

**ANALISIS PENGARUH *POINTING* SUDUT ANTENA *SUBSCRIBER*  
UNIT (SU) TERHADAP *QUALITY OF SERVICE (QOS)* PADA  
JARINGAN *TESTBED* WIMAX STANDAR IEEE 802.16D**

**SKRIPSI  
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DANANG ARDHY HARYANTO**

**NIM : 145060300111035**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PENGARUH *POINTING* SUDUT ANTENA *SUBSCRIBER*  
UNIT (SU) TERHADAP *QUALITY OF SERVICE* (QOS) PADA  
JARINGAN *TESTBED* WIMAX STANDAR IEEE 802.16D**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DANANG ARDHY HARYANTO**  
**NIM. 145060300111035**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng.**  
**NIP. 19700310 199412 1 001**



**PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 Maret 2018

Mahasiswa,

Danang Ardhy Haryano  
NIM. 145060300111035



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## RINGKASAN

**Danang Ardhy Haryanto**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2018, Analisis Pengaruh *Pointing* Sudut Antena *Subscriber Unit* (SU) Terhadap *Quality Of Service* (Qos) Pada Jaringan *Testbed* Wimax Standar IEEE 802.16d, Dosen Pembimbing: Sigit Kusmaryanto.

Penelitian ini membahas pengaruh perubahan sudut *pointing* antena *subscriber* jaringan wimax standar 802.16d. *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) IEEE 802.16d merupakan salah satu teknologi yang mampu memberikan data secara cepat dan efisien secara nirkabel. Dalam implementasinya, WiMAX memiliki kekhawatiran apakah perubahan sudut *pointing* pada antena penerima mempengaruhi sinyal yang diterima oleh antena penerima menjadi lemah dan performansi menjadi terganggu dengan cara melihat 4 parameter yaitu *signal to noise ratio*, *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Sudut *pointing* antena penerima akan dirubah secara mekanik (manual). Hasil penelitian menunjukkan untuk nilai *signal to noise ratio* (SNR) terbesar terdapat pada sudut  $180^\circ$  di sudut azimuth *subscriber* 1 dengan nilai 27.7 dB. Semakin besar nilai SNR, maka kualitas transmisi sinyal akan semakin baik. Nilai *delay* pada perubahan sudut *pointing* antena berdasarkan standar ITU-T G.114 termasuk dalam kategori baik dengan nilai  $<150$ ms. Nilai *delay* terbesar yaitu 0.03493 s pada perubahan sudut elevasi *subscriber unit* 1 sebesar  $30^\circ$  dengan *scheduling* RTPS sedangkan nilai *delay* terkecil yaitu 0.00413 s pada perubahan sudut elevasi  $-30^\circ$  *subscriber unit* 1 dengan *scheduling* UGS. Nilai *throughput* pada perubahan sudut *pointing* antena relatif baik. Nilai *throughput* terbesar yaitu 3.57813 Mbit/s pada perubahan sudut azimuth *subscriber unit* 2  $270^\circ$  dengan *scheduling* UGS sedangkan nilai *throughput* terkecil 0.64355 Mbit/s pada perubahan sudut azimuth *subscriber unit* 1  $0^\circ$  dengan *scheduling* UGS. Semakin besar nilai *throughput* maka proses penerimaan paket data di sisi pengguna semakin cepat. Nilai *packet loss* pada perubahan sudut *pointing* antena dengan nilai terbesar 27.7% pada sudut elevasi  $30^\circ$  *subscriber* 2 dengan *scheduling* RTPS. Sedangkan nilai terendah 1.12% pada sudut azimuth  $270^\circ$  *subscriber* 2 dengan *scheduling* BE. Menurut standar TIPHON 2012, nilai *packet loss* pada nilai tertinggi termasuk kategori buruk karena memiliki persentase  $>15\%$  sedangkan pada nilai terendah termasuk kategori bagus karena memiliki persentase  $0 - 15\%$ .

Kata Kunci – WiMAX 802.16d, sudut pointing antena, QoS, *live streaming*.





**SUMMARY**

**Danang Ardhy Haryanto**, *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, December 2018, Analysis of the Effects of Pointing Angles on Subscriber Unit (SU) Against Quality Of Service (Qos) on a Network Testbed Wimax Standard IEEE 802.16d*

*This study discusses the effect of changing the pointing angle of the 802.16d standard wimax network subscriber antenna. Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) IEEE 802.16d is one technology that is able to provide data quickly and efficiently wirelessly. In its implementation, WiMAX has concerns whether the change in pointing angle on the receiving antenna affects the signal received by the receiving antenna to be weak and the performance becomes disrupted by looking at 4 parameters, namely signal to noise ratio, throughput, delay and packet loss. The pointing point of the receiving antenna will be changed mechanically (manually). The results showed that the largest signal to noise ratio (SNR) value was found at an angle of 180 ° in the angle of azimuth subscriber 1 with a value of 27.7 dB. The greater the SNR value, the better the quality of signal transmission. The delay value on the change in antenna pointing angle based on the G.114 ITU-T standard is included in the good category with a value of <150ms. The biggest delay value is 0.03493 s at the change in elevation angle of subscriber unit 1 by 30° with RTPS scheduling while the smallest delay value is 0.00413 s at the change of elevation angle -30° subscriber unit 1 with scheduling UGS. The throughput value at the change of antenna pointing angle is relatively good. The largest throughput value is 3.57813 Mbit / s at the azimuth subscriber unit 2 270° angle change by scheduling UGS while the smallest throughput value is 0.64355 Mbit / s at azimuth subscriber unit 1 0° angle change with UGS scheduling. The greater the value of throughput, the faster the process of receiving data packets on the user's side. The value of packet loss on changes in the antenna pointing angle with the largest value is 27.7% at the 30° elevation angle subscriber 2 with RTPS scheduling. While the lowest value is 1.12% at the angle of azimuth 270° subscriber 2 by scheduling BE. According to the TIPHON 2012 standard, the value of packet loss at the highest value is in the bad category because it has a percentage of > 15% while the lowest value is in the good category because it has a percentage of 0-15%.*

**Keywords** - WiMAX 802.16d, antenna pointing angle, QoS, live streaming.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim.* Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh *Pointing* Sudut Antena *Subscriber Unit* (SU) Terhadap *Quality Of Service* (Qos) Pada Jaringan *Testbed* Wimax Standar IEEE 802.16d” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Bapak Slamet, Almh. Ibu Yeni, Adik Nabiella serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat tanpa henti.
2. Bapak Ir. Sigit Kusmaryanto, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan pelajaran.
3. Ibu Rusmi Ambarwati, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak & Ibu dosen, laboran, segenap staf, dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Rekan-rekan asisten laboratorium jurusan teknik elektro yang telah memberikan semangat, doa, dan ilmu dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
6. Rekan-rekan Dioda 2014 teknik elektro yang telah memberikan semangat, doa, dan ilmu dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini
7. Rekan-rekan Fakultas Teknik 2014 yang telah memberikan semangat, doa, dan ilmu dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
8. Titah Indyra Pasha yang selalu menemani dan memberikan semangat dan doa dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan-rekan "departemen internal" himpunan mahasiswa teknik elektro periode 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 yang telah mengajarkan ilmu organisasi kepada penulis.
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyelesaian skripsi ini. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan karena kendala dan keterbatasan



dalam pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, 18 Desember 2018

Penulis



**DAFTAR ISI**

**KATA PENGANTAR** ..... i

**DAFTAR ISI** ..... iii

**DAFTAR GAMBAR** ..... v

**DAFTAR TABEL** ..... vii

**DAFTAR LAMPIRAN** ..... viii

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 2

1.3 Batasan Masalah ..... 2

1.4 Tujuan Penulisan ..... 3

1.5 Sistematika Penulisan ..... 3

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 4

2.1 *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* ..... 4

2.2 Perangkat *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* ..... 5

2.3 Spektrum Frekuensi *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*. 6

2.4 Prinsip Kerja *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* ..... 7

2.5 Standar *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*..... 8

2.6 Topologi Jaringan *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* ... 9

2.7 Pemilihan *Service WiMAX*..... 10

2.7.1 *Unsocialited Grant Service (USG)* ..... 10

2.7.2 *Real Time Polling Service (RTPS)* ..... 10

2.7.3 *non Real Time Polling Service (nRTPS)* ..... 10

2.8 Sudut *Pointing* Antena ..... 10

2.9 *Mechanical Downtilting* ..... 12

2.10 *Video Streaming* ..... 13

2.10.1 Protokol *Video Streaming* ..... 13

2.11 Parameter *Quality of Service* ..... 15

2.11.1 *Signal to Noise Ratio* ..... 15

2.11.2 *Throughput* ..... 16

2.11.3 *Packet Loss* ..... 16

2.11.4 *Delay* ..... 17





2.12 *Packet Analyzer Wireshark* ..... 18

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... 19

3.1 Umum ..... 19

3.2 Studi Literatur ..... 20

3.3 Pengambilan Data ..... 20

3.3.1 Skenario Pengambilan Data ..... 20

3.3.2 Perancangan Sistem ..... 21

3.3.3 Jenis dan Cara Pengambilan Data ..... 22

3.4 Pengolahan Data ..... 24

3.4.1 *Delay Ed-to-End* ..... 24

3.4.2 *Packet Loss* ..... 25

3.4.3 *Throughput* ..... 26

3.4.4 *Signal to Noise Ratio* ..... 27

3.5 Pembahasan dan Hasil ..... 28

3.6 Kesimpulan dan Saran ..... 29

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... 30

4.1 Umum ..... 30

4.2 Konfigurasi Jaringan *Testbed* WiMAX IEEE 802.16d ..... 30

4.2.1 Perancangan Blok Diagram ..... 30

4.2.2 Pengaturan Perangkat ..... 35

4.2.2.1 Pengaturan Perangkat pada Sisi *Server* ..... 35

4.2.2.2 Pengaturan Perangkat pada Sisi *User* ..... 42

4.2.3 Pengujian Koneksi ..... 43

4.2.4 Pengujian Layanan *Live Straming* ..... 44

4.3 Hasil Pengamatan dan Analisis ..... 50

4.3.1 *Throughput* ..... 51

4.3.2 *Delay* ..... 55

4.3.3 *Packet Loss* ..... 60

4.3.4 *Signal to Noise Ratio* ..... 66

**BAB V PENUTUP** ..... 67

5.1 Kesimpulan ..... 67

5.2 Saran ..... 68

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 69

**LAMPIRAN** ..... 70



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 *Base Station* ..... 5

Gambar 2.2 Antena WiMAX ..... 6

Gambar 2.3 Antena *subscriber unit* ..... 6

Gambar 2.4 Prinsip kerja umum WiMAX ..... 7

Gambar 2.5 Topologi jaringan *Point to Pint* ..... 9

Gambar 2.6 Topologi jaringan *Point to Multipoint* ..... 9

Gambar 2.7 Topologi jaringan *Mesh* ..... 9

Gambar 2.8 Ilustrasi *freshnel zone* pada *optical/near line of sight* ..... 11

Gambar 2.9 Ilustrasi *nonline of sight* ..... 12

Gambar 2.10 Ilustrasi *pointing* antena ..... 12

Gambar 3.1 Langkah Penyusunan Penelitian ..... 19

Gambar 3.2 Skenario perubahan sudut *pointing* azimuth pada saat pengambilan data ..... 20

Gambar 3.3 Skenario perubahan sudut *pointing* elevasi pada saat pengambilan data ..... 21

Gambar 3.4 Konfigurasi WiMAX 802.16d untuk Layanan *Live Straming* ..... 21

Gambar 3.5 Diagram Alir Pengambilan Data ..... 23

Gambar 3.6 Diagram alir pengolahan data *Delay End-to-End* ..... 25

Gambar 3.7 Diagram alir pengolahan data *Packet Loss* ..... 26

Gambar 3.8 Diagram Alir Pengambilan *Throughput* ..... 27

Gambar 3.9 Diagram alir pengolahan data SNR ..... 28

Gambar 4.1 Diagram Blok Konfigurasi Jaringan *Testbed* WiMAX ..... 31

Gambar 4.2 *Switch* ..... 33

Gambar 4.3 Antena Pemancar *Base Station* (BS) ..... 34

Gambar 4.4 IDU AN100U pada *Base Station* (BS) ..... 34

Gambar 4.5 *Subscriber Station* ..... 35

Gambar 4.6 Tampilan Utama *Software* IDU ..... 36

Gambar 4.7 Tampilan Submenu *Management Interface* ..... 37

Gambar 4.8 Tampilan Submenu *Wireless Interface* ..... 38

Gambar 4.9 *Subscriber* yang telah Ditambahkan ..... 39

Gambar 4.10 *Schedulling* yang telah Ditambahkan ..... 40

Gambar 4.11 *Service Flow Configuration* ..... 40

Gambar 4.12 *Classifier Configuration* ..... 41





Gambar 4.13	<i>Save Configuration</i> .....	41
Gambar 4.14	Tampilan Telnet via <i>Command Prompt</i> .....	43
Gambar 4.15	Hasil Uji Koneksi antara <i>User</i> dan <i>Server</i> pada Jaringan <i>Testbed</i> WiMAX	44
Gambar 4.16	Tampilan <i>Open Media</i> .....	45
Gambar 4.17	Tampilan <i>Stream Output</i> .....	45
Gambar 4.18	Tampilan <i>Stream Output</i> .....	46
Gambar 4.19	Tampilan <i>Stream Output</i> .....	46
Gambar 4.20	Tampilan penayangan video .....	47
Gambar 8.21	Tampilan pengaturan awal <i>Wireshark</i> .....	47
Gambar 4.22	Tampilan <i>Capture Option</i> pada <i>Wireshark</i> .....	48
Gambar 4.23	Tampilan Proses <i>Capturing</i> pada <i>Wireshark</i> .....	48
Gambar 4.24	Tampilan jendela <i>Decode As</i> .....	49
Gambar 4.25	Tampilan parameter <i>Throughput</i> pada <i>Wireshark</i> .....	49
Gambar 4.26	Tampolan parameter <i>Delay</i> dan <i>Packet Loss</i> pada <i>Wireshark</i> .....	50
Gambar 4.27	Grafik <i>Throughput</i> dengan Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	52
Gambar 4.28	Grafik <i>Throughput</i> dengan Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	54
Gambar 4.29	Grafik <i>Delay</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	57
Gambar 4.30	Grafik <i>Delay</i> Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	59
Gambar 4.31	Grafik <i>Packet Loss</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Straming</i> ...61	
Gambar 4.32	Grafik <i>Packet Loss</i> Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Straming</i> .....64	
Gambar 4.33	Grafik <i>Signal to Noise Ratio</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	65
Gambar 4.34	Grafik <i>Signal to Noise Ration</i> Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Straming</i> .....	66

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Fungsi kerja layer pada video streaming .....	13
Tabel 2.2	Kategori <i>Packet Loss</i> .....	17
Tabel 2.3	Kategori kualitas <i>Delay</i> .....	17
Tabel 4.1	Kegunaan Perangkat Keras .....	31
Tabel 4.2	Spesifikasi PC <i>server</i> .....	32
Tabel 4.3	Spesifikasi <i>Switch</i> .....	32
Tabel 4.4	Spesifikasi Kabel UTP .....	33
Tabel 4.5	Spesifikasi <i>Base Station</i> (BS) RedMAX .....	34
Tabel 4.6	Spesifikasi <i>Subscriber Station</i> (SS) RedMAX .....	35
Tabel 4.7	Rincian IP yang terhubung dalam jaringan <i>Testbed</i> WiMAX .....	43
Tabel 4.8	Hasil Pengamatan Nilai <i>Throughput</i> dengan Variasi Sudut Azimuth Layanan <i>Live Streaming</i> .....	51
Tabel 4.9	Hasil Pengamatan Nilai <i>Throughput</i> dengan Variasi Sudut Elevasi Layanan <i>Live Streaming</i> .....	53
Tabel 4.10	Hasil Pengamatan Nilai <i>Delay</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	56
Tabel 4.11	Hasil Pengamatan Nilai <i>Delay</i> Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	58
Tabel 4.12	Hasil Pengamatan Nilai <i>Packet Loss</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	60
Tabel 4.13	Hasil Pengamatan Nilai <i>Packet Loss</i> Variasi Sudut Elevasi pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	62
Tabel 4.14	Hasil Pengamatan Nilai <i>Signal to Noise Ration</i> Variasi Sudut Azimuth pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	64
Tabel 4.15	Hasil Pengamatan Nilai <i>Signal to Noise Ratio</i> Variasi Sudut Eleyasi pada Layanan <i>Live Streaming</i> .....	65





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet ..... 71

Lampiran 2. Pengambilan Data ..... 80

Lampiran 3. Dokumentasi ..... 85



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

WiMAX merupakan pengembangan dari teknologi *Broadband Wireless Access* (BWA) yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dan jangkauan yang luas. Berdasarkan *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.16 *Air Interface Standard*, WiMAX memberikan arsitektur *point-to-multipointing*, sehingga menjadikannya metode ideal bagi operator untuk menyediakan *Broadband* ke lokasi dimana koneksi kabel dinilai sulit atau mahal. Tetapi dalam praktek pentransmisianya WiMAX memiliki beberapa masalah. Salah satunya adalah apakah perubahan sudut *pointing* antena penerima (*receiver*) yang tidak mengarah tepat pada antena pemancar (*transmitter*) akan mempengaruhi performansi WiMAX. Biasanya disebabkan oleh faktor kesalahan manusia, kerusakan komponen pendukung dan bencana alam yang membuat antena bergeser sudut *pointing*. Pergeseran sudut antena bisa mengakibatkan penerimaan sinyal yang tidak optimal sehingga mempengaruhi performansi WiMAX terhadap suatu layanan.

Sudut *pointing* antena yang dimaksud adalah arah sudut antena penerima terhadap antena pemancar. Prinsip *pointing* adalah bagaimana mengatur jalur komunikasi radio yang memberikan performansi (kinerja) tertinggi. Salah satu keunggulan WiMAX adalah menawarkan *Quality of Service* (QoS) yang berbeda dalam varian *scheduling* sesuai dengan aplikasi pengguna.

Pengaplikasian layanan *live streaming* pada WiMAX membutuhkan frekuensi *downlink* yang dibuat lebih tinggi daripada frekuensi *uplink*, hal ini berhubungan dengan masalah daya yang harus disediakan oleh penyedia layanan. Semakin tinggi frekuensi maka gangguan (*noise*) akan semakin besar, sehingga diperlukan daya yang lebih besar agar kualitasnya lebih terjamin. Semakin jauh jarak *Base Station* dengan *user* juga berpengaruh terhadap kebutuhan daya. Namun, di sisi lain daya pancar yang besar dapat berpengaruh pada kesehatan (radiasi, anemia, dll.) sehingga kebutuhan daya pancar yang dihasilkan menjadi pertimbangan yang sangat penting. Selain itu, pada aplikasi *live streaming* masalah yang ada bertambah dengan kebutuhan akan ketersediaan *bandwidth* yang mempengaruhi kualitas gambar yang ditampilkan.

Oleh karena itu, penulisan penelitian ini bertujuan untuk melakukan penelitian tentang pengaruh sudut *pointing* antena *Subscriber Unit* (SU) terhadap *Quality of Service* (QoS)



pada jaringan *testbed* WiMAX standar IEEE 802.16d atau *fixed* WiMAX dan selanjutnya akan diambil kesimpulan. Penulisan penelitian ini meliputi beberapa parameter yang akan diukur seperti *signal to noise ratio*, *packet loss*, *throughput* dan *delay*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja layanan *live streaming* pada jaringan *Testbed* WiMAX IEEE 802.16d dilihat dari parameter QoS yaitu *delay*, *throughput*, dan *packet loss* ketika sudut *pointing* masing-masing antena *subscriber* diubah pada sudut tertentu ?
2. Bagaimana *schedulling* yang paling baik dalam penerapan layanan *live streaming* pada jaringan *Testbed* WiMAX IEEE 802.16d dilihat dari parameter QoS yaitu *signal noise to ratio delay*, *throughput*, dan *packet loss* ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Perangkat WiMAX menggunakan perangkat WiMAX *Redline Radio Transceiver* AN-100UX dengan standar IEEE 802.16d yang berada di Laboratorium Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Perhitungan dilakukan pada sisi penerima/sisi *downlink*.
3. Jarak antara *transmitter* dan *receiver* tetap.
4. Antena yang digunakan adalah 1 antena pemancar (*transmitter*) dan 2 antena penerima (*receiver*).
5. Frekuensi kerja yang digunakan adalah 3,55 GHz.
6. Pengukuran menggunakan aplikasi *live streaming* pada program *VLC Media Player*.
7. Pengukuran dilakukan di dalam ruangan (*indoor*).
8. Penelitian diukur *Quality of Service* (QoS) pada varian *scheduling Real Time Polling Service* (RTPS), *non Real Time Polling Service* (nRTPS), *Best Effort* (BE), dan *Unsoclalited Grant Service* (UGS).
9. Parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan adalah *signal to noise ratio*, *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.
10. Sudut *pointing* antena *subscriber* 1 penerima bergeser  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ , dan  $30^\circ$  di sudut elevasi.
11. Sudut *pointing* antena *subscriber* 2 penerima bergeser  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ , dan  $30^\circ$  di sudut elevasi.



12. Sudut *pointing* antena *subscriber* 1 penerima bergeser  $0^{\circ}, 90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  di sudut azimuth.
13. Sudut *pointing* antena *subscriber* 2 penerima bergeser  $0^{\circ}, 90^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}$  di sudut azimuth.

#### 1.4 Tujuan

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut *pointing* antena *Subscriber Unit* (SU) terhadap *Quality of Service* (QoS) pada jaringan *testbed* WiMAX standar IEEE 802.16d ditinjau dari parameter *signal to noise ratio*, *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini tersusun dari 5 bab dengan perincian sebagai berikut :

#### BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan dari penulisan penelitian ini.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas dasar teori mengenai pengertian dan konsep dasar WiMAX, lalu pengertian antena yang digunakan pada WiMAX serta pengertian sudut *pointing* dan parameter yang dibahas.

#### BAB III METODOLOGI

Membahas metode dan teknik perhitungan yang digunakan dalam menganalisis pengaruh sudut *pointing* antena *Subscriber Unit* (SU) terhadap *Quality of Service* (QoS) pada jaringan *testbed* WiMAX standar IEEE 802.16d yaitu berupa studi literatur, pengambilan data, analisis serta pengambilan kesimpulan.

#### BAB IV PEMBAHASAN

Membahas analisis perhitungan parameter-parameter pengaruh sudut *pointing* antena *Subscriber Unit* (SU) terhadap *Quality of Service* (QoS) pada jaringan *testbed* WiMAX standar IEEE 802.16d beserta grafik.

#### BAB V KESIMPULAN

Membahas hasil kesimpulan yang telah diperoleh dari bab pembahasan serta pemberian saran.



