

#### **1.7.4 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan mengenai implementasi dan pengujian sistem. Selain itu bab ini akan memuat gambar secara mendetail terhadap hasil pengujian sistem. Data yang diperoleh dari pengujian sistem akan dikaji untuk menarik kesimpulan dan saran.

#### **1.7.5 BAB V PENUTUP**

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian sistem pada bab sebelumnya. Selain itu bab ini juga akan membahas saran bagi penelitian sejenis selanjutnya agar lebih baik lagi.

## **BAB 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. (2014) 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 (E. Comer, 2008).

##### ***Packet Switching***

Konsep *packet switching* mengubah jaringan secara fundamental dan menjadi basis internet saat ini. *Packet switching* membuat banyak pengirim dapat mengirimkan data dalam suatu jaringan yang digunakan bersama. *Packet switching* membagi data menjadi blok-blok kecil bernama *packet* dan menyertakan identitas pengirim dalam setiap *packet*. Setiap perangkat memiliki informasi mengenai cara terhubung ke destinasi melalui jaringan. Ketika *packet* sampai di suatu perangkat, maka perangkat tersebut akan memilih jalur komunikasi untuk sampai ke destinasi yang tepat (E. Comer, 2008).

##### ***Network Layer***

Korowajczuk (2011) menyatakan bahwa *network layer* berperan dalam mengidentifikasi sumber dan tujuan data. Pada *network layer* data yang diterima dari *transport layer* diberi informasi untuk mengenali sumber dan tujuan data saat transmisi oleh pengalamatan Internet Protocol (IP). Protocol-protocol yang ada pada *network layer* adalah

- a. Internet Protocol (IP)

Data yang diterima dari layer atas dienkapsulasi berupa datagram. Datagram merupakan *packet* yang dikirim melalui jaringan tanpa adanya jaminan dalam

transmisi (jaringan tidak handal). IP bersifat *connectionless* yang memiliki peran mengirim datagram tanpa membangun koneksi fisik maupun virtual yang stabil. IP memberikan pengiriman yang bersifat *best effort*. E. Comer (2008) menyatakan pengiriman *best effort* adalah usaha terbaik IP dalam mengirim datagram dan tidak menjamin dapat mengatasi masalah-masalah yang akan muncul. Pengiriman datagram dengan IP memungkinkan terjadi korupsi data, datagram hilang, duplikasi data yang sampai, atau pengiriman *packet* yang tidak berurutan.

b. Internet Control Message Protocol (ICMP)

ICMP berperan untuk mengirim pesan eror dan pengujian yang berhubungan dengan datagram. Pesan eror yang dikirim seperti *echo reply*, dan *echo request*. *Echo request* atau ping merupakan pesan yang mengirim sejumlah data dan ditransmisikan kembali setelah sampai tujuan. ping digunakan untuk menguji ketersediaan alamat yang dituju dan kalkulasi *round-trip time*

### 2.1.2 Quality of Service (QoS)

Ariyani (2016) 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 (2008) 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 (Kurnia Ningsih, Susila, & Febrian Ismet, 2004).

#### Parameter QoS

Ruth (2013) dan E. Comer (2008) menjelaskan parameter-parameter pengukuran performa jaringan sebagai berikut

a. *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*

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

b. *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 (2013) 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 (Korowajczuk, 2011). 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.

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

c. *Jitter*

Pengukuran *jitter* penting dalam jaringan yang digunakan untuk transmisi audio dan video secara *real time*. *Jitter* diukur berdasarkan variasi dari *latency*. 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* yang tidak 0. Dalam pengiriman suara pada jaringan, di sisi pengirim sinyal analog didigitalisasi kedalam 8-bit. Sinyal dikumpulkan kedalam bentuk *packet* untuk ditransmisikan pada jaringan. Ketika *packet* sampai ke sisi penerima, *packet* akan diekstrak dan diubah kembali menjadi keluaran analog. 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 putus-putus. Yanto (2013) membuat persamaan perhitungan *jitter* sebagai berikut

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

$$\text{Total variasi latency} = \text{Latency} - \text{Rata rata delay} \quad (2.4)$$

d. *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 (2013) menjelaskan *packet loss* sebagai indikator jumlah *packet* yang hilang karena kemacetan dan tabrakan lalu lintas data dalam jaringan. Berikut persamaan perhitungan *packet loss*

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

### 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 (Republik Indonesia, 2000). 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 (1999) menetapkan standar TIPHON TR 101 329 V2.1.1 untuk mengklasifikasi kualitas internet yang baik berdasarkan *jitter*, *packet loss*, dan *latency*. Tabel 2.1 menjelaskan klasifikasi kualitas internet berdasarkan parameter-parameter yang telah disebutkan.

