

BAB II

Tinjauan Pustaka

2.1 *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*

Worldwide Interoperability for Microwave Access atau yang biasa disebut WiMAX merupakan teknologi *broadband wireless access* (BWA) yang memiliki kecepatan akses tinggi dengan jangkauan yang sangat luas. Cara kerja WiMAX hampir sama dengan *wireless fidelity* (WiFi) yang sudah terlebih dahulu kita kenal, perbedaannya hanya jika di WiMAX memiliki standar komunikasi setingkat *metropolitan area network* (MAN) yang mampu mengirim data 70 Mbps ketika kondisi optimal dan jangkauan area yang sangat besar.

Namun secara implementasinya, teknologi WiMAX berbeda dengan WiFi karena standar teknis yang digunakan didalamnya, jika *wireless fidelity* (WiFi) menggabungkan standar *Institut of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.11 dengan *European Telecommunications Standards Institute (ETSI) HiperLAN* yang merupakan standar teknis yang cocok untuk keperluan WLAN, sedangkan WiMAX merupakan penggabungan antara standar *Institut of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.16 dengan *European Telecommunications Standards Institute (ETSI) HiperMAN*.

Standar IEEE 802.16 merupakan keluaran dari organisasi IEEE, sama seperti IEEE 802.11 adalah standar yang dibuat khusus untuk mengatur komunikasi lewat media *wireless*. Yang membedakannya adalah WiMAX mempunyai tingkat kecepatan *transfer* data yang lebih tinggi dengan jarak yang lebih jauh, sehingga kualitas layanan dengan menggunakan komunikasi ini dapat digolongkan ke dalam kelas *broadband*. Standar ini sering disebut *air interface for fixed broadband wireless access system* atau *interface* udara untuk koneksi *broadband*.

Sebenarnya standarisasi IEEE 802.16 ini lebih banyak mengembangkan hal-hal yang bersifat teknis dari *layer physical* dan *layer datalink (MAC)* dari sistem komunikasi BWA. Versi awal dari standar 802.16 ini dikeluarkan oleh IEEE pada tahun 2002. Pada versi awal ini, perangkat 802.16 beroperasi dalam lebar frekuensi 10-66 GHz dengan jalur komunikasi antar perangkatnya secara *line of sight (LOS)* dengan menggunakan *single-carrier* dan teknologi *time division multiplexing* (TDM). *Bandwidth* yang diberikan oleh teknologi ini

sebesar 32-134 Mbps dalam *area coverage* maksimal 5 kilometer. Kapasitasnya dirancang mampu menampung ratusan pengguna setiap satu *BTS*. Dengan kemampuan semacam ini teknologi perangkat yang menggunakan standar 802.16 cocok digunakan sebagai penyedia koneksi *broadband* melalui *media wireless*.

Standar 802.16 terus berkembang sehingga terciptanya 802.16d atau 802.16-2004, dengan nama yang lebih dikenal sebagai *fixed WiMAX*. Standar ini ditujukan untuk aplikasi *fixed* dan *nomadic*. Tetapi pada Desember 2005, IEEE mengeluarkan standar terbaru dengan nama 802.16e atau yang lebih dikenal dengan nama *mobile WiMAX* yang merupakan pengembangan dari standar sebelumnya sehingga dapat mendukung aplikasi *portable*.

2.2 Perangkat *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

Elemen atau perangkat WiMAX secara umum terdiri dari *base station* (BS), antena dan *subscriber station* (SS). Beberapa perangkat yang digunakan dalam teknologi WiMAX dapat diuraikan sebagai berikut:

- *Base Station* (BS)

Base Station merupakan perangkat *transceiver* (*transmitter dan receiver*) yang biasanya digunakan di satu lokasi dengan jaringan *internet protocol* (IP). *Base station* memiliki fungsi utama yaitu membangun hubungan *costumer premise equipment* (CPE) dengan *media interface* gelombang radio (RF) yang mengikuti standar WiMAX. Perangkat *base station* (BS) ditunjukkan pada Gambar 2.1.