## 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 di dalamnya, jika *wireless fidelity* (WiFi) menggabungkan standar *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.11 dengan *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI) *HiperLAN* yang merupakan standar teknis yang cocok untuk keperluan WLAN, sedangkan WiMAX merupakan penggabungan antara standar *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.16 dengan *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI) *HiperLAN*.

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 membedakan adalah WiMAX mempunyai tingkat kecepatan *transfer* data yang lebih tinggi dengan jarak yang lebih jauh, sehingga layanan dengan komunikasi ini dapat digolongkan ke dalam kelas *broadband*. Standar ini 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 data link* (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 1 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 2003 IEEE mengeluarkan standar terbaru dengan nama 802.16e atau yang lebih dikenal dengan *mobile* WiMAX yang merupakan pengembangan dari standar sebelumnya sehingga dapat mendukung aplikasi *portable*.

## 2.2 Perangkat *Wordwide 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*

*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 *Base Station*

Sumber : [www.telrad.com/WiMAX](http://www.telrad.com/WiMAX)

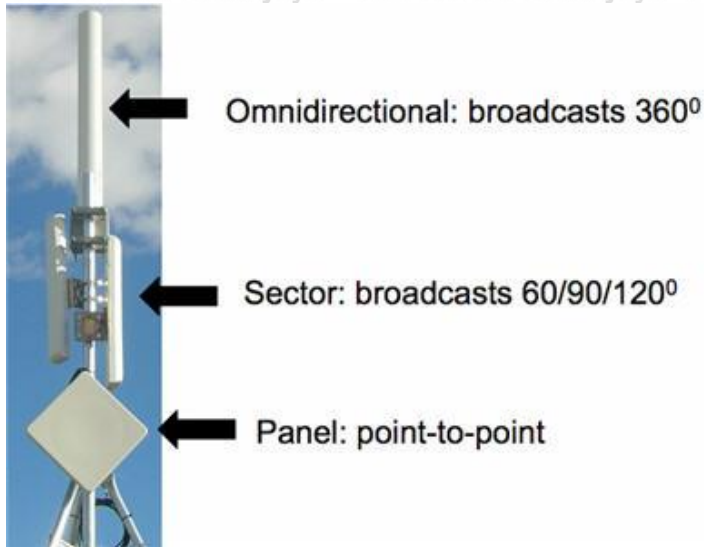
- *Antena*

Antena merupakan alat untuk mengirimkan dan menerima gelombang elektromagnetik.

Antena memiliki sifat resonansi sehingga akan beroperasi pada daerah tertentu. Ada beberapa jenis tipe antena yang dapat mendukung implementasi WiMAX, yaitu antena *omnidirectional*, antena sektor dan antena panel. Antena pendukung implementasi

WiMAX ditunjukkan pada Gambar 2.2.





Gambar 2.2 Antena WiMAX  
 Sumber : [www.telred.com/WiMAX](http://www.telred.com/WiMAX)

- **Subscriber Station**

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



Gambar 2.3 Antena Subscriber Unit  
 Sumber : [www.telred.com/WiMAX](http://www.telred.com/WiMAX)

### 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]:

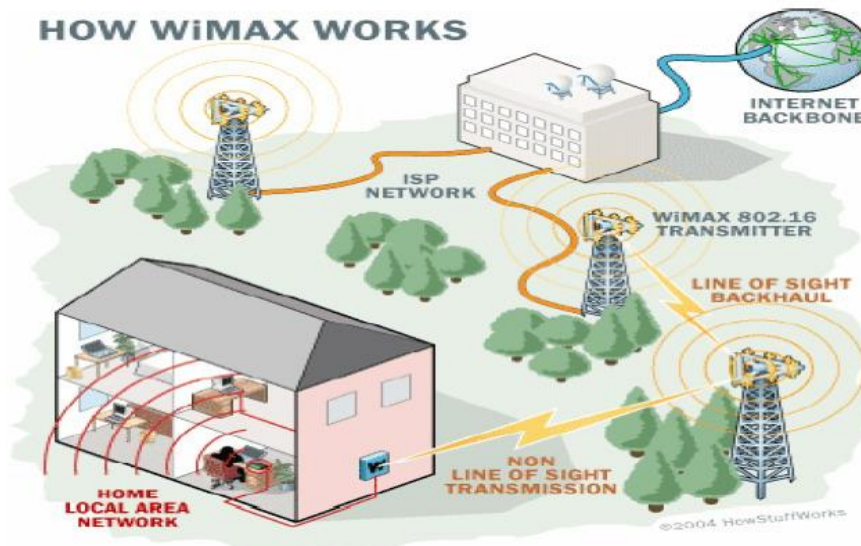
1. Pelanggan mengirimkan data dengan kecepatan 2-155 Mbps dari *subscriber station* (SS) ke *base station* (BS) melalui media gelombang radio.



2. *Base station* (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* (ISP) atau *public switched telephone network* (PTSN) melalui kabel.

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

### Cara Kerja WiMAX



Gambar 2.4 Prinsip Kerja WiMAX  
Sumber : [www.ilmukomputer.org](http://www.ilmukomputer.org)

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

Terdapat 2 spektrum yang diusulkan yaitu frekuensi berlisensi dan frekuensi 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 *Multichannel Multipoint Distribution Service* (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 Indonesia (BRTI), yaitu Direktur Jenderal 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 3,5 GHz.

## 2.5 Standar *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX)

WiMAX standar BWA yang saat ini 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 disebut sebagai 802.16a. secara sederhana perkembangan standar 802.16 dapat diuraikan sebagai berikut [Amitabh Kumar,2008]:

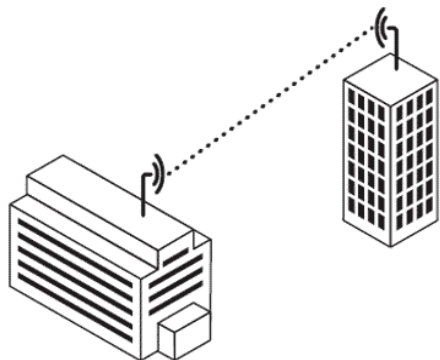
- 802.16  
Standar yang pertama kali diterbitkan IEEE bekerja pada *band frequency* 10-66 GHz. Aplikasi yang mampu didukung baru sebatas *Line of Sight* (LOS).
- 802.16a  
Standar 802.16a menggunakan *band frequency* 2-11 GHz dan dapat digunakan untuk skema *non-Line of Sight* (nLOS).
- 802.16d  
Merupakan 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*. *Mobile* WiMAX atau IEEE 802.16e 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. Antena sisi pemancar dan sisi penerima terdapat 1 perangkat pemancar dan 1 perangkat penerima.

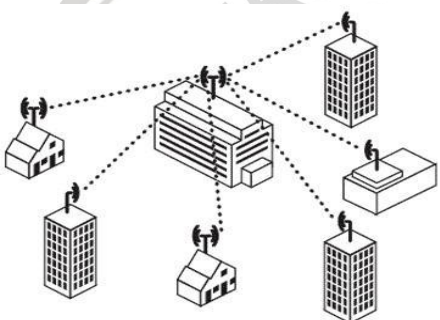


Gambar 2.5 Topologi Jaringan *Point to Point*

Sumber: wi-man.net

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.

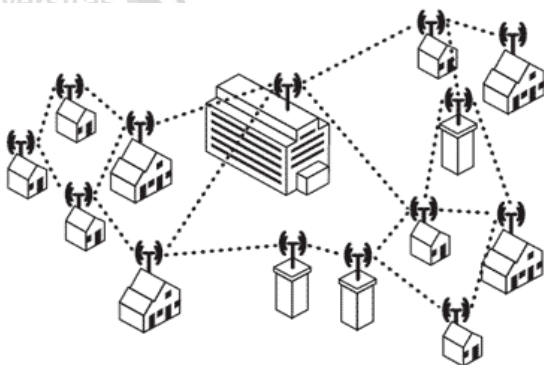


Gambar 2.6 Topologi Jaringan *Point to Multipoint*.

Sumber: wi-man.net

c. *Mesh*

Topologi *mesh* merupakan topologi gabungan antara topologi *point to point* dan topologi *point to multipoint*. Topologi jaringan *mesh* dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.7 Topologi Jaringan *Mesh*.

Sumber: wi-man.net



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

*Quality of Service (QoS) standard IEEE 806.16d* dapat dikelompokkan menjadi 4 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 sistem 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)*

*Best effort delivery* menggambarkan layanan jaringan di mana jaringan tidak memberikan jaminan bahwa data dikirim atau pengiriman memenuhi QoS. Dalam *best effort*, semua pengguna mendapatkan layanan *best effort*, yang berarti bahwa mereka mendapatkan *bit rate variable*, *latency*, *packet loss* yang tidak ditentukan, tergantung pada beban lalu lintas. Efektif untuk aplikasi yang membutuhkan *throughput Best Effort*. Contohnya aplikasi internet (*web browsing*), email dan FTP.



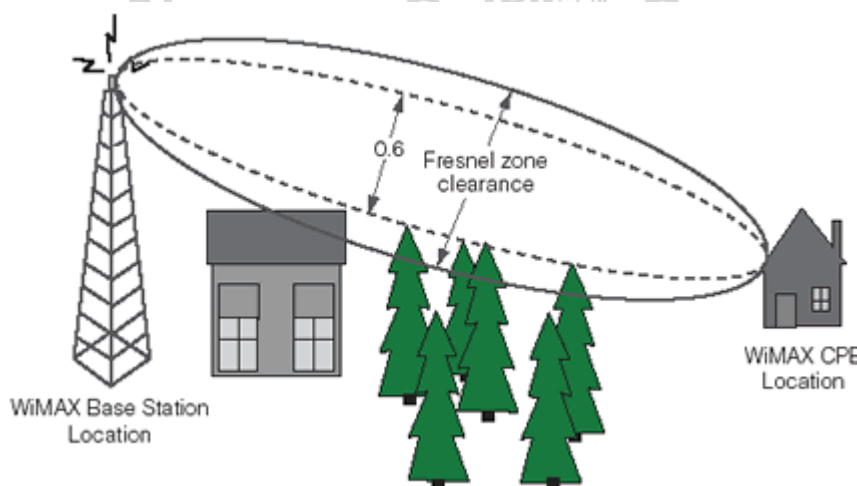
## 2.8 Sudut *Pointing* Antena

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 antena 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 2.8 dapat dilihat ilustrasi *fresnel zone* pada *optical/near line of sight*.



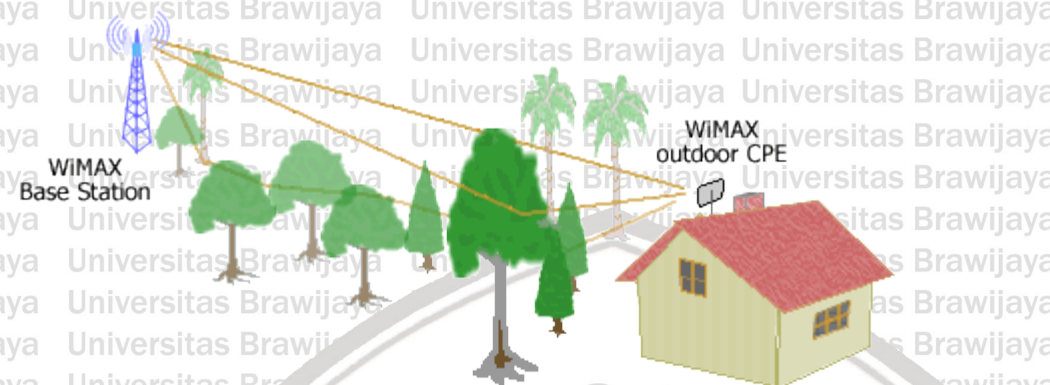
Gambar 2.8 Ilustrasi *fresnel zone* pada *optical/near line of sight*

Sumber : [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu)



Jika jalur langsung terhalang, 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 2.9

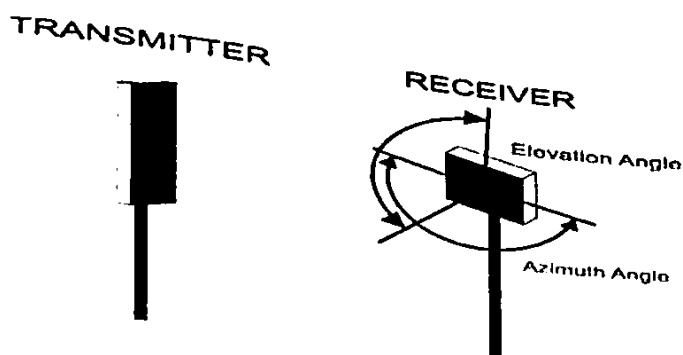


Gambar 2.9 Ilustrasi *non line of sight*

Sumber : [www.conninq.com](http://www.conninq.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 azimut. Sudut elevasi adalah sudut yang dibentuk antena dengan sudut tangen pada titik tertentu. Sudut azimut adalah sudut yang dibentuk oleh arah antena dari arah utara sebenarnya, yang diukur berlawanan arah jarum jam. Gambar 2.10 mengilustrasikan konsep sudut azimut dan sudut elevasi pada *pointing* antena.



Gambar 2.10 Ilustrasi *pointing* antena

Sumber: perancangan

### 2.9 Mechanical Downtilting

*Mechanical Downtilting* adalah pengaturan kemiringan antena dengan cara merubah kemiringan dari antena bisa lebih ke atas, ke bawah atau ke samping dengan cara

mekanik/fisik. Pada metode ini, antena dirubah secara langsung pada porosnya sehingga antena tidak bersifat *line of sight* yang menyebabkan performansi QoS terpengaruh.

## 2.10 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 *internet protocol* pada 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 (*delay*). 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.

### 2.10.1 Protokol Video Streaming

Protokol adalah sebuah peraturan yang ditetapkan dan diterapkan suatu teknologi tertentu. Pada teknologi *streaming*, terdapat 9rotocol yang memang khusus diciptakan untuk mengeksekusi proses *streaming* berupa konten *video/audio*. Pada teknologi *streaming*, layerlayer mode OSI yang berperan sebagai penunjang antara dua perangkat ataupun banyak perangkat terdapat pada *Application Layer*, *Presentation Layer*, *Session layer* dan *Transport Layer*. Penjelasan secara ringkas tersebut terdapat Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi kerja layer pada *video streaming*

Layer	Fungsi
<i>Application Layer</i>	Antarmuka <i>user</i> berkomunikasi pada jaringan <i>stream</i>
<i>Presentation Layer</i>	Menerjemahkan konten <i>video/audio</i> kedalam format yang dapat dibaca oleh mesin
<i>Session layer</i>	Mengatur koneksi <i>streaming</i> baik Saat mulai maupun akhir



<i>Layer</i>	Fungsi
<i>Transport Layer</i>	Membawa data <i>stream</i> dari satu <i>device</i> ke <i>device</i> lain

Sumber : Salkintzis A (2005:146)

Biasanya koneksi pada jaringan internet menggunakan TCP (*Transport Control Protokol*) sebagai protokolnya. Namun hal ini secara umum tidak berlaku kepada teknologi *streaming*. Protokol yang lazim digunakan pada teknologi *streaming* adalah UDP (*User*

*Datagram Protokol*). UDP tidak membutuhkan proses *acknowledgment* saat komunikasi antar device dibangun. Karenanya UDP mampu mentransfer data lebih cepat dibanding TCP.

Pada *streaming* berupa *video/audio*, protokol yang dipakai adalah RTP (*Real-Time Transport Protokol*). RTP bekerja di atas UDP. RTP memiliki fungsi untuk mentransmisikan bit-bit *video/audio*.

- **UDP (*User Datagram Protokol*)**

*User Datagram Protokol* merupakan protokol yang bersifat *connectionless*. UDP memungkinkan sebuah aplikasi mengirimkan datagram tanpa perlu menciptakan koneksi terlebih dahulu antara *client* dan *server*. UDP datagram terdiri atas *header* dan *payload*, besar *header* UDP adalah 8 byte. Header UDP terdiri atas port asal, port tujuan, panjang UDP dan checksum UDP tidak melakukan *flow control*, *error control* ataupun melakukan retransmisi (pengiriman ulang UDP datagram). UDP sangat cocok untuk aplikasi *client server*. *Client* terkadang hanya ingin mengirimkan permintaan singkat dan mengharapkan balasan yang segera. Pengkodean yang lebih mudah, pengiriman paket yang lebih sedikit, dan tidak diperlukannya inisialisasi awal koneksi membuat UDP banyak digunakan oleh aplikasi *real time*.

- ***Real-Time Transport Protocols* (RTP)**

Protokol RTP menyediakan transfer media secara *real-time* pada paket jaringan. Protokol RTP menggunakan UDP dan header RTP mengandung informasi kode bit yang spesifik pada tiap paket yang dikirimkan. Hal ini membantu penerima untuk melakukan antisipasi jika terjadi paket yang hilang. RTP adalah protokol yang dibuat untuk mengkompensasi *jitter* dan *desequencing* yang terjadi pada jaringan IP. RTP dapat digunakan untuk beberapa informasi tipe data yang dikirim, *timestamps* yang digunakan untuk beberapa macam data *stream* yang *real-time* seperti data suara dan data *video*.

Datagram RTP, Protokol RTP berisi informasi tipe data yang dikirim, *timestamps* yang digunakan untuk pengaturan waktu dan suara percakapan terdengar seperti sebagaimana diucapkan, dan *sequence number* yang digunakan untuk pengurutan paket data dan



mendeteksi adanya paket hilang. RTP didesain untuk digunakan pada *transport layer*, namun demikian RTP digunakan diatas UDP, bukan pada TCP karena TCP tidak dapat beradaptasi pada pengiriman data yang *real-time* dengan keterlambatan yang relatif kecil seperti pada pengiriman data komunikasi suara. Dengan UDP dapat mengirimkan paket IP secara *multicast*, RTP *stream* yang dibentuk oleh suatu terminal dapat dikirimkan ke beberapa terminal tujuan.

- **Real-Time Streaming Protocol (RTSP)**

*Real-Time Streaming Protocol* (RTSP) adalah protokol tingkat aplikasi untuk mengontrol multimedia data secara *real-time*. RTSP mendukung perangkat interaktif, seperti tombol-tombol standar pada sebuah *video player*, seperti: *play*, *pause* dan lainnya. Server *streaming* juga bisa memberi reaksi jika terjadi kemacetan jaringan, yaitu dengan mengubah *bandwidth* media untuk menggunakan kapasitas yang tersedia. RTSP juga dikembangkan untuk menyamakan *syntax* dan operasi dari HTTP versi 1.1. Dengan menggunakan protokol RTSP antara *client* dan *video streaming server* bisa mengirimkan permintaan ketika terjadi interaksi, RTSP mempunyai kemampuan untuk mempertahankan keadaan dari sebuah sesi (mempertahankan hubungan antara *video streaming server* dan *client* secara konsisten), sedangkan protokol HTTP tidak bisa. RTSP mendukung penggunaan dari RTP sebagai dasar protokol pengiriman data. Protokol tersebut diharapkan bisa memberikan cara pemilihan jalur pengiriman yang optimum kepada *client*.

- **Real-Time Control Protocol (RTCP)**

RTCP digunakan sebagai penghubung dengan RTP. Protokol tersebut memberikan *feedback* kepada setiap penerima pada sesi RTP dimana bisa digunakan untuk mengontrol sebuah sesi. Pesan tersebut terdiri dari laporan, termasuk jumlah paket yang hilang dan statistik dari *jitter* (kedatangan yang terlalu cepat dan keterlambatan / *error* yang terjadi ). Informasi ini bisa kemacetan jaringan. Beberapa pesan RTCP berhubungan dengan pengontrolan konferensi *video* dengan beberapa penerima.

## 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) :



$$SNR = Pr - No \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan,

SNR = *Signal to Noise Ratio* (dB)

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

No = 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 pada tujuan per detik untuk lebar pita yang dialokasikan. *Throughput* ditunjukkan oleh persamaan (Scwartz, Mischa. 1987) :

$$\lambda = \frac{(1-\rho)}{t_t[1+(a-1)\rho]} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan,

$\lambda$  = *throughput* (Mbps)

$\rho$  = probabilitas salah

$t_t$  = waktu untuk mentransmisikan sebuah paket (s)

$a$  = konstanta propagasi

Simbol  $a$  merupakan konstanta propagasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$a = (3 + \frac{2t_p}{t_t}) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$a$  : konstanta propagasi

$t_p$  : *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 bar '*Statistic*' 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



pentransmisi 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 Network* yang terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 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 menu bar 'telephony' lalu 'RTP'.

#### 2.11.4 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 *base station* menuju *subscriber station*. *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 2.3 berikut.

Tabel 2.3. Kategori kualitas *delay*

Kategori	<i>Delay</i>
Bagus	0 – 150 ms
Cukup	150 ms – 400 ms
Buruk	>400 ms

Sumber : ITU G.114.2011

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

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





Dengan,

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

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

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

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 bar 'statistics'* lalu *'summary'* lalu hasil *delay* didapatkan melalui persamaan 2.5.

$$\text{delay} = \frac{\text{Between First and Last Packet (s)}}{\text{packets}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan,

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

*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 detil 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 detil 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*. menampilkan beberapa parameter terkait performansi maupun karakteristik paket data.



**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

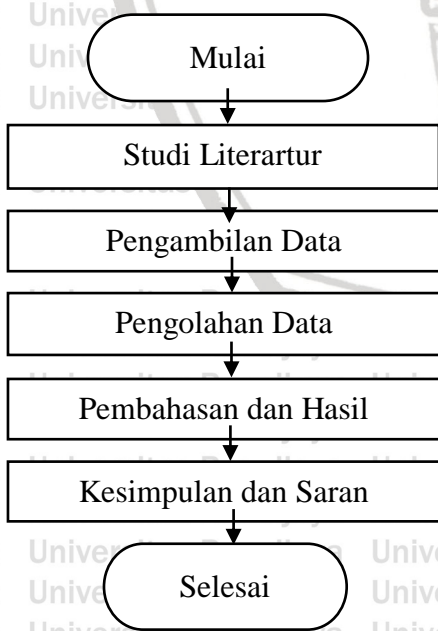
**3.1 Umum**

Kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian yang bersifat analisis yang mengacu pada studi literatur. Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan penelitian ini yaitu untuk mengetahui analisis pengaruh sudut *pointing* antenna terhadap *Quality of Service* (QoS) varian *scheduling Real Time Polling Service* (RTPS), *non Real Time Polling Service* (nRTPS), *Best Effort* (BE), dan *Unsocialited Grant Service* (UGS) pada jaringan *testbed* WiMAX standar IEEE 802.16d atau *fixed* WiMAX. Parameter performansi yang digunakan pada penelitian ini meliputi *signal to noise ratio*, *packet loss*, *throughput* dan *delay*.

