

# Internet Quality Measurement of Mobile Broadband Access

Febrian Triwibisono  
Program Studi Informatika  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Indonesia  
16523144@students.uii.ac.id

Mukhammad Andri Setiawan  
Program Studi Informatika  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Indonesia  
andri@uui.ac.id

**Abstrak**—Internet merupakan layanan jaringan yang tidak handal. Ketidakhandalan internet menimbulkan ketidakpuasan pengguna terhadap kualitas jaringan termasuk pengguna akses internet *mobile broadband*. Data pada Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) dan penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa ketidakpuasan pengguna akses *mobile broadband* didasari oleh informasi mengenai kualitas koneksi yang tidak akurat dari *Internet Service Provider (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 *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, *Quality of Service (QoS) Malaysia*, *QoS Singapura* dan *International Telecommunication Union (ITU)*. Dalam mengatasi adanya perbedaan kualitas koneksi antara ISP dan realitanya, peneliti membuat sebuah alat menggunakan Raspberry Pi, *module SIM7600E-H 4G HAT*, aplikasi IPerf dan aplikasi SmokePing untuk melakukan pengukuran kualitas akses 4 ISP di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan gambaran mengenai kualitas akses ISP berdasarkan pengukuran lapangan dan memvalidasi kualitas akses yang disediakan ISP. Penelitian ini akan menghasilkan data yang dapat diolah oleh sisi *front-end* untuk divisualisasikan.

**Kata Kunci**—*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 QoS. Pengiriman data berbasis *best-effort* internet dipengaruhi oleh *Internet Protocol (IP)* yang bekerja pada *Network layer*. *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

YLKI pada tahun 2015 menyebutkan bahwa dari 83 kasus terdapat 11 kasus (13%) mengenai masalah jaringan yang diadukan. Ketidakpuasan terhadap layanan dari *costumer service* juga diadukan 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 ISP tidak jelas. Iklan ISP juga dinilai sering menyesatkan konsumen [4]. Selain itu beberapa masalah teknis pun kerap dihadapi oleh konsumen.

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 TIPHON, standar QoS internet Malaysia, standar QoS Singapura dan standar ITU. Beberapa operator telah memberikan kualitas yang baik, namun ada juga yang kualitasnya masih jauh di bawah standar. Dalam mengatasi hal tersebut peneliti melakukan pembuktian dengan mengukur kualitas koneksi internet *mobile broadband* serta memvalidasi 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 Nornet 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 *Nornet 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].

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, peneliti akan melakukan pengukuran kualitas koneksi internet *mobile broadband* pada 4 ISP di Indonesia yaitu, Telkomsel, XL, Smartfren, dan 3. Penelitian dilakukan di wilayah Yogyakarta. Peneliti akan membuat sebuah alat menggunakan Raspberry Pi, *module* SIM7600E-H 4G HAT, aplikasi IPerf dan aplikasi SmokePing untuk melakukan pengukuran kualitas jaringan *mobile broadband* yang mengadaptasi metode-metode penelitian sebelumnya. Hasil dari pengukuran akan disimpan dalam *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 Researched 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 [9] 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 tertentu [10].

### Parameter QoS

Ruth [4] dan E. Comer [8] menjelaskan 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*

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

- *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 [11] 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[12]. 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.

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

- *Jitter*

*Jitter* diukur berdasarkan variasi dari *latency* dan lebih berpengaruh pada kualitas audio dan video. 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

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

- *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*

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

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 ITU dan *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI).

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

Tabel I. 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 *Long-Term Evolution* (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].

### 2.1.4 SmokePing

Oetiker [18] 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* [19]. Dugan [20] menjelaskan arus data Iperf terdiri atas *Client* sebagai pengirim dan *Server* sebagai penerima. Iperf yang digunakan pada penelitian ini adalah Iperf3 versi *Command-Line Interface*.

### 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* [21].

### 2.1.7 Raspberry Pi

Halfacree [22] 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
- *Random Access Memory*: 1 GB
- Konektivitas: BCM43438 *Wireless Local Area Network* dan *Bluetooth Low Energy*
- *Port*: 4 x *Universal Serial Bus* (USB) 2.0, 100 Base *Ethernet port*, *High-Definition Multimedia Interface port*, *Micro USB* (sumber daya 2,5 A), *Micro Secure Digital port*, *Camera Serial Interface port*, *Display Serial Interface port*, 4 *poles stereo output* dan *composite video port*
- Pin: 40 pin *General-Purpose Input/Output*

### 2.1.8 SIM7600E-H 4G HAT

SIM7600E-H 4G HAT merupakan *module* komunikasi 4G/3G/2G dan *Global Navigation Satellite System* yang dapat mendukung jaringan LTE hingga 150 Mb/s. *Module* ini dapat dihubungkan dengan Raspberry Pi untuk menggunakan fitur koneksi 4G yang cepat, komunikasi tanpa kabel, panggilan telepon, mengirim *Short Message Service*, dan menentukan posisi saat ini [23].

