:00, 20:00-21:00. Peneliti ingin mengetahui kualitas internet *mobile broadband* pada waktu pagi, siang dan malam. Pengukuran dilakukan menggunakan 2 alat.

3.2 Desain Alat

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan Raspberry Pi dengan module 4G. Module 4G yang digunakan adalah SIM7000E yang dapat menggunakan frekuensi 1800 MHz. Module ini mendukung jaringan LTE dengan kecepatan transfer hingga 375 kbps (*uplink*) dan 300 kbps (*downlink*) dan mendukung pita frekuensi LTE yang digunakan di Indonesia.

Selain itu pada tahap ini akan melakukan instalasi sistem operasi Raspbian Buster ke Raspberry Pi. Selanjutnya akan dilakukan instalasi SmokePing dan Iperf3 pada Raspberry Pi. Konfigurasi SmokePing dan Iperf3 juga dilakukan pada tahap ini. Target yang diukur adalah *Virtual Private Server* Universitas Islam Indonesia (VPS UII) dengan alamat IP 103.220.113.70. Pada SmokePing konfigurasi yang dilakukan adalah mengatur target pengiriman ping, mengaktifkan fitur rawlog untuk menyimpan hasil pengukuran ke *database csv*, mengatur SmokePing mengirim 20 ping per 5 menit (300 detik) dan menggunakan fitur FPing untuk melakukan ping. Berikut konfigurasinya.

Gambar III.1 Konfigurasi target dan rawlog

```
*** Targets ***
probe = FPing

menu = Top
title = Network Latency Grapher
remark = Welcome to the SmokePing website of
xxx Company. \
        Here you will learn all about the
latency of our network.

+ Local

menu = Local
title = Local Network
#parents = owner://Test/James location:/

++ LocalMachine

menu = Local Machine
title = This host
host = localhost
#alerts = someloss

++ UIIServer

menu = UII Server Machine
title = UII Server Machine
host = 103.220.113.70
rawlog=%Y-%m-%d
```

Gambar III.2 Konfigurasi FPing

```
*** Probes ***

+ FPing

binary = /usr/bin/fping
```

Gambar III.3 Konfigurasi metode pengiriman ping

```
*** Database ***

step = 300
pings = 20
```

Kemudian untuk Iperf3 konfigurasi yang dilakukan ada 2 sisi yaitu sisi *server* dan sisi *client*. Server yang digunakan adalah VPS UII. Konfigurasi server yang dilakukan adalah mengaktifkan *server* sebagai Iperf3 *server* dan menjalankan *service* Iperf3 *server* sebagai daemon atau *background service*. *Port* yang digunakan untuk pengukuran adalah 5001 dan 5002.

Gambar III.4 Konfigurasi iperf3 server

```
iperf3 -s -p 5001 -D & iperf3 -s -p 5002 -D
```

Di sisi lain, konfigurasi *client* yang dilakukan adalah membuat shell *script* bernama *Automeasure.sh* untuk menjalankan pengukuran iperf3 seperti pada Gambar III.5. Penelitian ini menggunakan python *script* dari Kirt Gersen [25] untuk mengubah *output* json ke bentuk csv. Konfigurasi di sisi *client* dilakukan pada alat. Masing-masing alat akan mengukur *throughput* dari lokasi ke VPS UII melalui port yang berbeda. Peneliti melakukan *otomasi* menggunakan *crontab* untuk mengukur setiap 5 menit seperti pada Gambar III.6.

Gambar III.5 Automeasure.sh

```
/usr/bin/iperf3 -c 103.220.113.70 -J |  
python -u ~/iperf3protect/iperf3tocsv.py
```

Gambar III.6 Konfigurasi crontab

```
* /5 * * * * ~/iperf_client.py  
* /5 * * * * ~/iperf_client.py  
* /5 * * * * /bin/sh /home/pi/automeasure.sh
```

3.3 Implementasi dan Pengujian

Berdasarkan tahapan sebelumnya, peneliti melakukan pengembangan alat untuk mengukur kualitas internet. Kemudian alat yang dihasilkan akan diuji. Pengujian dilakukan dengan mengukur koneksi internet *mobile broadband* melalui alat di setiap wilayah yang telah direncanakan satu per satu. Parameter yang diukur adalah *packet loss*, *jitter*, *throughput*, *latency* dan ketersediaan jaringan. *Packet loss*, *jitter*, dan *latency* diperoleh dari SmokePing sedangkan *throughput* diperoleh dari Iperf3. Pengukuran 5 operator jaringan *mobile broadband* juga dilakukan satu per satu. Setelah satu operator selesai diuji maka akan dilakukan pengujian operator lain. Setelah kelima operator selesai diuji, peneliti berpindah wilayah selanjutnya untuk melakukan pengukuran kembali.