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur
2. Pengambilan Data
3. Pengolahan Data
4. Pembahasan dan Hasil
5. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada Gambar 3.1 menunjukan blok diagram dari langkah penyusunan penelitian



Gambar 3.1 Langkah penyusunan penelitian

Sumber: Perancangan





### 3.2 Studi Literatur

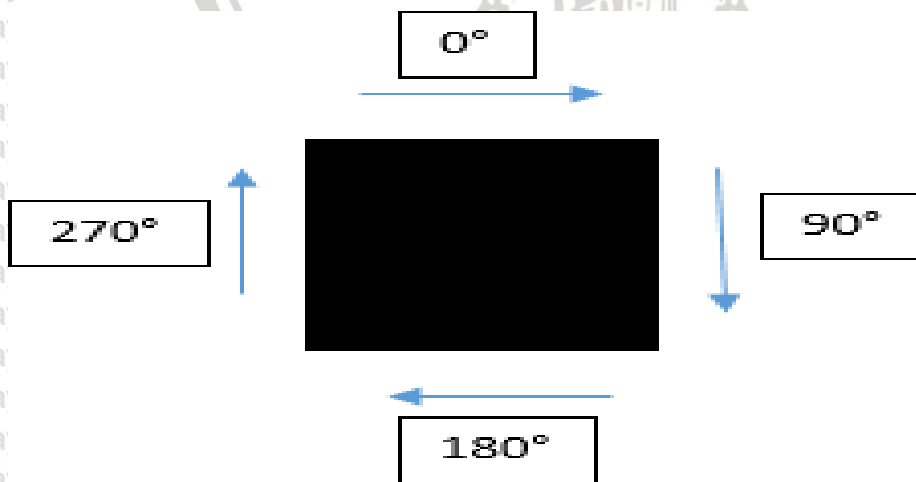
Studi literatur untuk mempelajari dan memahami konsep yang terkait dengan analisis pengaruh *pointing* antenna *subscriber unit* (SU) terhadap *quality of service* (QoS) pada jaringan *testbed* wimax standar IEEE 802.16d. Studi literatur yang dilakukan adalah mengenai konsep, parameter dan teori yang menunjang pada penulisan penelitian ini.

### 3.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh suatu nilai parameter untuk proses perhitungan dalam menyelesaikan penelitian ini. Data-data yang berada pada penelitian ini berupa data primer yang bersumber dari hasil pengukuran dan data sekunder yang bersumber dari jurnal, buku referensi, penelitian, forum resmi dan internet.

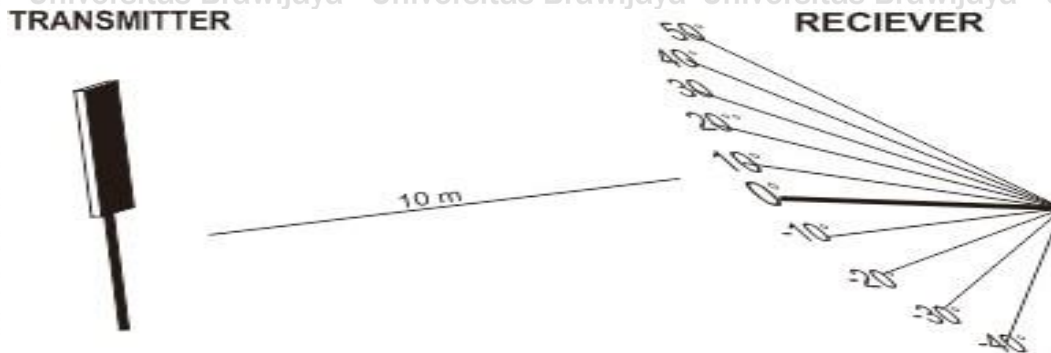
#### 3.3.1 Skenario Pengambilan Data

Dalam pengambilan data akan dilakukan dengan merubah sudut *pointing* antenna *subscriber station* (SS) 1 dan *subscriber station* (SS) 2 yaitu  $0^\circ$  (sejajar),  $-30^\circ$ , dan  $30^\circ$  pada sudut elevasi dan  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  dan  $270^\circ$  pada sudut azimut yang menggunakan busur derajat di Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan menggunakan client atau pengguna yang mengakses aplikasi *live streaming*. *Live streaming* yang digunakan pada penelitian ini berupa video yang di-*streaming* yang menggunakan program *VLC media player*. Aplikasi *Wireshark* akan dihubungkan dengan WiMAX 802.16d yang digunakan untuk mendapatkan nilai *signal to noise ratio*, *throughput*, *packet loss* dan *delay* yang menjadi nilai parameter pada penelitian ini. Pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 menunjukkan skenario perubahan sudut *pointing* azimut dan elevasi pada saat pengambilan data dilakukan.



Gambar 3.2 Skenario perubahan sudut *pointing* azimut pada saat pengambilan data

Sumber: perancangan

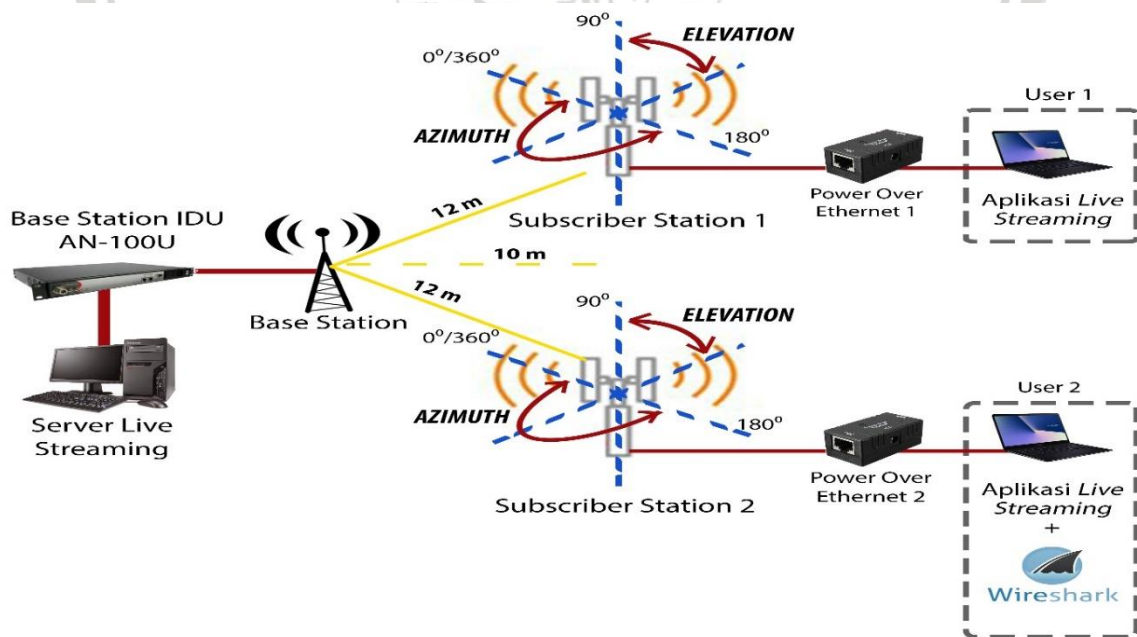


Gambar 3.3 Skenario perubahan sudut *pointing* elevasi pada saat pengambilan data

Sumber : perancangan

### 3.3.2 Perancangan Sistem

Konfigurasi rancangan disusun menurut sistem perangkat WiMAX 802.16d yang terdapat pada *manual book* Redline WiMAX 802.16d. Sesuai dengan *manual book*, konfigurasi jaringan disusun menggunakan perangkat *testbed Fixed WiMAX* yang terdiri dari RedMAX Base Station (BS) sebagai pemancar yang bekerja pada pita frekuensi 3,5 GHz dan RedMAX Subscriber Station sebagai penerima. *Bandwidth* kanal radio yang diatur pada RedMAX Base Station adalah 3,5 MHz. Pada penelitian ini, topologi konfigurasi jaringan yang digunakan adalah *Point to Multipoint*. Sehingga berdasarkan langkah-langkah tujuan penelitian untuk mendapatkan data-data parameter QoS yang diperlukan, konfigurasi jaringan dibuat seperti Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Konfigurasi WiMAX 802.16d untuk layanan *live streaming*.

Sumber :Perancangan

Sesuai dengan Gambar 3.4, susunan jaringan yang terletak pada Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro UB terdiri dari beberapa komponen yaitu:

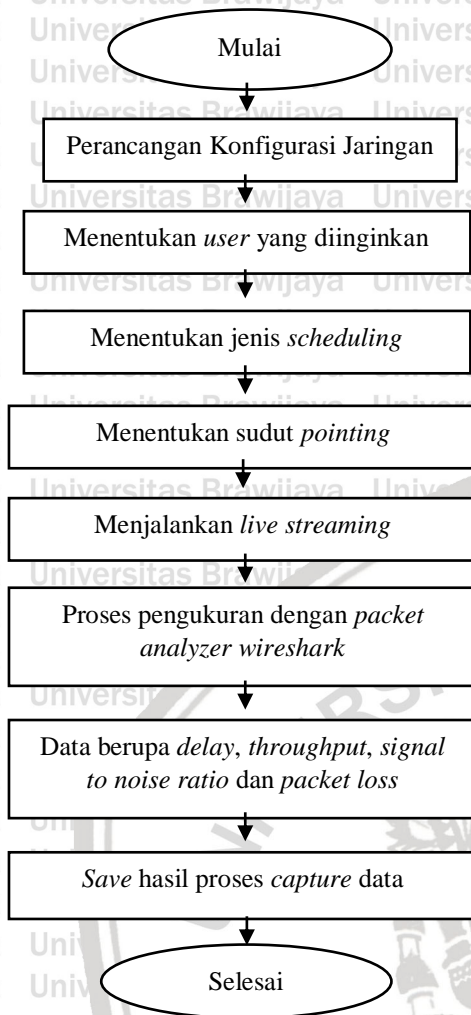


1. *Server live streaming*, merupakan perangkat yang memiliki fungsi yaitu memberikan layanan kepada user untuk mengakses *file* video yang sedang diputar di *server*. Pada bagian *server* dipasang *Traffic Generator* yang berfungsi sebagai pemberi beban trafik pada jaringan sisi penerima yang terdiri atas sebuah laptop.
2. *Base station IDU AN-100U* berfungsi sebagai titik pusat jaringan yang menghubungkan seluruh *user* dalam jaringan tersebut ke *server*.
3. Antena *Base Station* yang berfungsi sebagai *transceiver* pada sisi pengirim.
4. *Subscriber Station* yang berfungsi sebagai perangkat *transceiver* pada sisi penerima.
5. *Switch* yang berfungsi sebagai penghubung *user* dan *Traffic Generator*.
6. *User* adalah perangkat yang terdiri dari dua buah laptop yang fungsinya adalah melakukan *download file* video dari *server*.

Jaringan yang diuji menggunakan dua buah *Subscriber Station*. Pada sisi penerima, *user* akan dihubungkan ke *switch* lalu dihubungkan lagi menuju masing-masing *Subscriber Station* dengan menggunakan kabel *Untwisted Pair (UTP)*. Sedangkan pada sisi pengirim, antena *Base Station* akan dihubungkan ke *Base Station IDU AN-100U* dengan kabel koaksial. Kemudian *Server live streaming* dan *Traffic Generator* dihubungkan dengan *Base Station IDU AN-100U* menggunakan kabel *Untwisted Pair (UTP)*. Komunikasi antara *Subscriber Station* dengan *Base Station* dihubungkan secara *wireless*.

### 3.3.3 Jenis dan Cara Pengambilan Data

Data-daya yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Gambar 3.5 menunjukkan diagram alir pada saat pengambilan data



Gambar 3.5 Diagram Alir Pengambilan Data  
Sumber : perancangan

Pada gambar 3.5 ditunjukkan *flowchart* pengambilan data primer dengan tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan konfigurasi jaringan *testbed* sesuai dengan gambar 3.2.
2. Melakukan pengaturan (*setting*) jaringan *testbed* WiMAX berupa pengaturan pada frekuensi yang digunakan untuk komunikasi antara *Subscriber Station* dengan *Base Station* yaitu 3,5 MHz, jumlah *subscriber* yang digunakan, jumlah *user* yang akan terhubung yaitu dua *user*, dan *bandwidth* yang digunakan pada standar *live streaming* yaitu 10 Mbps.
3. Setelah melakukan pengaturan jaringan, dilakukan pengaturan aplikasi yang digunakan pada *user* dan *server*. Pada sisi *user*, akan digunakan *Wireshark*, *Winpcap*, dan *VLC Media Player*. Pada sisi *server*, digunakan *Traffic Generator* dan *VLC Media Player*.
4. Menentukan jenis *Scheduling* yang akan digunakan pada sisi *Base Station* yaitu UGS, BE, rtPS, dan nrtPS.



5. Mengatur sudut *pointing* antena secara bergantian pada *subscriber* 1 dan 2 penerima bergeser  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ , dan  $30^\circ$  di sudut elevasi, serta bergeser  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  di sudut azimuth dengan cara *mechanical downtilting*.
6. *User* akan menjalankan pengujian dengan melakukan pengambilan data parameter QoS jaringan yaitu *signal noise to ratio*, *delay*, *throughput* dan *packet loss*. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *streaming file video* dari *server* menuju *user* selama 120 detik.
7. Pengujian dinyatakan selesai apabila masing-masing *scheduling* dan sudut *pointing* yang digunakan telah diuji dan diambil data QoS.
8. Skenario berlaku untuk pengujian menggunakan topologi *point to multipoint*.

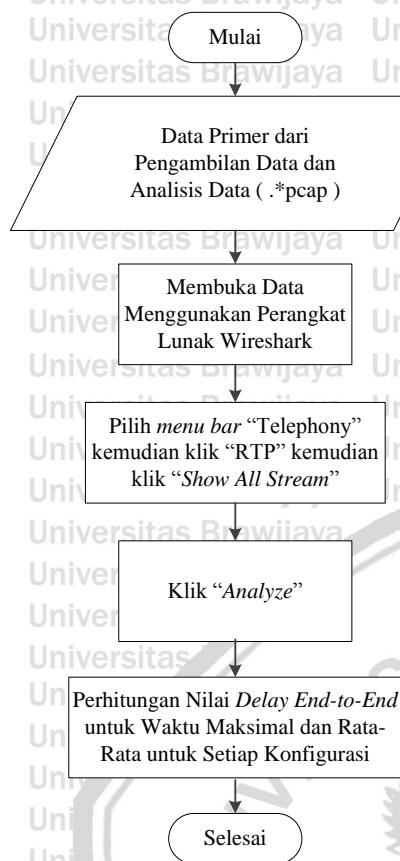
### 3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini meliputi parameter-parameter QoS WiMAX 802.16d yaitu *signal noise to ratio*, *packet loss*, *throughput*, dan *delay*. Pengolahan data dilakukan menggunakan data primer dan mengumpulkan beberapa parameter dari data sekunder sesuai dengan standar kemudian digunakan untuk menganalisis rumusan masalah yang telah diuraikan pada bab I.

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Wireshark*. Parameter performansi *Fixed WiMAX* yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 3.4.1. *Delay End-to-End*

Tahap pengolahan data pada kinerja jaringan WLAN pada bagian *Delay End-to-End* adalah pada menu bar "*Telephony*" terdapat pilihan RTP untuk menampilkan ringkasan percakapan atau komunikasi yang telah ditangkap dan menggunakan protokol RTP. Kemudian pilihan "*Show RTP stream*" membantu untuk menemukan aliran data dari sumber menuju tujuan maupun arah *reverse*. Pilihan "*Analyze*" membuat aliran RTP yang dipilih tadi diolah datanya dan menghasilkan informasi dan dimunculkan dengan kotak dialog RTP *analysis*. Pada kotak dialog RTP *analysis* terdapat berbagai macam informasi, yakni jumlah paket yang diterima atau kirim, *delta* (ms), *jitter* (ms) dan *Lost* (%) dan lain-lain. *Delay end-to-end* ditunjukkan oleh informasi *delta* (ms).



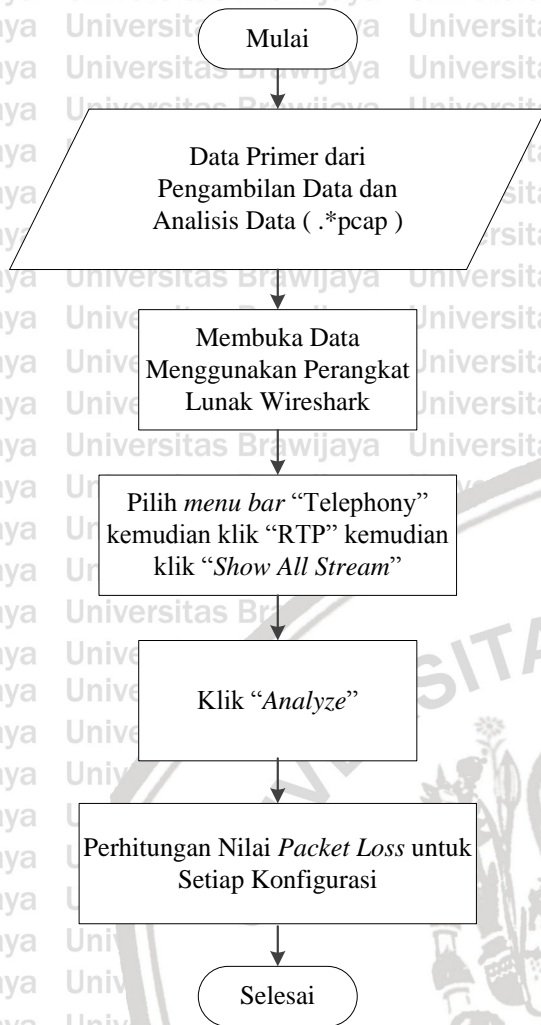
Gambar 3.6. Diagram alir pengolahan data *Delay End-to-End*

Sumber : Perancangan

### 3.4.2 Packet Loss

Tahap pengolahan data pada kinerja jaringan WLAN pada bagian *Packet Loss* adalah Pada kotak dialog *RTP analysis* terdapat berbagai macam informasi, yakni jumlah paket yang diterima atau kirim, *delta* (ms), *jitter* (ms) dan *Lost* (%) dan lain-lain. *Packet Loss* ditunjukkan oleh informasi *Lost* (ms).



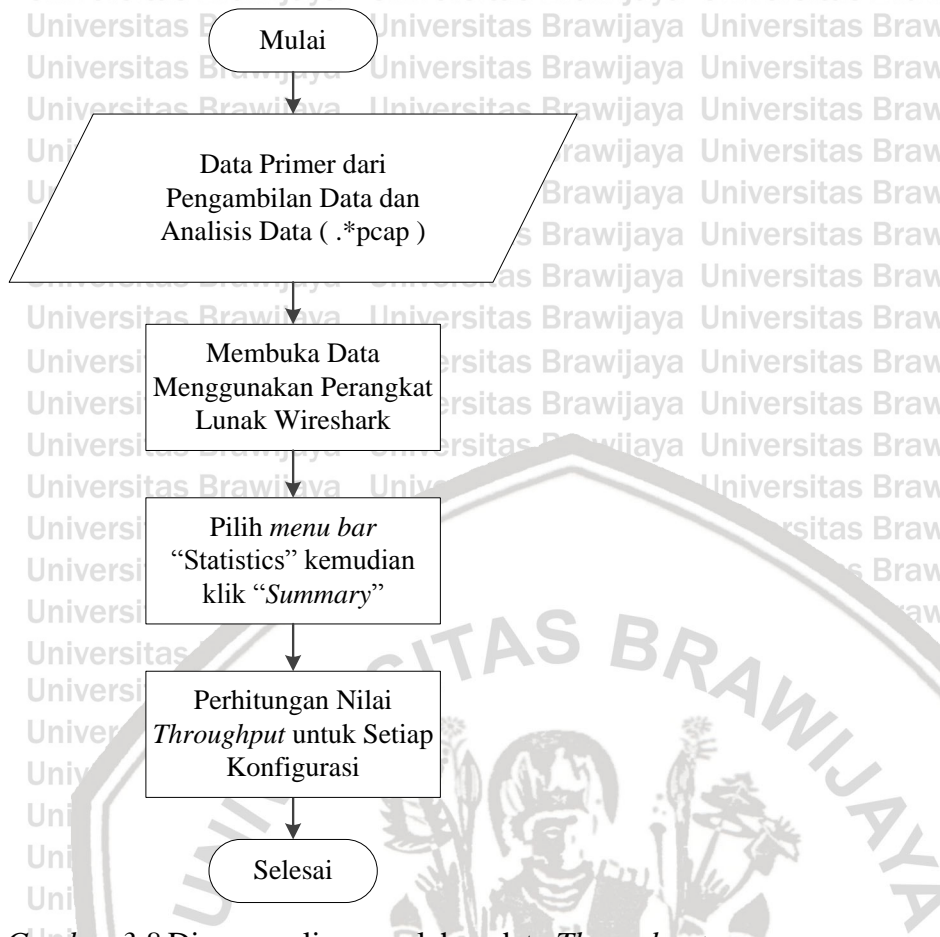


Gambar 3.7. Diagram alir pengolahan data *Packet Loss*

Sumber : Perancangan

### 3.4.3 Throughput

Tahap pengolahan data pada kinerja jaringan WLAN pada bagian *Throughput* adalah *File media library pcap* yang telah didapatkan dari tahapan pengambilan data primer dan analisis data kemudian dibuka kembali menggunakan perangkat lunak *Wireshark*. Pada *Wireshark* terdapat beberapa *menu bar*, yakni *File*, *Edit*, *Capture*, *Statistics*, *Interfaces*, *Analyze*, *Telephony*, *Help* dan *Window*. Pada *menu bar* "*Statistics*" terdapat pilihan *Summary* untuk menampilkan ringkasan percakapan atau komunikasi yang telah ditangkap. Pada kotak dialog *Summary* terdapat berbagai macam informasi, yakni *Time first packet into last packet*, *Avg Mbit/sec* dan lain-lain. Waktu paket pertama menuju paket terakhir adalah waktu keseluruhan *capturing* paket data. *Throughput* ditunjukkan oleh informasi *Avg Mbit/sec*.



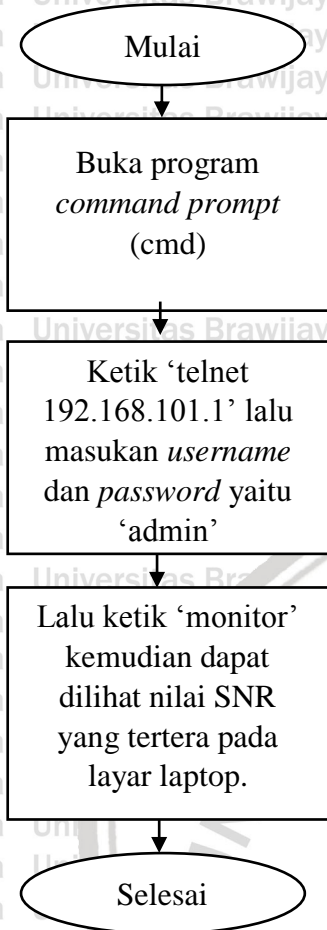
Gambar 3.8 Diagram alir pengolahan data *Throughput*  
Sumber : Perancangan

#### 3.4.4 Signal to Noise Ratio (SNR)

Nilai SNR diperoleh dari laptop user yang telah dihubungkan ke IP *subscriber station* pada IP 192.168.101.1 kemudian buka program *command prompt* dan input *'telnet 192.168.1.101'* lalu *Telnet* akan terhubung dengan tampilan permintaan *username* dan *password* kemudian ketik *'admin'* untuk keduanya. Setelah itu, ketik monitor pada layar *command prompt* dan hasil nilai SNR akan diperoleh pada baris pertama di kolom kedua.