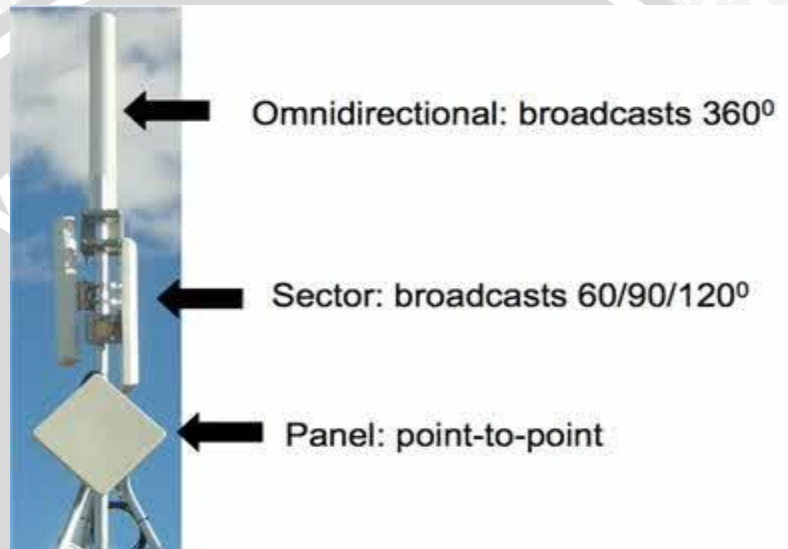


Gambar 2.1 Perangkat *base station* (BS) pada WiMAX

(Sumber: Redline Communications)

- Antena

Antena merupakan alat untuk mengirimkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena memiliki sifat resonansi sehingga akan beroperasi pada daerah tertentu. Ada beberapa tipe antena yang dapat mendukung implementasi WiMAX, yaitu antena *omnidirectional*, antena sektor dan antena *panel*. Tipe antena pendukung implementasi WiMAX ditunjukkan pada Gambar 2.2.

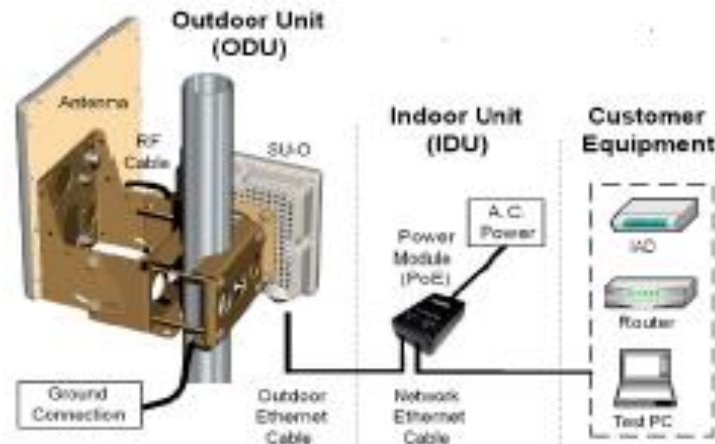


Gambar 2.2 Perangkat antena yang digunakan pada WiMAX

(Sumber: www.goingwimax.com)

- *Subscriber station*

Subscriber station (SS) merupakan penghubung dan penghantar antara dari antena melalui gelombang radio ke pelanggan. SS terdiri dari *outdoor unit* (ODU) dan *indoor unit* (IDU). *Indoor unit* merupakan titik koneksi ke komputer pelanggan dan berfungsi sebagai *power injector* ke *outdoor unit*. Perangkat *subscriber unit* (SS) ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perangkat *subscriber station* (SS) pada WiMAX