3.4 Analisis Hasil dan Pengamatan

Setelah pengukuran selesai dilakukan, peneliti menganalisis hasilnya. Hasil pengukuran tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kualitas internet kelima *mobile broadband*. Hasil pengukuran akan digunakan untuk memvalidasi informasi kualitas internet dari ISP apakah sesuai dengan realita dan standar atau tidak. Data hasil pengukuran ini juga akan dimanfaatkan oleh sisi *front-end* untuk divisualisasikan. Selanjutnya peneliti akan mengamati kondisi lokasi pengukuran untuk mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi kualitas *mobile broadband* berdasarkan [9], [19].

3.5 Pembuatan Laporan

Pada tahap terakhir ini, peneliti menyusun laporan dan menarik kesimpulan berdasarkan rumusan masalah penelitian. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran jelas mengenai kondisi kualitas internet *mobile broadband* yang ada di lapangan dan kesesuaian dengan standar. Penelitian ini juga

bertujuan mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi kualitas *mobile broadband* saat pengukuran.

IV. PEMAPARAN HASIL

Pengujian yang dipaparkan pada makalah ini merupakan hasil pengukuran ISP Smartfren yang dilakukan di Pogung Lor, Yogyakarta pada 7 November 2019 pukul 01:15 - 02:05 PM WIB. Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi iklan Smartfren seperti pada Gambar IV.1.

Pada pengukuran *throughput*, ISP yang digunakan adalah XL dan dilakukan pada 11 November 2019 pukul 10:35 - 10:45 AM WIB di Kricak Kidul, Yogyakarta. Hal ini dikarenakan pada saat 7 November peneliti belum bisa mengukur *bandwidth* dan menyimpannya ke dalam csv.

Data-data yang dipaparkan masih berupa data hasil percobaan menggunakan virtualisasi Raspberry Pi dan *tehtering* dari ponsel pintar dikarenakan alat masih dalam proses perancangan. Berikut penjabaran pengukuran *packet loss*, *latency*, *jitter*, *throughput*, dan ketersediaan jaringan.

Gambar IV.1 Iklan Smartfren



4.1 Packet Loss

Pengukuran *packet loss* berguna untuk mengetahui tingkat kehandalan ISP dalam transmisi data. Berikut contoh data hasil pengukuran SmokePing.

Tabel IV.1 Hasil Pengukuran Packet Loss

Waktu	Packet Loss
1:15 PM	0
1:20 PM	0
1:25 PM	1
1:30 PM	0
1:35 PM	0
1:40 PM	2
1:45 PM	0
1:50 PM	0
1:55 PM	0
2:00 PM	0
2:05 PM	0

Berdasarkan rumus yang telah diketahui, persentase *packet loss* yang diperoleh adalah 1,36 % dengan rincian pada Diagram IV.1. Menurut standar ETSI kualitas internet jika di tinjau dari *packet loss* adalah Sangat Bagus. Namun koneksi ISP tidak 100% handal dalam melakukan transmisi data dikarenakan ada *packet* yang hilang saat transmisi.

Diagram IV.1 Persentase *packet loss*

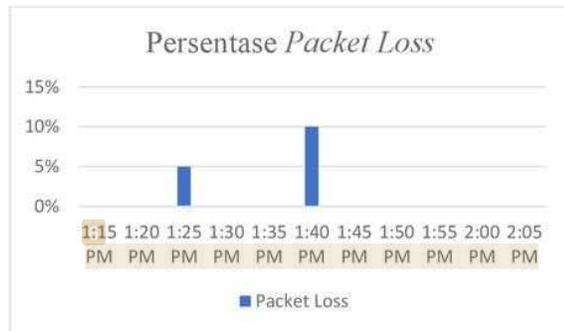
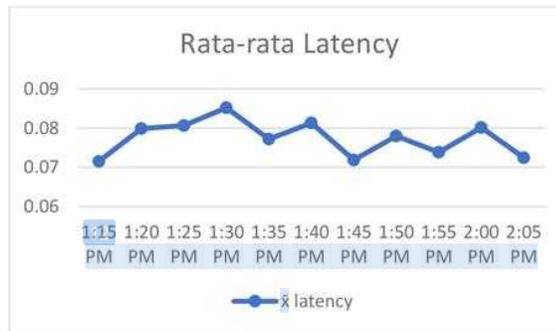