Gambar 3.9 merupakan diagram alir pengambilan data SNR.





Gambar 3.9 Diagram Alir Pengambilan Data SNR  
Sumber: Perancangan

### 3.5 Pembahasan dan Hasil

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data primer dari hasil pengukuran yang didapat pada Telnet dan *packet analyzer wireshark* dan data sekunder yang disesuaikan dengan standar yang berlaku dan kemudian dianalisis. Pengukuran dan analisis data meliputi parameter sebagai berikut:

1. *Delay*
2. *Throughput*
3. *Packet Loss*
4. *Signal to Noise Ratio*

Analisis pengaruh sudut *pointing* antena terhadap *delay*, *throughput*, *packet loss*, dan *signal to noise ratio*. *Delay* dapat ditentukan dengan melihat waktu transmisi total yang dibutuhkan oleh PC pengirim untuk mengirim data kepada PC penerima. SNR adalah perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap *noise*. SNR digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan. *Throughput* adalah

jumlah bit yang sukses dikirim dari *server* ke tempat tujuan dalam selang waktu pengamatan.

Sedangkan *packet loss* merupakan jumlah presentase paket yang hilang dari proses pengiriman *server* ke tempat tujuan.

### 3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan dari analisis bab hasil dan pembahasan. Lalu tahap selanjutnya akan dilakukan pemberian saran bagi pembaca yang akan melakukan studi perkembangan dari penelitian ini ataupun bahan pendukung penelitian selanjutnya.





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Umum

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan analisis dan hasil terhadap *QoS* layanan *Live Streaming* pada jaringan *Testbed WiMAX* standar IEEE 802.16d. Terdapat beberapa tahap pembahasan analisis yang dilakukan, antara lain :

1. Konfigurasi jaringan *Testbed WiMAX* standar IEEE 802.16d antara *user* dengan *server*.
2. Melakukan analisis data sekunder maupun pengamatan data primer yang meliputi parameter *delay*, *packet loss*, dan *throughput* dengan variasi perubahan sudut *pointing* antenna subscriber.
3. Membandingkan nilai simulasi dengan standar yang dikeluarkan ITU-T G.114 untuk parameter *delay* dan standar yang dikeluarkan TIPHON untuk parameter *packet loss* dan parameter.

### 4.2 Konfigurasi Jaringan *Testbed WiMAX* IEEE 802.16d

Pembahasan dilakukan terkait dengan konfigurasi jaringan *Testbed WiMAX* IEEE 802.16d pada Laboratorium Telekomunikasi Universitas Brawijaya. Tahapan konfigurasi sistem jaringan yang digunakan meliputi: perancangan blok diagram, instalasi perangkat keras maupun perangkat lunak pada sisi *user* dan *server*, pengujian koneksi antara *user* dan *server*, dan pengujian layanan *Live Streaming*.

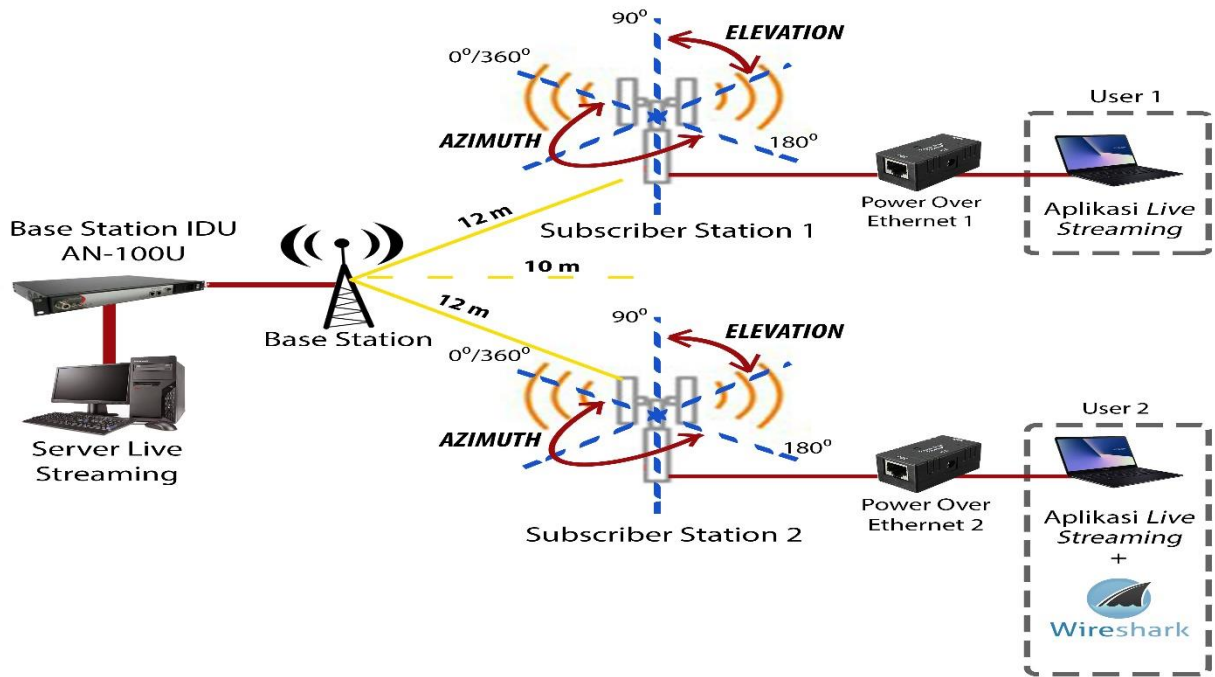
#### 4.2.1 Perancangan Blok Diagram

Konfigurasi perangkat jaringan *Testbed WiMAX* IEEE 802.16d dilakukan pada Laboratorium Telekomunikasi Universitas Brawijaya dengan luas ruangan 100 m<sup>2</sup>. Perangkat yang digunakan pada sisi server adalah RedMAX *Base Station* (BS) sebagai *transceiver* dengan frekuensi kerja 3,5 GHz sedangkan perangkat pada sisi *user* digunakan RedMAX *Subscriber Station* (SS) dengan menggunakan topologi *Point to Multipoint*. Dan

Dalam penelitian ini, level daya pancar pada *Base Station* diatur sebesar 10 dBm dan lebar kanal radio diatur sebesar 3,5 MHz dalam transmisi layanan yang diatur. Modulasi yang digunakan dalam perangkat RedMAX *Base Station* (BS) diatur pada 64QAM. Kapasitas transmisi data antara BS dan SS diatur sebesar 9 Mbps dengan *ratio Downlink* sebesar 70% dan

*Uplink* 30%. Untuk mengamati kualitas *QoS* layanan *Live Streaming*, maka akan dilakukan *scheduling*.

Pada blok diagram sistem jaringan yang ditunjukkan Gambar 4.1 terdiri tiga bagian utama yaitu *server*, jaringan *Testbed WiMAX IEEE 802.16d*, dan *user*. *Server* berfungsi sebagai penyedia layanan *Live Streaming* dan penyimpanan *file* yang berkaitan dengan layanan *Live Streaming*. Kemudian jaringan *Testbed WiMAX IEEE 802.16d* berfungsi sebagai media sambungan komunikasi data antara *server* dan *user*. *User* pada sistem ini memiliki fungsi sebagai pengguna layanan *Live Streaming*.



Gambar 4.1 Diagram Blok Konfigurasi Jaringan *Testbed WiMAX*  
 Sumber : Perancangan

Fungsi dari masing-masing komponen yang terdapat pada Gambar 4.1 akan diuraikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kegunaan Perangkat Keras

No.	Jenis Perangkat Keras	Fungsi
1.	PC Server	Penyedia layanan ( <i>Live Streaming</i> )
2.	Switch	Konfigurator jaringan
3.	Kabel UTP	Menghubungkan perangkat dengan konektor RJ-45
4.	Laptop ( <i>User</i> )	Menerima <i>files</i> dan menjalankan <i>Live Streaming</i>





No.	Jenis Perangkat Keras	Fungsi
5.	Base Station (BS)	Menghubungkan <i>Subscriber Station (SS)</i> dengan <i>transport site</i>
6.	Subscriber Station (SS)	Menerima data dari <i>Base Station (BS)</i> selanjutnya akan terhubung dengan <i>user</i> .

Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa perangkat dengan spesifikasi tertentu agar sistem dapat berjalan dengan baik. Berikut merupakan spesifikasi yang digunakan :

a. PC Server

Acer Aspire merupakan merk laptop yang digunakan sebagai PC server dengan model seri M5-481TG. Spesifikasi laptop Acer Aspire M5-481TG dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Spesifikasi PC server Acer Aspire M5-481TG

Spesifikasi	Keterangan
Processor	Intel Core i5® Quad Core ® i5-3317U (1.70GHz/4-core)
RAM	4GB (1×4GB)
Kapasitas Hard Disk	1×250GB Serial ATA
Operating System	Windows 10 Home 64-bit
NIC	10 Gb/detik (1buah)
VGA	NVIDIA GeForce GT 640M LE - 1 GB 16 bit color: maximum resolution of 1920×1200 32 bit color: maximum resolution of 1280×1024
Sound Card	Acer 3DSonic stereo speakers, microphone
Port USB	3 buah port

b. Power of Ethernet

Power of Ethernet merupakan perangkat yang menghubungkan dan menerima informasi dari suatu segmen jaringan. Power of Ethernet yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.2 sedangkan spesifikasinya ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Switch

Spesifikasi	Keterangan
LAN Ports	2
Type	Unmanageable Switch





Gambar 4.2 *Switch*

Sumber: Perancangan

c. Kabel UTP (*Untwisted Pair*)

Kabel UTP yang digunakan memiliki tipe *cross* dengan merk BELDEN Cat 5, kabel ini berfungsi sebagai penghubung perangkat SS ke *user*. Spesifikasi kabel UTP ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi Kabel UTP

Spesifikasi	Keterangan
Panjang	80 m
<i>Impedansi Karakteristik</i>	100 Ohm +/- 15%
Kecepatan <i>Propagasi</i>	0.64c
<i>Delay Propagasi</i>	4.8-5.3 ns/m
Kapasitansi, Induktansi	52 pF/m, 525 nH/m
Diameter Kabel	0.51054 mm
Temperatur Kerja	-55 <sup>0</sup> C~60 <sup>0</sup> C

d. *Base Station (BS)*

*Base Station (BS)* berfungsi untuk memfasilitasi komunikasi antara *user* dengan *server* dan pengadaan layanan yang diberikan oleh *server*. Dalam penelitian ini, BS terdiri dari dua buah perangkat yaitu antena sektoral 90° dan IDU AN100U yang ditunjukkan Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Sedangkan spesifikasi *Base Station (BS)* yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.5.







Gambar 4.3 Antena Pemancar Base Station (BS)



Gambar 4.4 IDU AN100U pada Base Station (BS)

Tabel 4.5 Spesifikasi Base Station (BS) RedMAX

Spesifikasi	Keterangan
System Capability	Line-of-Sight (LOS), non LOS
RF Band	3,5 GHz
Channel Size	3,5 MHz
Sector Capacity	9 Mbps (3,5 MHz channel size)
Modulation	64 QAM
Antenna Gain	17,5 dB
Tx Power	-12 dBm (LOS)
Range	1 km
Operating Temperature	IDU: 0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F) ODU: -40 °C to 60 °C (-40 °F to 140 °F)

e. Subscriber Station (SS)

Subscriber Station merupakan perangkat *tranceiver* yang tersambung dengan *user*.

Dalam penelitian ini, SS yang digunakan sejumlah 2 unit dengan merk *Redline* dan

diletakkan sejauh 10 meter dari BS. Spesifikasi SS yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.6.



Gambar 4.5 Subscriber Station

Tabel 4.6 Spesifikasi Subscriber Station (SS) RedMAX

Spesifikasi	Keterangan
System Capability	Line-of-Sight (LOS), non LOS
RF Band	3,5 GHz
Modulation	64 QAM
Channel Size	3,5 MHz
Range	1 km
Operating Temperature	40°C to +60°C (-40°F to +140 °F)

**4.2.2 Pengaturan Perangkat**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah instalasi dan pengaturan perangkat pada. Pengaturan perangkat akan dilakukan sesuai dengan diagram blok konfigurasi sehingga dapat berfungsi sesuai yang diinginkan. Pengaturan perangkat meliputi perangkat lunak (*Software*) dan keras (*Hardware*).

**4.2.2.1 Pengaturan Perangkat Pada sisi Server**

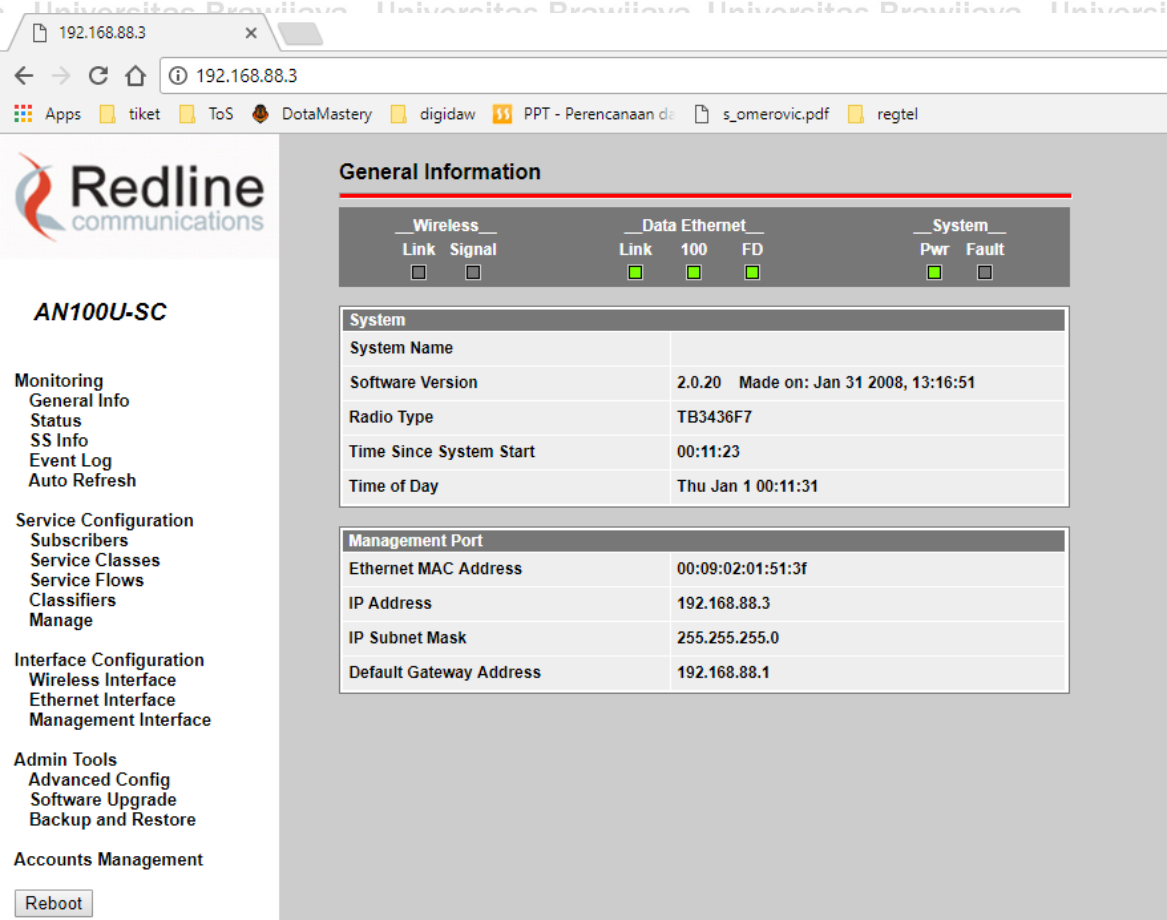
Pada perangkat keras, akan digunakan sebuah PC sebagai *server*, sebuah antena sektoral 90° dan *IDU AN100U*. Masing-masing perangkat keras akan dihubungkan dengan media fisik berupa kabel UTP.





Untuk perangkat lunak pada *server*, pengaturan dimulai dengan mengatur parameter pada *software* perangkat BS IDU. Pastikan *server* tersambung dengan BS IDU untuk dapat mengakses *software* pada perangkat BS IDU. Langkah-langkah untuk mengatur BS IDU yaitu:

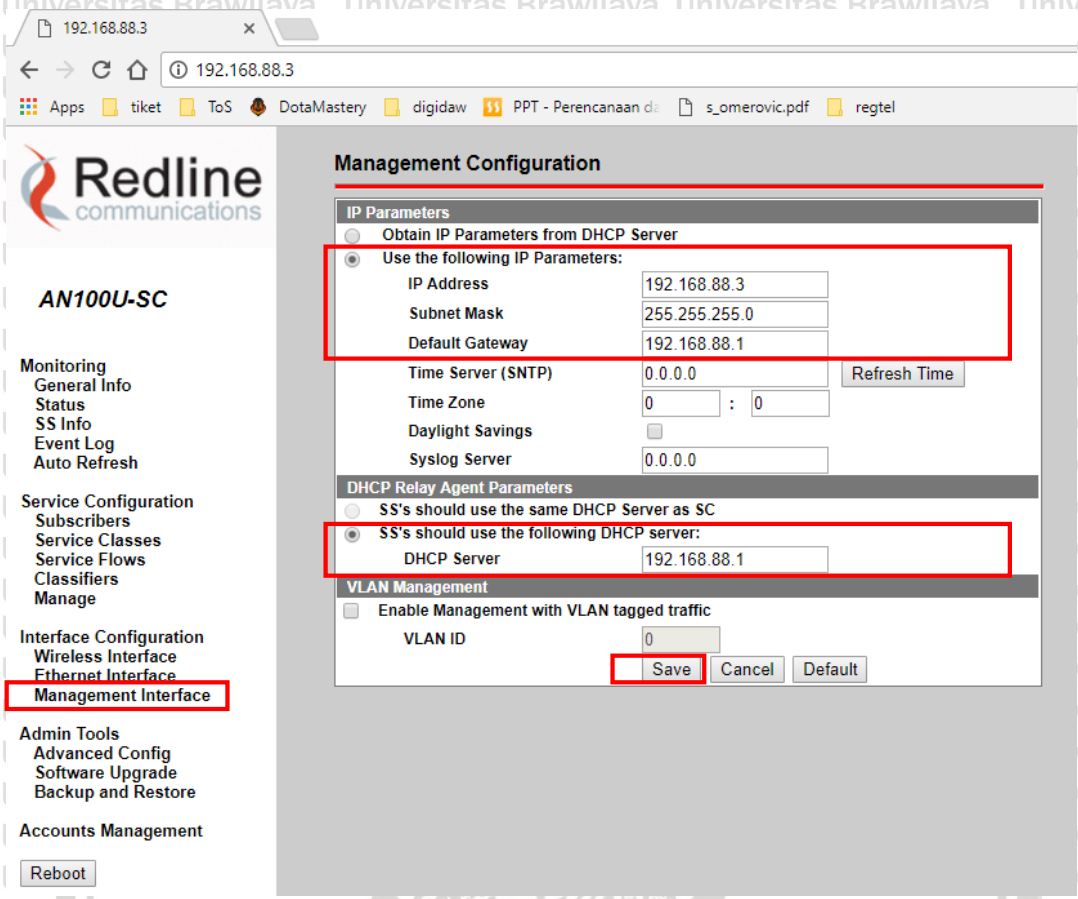
1. Buka aplikasi *internet browser*, kemudian ketik ip BS IDU 192.168.88.3 pada kolom URL, kemudian operator akan diminta *log in* dengan mengisi *username* dan *password*. Setelah *log in* maka akan muncul tampilan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan Utama Software IDU

2. Pilih menu *Interface Configuration* lalu pilih *Management Interface*. Kemudian akan muncul tampilan untuk melakukan *setting* pada *Management Interface*. Atur *IP Address*, *Subnet Mask*, dan *Default Gateway* yang ada sesuai dengan gambar 4.7. Lalu pilih opsi "*SS should use the following DHCP server*". Setelah terisi, dilanjutkan dengan memilih *save*.



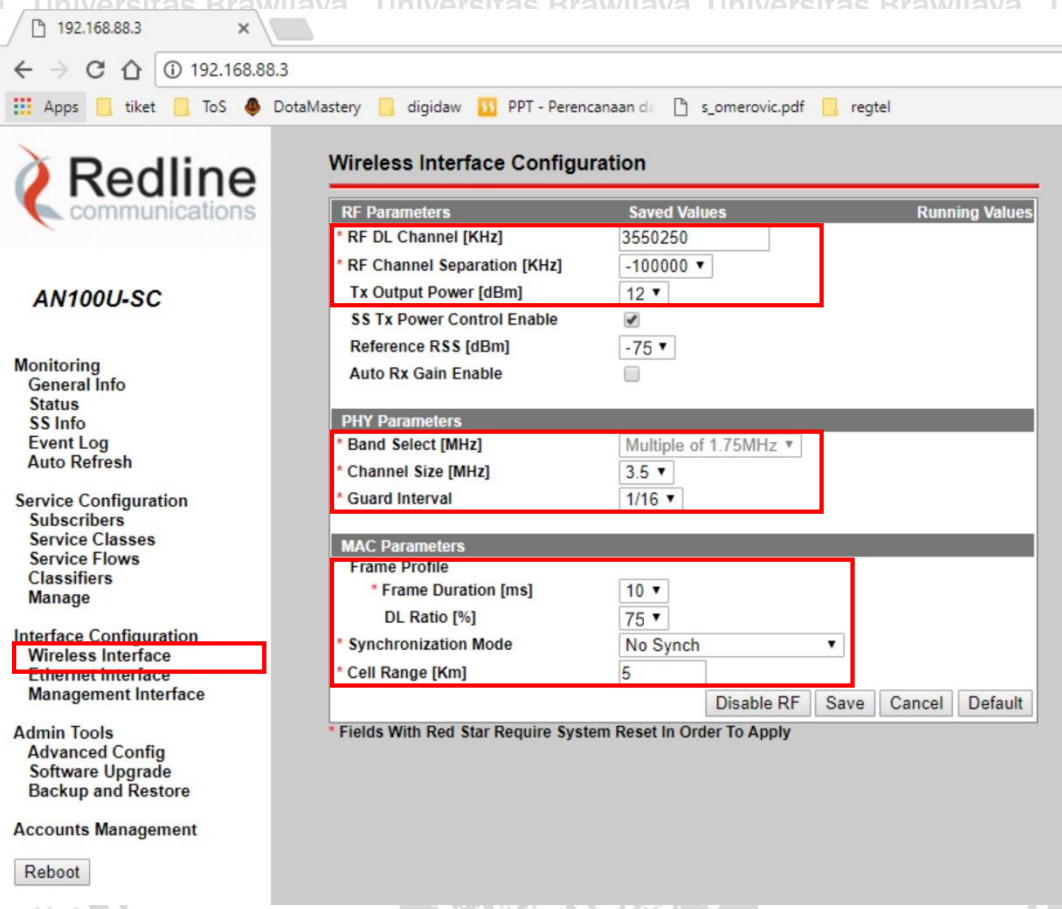


Gambar 4.7 Tampilan submenu Management Interface

3. Kemudian pilih submenu Interface Configuration lalu pilih Wireless Interface. Isi parameter yang ada seperti pada gambar 4.8.