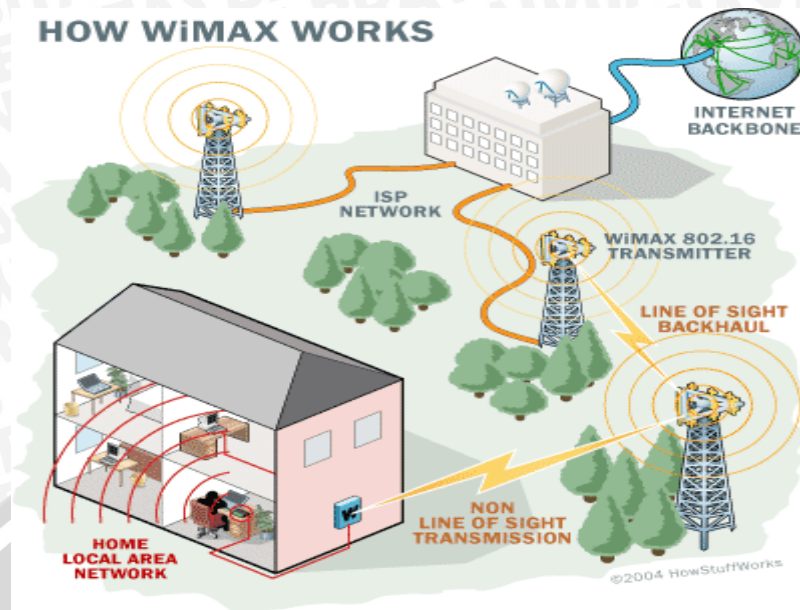
(Sumber: *Redline Communications*)

2.3 Prinsip Kerja *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

Secara umum, WiMAX yang merupakan teknologi *broadband wireless* memiliki prinsip kerja sebagai berikut [Gunawan Wibisono, 2009]:

1. Pelanggan mengirimkan data dengan kecepatan 2-155 Mbps dari *subscriber station* (SS) ke *base station* (BS) melalui media gelombang radio.
2. BS akan menerima sinyal dari berbagai pelanggan dan mengirimkan pesan melalui *wireless* atau kabel ke *switching center* melalui protokol 802.16
3. *Switching center* akan mengirimkan pesan ke *internet service provider* atau *public switched telephone network* (PSTN) melalui kabel.

Gambar 2.4 menunjukkan bagaimana WiMAX bekerja di suatu tempat mulai dari *internet backbone* hingga *subscriber*.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja umum WiMAX

(Sumber: goingwimax.com)

2.4 Spektrum Frekuensi *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

Terdapat dua spektrum yang diusulkan yaitu frekuensi berlisensi dan frekuensi bebas lisensi. WiMAX dapat digunakan pada frekuensi berlisensi maupun bebas lisensi. Alokasi frekuensi WiMAX ini diatur oleh pemerintah sebagai *regulator*. Pengaturan ini diperlukan mengingat terbatasnya alokasi frekuensi yang ada, sehingga perlu diatur agar tidak saling merugikan satu sama lain.

Frekuensi berlisensi yang telah dikembangkan untuk pasar WiMAX pada awalnya berada pada 2,5 GHz dan 3,5 GHz. Khusus di Amerika Serikat, frekuensi 2,5 GHz telah digunakan untuk layanan MMDS dan belum dikembangkan untuk WiMAX sedangkan frekuensi 3,5 GHz masih berstatus *secondary* di banyak negara karena bentrok dengan komunikasi satelit *extended C-band*. Untuk frekuensi bebas lisensi, pada tahap awal dikembangkan spektrum 5,8 GHz.

Pemerintah Indonesia melalui badan regulasi telekomunikasi, yaitu Direktur Jendral Pos dan Telekomunikasi (Dirjen Postel) sedang merumuskan *band* frekuensi mana yang

akan digunakan untuk penggunaan teknologi WiMAX. Beberapa periode yang lalu operator yang telah mendapatkan izin frekuensi di 3,5 GHz.