## 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. NNE merupakan komputer *single-board* yang dibangun pada penelitian ini dan dapat menggunakan USB *modem* untuk 5 operator yang berbeda. Metode yang dilakukan adalah menyebar NNE ke 443 titik di kota-kota Norwegia. Lokasi pengukuran ditentukan dengan pemungutan suara 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 *smartphone* android. Aplikasi yang digunakan adalah nPerf dan 4G Mark pada android. ISP yang diuji adalah Telkomsel, Indosat dan 3 yang memiliki standar akses sama yaitu 3.5G ke atas. 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]. Peneliti menggunakan *module* SIM7600E-H 4G HAT sebagai pengganti *modem* untuk mendapatkan posisi alat saat melakukan pengukuran. 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

Berbeda dengan [5], [6] peneliti menentukan lokasi pengukuran berdasarkan jangkauan sinyal dari 4 operator melalui aplikasi OpenSignal. Lokasi dipilih berdasarkan 2 kategori, *Good Coverage* dan *Bad Coverage* serta berdasarkan tingkat kepadatan penduduknya. 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. [24] menyatakan bahwa perbedaan kualitas koneksi 4G yang signifikan terjadi pada pukul 07:00-08:00 saat pagi, dan pukul 20:00-21:00 saat malam. Sementara pada pukul 12:00-15:00 siang tidak ada perbedaan kualitas koneksi 4G yang signifikan. Peneliti ingin mengetahui kualitas internet *mobile broadband* pada waktu pagi, siang dan malam. Peneliti menggunakan 2 alat untuk melakukan pengukuran.

#### 3.2 Desain Alat

Pada tahap ini peneliti merancang Raspberry Pi dengan *module* 4G. *Module* 4G yang digunakan adalah SIM7600E-H yang dapat menggunakan frekuensi 1800 MHz. *Module* ini mendukung jaringan LTE dengan kecepatan transfer hingga  $\leq 50$  Mb/s (*uplink*) dan  $\leq 150$  Mb/s (*downlink*) dan mendukung pita frekuensi LTE yang digunakan di Indonesia. Gambar 1 dan Gambar 2 merupakan hasil rancangan alat yang akan digunakan. Selain itu pada tahap ini akan melakukan instalasi sistem operasi Raspbian Buster ke Raspberry Pi yang merupakan versi terbaru dari Raspbian pada saat ini. 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 1. Rancangan Alat Tampak Atas



Gambar 2. Rancangan Alat Tampak Samping



Gambar 3. Konfigurasi target dan rawlog

```

** Targets **

probe = FPing

menu = Top
title = Network Latency Grapher
remark = Internet Quality
Measurement JKK01

+ Internet

menu = Internet
title = Internet Measurement

++ probe1

menu = UII Server 1
title = UII Server Machine 1
host = 103.220.113.70
rawlog = %Y-%m-%d
    
```

Gambar 4. Konfigurasi FPing

```

*** Probes ***

+ FPing

binary = /usr/bin/fping
    
```

Gambar 5. 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 5010, 5011, dan 5012.

Gambar 6. Konfigurasi iperf3 server

```

iperf3 -s -p 5010 -D
iperf3 -s -p 5011 -D
iperf3 -s -p 5012 -D
    
```

Di sisi lain, konfigurasi *client* yang dilakukan adalah membuat *shell script* bernama *Automeasure.sh* untuk menjalankan pengukuran iperf3 seperti pada Gambar 7. 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 automasi menggunakan *crontab* untuk mengukur setiap 5 menit seperti pada Gambar 8.

Gambar 7. Automeasure.sh

```

#date
/usr/bin/iperf3 -c 103.220.113.70 -p 5011 -
J | python -u
~/iperf3protect/iperf3tocsv.py
    
```

Gambar 8. Konfigurasi crontab

```

*/5 * * * * /bin/sh
/home/pi/automeasure.sh
    
```

*Module* SIM7600E-H membutuhkan konfigurasi agar dapat terhubung ke internet. Konfigurasi yang dilakukan adalah mengatur *Access Point Name* operator, mengaktifkan *cellular radio* pada *module* dan mengatur alamat IP. Peneliti membuat *shell script* *firstboot.sh* untuk menyimpan konfigurasi dan menjalankan konfigurasi tersebut saat pertama kali alat dihidupkan.