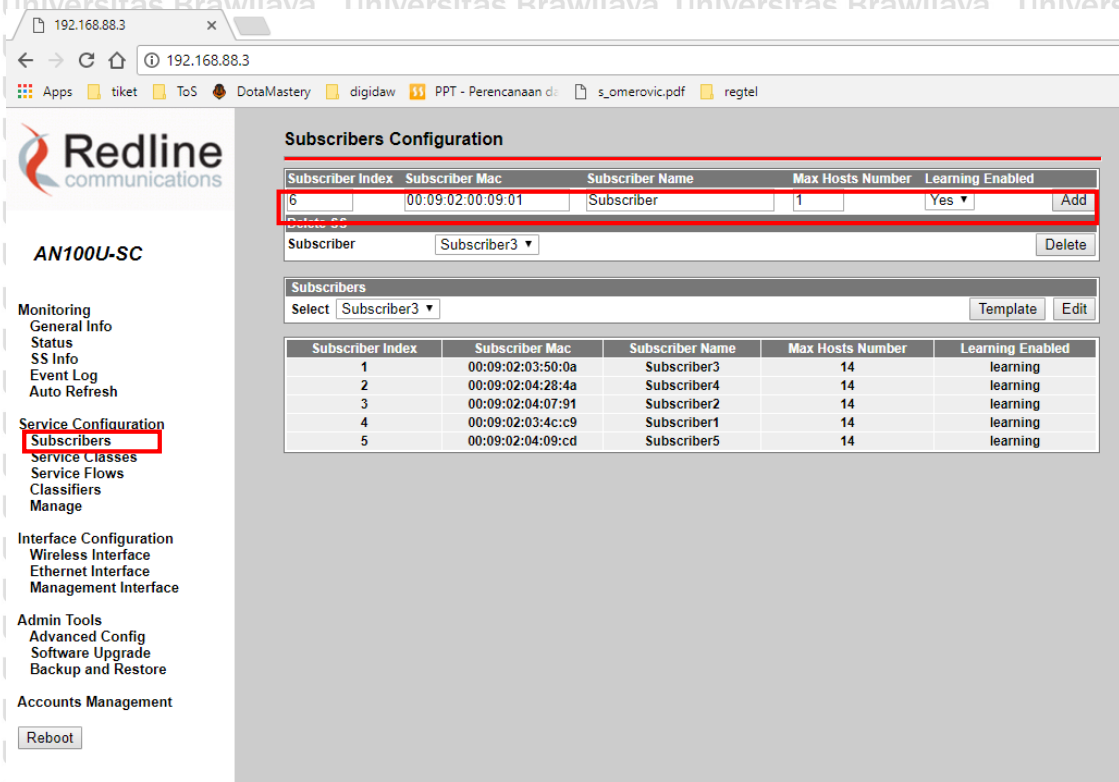




Gambar 4.8 Tampilan submenu *Wireless Interface*

- Setelah mengisi parameter pada *Wireless Interface*, langkah berikutnya adalah mendaftarkan perangkat SS yang akan dihubungkan dengan BS melalui submenu *subscribers*. Pada kolom *Subscriber Mac* isi dengan *Mac Address* perangkat SS pada submenu *SS info*. Sedangkan pada kolom *Subscriber Name* isi sesuai keinginan. Selanjutnya, ubah kolom *Learning Enable* menjadi *Yes*, lalu pilih *Add*.



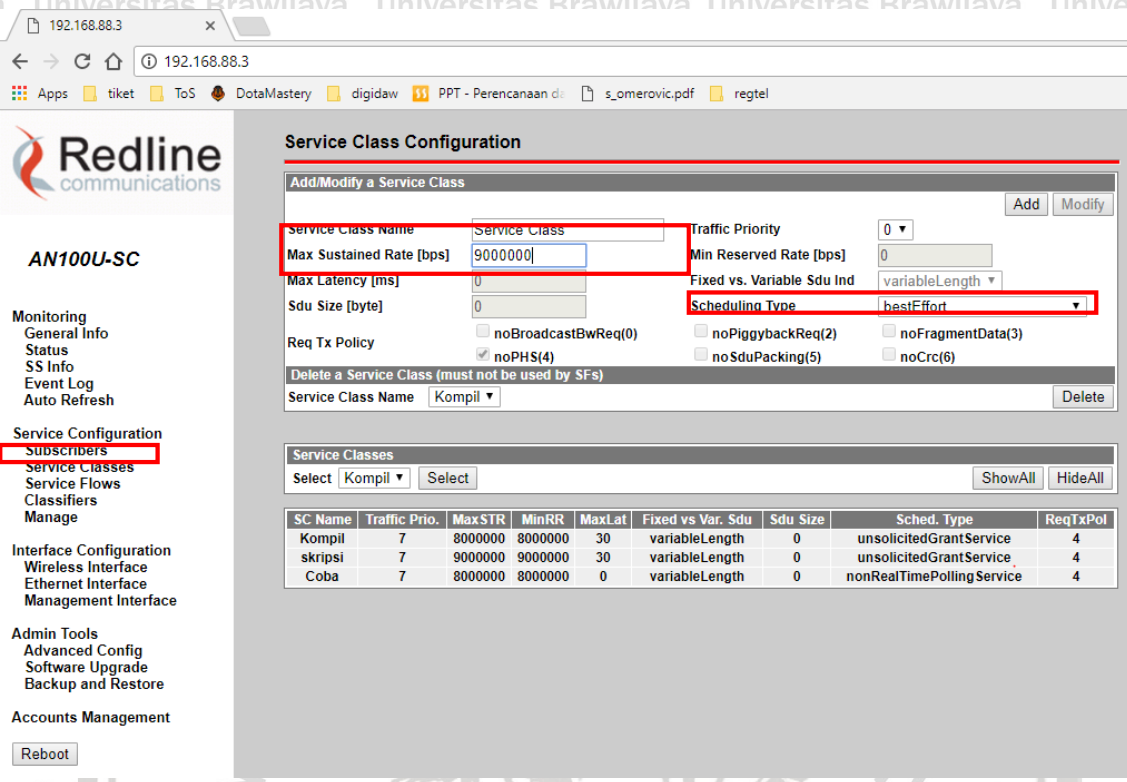


Gambar 4.9 Subscriber yang telah ditambahkan.

5. Tambah *Schedulling* pada submenu *Schedulling Type* dengan cara mengisi *Schedulling name*, *Max Sustained Rate*, dan *Scheduling Type*. Dalam skripsi ini, *Max Sustained Rate* diisi dengan nilai 9000000 sesuai dengan *standard minimum bitrate* untuk layanan *Live Streaming* dengan *video codec H.264*. Untuk tampilan pengisian parameter dapat dilihat pada gambar 4.10.

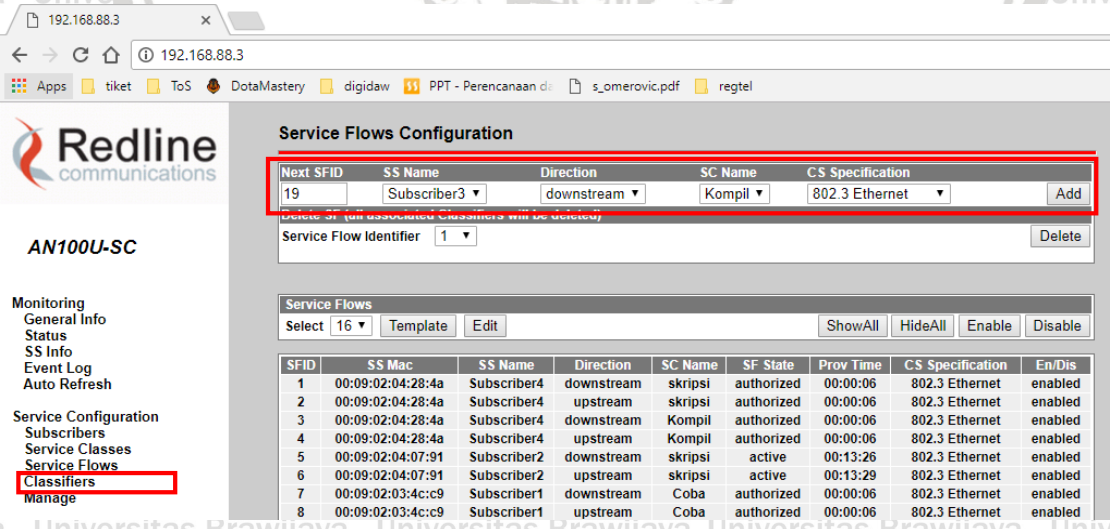






Gambar 4.10 Scheduling yang telah ditambahkan.

6. Tambahkan Service Flow dengan memilih SS Name, Direction, dan SC Name pada menu Service Flows. Tiap subscriber harus ditambahkan dua Service Flow untuk Upstream dan Downstream.

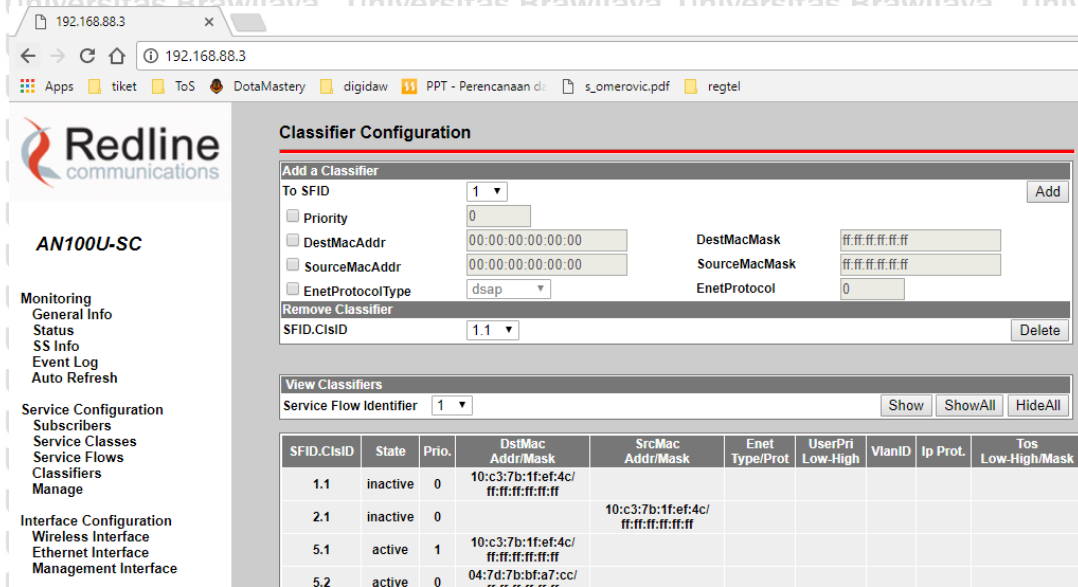


Gambar 4.11 Service Flow Configuration

7. Langkah selanjutnya adalah menambahkan Classifier dengan memilih Service Flow ID (SFID) pada menu Service Configuration Classifier. Kemudian daftarkan MAC Address PC

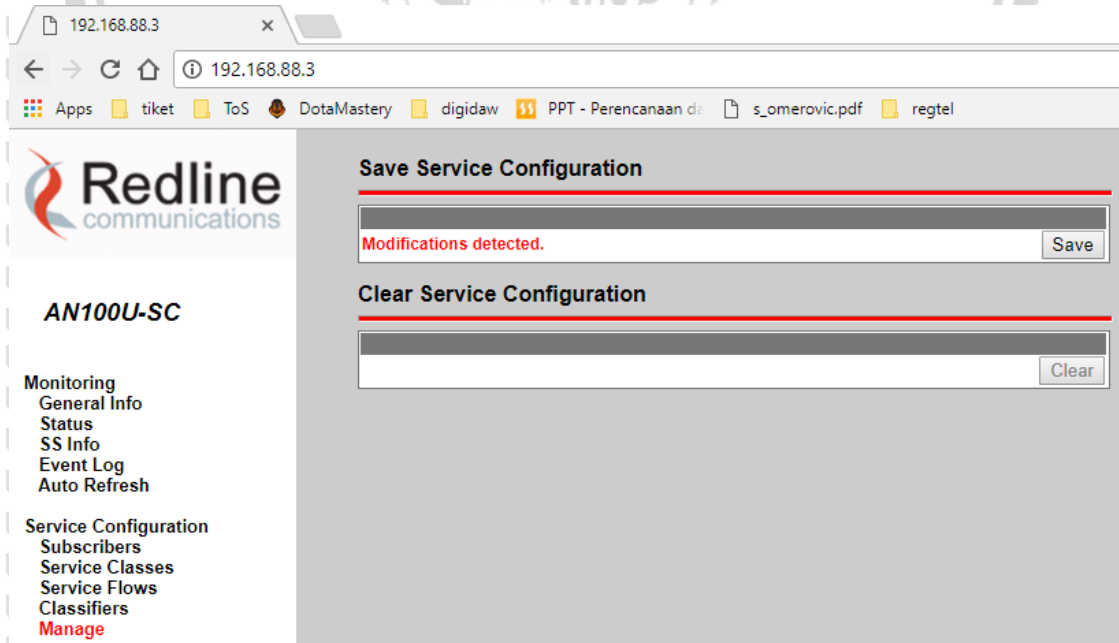


Client yang tersambung pada *Subscriber Service* dengan mengisi *DestMacAdd* sebagai *downlink* dan *SourceMacAdd* sebagai *uplink*. Tampilan *Setting Classifier* dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Classifier Configuration

- Lakukan *Save* pada semua pengaturan yang telah dilakukan pada menu *Manage*. Tampilan dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Save Configuration





Selain melakukan pengaturan pada software BS IDU, dilakukan pula instalasi sekaligus pengaturan pada laptop *server*. Instalasi yang dilakukan meliputi instalasi *software Wireshark* dan *VLC Media Player*.

#### 4.2.2.2 Pengaturan Perangkat Pada Sisi User

Perangkat keras yang digunakan pada sisi *user* adalah dua buah laptop dan dua buah SS. Masing-masing laptop akan terhubung melalui sebuah *switch* dengan satu SS menggunakan kabel UTP.

Untuk perangkat lunak, terdapat tiga pada sisi *user* yaitu *software* bawaan SS, *Wireshark*, dan *VLC Media Player*. Pengaturan Software bawaan pada SS akan diatur dengan melakukan telnet via telnet ip dari SS menggunakan *Command Prompt*. Setelah melakukan *Log In* dengan mengisi *username* dan *password* maka pengaturan akan dilakukan dengan *command* sebagai berikut :

```
SUO#>
SUO#> set
SUO(set->)#> rfConfig LoRfFreq1 0
SUO(set->)#> rfConfig LoRfFreq1 3550250
SUO(set->)#> rfConfig HiRfFreq1 0
SUO(set->)#> rfConfig HiRfFreq1 3550250
SUO(set->)#> phyConfig Bandwidth 3500
SUO(set->)#> phyConfig CyclicPrefix 16
SUO(set->)#> ethTag Active 0
SUO(set->)#> managedSS 0
```

```

C:\. Telnet 192.168.88.13
Password:
admin, welcome to the SS CLI.

TIPS:
- Press '?' immediately after current typings will auto complete the current
parameter or command.
- Press '?' one or more space afterwards will display available parameters or
commands within the current context.
- Enter 'help co' or 'help ed' to learn more about available system commands
or editing hot-keys respectively !

SUO#> set
SUO(set ->)#> rfConfig LoRfFreq1 0
SUO(set ->)#> rfConfig LoRfFreq1 3550250
SUO(set ->)#> rfConfig HiRfFreq1 0
SUO(set ->)#> rfConfig HiRfFreq1 3550250
SUO(set ->)#> phyConfig Bandwidth 3500
SUO(set ->)#> phyConfig CyclicPrefix 16
SUO(set ->)#> ethTag Active 0
SUO(set ->)#> ManagedSS 0
^
Error: Bad command
SUO(set ->)#> managedSS 0
SUO(set ->)#>
    
```

Gambar 4.14 Tampilan telnet via Command Prompt

### 4.2.3 Pengujian Koneksi

Untuk mengetahui jaringan *Testbed WiMAX* yang telah di konfigurasi dapat saling berkomunikasi maka dilakukan uji koneksi antara *Server* dengan *User*. Sebelum pengujian dilakukan diperlukan pengaturan IP pada *user*, sehingga rincian semua IP *user* maupun perangkat yang terhubung dengan jaringan ini dapat dilihat dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rincian IP yang terhubung dalam jaringan Testbed *WiMAX*

Perangkat	IP Address
Server	192.168.88.90
Base Station IDU	192.168.88.3
Subscriber Station 1	192.168.88.12
Subscriber Station 2	192.168.88.13
Client 1	192.168.88.100
Client 2	192.168.88.80

Selanjutnya pengujian dilakukan dengan mengirim perintah *ping* melalui *Command Prompt* pada windows dari *user* menuju *server*. Hasil pengujian koneksi dapat dilihat dalam gambar 4.15.





```

Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.15063]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Ardyanda Putra>ping 192.168.88.80

Pinging 192.168.88.80 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.88.80: bytes=32 time=20ms TTL=128
Reply from 192.168.88.80: bytes=32 time=26ms TTL=128
Reply from 192.168.88.80: bytes=32 time=21ms TTL=128
Reply from 192.168.88.80: bytes=32 time=23ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.88.80:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 20ms, Maximum = 26ms, Average = 22ms

C:\Users\Ardyanda Putra>ping 192.168.88.100

Pinging 192.168.88.100 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.88.100: bytes=32 time=61ms TTL=128
Reply from 192.168.88.100: bytes=32 time=27ms TTL=128
Reply from 192.168.88.100: bytes=32 time=21ms TTL=128
Reply from 192.168.88.100: bytes=32 time=25ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.88.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 21ms, Maximum = 61ms, Average = 33ms

```

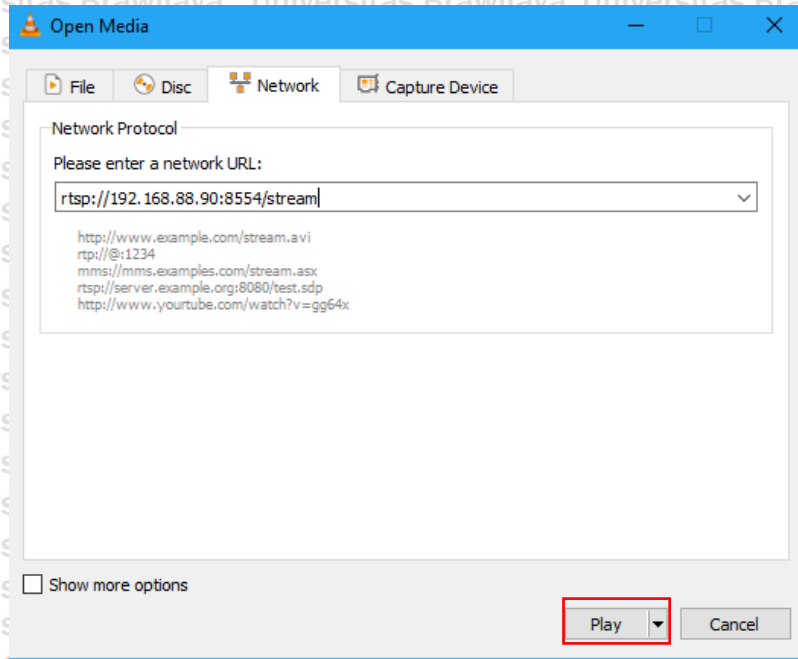
Gambar 4.15 Hasil Uji Koneksi Antara User dan Server Pada Jaringan Testbed WiMAX

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa hasil uji koneksi telah berhasil dan terhubung. Hal ini dibuktikan oleh user yang mampu mengirim ping ke server dan di-reply oleh server tanpa adanya *packet loss*.

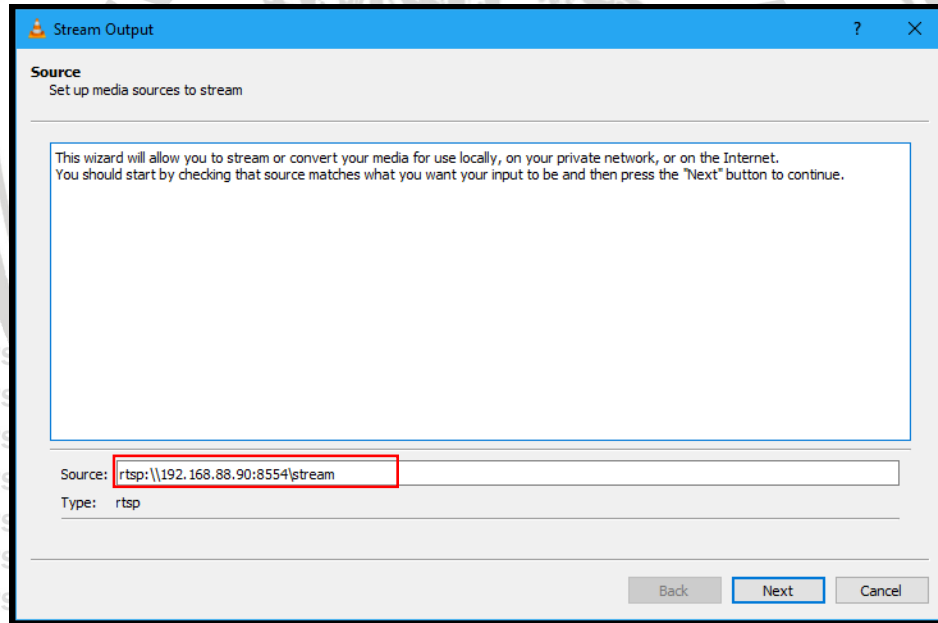
#### 4.2.4 Pengujian Layanan *Live Streaming*

Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah layanan *Live Streaming* sudah dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *streaming*, yaitu mengirimkan file *video* dari server menuju user lalu user akan langsung memainkan file tersebut. Langkah-langkah pengujian layanan *Live Streaming* yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menghubungkan laptop user dengan perangkat switch yang terhubung dengan SS.
- b. Melakukan konfigurasi aplikasi VLC Media Player pada server sebagai berikut :
  1. Buka aplikasi VLC Media Player
  2. Klik Media pada Menu Bar kemudian pilih Open Network kemudian pilih opsi Stream pada tab yang ditunjukkan oleh gambar dan isi kolom source dengan `rtsp://192.168.88.90:8554/stream` dan klik next.