2.5 *Standard Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*

WiMAX Standar BWA yang saat ini umum diterima dan secara luas digunakan adalah standar yang dikeluarkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE), seperti standar 802.15 untuk *Personal Area Network* (PAN), 802.11 untuk jaringan *Wireless Fidelity* (WiFi), dan 802.16 untuk jaringan *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX).

Pada tahun 2003, IEEE mengembangkan spesifikasi WiMAX dengan nama IEEE 802.16-2003 atau sering disebut sebagai 802.16a. secara sederhana perkembangan standar 802.16 dapat diuraikan sebagai berikut [Amitabh Kumar,2008]:

- 802.16
Standar yang paling pertama kali diterbitkan oleh IEEE bekerja pada *band frequency* 10-66 GHz. Aplikasi yang mampu didukung baru sebatas *line of sight* (LOS).
- 802.16a
Standar 802.16a menggunakan *band frequency* 2-11 GHz dan dapat digunakan untuk skema *non-line of sight* (NLOS).
- 802.16d
Merupakan standar yang berbasis 802.16 dan 802.16a dengan beberapa perbaikan. 802.16d juga dikenal sebagai 802.16-2004 atau *fixed* WiMAX.
- 802.16e
Standar ini memiliki kemampuan untuk aplikasi *user* yang bergerak atau *mobile*. IEEE 802.16e atau *mobile* WiMAX memberikan pada skema modulasi yang digunakan pada *fixed* WiMAX. Hal ini membuat *mobile* WiMAX dapat digunakan untuk aplikasi *fixed wireless* maupun *mobile* NLOS.

2.6 Topologi Jaringan *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

Teknologi WiMAX mempunyai beberapa topologi jaringan, yaitu *point to point*, *point to multipoint* dan *mesh network*.

a. *Point to Point*

Point to Point adalah jaringan yang menghubungkan antara dua terminal. Antara sisi pemancar dan sisi penerima terdapat 1 perangkat pemancar dan 1 perangkat penerima.

b. *Point to Multipoint*

Point to Multipoint adalah jaringan yang menghubungkan antara sisi pemancar dan sisi penerima terdapat 1 perangkat pemancar dan banyak perangkat penerima. Contohnya adalah hubungan antara BTS dengan pemakai.

Gambar 2.5 menjelaskan metode *point to point* metode *point to multipoint*.



Gambar 2.5 Metode *Point to Point* dan *Point to Multipoint* pada WiMAX

(Sumber : www.wimaxforum.org/topologi)

2.7 Pemilihan *Service* pada *Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

QoS pada *standart* 802.16d dapat dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu *Unsocialited Grant Service* (UGS), *Real Time Polling Service* (RTPS), *non Real Time Polling Service* (nRTPS), dan *Best Effort* (BE). Pemilihan tersebut berbeda penggunaan dan layanan yang ditawarkan. Seperti pada *real time polling service*, pengguna menginginkan data yang diakses detik itu juga sampai ke mereka, sehingga system akan mendahulukan layanan yang real time dari layanan yang lain. Berikut proses pembagian QoS beserta macam-macam dari QoS pada WiMAX :

2.7.1 *Unsocialited Grant Service (UGS)*

Dirancang untuk mendukung layanan *constant bit rate (CBR)* yang dapat memberikan transfer data secara periodik dalam ukuran yang sama (*burst*), mentransmisikan suara yang tidak berkompresi, layanan ini mengirimkan sejumlah data yang telah ditentukan sebelumnya pada interval waktu yang juga telah ditentukan sebelumnya dengan cara mengalokasikan sejumlah time slot untuk setiap koneksi. UGS efektif untuk layanan sensitif terhadap *Throughput* dan *jitter* seperti layanan TDM (*Time Devision Multiplexing*).

2.7.2 *Real Time Polling Service (RTPS)*

Dirancang untuk mendukung *real-time service flow* yang meng-generate *variable size* data paket yang periode basis, untuk layanan multimedia terkompresi dengan jumlah *bandwidth* yang dibutuhkan bisa bervariasi setiap saat. Memiliki garansi *rate* dan syarat *delay* telah ditentukan. Contoh layanan ini antara lain MPEG *video*, VoIP, *streaming audio*, dan *video*.