Gambar 9. firstboot.sh

```

sudo qmicli -d /dev/cdc-wdm0 --dms-set-
operating-mode='online'

sudo qmicli -d /dev/cdc-wdm0 -w
sudo ip link set wwan0 down
echo 'Y' | sudo tee
/sys/class/net/wwan0/qmi/raw_ip
sudo ip link set wwan0 up

sudo qmicli -p -d /dev/cdc-wdm0 --device-
open-net='net-raw-ip|net-no-qos-header' --
wds-start-network="apn='smartfren4g',
username='smartfren', password='smartfren',
ip-type=4" --client-no-release-cid

sudo udhcpc -i wwan0
    
```

### 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 memasang alat untuk mengukur koneksi internet *mobile broadband* di lokasi yang telah ditentukan. 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 4 ISP *mobile broadband* juga dilakukan satu per satu. Setelah satu operator selesai diuji maka akan dilakukan pengujian ISP lain. Setelah keempat ISP selesai diuji, peneliti berpindah lokasi 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 *mobile broadband*. Hasil pengukuran akan digunakan untuk memvalidasi 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.

### 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.

## IV. PEMAPARAN HASIL

Pengujian yang dipaparkan pada makalah ini merupakan skenario pengukuran ISP Smartfren, XL, Telkomsel, Indosat, dan 3 yang dilakukan di Lodadi, Desa Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta pada tanggal 2-5 November 2019. Hal ini memungkinkan pengguna akses *mobile broadband* cukup banyak. Dukuh Lodadi memiliki tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi dan termasuk kategori *Good Coverage* pada OpenSignal. Berikut penjabaran pengukuran *packet loss*, *latency*, *jitter*, *throughput*, dan ketersediaan jaringan.

### 4.1 Packet Loss

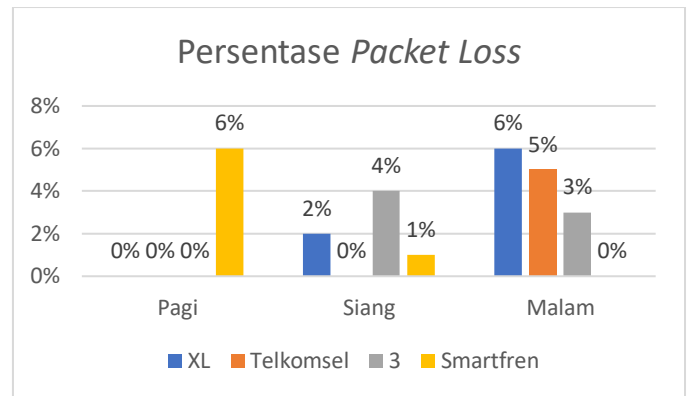
Pengukuran *packet loss* berguna untuk mengetahui tingkat kehandalan ISP dalam transmisi data. Berikut contoh data hasil pengukuran SmokePing.

Tabel IV.1 Hasil Pengukuran *Packet Loss*

ISP	Packet Loss		
	Pagi	Siang	Malam
XL	0%	2%	6%
Telkomsel	0%	0%	5%
3	0%	4%	3%
Smartfren	6%	1%	0%

Diagram IV.1 menjelaskan banyaknya jumlah *packet loss* tiap ISP berdasarkan waktu pengukuran. Menurut standar ETSI jika di tinjau dari *packet loss*, pada pagi hari kualitas koneksi semua ISP telah dinyatakan Sangat Bagus kecuali Smartfren yang dikategorikan Bagus saja. Pada siang hari, kualitas koneksi semua ISP selain Telkomsel dikategorikan Bagus, sedangkan Telkomsel dikategorikan Sangat Bagus. Pada malam hari, hanya Smartfren memiliki koneksi yang Sangat Bagus dengan *packet loss* 0%.

Diagram IV.1 Persentase *packet loss*



### 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 rata-rata dari *latency* tiap operator pada pagi, siang dan malam hari. Berdasarkan standar ETSI, kualitas koneksi XL, 3 dan Smartfren telah memenuhi standar dengan kategori Sangat Bagus ditinjau dari *latency* pada pagi hingga siang hari. Sedangkan Telkomsel memiliki *latency* tertinggi tiap waktunya dan dikategorikan Sedang.