Diagram IV.2 Rata-rata latency



4.2 Latency

SmokePing melakukan 20 ping per 5 menit dan mendapatkan 20 *latency*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kualitas kecepatan transmisi data. Data yang ditampilkan pada Tabel IV.2 merupakan *sample* dari 5 ping pertama. Diagram IV.2 menunjukkan perhitungan rata-rata *latency* dari *sample* 5 ping yang ada. Berdasarkan Diagram IV.2, ISP telah memenuhi standar dengan kateori Sangat Bagus ditinjau dari *latency*. Namun, ISP tidak memberikan hasil yang maksimal dikarenakan ada transmisi yang *unreachable*. Dalam kasus nyata hal ini akan menyebabkan *packet loss* dan kegagalan transmisi.

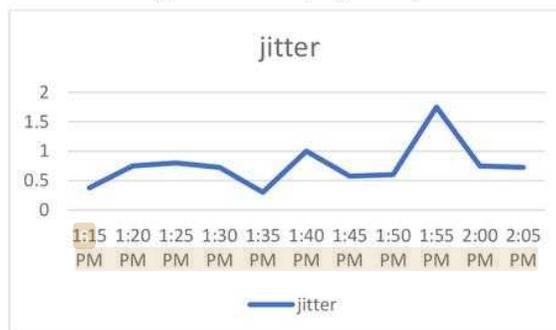
Tabel IV.2 Hasil Pengukuran Latency dalam Detik

Waktu	Ping 1	Ping 2	Ping 3	Ping 4	Ping 5
1:15 PM	0.0711	0.0712	0.0712	0.0717	0.0726
1:20 PM	0.0786	0.0789	0.0799	0.0806	0.0816
1:25 PM	0.0792	0.0796	0.0801	0.0821	0.0824
1:30 PM	0.0836	0.0848	0.0852	0.086	0.0865
1:35 PM	0.0767	0.077	0.0772	0.0773	0.0779
1:40 PM	U	0.0794	0.0814	0.0822	0.0824
1:45 PM	0.0706	0.0713	0.0719	0.0728	0.0729
1:50 PM	0.0766	0.0773	0.0784	0.0787	0.079
1:55 PM	0.0687	0.0745	0.0749	0.0755	0.0757
2:00 PM	0.0789	0.0791	0.0801	0.0809	0.0819
2:05 PM	0.0702	0.073	0.073	0.0731	0.0731

4.3 Jitter

Berdasarkan Tabel IV.2 *jitter* yang diperoleh ditampilkan pada Diagram IV.3. Berdasarkan standar ETSI kualitas koneksi ISP telah masuk kategori Sangat Bagus ditinjau dari *jitter*. Pengukuran *jitter* dilakukan untuk mengetahui kualitas koneksi ISP ketika digunakan untuk transmisi audio maupun video.

Diagram IV.3 Hasil pengukuran jitter



4.4 Throughput

Pengujian *throughput* menghasilkan data seperti pada Tabel IV.3. Terjadi perbedaan antara *throughput* yang diiklankan dan hasil pengukuran. *Throughput* maksimal yang dapat dicapai XL pada frekuensi 1800 MHz adalah 70 Mb/s atau lebih [26]. Sedangkan pada realitanya pengguna hanya bisa menggunakan kurang dari 4 Mb/s.

Tabel IV.3 Hasil pengukuran throughput

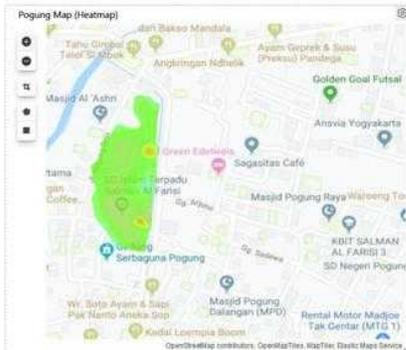
Waktu	Duration (detik)	Received Data (Mb)	Throughput (Mb/s)
10:35 AM	10	35,76	3,576
10:40 AM	10	34,20	3,420
10:45 AM	10	38,28	3,828

4.5 Ketersediaan Jaringan

Ketersediaan jaringan diperoleh dengan menyimpulkan hasil dari parameter-parameter lain. *Packet loss*, *jitter*, dan *latency* di Pogung Lor mengindikasikan bahwa ISP Smartfren memiliki kualitas koneksi baik. Ketersediaan jaringan ISP

Smartfren di Pogung Lor adalah Tersedia di jam 1:15 PM – 2:05 PM WIB. Ketersediaan jaringan akan dimanfaatkan sisi *front-end* untuk divisualisasikan kedalam peta seperti pada Gambar IV.2.