2.7.3 *non Real Time Polling Service (nRTPS)*

Layanan nRTPS efektif untuk aplikasi yang membutuhkan *throughput* yang intensif dengan garansi minimal pada *latency*-nya. Layanan *non real time* dengan *regular variable size burst*. Layanan mungkin dapat di-expand sampai *full bandwidth* namun dibatasi pada kecepatan maksimum yang telah ditentukan. Garansi *rate* diperlukan namun *delay* tidak digaransi, contoh : FTP (*File Transfer Protocol*), *video*, dan *audio streaming*.

2.7.4 *Best Effort (BE)*

Efektif untuk aplikasi yang membutuhkan *throughput* Best Effort. Contohnya aplikasi internet (web browsing), email dan FTP.

2.8 *Sudut Pointing Antena*

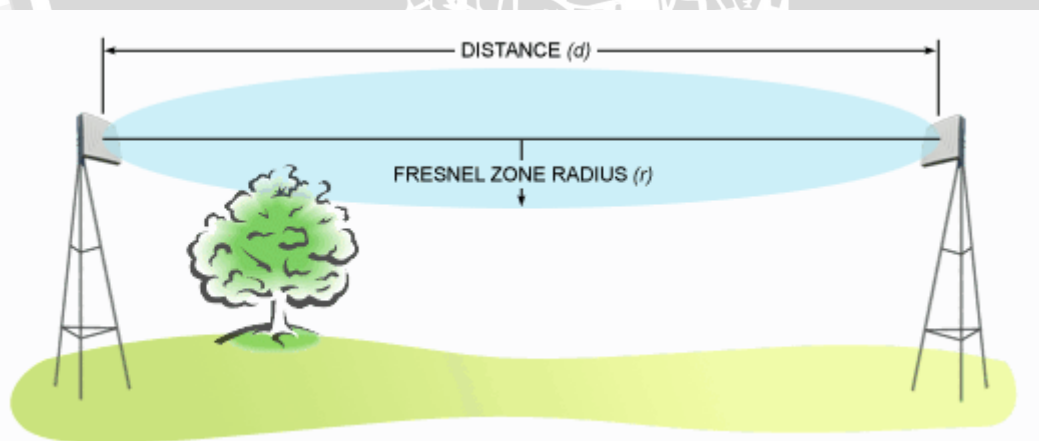
Antena adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desain,

pola penyebaran, frekuensi dan *gain*. Fungsi antenna dalam pentransmisi gelombang radio adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik lalu mengirimkannya ataupun menerima sinyal elektromagnetik lalu mengubahnya ke sinyal listrik.

Antena sebisa mungkin harus memiliki jalur pentransmisi yang bersih dan bebas hambatan dari material apapun karena jalur komunikasi radio yang bersih bisa mengoptimalkan performansi komunikasi radio. Jalur komunikasi radio yang terhambat suatu material, bisa mengakibatkan level daya suatu sinyal melemah.

Agar jalur komunikasi radio benar-benar bersih, biasanya bisa diposisikan lebih tinggi dari kondisi alam sekitar dan bangunan manusia setidaknya 60% dari *fresnel zone* pertama. Kondisi ini akan memberikan *line of sight* (LOS) yang jelas. Syarat dari *fresnel zone* adalah 60% dari LOS tidak boleh terhalang apapun.