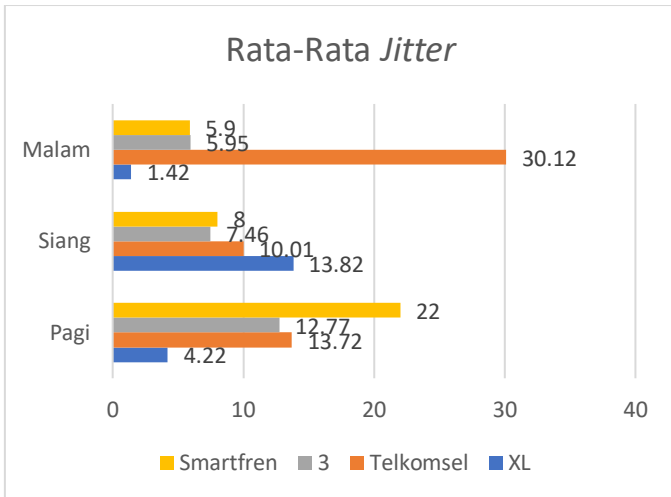
Tabel IV.2 Hasil Pengukuran rata-rata *latency*

ISP	Rata-Rata <i>Latency</i> (ms)		
	Pagi	Siang	Malam
XL	79,13	117,12	59,55
Telkomsel	372,90	314,06	359,53
3	95	59,30	73,98
Smartfren	88,25	68,72	63,11

### 4.3 Jitter

Rata-rata *jitter* ditampilkan pada Diagram IV.2. Berdasarkan standar ETSI kualitas koneksi semua ISP telah masuk kategori Sangat Bagus jika ditinjau dari *jitter*. Pengukuran *jitter* dilakukan untuk mengetahui kualitas koneksi ISP ketika digunakan untuk transmisi audio maupun video.

Diagram IV.2 Hasil pengukuran *jitter*



#### 4.4 Throughput

Pengujian *throughput* menghasilkan data rata-rata seperti pada Tabel IV.3. Diagram IV.3 dan Diagram IV.4 menggambarkan *throughput* maksimal dan minimal yang bisa dicapai dari tiap ISP. [17] menjelaskan bahwa akses 4G LTE di Indonesia dapat mencapai 80-100 Mb/s, namun pada saat pengukuran *throughput* paling tinggi hanya dicapai oleh 3 dengan nilai 21.15 Mb/s di Lodadi.

Tabel IV.3 Hasil pengukuran rata-rata *throughput*

ISP	Rata-Rata <i>Throughput</i> (Mb/s)		
	Pagi	Siang	Malam
XL	2,96	8,35	9,04
Telkomsel	4,07	3,74	2,77
3	12,21	10,90	4,55
Smartfren	3,71	11,16	7,11

Diagram IV.3 *Throughput* maksimal

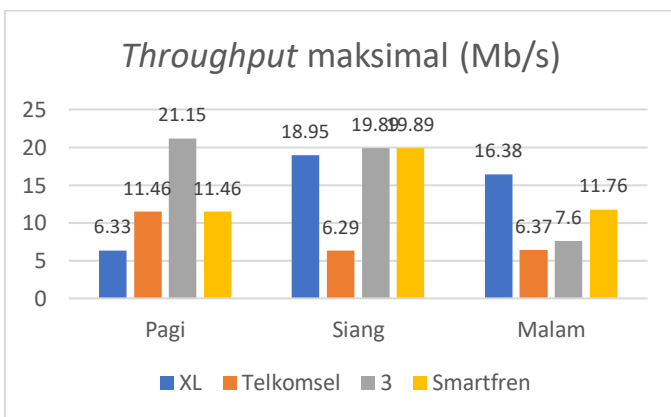
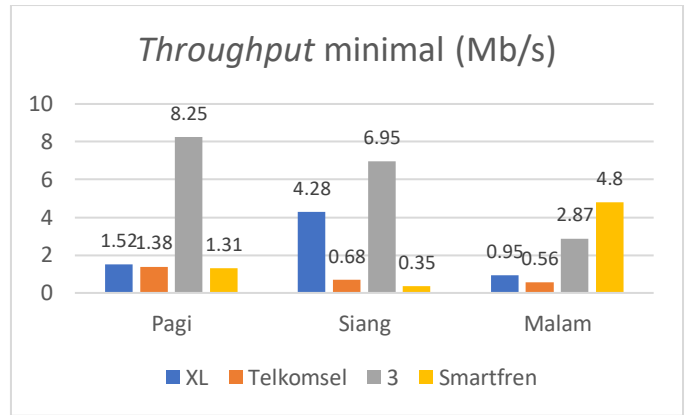