Gambar IV.2 Peta Ketersediaan Jaringan oleh Front-End



4.6 Faktor Pengaruh Kualitas Mobile Broadband

Peneliti juga mengamati kondisi lokasi pengukuran. Berdasarkan hasil pengamatan, mayoritas gedung di Pogung Lor dan Kriac Kidul bermaterial beton. Material beton mempengaruhi penurunan kualitas sinyal *mobile broadband*. Pada pukul 1:35 PM – 2:05 PM kondisi di Pogung Lor terdapat beberapa kendaraan yang melintas termasuk mobil. Mobil juga mempengaruhi penurunan kualitas sinyal *mobile broadband*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan hasil yang didapatkan, peneliti menyimpulkan bahwa iklan ISP tidak sepenuhnya akurat. Gambar IV.1 menyatakan bahwa Smartfren memiliki jaringan yang stabil. Namun hasil pengukuran yang diperoleh mengindikasikan kualitas koneksi Smartfren tidak stabil karena adanya *latency* yang *unreachable*, *packet loss* dan *jitter* yang tidak stabil. *Latency* yang *unreachable* menyebabkan transmisi terputus atau tidak bisa sampai ke penerima. Transmisi yang terputus akan menyebabkan *packet* yang dikirim tidak sempurna sampai ke penerima. *Jitter* yang tidak stabil akan mempengaruhi *streaming* audio atau video menjadi terputus-putus. Pengukuran *throughput* yang mengindikasikan klaim XL berbeda dengan hasil yang didapatkan. Pengguna tidak bisa mendapatkan *throughput* maksimal pada saat transmisi. Pengamatan lokasi pengukuran yang telah dilakukan menyatakan penurunan kualitas sinyal ISP disebabkan oleh banyaknya bangunan beton dan kendaraan yang melintas.

REFERENCES

- [1] A. Abdelkefi, Y. Jiang, B. Emi Helvik, G. Biczók, and A. Calu, "Assessing the service quality of an Internet path through end-to-end measurement," *Comput. Networks*, vol. 70, pp. 30–44, 2014.
- [2] A. Sujatno, "Bedah Pengaduan Konsumen 2015," 2015. [Online]. Available: <https://ylki.or.id/2016/01/bedah-pengaduan-konsumen-2015/>. [Accessed: 22-Jun-2019].
- [3] I. Sari Sudardjat, "Seberapa Cepat Koneksi Internet Anda?," 2012. [Online]. Available: <https://ylki.or.id/?s=Seberapa+Cepat+Koneksi+Interne+t+Anda%3F>. [Accessed: 22-Jun-2019].
- [4] E. Ruth, "Deskripsi Kualitas Layanan Jasa Akses Internet di Indonesia dari Sudut Pandang Penyelenggara," *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 11, no. 2, pp. 137–146, 2013.
- [5] A. Kvalbein, D. Baltrunas, K. Evensen, J. Xiang, A. Elmokashfi, and S. Ferlin-Oliveira, "The Nornet Edge platform for mobile broadband measurements," *Comput. Networks*, vol. 61, pp. 88–101, 2014.
- [6] E. Budiman, D. Moeis, and R. Soekarta, "Broadband Quality of Service Experience Measuring Mobile Networks from Consumer Perceived," in *Theory and Application of IT for Education, Industry and Society in Big Data Era*, 2017, pp. 423–428.
- [7] M. Luthfi Febriadi, A. Fatchur Rochim, and E. Didik Widiyanto, "Perencanaan dan Implementasi Wireless Mesh Node pada Raspberry Pi," *J. Teknol. Inf. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 145–154, 2013.
- [8] D. E. Comer, *Computer Networks and Internets*, Fifth. New Jersey: Pearson, 2008.
- [9] L. Korowajczuk, *LTE, WiMAX and WLAN Network Design, Optimization and Performance Analysis*. West Sussex: Wiley, 2011.
- [10] S. Ariyani, "Evaluasi Kualitas Layanan (QoS) Jaringan Data Seluler Pada Teknologi 4G LTE," *J. Penelit. IPTEKS*, pp. 26–42, 2016.
- [11] Y. Kurnia Ningsih, T. Susila, and R. Febrian Ismet, "Analisis Quality of Service Pada Simulasi Jaringan Multiprotocol Label Switching Virtual Private Network (MPLS VPN)," *JETri*, vol. 3, no. 2, pp. 33–48, 2004.
- [12] B. A. Forouzan, *Data Communicating and Networking*, Fifth. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [13] Yanto, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [14] Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.52 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi*. Jakarta: Sekretariat Negara, 2000.
- [15] ETSI, "Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON): General aspects of Quality of Service (QoS)," 1999.
- [16] W. Bold and W. Davidson, "Mobile Broadband: Redefining Internet Access and Empowering Individuals," 2012.
- [17] Kementerian Kominfo, "Pembangunan 4G Agresif, Jangkau 45.811 Desa/Kelurahan di Indonesia," *SIARAN PERS No.74/HMKOMINFO/03/2018*, 2018.