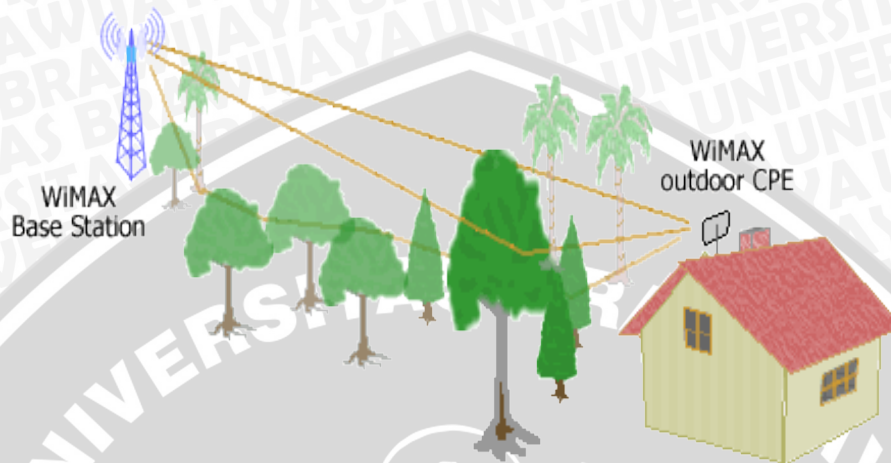
Namun pada WiMAX sangatlah handal. Sistem WiMAX akan tetap dapat bekerja tanpa terjadi degradasi performansi pada jalur *optical line-of-sight* (OLOS), dimana jalur antara 2 titik tidak terhalang, namun 60% *fresnel zone* pertama terhalang. Jika jalur langsung terblokir, jalur *non-line-of-sight* (NLOS) masih dapat beroperasi dengan menggunakan refleksi dan difraksi. Pada gambar 2.6 dapat dilihat ilustrasi *fresnel zone* pada *optical/near line of sight*.



Gambar 2.6 Ilustrasi *fresnel zone* pada *optical/near line of sight*

(Sumber: www.wlanantennas.com)

Jika jalur langsung terblokir, jalur *non line of sight* (NLOS) masih dapat beroperasi dengan menggunakan refleksi dan difraksi. Pada kasus ini, *link wireless* dapat terbentuk jika ada jalur refleksi antara *base station* dan *subscriber station*. Berikut ilustrasi jalur NLOS pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Ilustrasi *non line of sight*

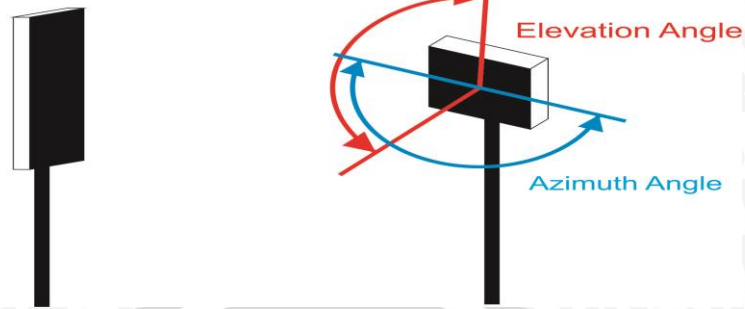
(Sumber: www.conniq.com)

Prinsip *pointing* ialah bagaimana mengatur jalur komunikasi radio yang memberikan performansi (kinerja) tertinggi. *Pointing* dilakukan dengan cara mengatur posisi baik arah sudut maupun ketinggian dari antena pemancar dan penerima.

Parameter yang digunakan dalam pengarahannya sudut antena pada umumnya berupa sudut *elevasi* dan *azimuth*. Sudut *elevasi* adalah sudut yang dibentuk antena dengan sudut tangen pada titik tertentu. Sudut *azimuth* adalah sudut yang dibentuk oleh arah antena dari arah utara sebenarnya, yang diukur berlawanan arah jarum jam. Gambar 2.8 mengilustrasikan konsep sudut *azimuth* dan *elevasi* pada *pointing* antena.

TRANSMITTER

RECEIVER



Gambar 2.8 Konsep pointing

(Sumber: perancangan)

2.9 Mechanical Downtilting

Mechanical downtilting adalah pengaturan kemiringan antena dengan cara merubah kemiringan dari antena bisa lebih keatas, kebawah atau kesamping dengan cara mekanik/fisik.