Tabel 2.1 Standar TIPHON TR 101 329 V2.1.1

<b>Kategori</b>	<b>Packet Loss</b>	<b>Jitter</b>	<b>Latency</b>
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

Bold & Davidson (2012) mendefinisikan *mobile broadband* sebagai akses cepat menuju internet dan layanan lain melalui jaringan mobile. *Mobile broadband* memiliki minimum data rate ratusan 256 kilobit per detik (kb/s) dan puncak di Megabit per detik (Mb/s) yang ditetapkan oleh ITU. Saat ini generasi jaringan *mobile* generasi tiga (3G) dan empat (4G) telah melampaui batas minimum yang ditetapkan dan menjadi mayoritas koneksi *mobile broadband* di dunia. Teknologi 4G *Long-Term Evolution* (LTE) telah mendukung puncak data rate lebih dari 42 Mb/s dengan rata-rata diatas 1 Mb/s saat digunakan oleh pengguna.

### Mobile Broadband di Indonesia

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 (Kementerian Kominfo, 2018). Smartfren (2016) menyatakan bahwa 4G LTE yang digunakan Smartfren hanya berjalan di frekuensi 2300 Mhz. Ookla (2019) menyatakan bahwa Indonesia berada di peringkat 117 dari negara-negara di dunia dalam hal kecepatan akses jaringan *mobile broadband*. Indonesia memiliki rata-rata *throughput* sebesar 14,46 Mb/s per November 2019. Rata-rata *throughput* ini merupakan rata-rata *throughput* yang dapat dicapai pengguna dalam penggunaan sehari-hari.

### 2.1.4 SmokePing

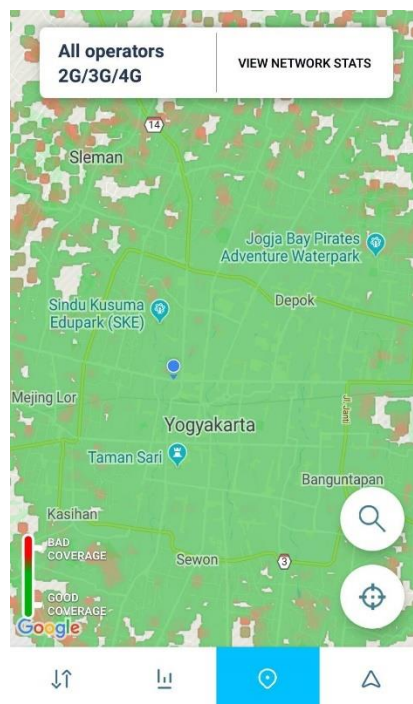
Oetiker (2018) menyatakan SmokePing adalah aplikasi pemantau jaringan yang dibuat oleh Tobi Oetiker menggunakan bahasa pemrograman Perl. SmokePing melakukan pengukuran, penyimpanan, dan menampilkan *latency*, distribusi *latency* serta *packet loss*. FPing pada SmokePing akan mengirim ping ke target (standarnya 20 ping per 5 menit). Rawlog pada SmokePing akan menyimpan hasil pengukurannya ke dalam CSV.

### 2.1.5 Iperf

Iperf merupakan aplikasi untuk pengukuran *throughput* yang digunakan mengukur *throughput* yang dapat dicapai secara *end-to-end*. Iperf memperkirakan kumulatif *throughput* (total data yang dikirim dari pengirim ke penerima berbanding total waktu pengiriman) sampai ke jumlah *throughput* yang dapat dicapai secara *end-to-end* (Tirumala, Cottrell, & Dunigan, 2003). Dugan (2010) 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* (OpenSignal, 2019).



Gambar 2.1 Aplikasi OpenSignal

### 2.1.7 Raspberry Pi

Halfacree (2018) 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:

- a. Prosesor: *Quad Core 1,2Ghz Broadcom BCM2837 64-bit*
- b. RAM: 1 GB
- c. Konektivitas: *BCM43438 Wireless Local Area Network dan Bluetooth Low Energy*
- d. 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 poles stereo output dan composite video port*
- e. Pin: 40-pin GPIO



Gambar 2.2 Raspberry Pi 3 Model B

### 2.1.8 SIM7600E 4G HAT

SIM7600E 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 (Waveshare, 2018).





Gambar 2.3 SIM7600E 4G HAT

## 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 (Kvalbein et al., 2014).

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 (Budiman et al., 2017).

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 (Luthfi Febriadi et al., 2013).

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.