- [Online]. Available:
https://kominfo.go.id/content/detail/12761/siaran-pers-no74hmkominfo032018-tentang-pembangunan-4g-agresif-jangkau-45811-desakelurahan-di-indonesia/0/siaran_pers. [Accessed: 03-Nov-2019].
- [18] B. Bing, *Broadband Wireless Multimedia Networks*, 1st ed. New Jersey: John Willey & Sons, 2013.
- [19] C. Chevallier, "RF Planning and Optimization," in *WCDMA UMTS Deployment Handbook*, C. Chevallier, C. Brunner, A. Garavaglia, K. P. Murray, and K. R. Baker, Eds. California: John Willey & Sons, 2006, pp. 21–72.
- [20] T. Oetiker, "Smokeping," 2018. [Online]. Available: <https://oss.oetiker.ch/smokeping/>. [Accessed: 28-Oct-2019].
- [21] A. Tirumala, L. Cottrell, and T. Dunigan, "Measuring End-to-End Bandwidth with Iperf Using Web100," *Passiv. Act. Monit. (PAM 2003)*, 2003.
- [22] J. Dugan, "Iperf tutorial," *Columbus: Summer JointTechs*, pp. 1–4, 2010.
- [23] OpenSignal, "OpenSignal," 2019. [Online]. Available: <https://www.opensignal.com/apps#section-os-app>. [Accessed: 18-Nov-2019].
- [24] G. Halfacree, *The Official Raspberry Pi Beginner's Guide How to use your new computer*. Cambridge: Raspberri Pi Press, 2018.
- [25] K. Gersen, "iperf3protect." 2017.
- [26] O. Yusuf, "Berapa Kecepatan 4G LTE 1.800 MHz XL?," *Kompas*, 2015. [Online]. Available: <https://tekno.kompas.com/read/2015/07/08/10411657/Berapa.Kecepatan.4G.LTE.1.800.MHz.XL>. [Accessed: 20-Nov-2019].

Internet Quality Measurement of Mobile Broadband Access

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	media.neliti.com Internet Source	3%
2	kominfo.go.id Internet Source	1%
3	www.baliwireless.com Internet Source	1%
4	Submitted to South Dakota Board of Regents Student Paper	1%
5	ylki.or.id Internet Source	1%
6	www.tabondant.com Internet Source	1%
7	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	1%
8	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	1%
9	Submitted to University of Aberdeen Student Paper	1%

10

Submitted to University of Glamorgan

Student Paper

<1%

11

Elly Mufida, Dedi Irawan, Giatika Chrisnawati.
"Remote Site Mikrotik VPN Dengan Point To
Point Tunneling Protocol (PPTP) Studi Kasus
pada Yayasan Teratai Global Jakarta", Jurnal
Matrik, 2017

Publication

<1%

12

archive.org

Internet Source

<1%

13

Submitted to Udayana University

Student Paper

<1%

14

docplayer.info

Internet Source

<1%

15

www.qsl.net

Internet Source

<1%

16

www.guruswapaz.com.ng

Internet Source

<1%

17

www.doccity.com

Internet Source

<1%

18

Submitted to UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Student Paper

<1%

19

www.rakyatmerdekaonline.com

Internet Source

<1%

20	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1%
21	doaj.org Internet Source	<1%
22	Submitted to Queensland University of Technology Student Paper	<1%
23	www.sps.itb.ac.id Internet Source	<1%
24	id.123dok.com Internet Source	<1%
25	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1%
26	Submitted to Oxford Brookes University Student Paper	<1%
27	repository.upi.edu Internet Source	<1%
28	Submitted to Liverpool Hope Student Paper	<1%
29	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1%
30	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Student Paper	<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On