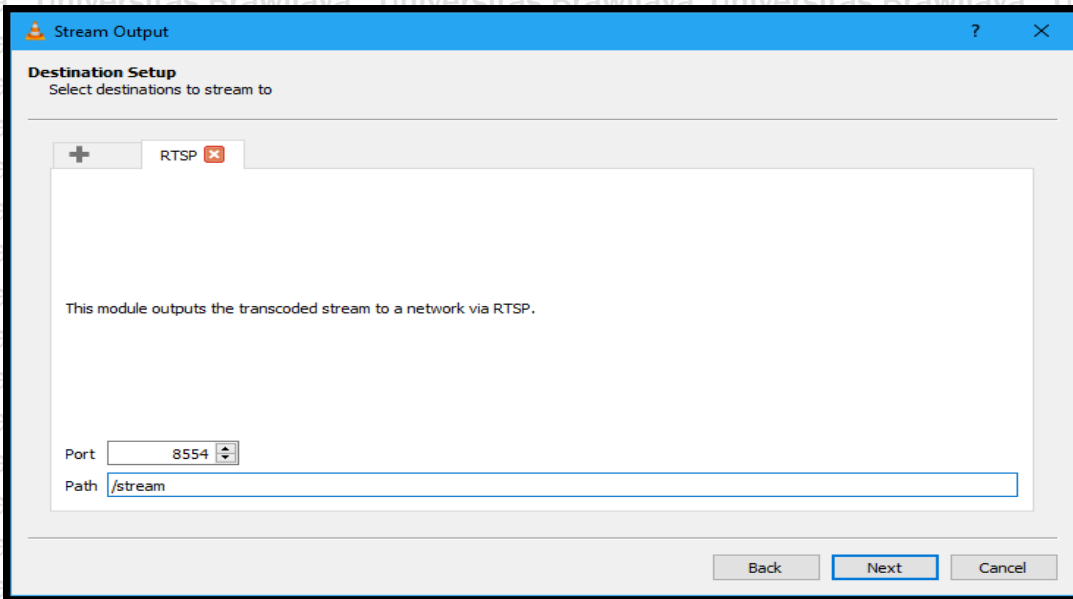
Gambar 4.16 Tampilan *open media*



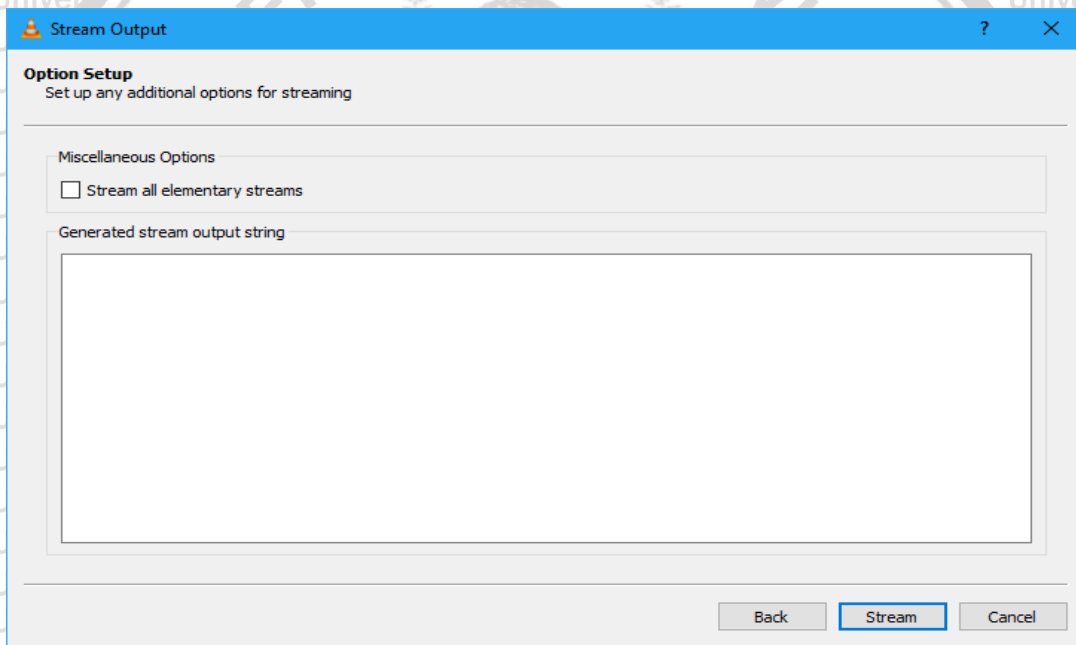
Gambar 4.17 Tampilan *stream output*

3. Pada kolom *path* ketik “/stream” kemudian klik *next* kemudian klik *stream*.

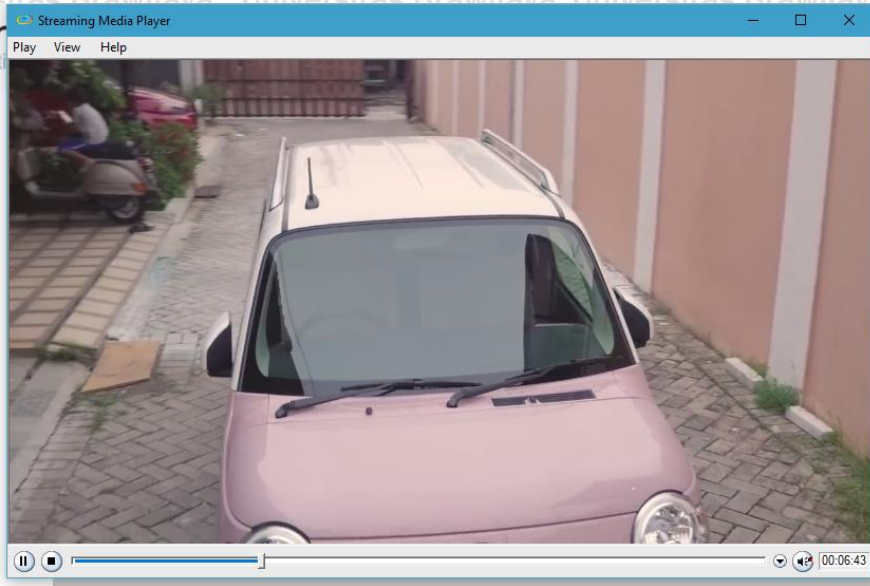




Gambar 4.18 Tampilan stream output



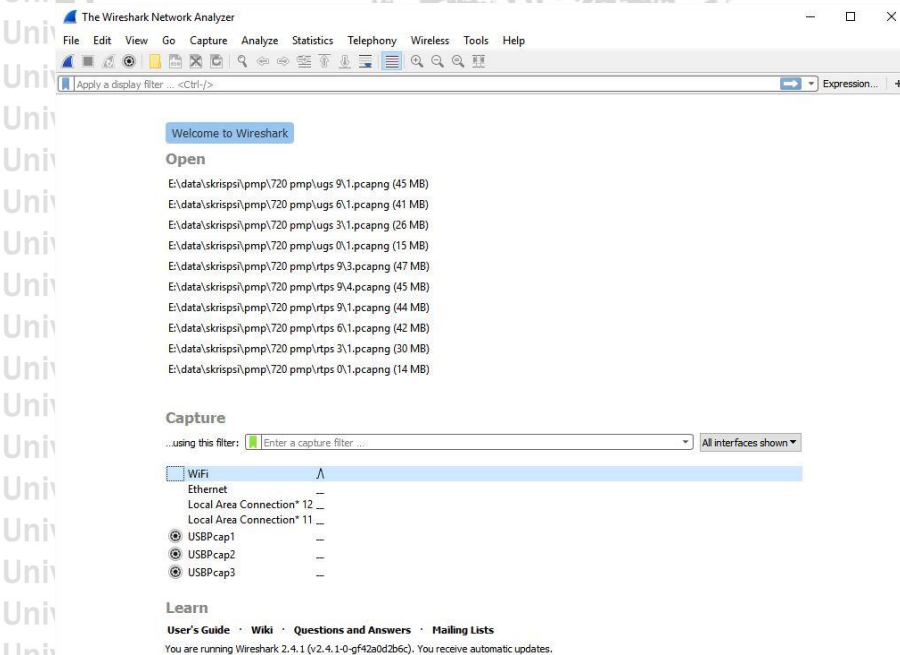
Gambar 4.19 Tampilan stream output.



Gambar 4.20 Tampilan penayangan video

c. Melakukan konfigurasi pada aplikasi *Wireshark*

1. Buka aplikasi *Wireshark* pada laptop user
2. Pilih *Ethernet* dari menu *Capture Interface*, kemudian ketik *UDP* pada kolom *Capture Filter*.

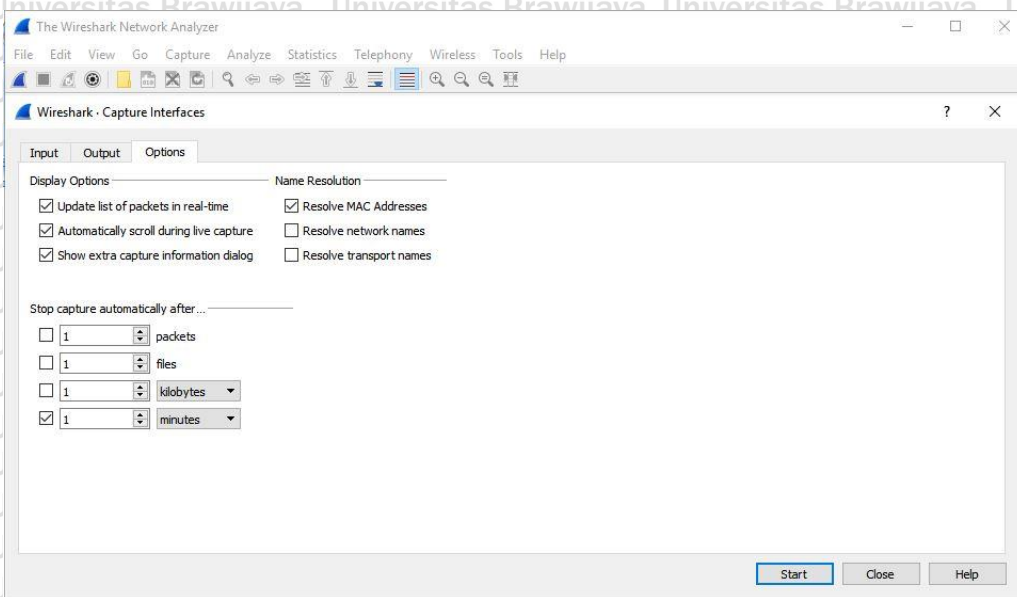


Gambar 4.21 Tampilan pengaturan awal *Wireshark*

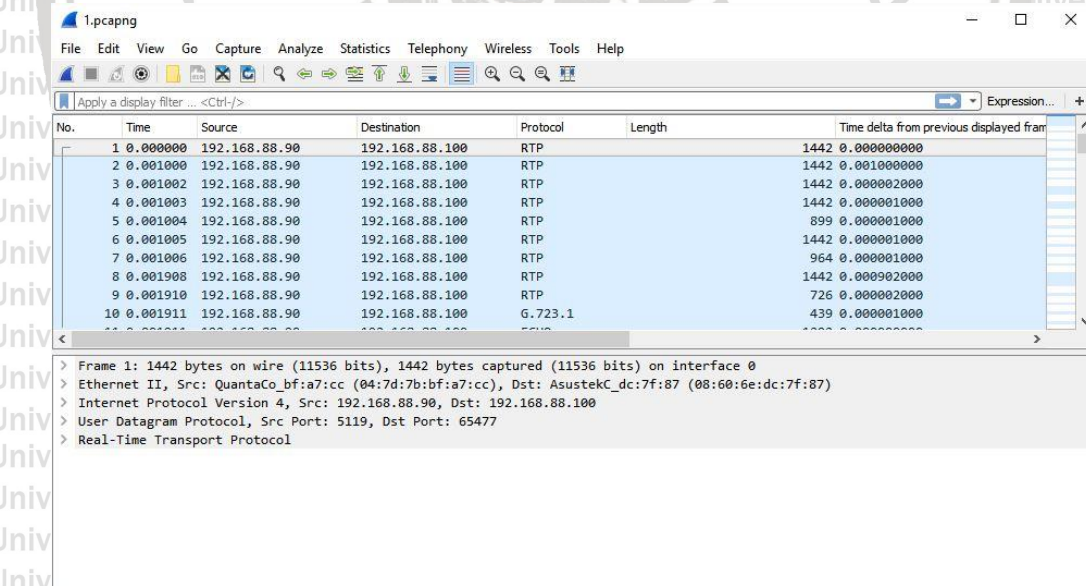




3. Pada *Menu Capture*, pilih *Option* lalu pilih tab *Option*, pada "*opsi stop capture automatically after*" klik kotak pada kolom waktu lalu isikan satu dan pilih satuan waktu *minutes*. Lalu klik *Start* sehingga proses *capturing* dimulai.



Gambar 4.22 Tampilan *Capture Option* pada *Wireshark*

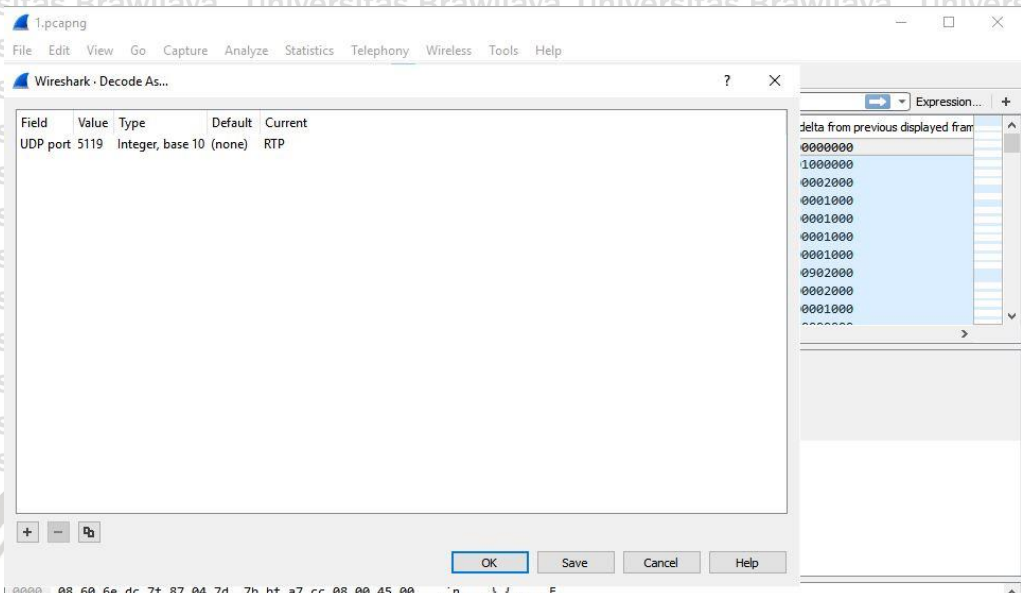


Gambar 4.23 Tampilan proses *capturing* pada *Wireshark*

4. Setelah proses *capturing* selesai, maka dilakukan penyimpanan data dengan memilih menu *File* lalu pilih *Save As* dan simpan dengan *File Name* sesuai keinginan.

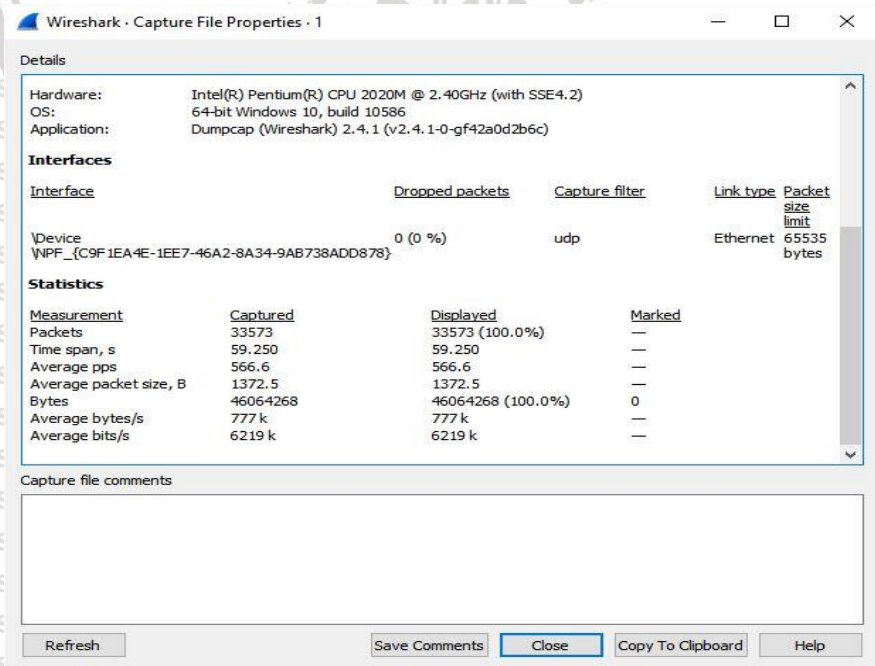


5. Lalu pilih menu *Analyze* selanjutnya pilih *Decode as*, akan muncul jendela seperti gambar 4.23. Klik tanda *Plus* kemudian pada kolom *Field* pilih *UDP port*, pada *Value* pilih port 5119. Pada kolom *Current* pilih RTP lalu klik *Save* kemudian *OK*.



Gambar 4.24 Tampilan jendela *Decode As*

6. Untuk menampilkan parameter *throughput* maka pada kolom *Apply a display filter* ketik RTP lalu klik panah. Pilih menu *Statistics* kemudian pilih *Capture File Properties*. Lihat nilai *throughput* pada baris *Average bits/s* pada kolom *Displayed*.

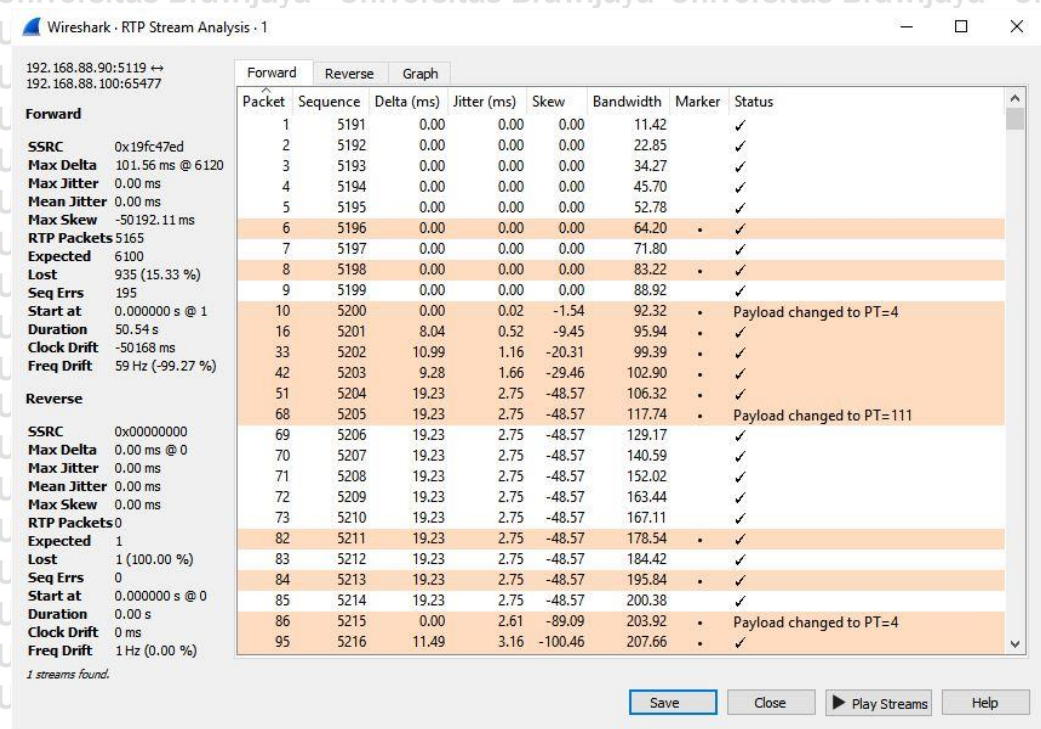


Gambar 4.25 Tampilan parameter *throughput* pada *Wireshark*





7. Lalu untuk menampilkan parameter *Delay* dan *Packet Loss* pilih menu *Telephony*.  
 Kemudian Pilih RTP lalu *Stream Analysis* maka parameter *Packet Loss* akan terlihat pada baris *Lost*. Parameter *Delay* dapat didapatkan dengan membagi nilai dari baris *Duration* dengan nilai yang ditunjukkan baris *RTP Packets*.



Gambar 4.26 Tampilan parameter *Delay* dan *Packet Loss* pada *Wireshark*

### 4.3 Hasil Pengamatan dan Analisis

Pada bagian ini akan dilakukan analisis pada hasil pengamatan yang didapatkan dari proses *capturing* oleh aplikasi *Wireshark*. Data yang digunakan sebagai hasil dengan kebutuhan yaitu tiap parameter diambil selama satu menit dari *Wireshark*. Langkah-langkah pengujian pengambilan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan konfigurasi jaringan testbed sesuai dengan Gambar 4.1.
2. Melakukan pengaturan (*setting*) jaringan testbed WiMAX berupa pengaturan pada frekuensi yang digunakan untuk komunikasi antara *Subscriber Station* dengan *Base Station* yaitu 3,5 GHz, jumlah *subscriber* yang digunakan, jumlah user yang akan terhubung yaitu dua *user*, dan *bandwidth* yang digunakan pada standar *Live Streaming* yaitu 10 Mbps. Dan video yang digunakan beresolusi 720p.