Pada metode ini, antena dirubah secara langsung pada porosnya sehingga membuat antena tidak bersifat *line of sight* yang menyebabkan rx level dan performansi QoS terpengaruh.

2.10 Pengertian Video Streaming

Video streaming adalah proses pengiriman data secara terus menerus melalui jaringan komputer atau jaringan internet untuk ditampilkan oleh aplikasi pada perangkat *client*. *Video streaming* sebenarnya adalah sebuah teknologi yang mempermudah kita dalam mendapatkan informasi dalam bentuk tampilan video dengan melakukan akses kedalam suatu web server lewat jaringan IP di waktu yang sebenarnya (siaran langsung).

Inti dari *streaming* adalah membagi data dan *encoding*, kemudian mengirimkannya melalui jaringan dan pada saat sampai pengguna maka akan dilakukan *decoding* serta pembacaan data. Ciri-ciri aplikasi *streaming* yaitu distribusi audio, video dan multimedia pada jaringan secara *real time* atau *on demand*, *transfer* media data digital dari *server* dan diterima pengguna sebagai *real time stream* sehingga pengguna tidak perlu menunggu keseluruhan data di *download* karena *server* mengirimkan data yang diperlukan pada selang waktu tertentu.

Kualitas audio/video yang diterima tergantung *bandwidth client*. *Streaming* disarankan untuk digunakan pada siaran di *web*, video yang durasi panjang dan tv/radio online yang siaran 24 jam.

2.11 Parameter *Quality of Service (QoS)*

Parameter QoS yang digunakan pada skripsi ini meliputi *packet loss*, *throughput* dan *delay*. Perhitungan parameter secara teori dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

2.11.1 *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Signal to Noise Ratio (SNR) adalah perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap *noise*. SNR digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan. Nilai SNR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Kumar, Amitabh. 2008) :

$$SNR = P_r - N_o \quad (2.1)$$

Dengan,

SNR = *Signal to Noise Ratio* (dB)

P_r = Daya yang diterima oleh *receiver* (dBm)

N_o = Daya *noise* saluran transmisi (dBm)

Pada pengambilan data primer, nilai SNR didapatkan melalui Telnet yang telah tersambung pada *subscriber station* WiMAX 802.16d yang berada pada laptop *user* melalui *command prompt* (cmd).

2.11.2 *Throughput*

Throughput didefinisikan sebagai ukuran yang menyatakan berapa banyak bit yang dapat ditransmisikan dan sukses diterima di tujuan per detik untuk lebar pita yang dialokasikan. *Throughput* ditunjukkan oleh persamaan (Scwartz, Mischa. 1987) :

$$\lambda = \frac{(1-\rho)}{t1[1+(\alpha-1)\rho]} \quad (2.2)$$

Simbol α merupakan konstanta propagasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$\alpha = \left(3 + \frac{2t_{prop}}{t_t} \right) \quad (2.3)$$

Keterangan:

α : Konstanta Propagasi

t_{prop} : *delay* Propagasi (s)

t_t : *delay* transmisi (s)

Pada pengambilan data primer, nilai *throughput* didapatkan melalui *packet analyzer* *wireshark* yang telah tersambung pada *subscriber station* WiMAX 802.16d yang sedang mengakses *live streaming* lalu data *throughput* dapat dilihat pada *menu* 'Statistics' lalu 'Summary'.