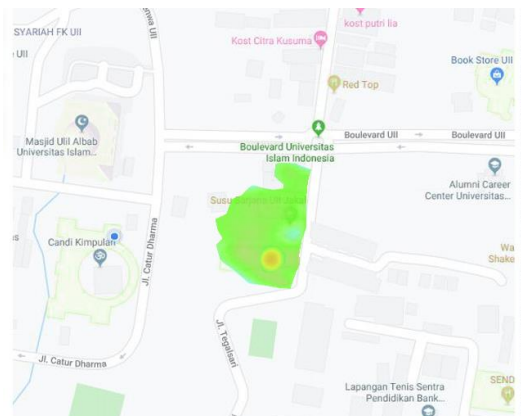
Diagram IV.4 *Throughput* minimal



#### 4.5 Ketersediaan Jaringan

Ketersediaan jaringan diperoleh dengan menyimpulkan hasil *packet loss* di Lodadi. *Packet loss* di Lodadi mengindikasikan bahwa keempat ISP memiliki koneksi. Koneksi internet tersedia di wilayah Lodadi walaupun terdapat *packet loss* yang menyebabkan transmisi dapat terputus sewaktu-waktu. Ketersediaan jaringan akan dimanfaatkan sisi *front-end* untuk divisualisasikan kedalam peta seperti pada Gambar 9.

Gambar 9. Peta Ketersediaan Jaringan oleh Front-End



## V. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan hasil yang didapatkan, peneliti menyimpulkan bahwa kualitas akses XL, Telkomsel, 3 dan Smartfren di wilayah Lodadi cukup baik. Keempat ISP telah memenuhi standar ETSI, namun masih terdapat *latency* yang tinggi, *packet loss* dan *jitter* yang tidak stabil. Telkomsel memiliki *latency* tinggi yang menyebabkan pengiriman *packet* dari pengirim ke penerima menjadi lebih lama. Keempat ISP masih memiliki *packet loss* yang menyebabkan adanya *packet* yang hilang di tengah transmisi dan transmisi menjadi tidak handal. Keempat ISP juga memiliki *jitter* yang tidak stabil. Hal ini memungkinkan adanya transmisi yang terputus-putus saat *streaming* audio maupun video. Sedangkan *throughput* pada keempat ISP belum dapat mencapai angka yang disebutkan pada [17]. *Throughput* dari keempat ISP di Lodadi masih berada dibawah 80 Mb/s.

## 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+Internet+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 Normet 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] S. Ariyani, "Evaluasi Kualitas Layanan (QoS) Jaringan Data Seluler Pada Teknologi 4G LTE," *J. Penelit. IPTEKS*, pp. 26–42, 2016.
- [10] 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.
- [11] B. A. Forouzan, *Data Communicating and Networking*, Fifth. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [12] L. Korowajczuk, *LTE, WiMAX and WLAN Network Design, Optimization and Performance Analysis*. West Sussex: Wiley, 2011.
- [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/HM/KOMINFO/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](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] T. Oetiker, "Smokeping," 2018. [Online]. Available: <https://oss.oetiker.ch/smokeping/>. [Accessed: 28-Oct-2019].
- [19] A. Tirumala, L. Cottrell, and T. Dunigan, "Measuring End-to-End Bandwith with Iperf Using Web100," *Passiv. Act. Monit. (PAM 2003)*, 2003.
- [20] J. Dugan, "Iperf tutorial," *Columbus: Summer JointTechs*, pp. 1–4, 2010.
- [21] OpenSignal, "OpenSignal," 2019. [Online]. Available: <https://www.opensignal.com/apps#section-os-app>. [Accessed: 18-Nov-2019].
- [22] G. Halfacree, *The Official Raspberry Pi Beginner's Guide How to use your new computer*. Cambridge: Raspberri Pi Press, 2018.
- [23] Waveshare, "SIM7600E-H 4G HAT," 2018. [Online]. Available: [https://www.waveshare.com/wiki/SIM7600E-H\\_4G\\_HAT](https://www.waveshare.com/wiki/SIM7600E-H_4G_HAT). [Accessed: 02-Dec-2019].
- [24] W. K. Pertiwi, "Ini Waktu Terlelet untuk Akses Internet 4G di Indonesia," *Kompas*, 2019. [Online]. Available: <https://tekno.kompas.com/read/2019/02/25/17410087/ini-waktu-terlelet-untuk-akses-internet-4g-di-indonesia->. [Accessed: 03-Dec-2019].
- [25] K. Gersen, "iperf3protect." 2017.
- [26] 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.