3. Setelah melakukan pengaturan jaringan, dilakukan pengaturan aplikasi yang digunakan pada *user* dan *server*. Pada sisi *user*, akan digunakan Wireshark, Winpcap, dan *Streaming media player*. Pada sisi *server*, digunakan VLC *media player*.
4. Menentukan jenis *Scheduling* yang akan digunakan pada sisi *Base Station* yaitu UGS, BE, rtPS, dan nrtPS.
5. Mengatur sudut *pointing* antena secara bergantian pada *subscriber* 1 dan 2 penerima bergeser  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ , dan  $30^\circ$  di sudut elevasi, serta bergeser  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  di sudut azimuth dengan cara *mechanical downtilting*.
6. User akan menjalankan pengujian dengan melakukan pengambilan data parameter QoS jaringan yaitu *signal noise to ratio*, *delay*, *throughput* dan *packet loss*. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *streaming file* video dari server menuju *user* selama 120 detik.
7. Pengujian dinyatakan selesai apabila masing-masing *scheduling*, dan sudut *pointing* yang digunakan telah diuji dan diambil data QoS.
8. Skenario berlaku untuk pengujian menggunakan topologi *point to multipoint*.

**4.3.1 Throughput**

*Throughput* merupakan jumlah data yang diterima saat dilakukannya transmisi *downlink* maupun *uplink* dari *user* menuju *server* dengan benar selama kurun waktu tertentu. Nilai Parameter *throughput* yang didapat merupakan rata-rata dari tiap detik waktu pengambilan data. Hasil dari pengamatan *throughput* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengamatan Nilai *Throughput* Dengan Variasi Sudut *Azimuth* Layanan *Live Streaming*

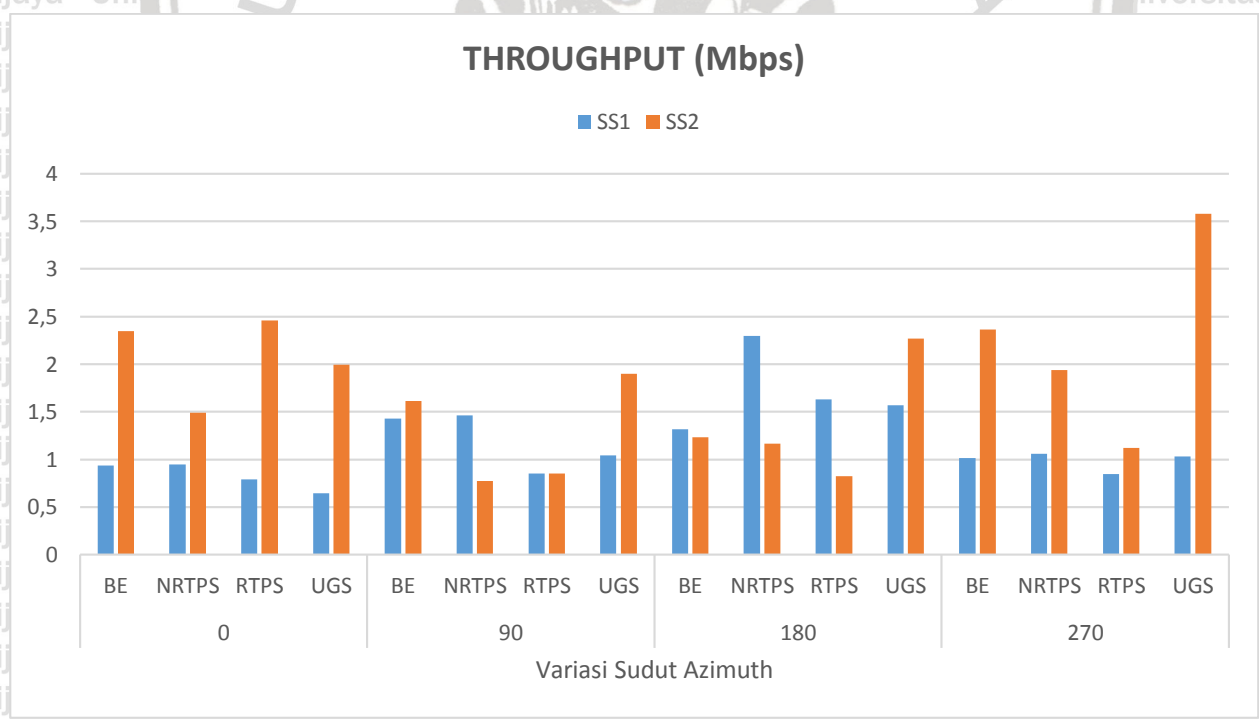
<b>Throughput</b>							
<b>Antena</b>	<b>Scheduling</b>	<b>Variasi Sudut</b>	<b>Throughput (Mbps)</b>	<b>Antena</b>	<b>Scheduling</b>	<b>Variasi Sudut</b>	<b>Throughput (Mbps)</b>
SS1	BE	0	0.935	SS2	BE	0	2.348
SS1	BE	90	1.427	SS2	BE	90	1.615
SS1	BE	180	1.317	SS2	BE	180	1.231
SS1	BE	270	1.014	SS2	BE	270	2.365
SS1	NRTPS	0	0.947	SS2	NRTPS	0	1.488
SS1	NRTPS	90	1.461	SS2	NRTPS	90	0.772





Throughput							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)
SS1	NRTPS	180	2.298	SS2	NRTPS	180	1.167
SS1	NRTPS	270	1.061	SS2	NRTPS	270	1.937
SS1	RTPS	0	0.791	SS2	RTPS	0	2.460
SS1	RTPS	90	0.851	SS2	RTPS	90	0.851
SS1	RTPS	180	1.632	SS2	RTPS	180	0.822
SS1	RTPS	270	0.846	SS2	RTPS	270	1.123
SS1	UGS	0	0.644	SS2	UGS	0	1.995
SS1	UGS	90	1.044	SS2	UGS	90	1.901
SS1	UGS	180	1.568	SS2	UGS	180	2.267
SS1	UGS	270	1.029	SS2	UGS	270	3.578

Data yang tertera pada Tabel 4.8 jika direpresentasikan menjadi grafik batang maka akan diuraikan menjadi grafik yaitu Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Grafik Throughput Dengan Variasi Sudut Azimuth Pada Layanan Live Streaming. Pada data dari hasil pengamatan dapat dianalisis bahwa:



1. Pada *subscriber 1 (SS1) scheduling BE (Best Effort)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.427 pada sudut 90°. Dan pada *scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 2.298 pada sudut 180°. Dan pada *scheduling RTPS (Real Time Polling Service)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.632 pada sudut 180°. Dan pada *scheduling UGS (Unscloaited Granular Service)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.568 pada sudut 180°.
2. Pada *subscriber 2 (SS2)* untuk *scheduling BE (Best Effort)* didapatkan nilai *throughput* terbesar sebesar 2.365 pada sudut 270°. Dan pada *scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.937 pada sudut 270°. Dan pada *scheduling RTPS (Real Time Polling Service)* didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 2.460 pada sudut 0°. Dan pada *scheduling UGS (Unscloaited Granular Service)* didapatkan nilai *throughput* terbesar sebesar 3.578 pada perubahan sudut azimuth 270°.
3. Untuk SS1 hasil nilai *throughput* terbesar berada pada *scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service)* dengan nilai 2.298 pada perubahan sudut azimuth sebesar 180° dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling UGS (Unscloaited Granular Service)* dengan nilai sebesar 0.644 pada perubahan sudut azimuth 0°.
4. Untuk SS2 hasil nilai terbesar berada pada *scheduling UGS (Unscloaited Granular Service)* dengan nilai sebesar 3.578 pada perubahan sudut azimuth 270° dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service)* dengan nilai 0.772 pada perubahan sudut azimuth 90°.

Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Nilai *Throughput* Dengan Variasi Sudut Elevasi Layanan *Live Streaming*.

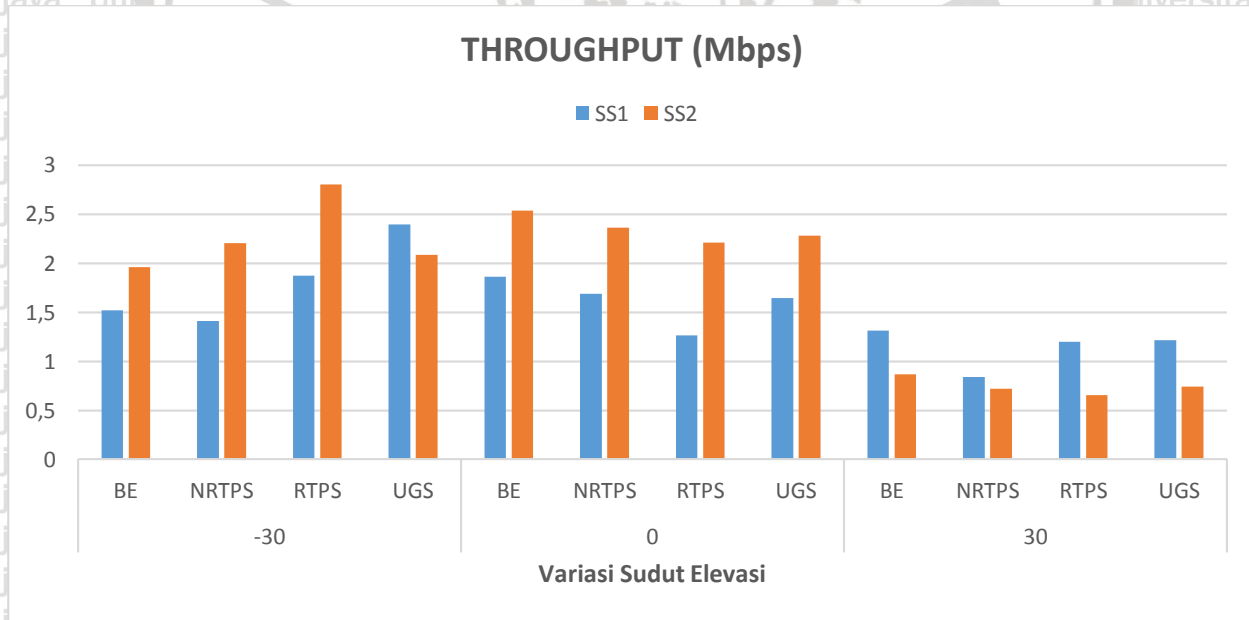
Throughput							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)
SS1	BE	-30	1.518	SS2	BE	-30	1.962
SS1	BE	0	1.862	SS2	BE	0	2.537
SS1	BE	30	1.312	SS2	BE	30	0.867





Throughput							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Throughput (Mbps)
SS1	NRTPS	-30	1.412	SS2	NRTPS	-30	2.205
SS1	NRTPS	0	1.688	SS2	NRTPS	0	2.364
SS1	NRTPS	30	0.839	SS2	NRTPS	30	0.719
SS1	RTPS	-30	1.873	SS2	RTPS	-30	2.804
SS1	RTPS	0	1.267	SS2	RTPS	0	2.213
SS1	RTPS	30	1.199	SS2	RTPS	30	0.654
SS1	UGS	-30	2.396	SS2	UGS	-30	2.084
SS1	UGS	0	1.643	SS2	UGS	0	2.281
SS1	UGS	30	1.218	SS2	UGS	30	0.742

Data yang tertera pada Tabel 4.9 jika direpresentasikan menjadi grafik batang maka akan diuraikan menjadi grafik yaitu Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Grafik *Throughput* Dengan Variasi Sudut Elevasi Pada Layanan *Live Streaming*.

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Pada subscriber 1 (SS1) *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.862 pada sudut 0°. Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.688 pada

sudut  $-0^\circ$ . Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 1.873 pada sudut  $-30^\circ$ . Dan pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 2.396 pada sudut  $-30^\circ$ .

2. Pada *subscriber* 2 (SS2) untuk *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai *throughput* terbesar sebesar 2.537 pada sudut  $0^\circ$ . Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 2.364 pada sudut  $30^\circ$ . Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *throughput* sebesar 2.804 pada sudut  $-30^\circ$ . Dan pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) didapatkan nilai *throughput* terbesar sebesar 2.281 pada perubahan sudut elevasi  $0^\circ$ .
3. Untuk SS1 hasil nilai *throughput* terbesar berada pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) dengan nilai 2.396 pada perubahan sudut elevasi sebesar  $-30^\circ$  dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) dengan nilai sebesar 0.839 pada perubahan sudut elevasi  $30^\circ$ .
4. Untuk SS2 hasil nilai terbesar berada pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) dengan nilai sebesar 2.804 pada perubahan sudut elevasi  $-30^\circ$  dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) dengan nilai 0.654 pada perubahan sudut azimuth  $30^\circ$ .

#### 4.3.2 Delay

*Delay* merupakan besarnya waktu transmisi suatu paket data dari *server* menuju *user* (*end to end*). Nilai Parameter *delay* yang didapat merupakan rata-rata dari seluruh *delay* paket data dan tiap detik waktu pengambilan data. Hasil dari pengamatan *delay* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

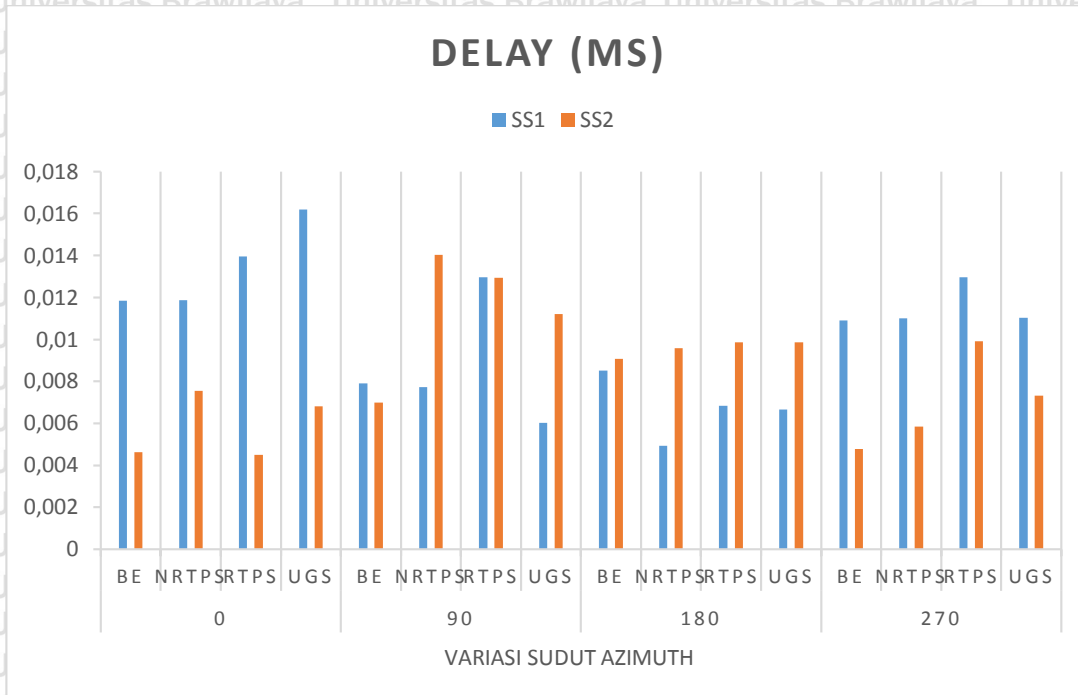


Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Nilai delay Variasi Sudut Azimuth Pada layanan *live streaming*.

Delay							
Antena	scheduling	Variasi Sudut	Delay (ms)	Antena	scheduling	Variasi Sudut	Delay (ms)
SS1	BE	0	0.011845	SS2	BE	0	0.004612
SS1	BE	90	0.00791	SS2	BE	90	0.00699
SS1	BE	180	0.008501	SS2	BE	180	0.009072
SS1	BE	270	0.010895	SS2	BE	270	0.00478
SS1	NRTPS	0	0.011866	SS2	NRTPS	0	0.007544
SS1	NRTPS	90	0.007734	SS2	NRTPS	90	0.014026
SS1	NRTPS	180	0.004929	SS2	NRTPS	180	0.009568
SS1	NRTPS	270	0.010995	SS2	NRTPS	270	0.005844
SS1	RTPS	0	0.013946	SS2	RTPS	0	0.004509
SS1	RTPS	90	0.012969	SS2	RTPS	90	0.012948
SS1	RTPS	180	0.006843	SS2	RTPS	180	0.009865
SS1	RTPS	270	0.012964	SS2	RTPS	270	0.009904
SS1	UGS	0	0.016194	SS2	UGS	0	0.006806
SS1	UGS	90	0.006026	SS2	UGS	90	0.011206
SS1	UGS	180	0.006647	SS2	UGS	180	0.009865
SS1	UGS	270	0.011021	SS2	UGS	270	0.00732

Seusai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu Gambar 4.29.





Gambar 4.29 Grafik Delay Variasi Sudut Azimuth Pada Layanan Live Streaming.

1. Pada subscriber 1 (SS1) scheduling BE (Best Effort) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.011845 pada sudut 0°. Dan pada scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.011886 pada sudut 0°. Dan pada scheduling RTPS (Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.013946 pada sudut 0°. Dan pada scheduling UGS (Unsociated Granular Service) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.016194 pada sudut 0°.
2. Pada subscriber 2 (SS2) untuk scheduling BE (Best Effort) didapatkan nilai delay terbesar sebesar 0.009702 pada sudut 180°. Dan pada scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.014026 pada sudut 90°. Dan pada scheduling RTPS (Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbesar untuk delay sebesar 0.012948 pada sudut 90°. Dan pada scheduling UGS (Unsociated Granular Service) didapatkan nilai delay terbesar sebesar 0.011206 pada perubahan sudut azimuth 90°.
3. Untuk SS1 hasil nilai delay terbesar berada pada scheduling UGS (Unsociated Granular Service) dengan nilai 0.016194 pada perubahan sudut azimuth sebesar 0° dan pada nilai terkecil berada pada scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service) dengan nilai sebesar 0.04929 pada perubahan sudut azimuth 180°.



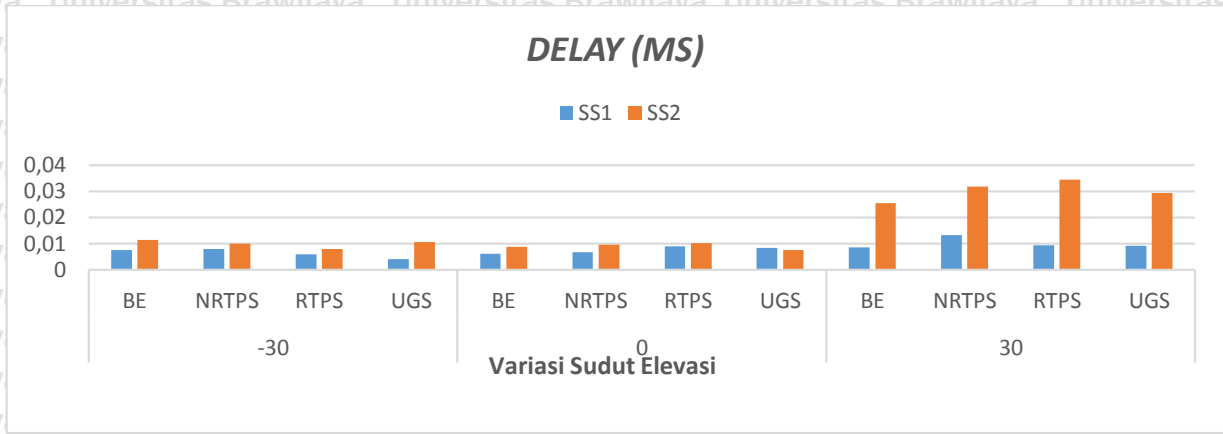
4. Untuk SS2 hasil nilai terbesar berada pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) dengan nilai sebesar 0.014026 pada perubahan sudut azimuth 90° dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) dengan nilai 0.004509 pada perubahan sudut azimuth 0°.

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Nilai *delay* Variasi Sudut Elevasi Pada layanan *live streaming*

Delay							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Delay (ms)	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Delay (ms)
SS1	BE	-30	0.007452	SS2	BE	-30	0.011347
SS1	BE	0	0.006024	SS2	BE	0	0.00884
SS1	BE	30	0.008549	SS2	BE	30	0.025398
SS1	NRTPS	-30	0.007991	SS2	NRTPS	-30	0.010075
SS1	NRTPS	0	0.006684	SS2	NRTPS	0	0.009493
SS1	NRTPS	30	0.013156	SS2	NRTPS	30	0.031697
SS1	RTPS	-30	0.005997	SS2	RTPS	-30	0.008
SS1	RTPS	0	0.008934	SS2	RTPS	0	0.01016
SS1	RTPS	30	0.009304	SS2	RTPS	30	0.034387
SS1	UGS	-30	0.004133	SS2	UGS	-30	0.0105
SS1	UGS	0	0.008268	SS2	UGS	0	0.0076
SS1	UGS	30	0.009231	SS2	UGS	30	0.0294

Sesuai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu, Gambar 4.30.





Gambar 4.30 Grafik Delay Variasi Sudut Elevasi Pada Layanan *live streaming*.

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Pada *subscriber* 1 (SS1) *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.08549 pada sudut 30°. Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.013156 pada sudut 30°. Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.009304 pada sudut 30°. Dan pada *scheduling* UGS (*Unscoclaited Granular Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.009231 pada sudut 30°.
2. Pada *subscriber* 2 (SS4) untuk *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai *delay* terbesar sebesar 0.025398 pada sudut 30°. Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.031697 pada sudut 300°. Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbesar untuk *delay* sebesar 0.034387 pada sudut 30°. Dan pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) didapatkan nilai *delay* terbesar sebesar 0.0294 pada perubahan sudut elevasi 30°.
3. Untuk SS1 hasil nilai *delay* terbesar berada pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) dengan nilai 0.013156 pada perubahan sudut elevasi sebesar 30° dan pada nilai terkecil berada pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) dengan nilai sebesar 0.004133 pada perubahan sudut elevasi -30°.
4. Untuk SS2 hasil nilai terbesar berada pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) dengan nilai sebesar 0.034387 pada perubahan sudut elevasi 30° dan pada nilai terkecil



berada pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) dengan nilai 0.0076 pada perubahan sudut elevasi  $-30^\circ$ .

### 4.3.3 Packet Loss

*Packet Loss* merupakan parameter yang menunjukkan rasio beberapa persen dari paket data yang hilang saat ditransmisikan. Tabel 4.12 menunjukkan nilai *Packet Loss* hasil pengamatan.