2.11.3 Packet Loss

Packet loss adalah banyaknya jumlah paket yang hilang setelah terjadi proses pentransmisian setelah melewati sistem jaringan. Sedangkan untuk probabilitas *packet loss* adalah probabilitas yang menunjukkan kemungkinan adanya data yang hilang saat proses pentransmisian di dalam sistem. Maka bisa dikatakan bahwa *packet loss* menunjukkan banyak *packet* data yang hilang dalam satu kali pengamatan atau simulasi. Secara umum terdapat penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *packet loss* sesuai dengan versi TIPHON-*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* yang terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Kategori *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i>
Sangat Bagus	0 %
Bagus	0 % - 3 %
Sedang	3 % - 15 %
Buruk	15 % - 25 %

(Sumber: TIPHON 2012)

Pada pengambilan data primer, nilai *packet loss* didapatkan melalui *packet analyzer wireshark* yang telah tersambung pada *subscriber station* WiMAX 802.16d yang sedang mengakses *live streaming* lalu data *packet loss* dapat dilihat pada *menubar* 'telephony' lalu 'RTP'.

2.11.3 Delay

Delay atau keterlambatan adalah sebuah kondisi dimana terjadi selisih waktu antara waktu paket diterima dan waktu pengirimannya. *Delay* bisa disebabkan oleh berbagai hal baik karena proses pemaketan sebuah data, proses propagasi dan *delay* yang disebabkan banyaknya komponen yang mengakses. *Delay* pada WiMAX merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket data dari BS menuju SS. *Delay* dihitung dengan melihat total rata rata waktu terima dikurangi pengiriman dalam satu kali pengamatan dibagi jumlah usaha pengiriman. Kategori kinerja jaringan berdasarkan nilai *delay* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Kategori kualitas *delay*

Kategori	Delay
Bagus	0 - 150 ms
Cukup, Dapat ditolerir	150 ms – 400 ms
Buruk	>400 ms

(Sumber: ITU G.114, 2011)

Berdasarkan tabel diatas, persamaan umum menghitung *delay* adalah sebagai berikut:

$$delay = t_{end\ to\ end} = t_{codec} + t_{MAN} \quad (2.4)$$

Dengan,

$$t_{end\ to\ end} = delay\ end\ to\ end$$

$$t_{codec} = delay\ codec$$

$$t_{MAN} = delay\ metropolitan\ area\ network$$

Pada pengambilan data primer, nilai *delay* didapatkan melalui *packet analyzer wireshark* yang telah tersambung pada *subscriber station* WiMAX 802.16d yang sedang mengakses *live streaming* lalu data *delay* dapat dilihat pada *menu* 'statistics' lalu 'summary' lalu hasil *delay* didapatkan melalui persamaan 2.5.

$$\text{delay} = \frac{\text{Between First and Last Packet (sec)}}{\text{pakets}} \quad (2.5)$$

Between First and Last Packet : Durasi *live streaming* (sekon)

Packet : Total paket data (paket)

2.12 Packet Analyzer Wireshark

Aplikasi *packet analyzer* Wireshark merupakan aplikasi yang dapat menangkap paket-paket jaringan pada sisi *client* yang berguna untuk menampilkan informasi secara detail pada paket tersebut. Biasanya digunakan untuk mengatasi masalah jaringan, analisis, pengembangan *software* dan protokol komunikasi, dan pendidikan. Aplikasi ini mempunyai banyak fitur dan kelebihan diantaranya sebagai berikut:

1. Aplikasi Wireshark bersifat *open source* untuk menganalisis paket jaringan.
2. Mampu menangkap paket data secara langsung dari sebuah *network interface*.
3. Mampu menampilkan informasi secara detail mengenai hasil *capture* pada sebuah jaringan.
4. Mampu menampilkan hasil statistika dari hasil *capture* pada sebuah jaringan.
5. Tersedia untuk Linux dan Windows.

Wireshark memiliki fungsi sebagai *packet sniffer*, yang memiliki 3 proses utama, antara lain (Aisyah, 2015):

- *Capture*. Wireshark menangkap paket data yang melewati adapter kabel jaringan maupun *wireless* pada pengguna.
- *Decode*. adalah proses mengubah suatu informasi pada protokol tertentu menjadi sebuah informasi bentuk lain yang diinginkan.
- *Analyze*. *analyze* menampilkan beberapa parameter terkait performansi maupun karakteristik paket data.