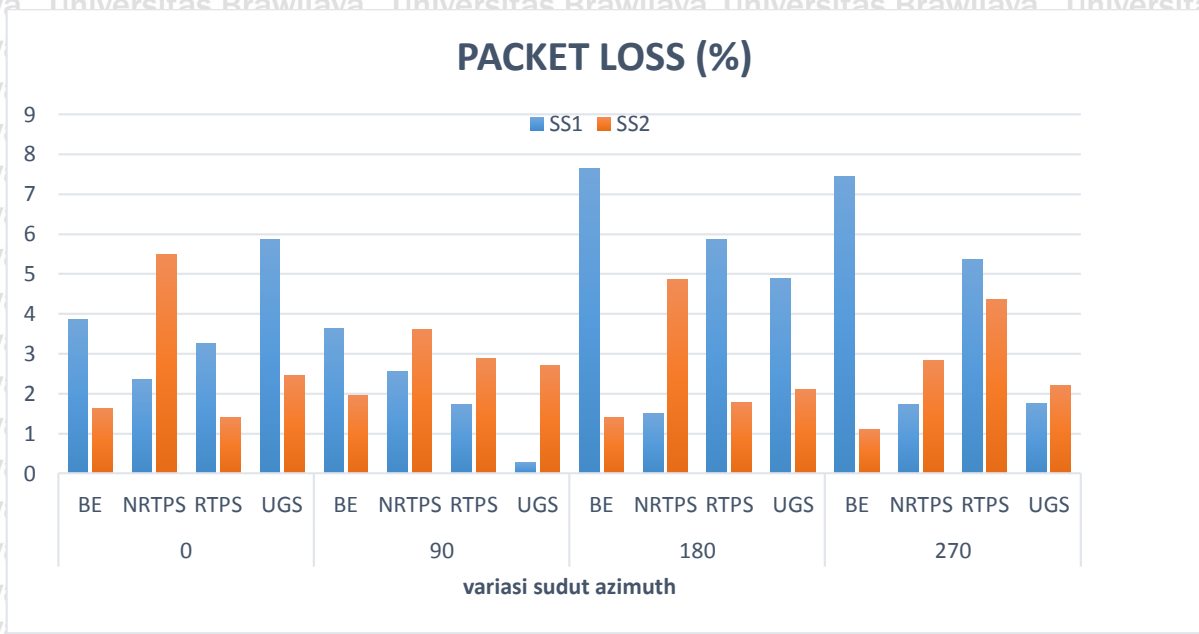
Nilai tersebut merupakan rata-rata dari tiap pembebanan trafik.

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan nilai *Packet Loss* Variasi Sudut Azimuth pada layanan *live streaming*.

PACKET LOSS							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Packet Loss (%)	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Packet Loss (%)
SS1	BE	0	3.87	SS2	BE	0	1.63
SS1	BE	90	3.64	SS2	BE	90	1.95
SS1	BE	180	7.64	SS2	BE	180	1.41
SS1	BE	270	7.46	SS2	BE	270	1.12
SS1	NRTPS	0	2.34	SS2	NRTPS	0	5.49
SS1	NRTPS	90	2.55	SS2	NRTPS	90	3.62
SS1	NRTPS	180	1.5	SS2	NRTPS	180	4.86
SS1	NRTPS	270	1.73	SS2	NRTPS	270	2.84
SS1	RTPS	0	3.26	SS2	RTPS	0	1.41
SS1	RTPS	90	1.73	SS2	RTPS	90	2.89
SS1	RTPS	180	5.86	SS2	RTPS	180	1.77
SS1	RTPS	270	5.37	SS2	RTPS	270	4.36
SS1	UGS	0	5.86	SS2	UGS	0	2.45
SS1	UGS	90	0.29	SS2	UGS	90	2.71
SS1	UGS	180	4.9	SS2	UGS	180	2.1
SS1	UGS	270	1.76	SS2	UGS	270	2.21

Seusai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu Gambar 4.31.





Gambar 4.31 Grafik Packet Loss Variasi Sudut Azimuth Pada Layanan live streaming.

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Pada subscriber 1 (SS1) *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 3.64 pada sudut 90°. Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 1.5 pada sudut 180°. Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 1.73 pada sudut 90°. Dan pada *scheduling* UGS (*Unscoclaited Granular Service*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 0.29 pada sudut 90°.
2. Pada subscriber 2 (SS2) untuk *scheduling* BE (*Best Effort*) didapatkan nilai *packet loss* terbaik sebesar 1.12 pada sudut 270°. Dan pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 2.84 pada sudut 270°. Dan pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) didapatkan nilai terbaik untuk *packet loss* sebesar 1.41 pada perubahan sudut 0°. Dan pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) didapatkan nilai *packet loss* terbaik sebesar 2.1 pada perubahan sudut azimuth 180°.
3. Untuk SS1 hasil nilai *packet los*terbaik berada pada *scheduling* UGS (*Unsoclaited Granular Service*) dengan nilai 0.29 pada perubahan sudut azimuth sebesar 90° dan pada





nilai terlambat berada pada *scheduling* BE (*Best Effort*) dengan nilai sebesar 7.64 pada perubahan sudut azimuth 180°.

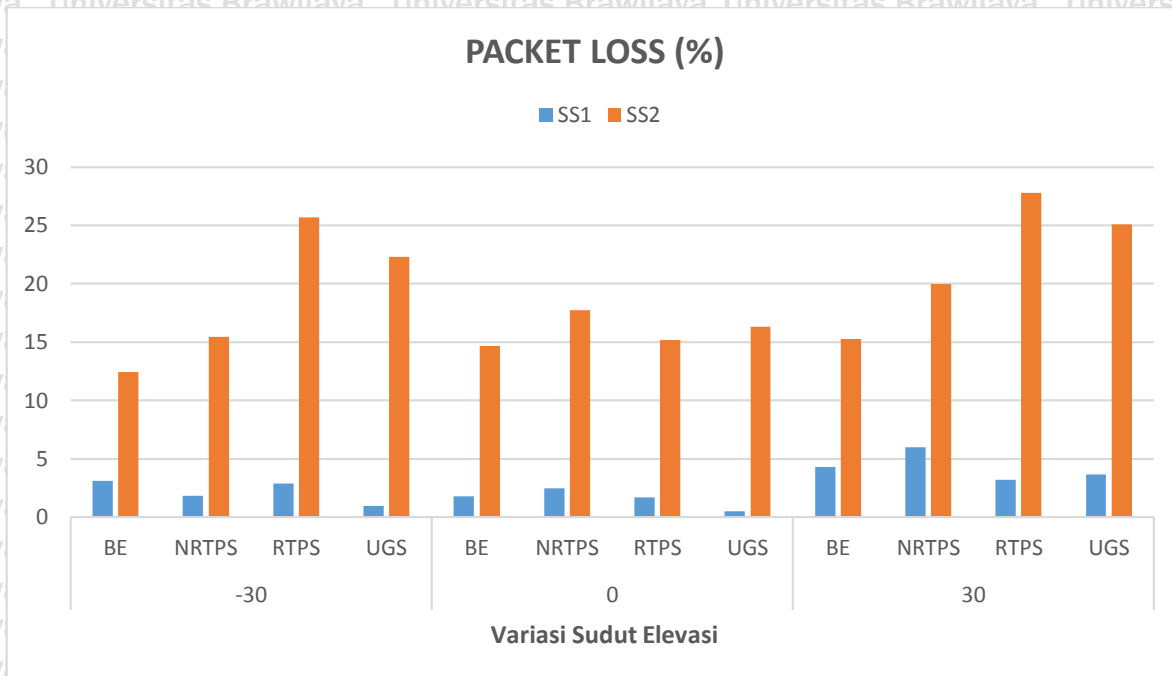
- Untuk SS2 hasil nilai terbaik berada pada *scheduling* BE (*Best Effort*) dengan nilai sebesar 1.12 pada perubahan sudut azimuth 270° dan pada nilai terlambat berada pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) dengan nilai 5.49 pada perubahan sudut azimuth 270°.

Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan nilai *Packet Loss* Variasi Sudut Elevasi pada layanan *live streaming*.

<b>Packet Loss</b>							
<b>Antena</b>	<b>Scheduling</b>	<b>Variasi Sudut</b>	<b>Packet Loss (%)</b>	<b>Antena</b>	<b>Scheduling</b>	<b>Variasi Sudut</b>	<b>Packet Loss (%)</b>
SS1	BE	-30	3.09	SS2	BE	-30	12.44
SS1	BE	0	1.77	SS2	BE	0	14.69
SS1	BE	30	4.28	SS2	BE	30	15.27
SS1	NRTPS	-30	1.85	SS2	NRTPS	-30	15.44
SS1	NRTPS	0	2.45	SS2	NRTPS	0	17.72
SS1	NRTPS	30	5.97	SS2	NRTPS	30	19.99
SS1	RTPS	-30	2.89	SS2	RTPS	-30	25.7
SS1	RTPS	0	1.68	SS2	RTPS	0	15.17
SS1	RTPS	30	3.21	SS2	RTPS	30	27.77
SS1	UGS	-30	0.97	SS2	UGS	-30	22.32
SS1	UGS	0	0.51	SS2	UGS	0	16.32
SS1	UGS	30	3.67	SS2	UGS	30	25.08

Seusai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu Gambar 4.32.





Gambar 4.32 Grafik Packet Loss Variasi Sudut Elevasi Pada Layanan live streaming.

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Pada subscriber 1 (SS1) scheduling BE (Best Effort) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 1.77 pada sudut 0°. Dan pada scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 1.85 pada sudut -30°. Dan pada scheduling RTPS (Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 1.68 pada sudut 0°. Dan pada scheduling UGS (Unsoclaited Granular Service) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 0.51 pada sudut 0°.
2. Pada subscriber 2 (SS2) untuk scheduling BE (Best Effort) didapatkan nilai packet loss terbaik sebesar 12.44 pada sudut -30°. Dan pada scheduling NRTPS (Non-Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 15.44 pada sudut -30°. Dan pada scheduling RTPS (Real Time Polling Service) didapatkan nilai terbaik untuk packet loss sebesar 15.17 pada sudut 0°. Dan pada scheduling UGS (Unsoclaited Granular Service) didapatkan nilai packet loss terbaik sebesar 16.32 pada perubahan sudut elevasi 0°.
3. Untuk SS1 hasil nilai packet loss terbaik berada pada scheduling UGS (Unsoclaited Granular Service) dengan nilai 0.51 pada perubahan sudut elevasi sebesar 0° dan pada



nilai terlambat berada pada *scheduling* NRTPS (*Non-Real Time Polling Service*) dengan nilai sebesar 5.97 pada perubahan sudut elevasi 30°.

4. Untuk SS2 hasil nilai terbaik berada pada *scheduling* BE (*Best Effort*) dengan nilai sebesar 12.44 pada perubahan sudut elevasi -30° dan pada nilai terlambat berada pada *scheduling* RTPS (*Real Time Polling Service*) dengan nilai 27.77 pada perubahan sudut elevasi 30°.

#### 4.3.4 Signal to Noise Ratio

*Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap *noise*. SNR digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan. Tabel 4.14 menunjukkan nilai SNR hasil pengamatan.

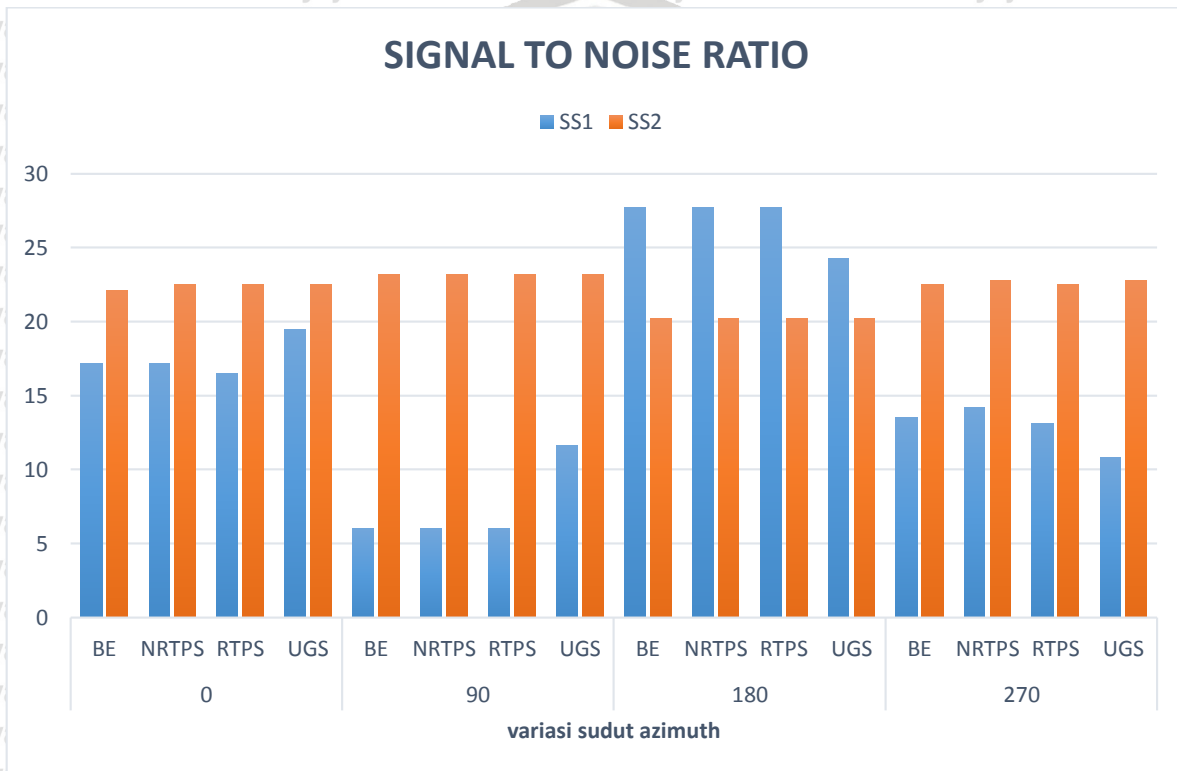
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan nilai SNR Variasi Sudut Azimuth pada layanan *live streaming*.

snr							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio
SS1	BE	0	17.2	SS2	BE	0	22.1
SS1	BE	90	6	SS2	BE	90	23.2
SS1	BE	180	27.7	SS2	BE	180	20.2
SS1	BE	270	13.5	SS2	BE	270	22.5
SS1	NRTPS	0	17.2	SS2	NRTPS	0	22.5
SS1	NRTPS	90	6	SS2	NRTPS	90	23.2
SS1	NRTPS	180	27.7	SS2	NRTPS	180	20.2
SS1	NRTPS	270	14.2	SS2	NRTPS	270	22.8
SS1	RTPS	0	16.5	SS2	RTPS	0	22.5
SS1	RTPS	90	6	SS2	RTPS	90	23.2
SS1	RTPS	180	27.7	SS2	RTPS	180	20.2
SS1	RTPS	270	13.1	SS2	RTPS	270	22.5
SS1	UGS	0	19.5	SS2	UGS	0	22.5
SS1	UGS	90	11.6	SS2	UGS	90	23.2
SS1	UGS	180	24.3	SS2	UGS	180	20.2



snr							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio
SS1	UGS	270	10.8	SS2	UGS	270	22.8

Seusai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Grafik Signal to Noise Ratio Variasi Sudut Azimuth Pada Layanan live streaming.

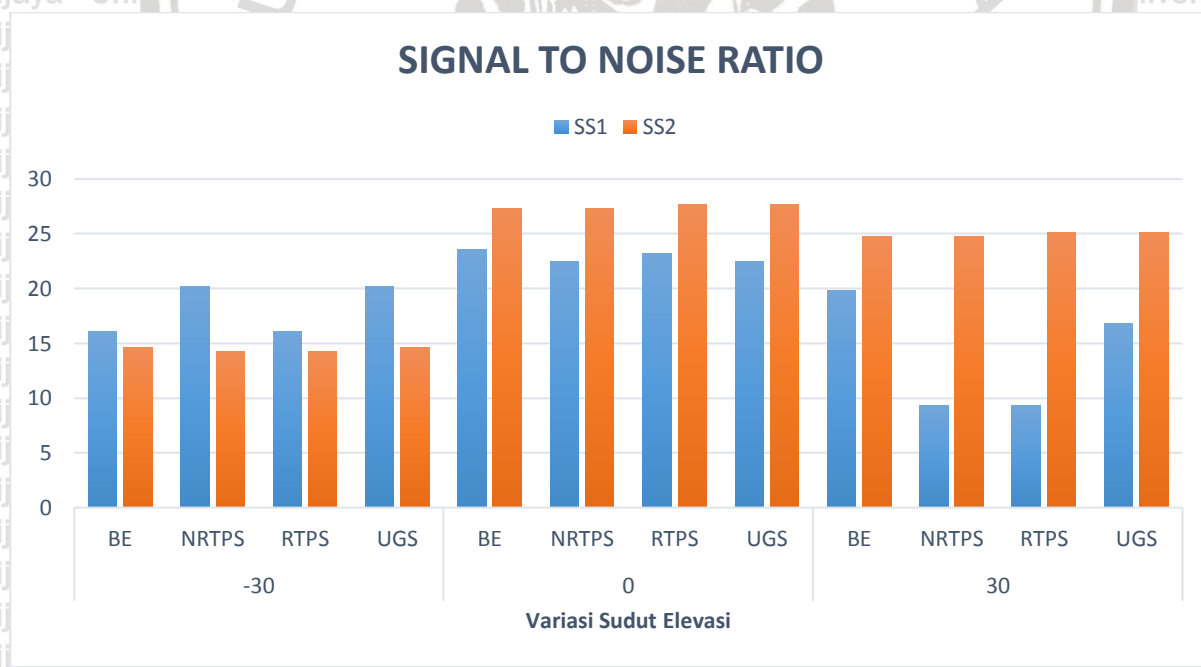
Tabel 4. 6 Hasil Pengamatan nilai Signal to Noise Ratio Variasi Sudut Elevasi pada layanan live streaming

Snr							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio
SS1	BE	-30	16.1	SS2	BE	-30	14.6
SS1	BE	0	23.6	SS2	BE	0	27.3
SS1	BE	30	19.8	SS2	BE	30	24.7



Snr							
Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio	Antena	Scheduling	Variasi Sudut	Signal to Noise Ratio
SS1	NRTPS	-30	20.2	SS2	NRTPS	-30	14.2
SS1	NRTPS	0	22.5	SS2	NRTPS	0	27.3
SS1	NRTPS	30	9.3	SS2	NRTPS	30	24.7
SS1	RTPS	-30	16.1	SS2	RTPS	-30	14.2
SS1	RTPS	0	23.2	SS2	RTPS	0	27.7
SS1	RTPS	30	9.3	SS2	RTPS	30	25.1
SS1	UGS	-30	20.2	SS2	UGS	-30	14.6
SS1	UGS	0	22.5	SS2	UGS	0	27.7
SS1	UGS	30	16.8	SS2	UGS	30	25.1

Seusai dengan data diatas, jika direpresentasikan menjadi sebuah grafik maka akan diuraikan menjadi grafik batang yaitu Gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Grafik Signal to Noise Ratio Variasi Sudut Elevasi Pada Layanan live streaming.

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Pada Subscriber 1 nilai SNR terbesar berada pada scheduling BE, NRTPS, dan RTPS dengan nilai 27.7 pada perubahan sudut azimuth 180° sedangkan nilai SNR terkecil



berada pada *scheduling* BE,NRTPS,RTPS dengan nilai 6 pada perubahan sudut azimuth 90°.

2. Pada *subscriber* 2 nilai SNR terbesar berada pada *scheduling* BE,NRTPS,RTPS,UGS dengan nilai 23.2 pada perubahan sudut azimuth 90° sedangkan nilai SNR terkecil berada pada *scheduling* BE dengan nilai 22.1 pada perubahan sudut azimuth 0°.
3. Pada *Subscriber* 1 nilai SNR terbesar berada pada *scheduling* BE,dan RTPS dengan nilai 23.6 dan 23.2 pada perubahan sudut elevasi 0° sedangkan nilai SNR terkecil berada pada *scheduling* NRTPS, dan RTPS dengan nilai 9.3 pada perubahan sudut elevasi 30°.
4. Pada *subscriber* 2 nilai SNR terbesar berada pada *scheduling* RTPS, dan UGS dengan nilai 27.7 pada perubahan sudut elevasi 0° sedangkan nilai SNR terkecil berada pada *scheduling* NRTPS, dan RTPS dengan nilai 14.2 pada perubahan sudut elevasi -30°.





## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis simulasi dan perhitungan tentang pengaruh perubahan sudut *pointing* antenna terhadap *quality of service* (QoS) aplikasi *video on demand* pada WiMAX 802.16d, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai signal to noise ratio (SNR) terbesar terdapat pada sudut  $180^\circ$  di sudut azimuth berada pada *scheduling* BE, NRTPS, dan RTPS dengan nilai 27.7 dan dengan nilai 27.7 dB berada pada *scheduling* RTPS dan UGS di sudut elevasi  $0^\circ$ . Semakin besar nilai SNR, maka kualitas transmisi sinyal akan semakin baik.
2. Nilai delay cendrung fluktuatif pada data dari hasil pengukuran dengan metode *point to multipoint*. Nilai delay pada variasi perubahan sudut *pointing* antenna tergolong dalam kategori baik menurut ITU-T G.114 bahwa nilai delay yang baik pada jaringan  $< 150$  ms.
3. Nilai *packet loss* pada perubahan sudut *pointing* antenna dengan nilai terbesar 27.7% pada sudut elevasi  $30^\circ$  *subscriber 2* dengan *scheduling* RTPS. Sedangkan nilai terendah 1.12% pada sudut azimuth  $270^\circ$  *subscriber 2* dengan *scheduling* BE. Menurut standar TIPHON 2012, nilai *packet loss* pada nilai tertinggi termasuk kategori buruk karena memiliki persentase  $> 15\%$  sedangkan pada nilai terendah termasuk kategori bagus karena memiliki persentase  $0 - 15\%$ .
4. Nilai throughput pada perubahan sudut *pointing* antenna dengan sudut azimuth dan elevasi untuk metode *point to multipoint* mengalami nilai yang fluktuatif namun tidak memiliki selisih yang signifikan.
5. Semua hasil nilai simulasi tidak luput dari faktor *reflection* dan *diffraction* yang besar karena terjadi didalam ruangan dan error akibat internal sistem

#### 5.2 Saran

Beberapa saran dari penulis yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pengembangan dapat dilakukan dengan cara pengambilan data dan simulasi berada di luar ruangan (*outdoor*) dan jarak  $>20$  km sesuai dengan aplikasi *real* pada WiMAX 802.16d.
2. Pengembangan dapat dilakukan dengan cara mengubah parameter yang digunakan seperti BER, *path loss*, *jitter*, dan lainnya.
3. Pengembangan dapat dilakukan dengan menggunakan 2 objek video yang berbeda pada masing-masing *user*.





**ANALISIS PENGARUH *POINTING* SUDUT ANTENA *SUBSCRIBER*  
UNIT (SU) TERHADAP *QUALITY OF SERVICE (QOS)* PADA  
JARINGAN *TESTBED* WIMAX STANDAR IEEE 802.16D**

**SKRIPSI  
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DANANG ARDHY HARYANTO**

**NIM : 145060300111035**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PENGARUH POINTING SUDUT ANTENA SUBSCRIBER**  
**UNIT (SU) TERHADAP QUALITY OF SERVICE (QOS) PADA**  
**JARINGAN TESTBED WIMAX STANDAR IEEE 802.16D**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DANANG ARDHY HARYANTO**  
**NIM. 145060300111035**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng.**  
**NIP. 19700310 199412 1 001**