

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Bab ini akan membahas tahapan-tahapan pengukuran dan grafik yang menunjang penulisan skripsi ini agar mendapatkan hasil. Beberapa tahapan antara lain:

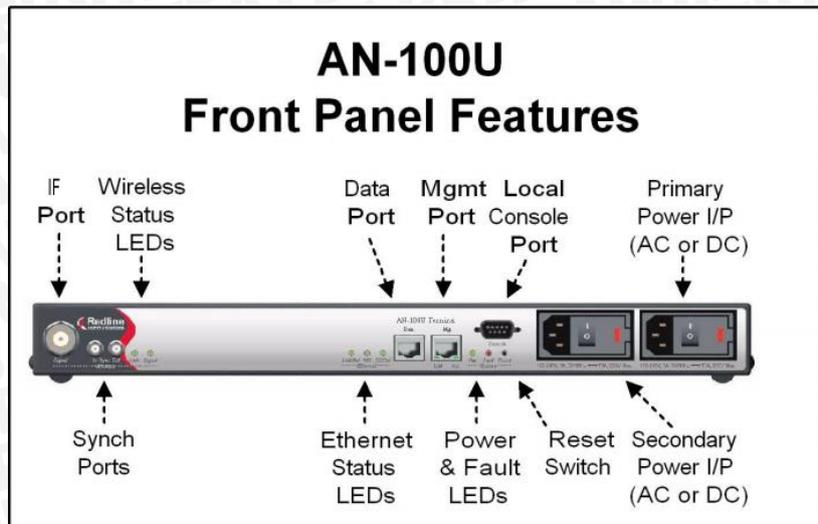
1. Konfigurasi jaringan antara *Base Station* dan *Subscribers Station* WiMAX 802.16d.
2. Pengambilan data untuk pengaruh sudut *pointing* antena terhadap QoS varian *Real Time Polling Service* (RTPS) pada WiMAX 802.16d dengan menggunakan layanan *live streaming*.
3. Melakukan simulasi antara BS dan SS. Pada SS akan dirubah sudut *pointing* antena penerimanya lalu akan dilihat parameter *Quality of Service* (QoS) yang diantaranya *signal to noise ratio* menggunakan Telnet kemudian *packet loss*, *throughput* dan *delay* menggunakan *packet analyzer wireshark* yang diinstal pada salah satu PC user
4. Membandingkan nilai simulasi dengan standar yang dikeluarkan ITU-T G.114 untuk parameter *delay* dan standar yang dikeluarkan TIPHON untuk parameter *packet loss*.

4.2 Konfigurasi Jaringan

Pada konfigurasi jaringan ada beberapa perangkat yang digunakan yaitu *Redline* WiMAX sebagai *base Station* dan *subscriber station*, 1 *personal computer* (PC) untuk mengatur *base station*, 1 buah *switch* untuk menyambungkan ke beberapa *user* dan 4 buah laptop untuk mengakses layanan *live streaming*.

4.2.1 Konfigurasi Perangkat Pada Sisi *Base Station* RedMAX AN-100U

Base Station yang digunakan merupakan produk keluaran RedMAX adalah perangkat transmitter yang biasanya dipasang satu lokasi dengan jaringan internet protocol serta di desain mampu dioperasikan dengan produk-produk WiMAX. Gambar 4.1 adalah fitur *base station* AN-100U dengan tampilan depan yang terdiri dari beberapa bagian yaitu *wireless port*, *time synchronization ports* dan *wireless LED*. Gambar 4.2 menunjukkan antena pemancar yang digunakan sebagai transceiver pada sisi BS menggunakan antena sektoral 90°.



Gambar 4.1 Fitur panel *base station* AN-100U

(Sumber: RedlineCom)



Gambar 4.2 Antena pemancar pada WiMAX 802.16d

(Sumber: Perancangan)

4.2.2 Konfigurasi Perangkat Pada Sisi *Subscriber Station*

Subscriber station berfungsi sebagai penerima data dari *base station*. Pada WiMAX 802.16d atau *fixed* WiMAX biasanya antena penerima berada didekat *user*. Gambar 4.3 merupakan tampilan dari *port* SS dan pada Gambar 4.4 merupakan antena penerima yang digunakan. Pada SS terdapat 2 *port*, yang pertama untuk menghubungkan SS dengan antena

penerima sedangkan yang kedua untuk menghubungkan antara SS dengan *switch* pelanggan. Antena yang digunakan pada skripsi ini adalah antena panel yang telah di *setting* sedemikian rupa.



Gambar 4.3 Tampilan *port subscriber station*

(Sumber: Perancangan)

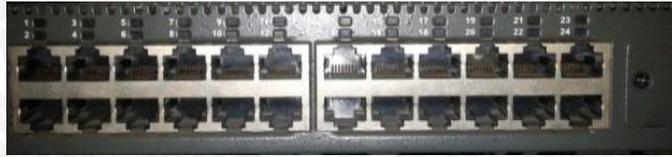


Gambar 4.4 Antena penerima pada WiMAX 802.16d

(Sumber: Perancangan)

4.2.3 *Switch*

Switch adalah perangkat yang menghubungkan segmen jaringan. *Switch* yang digunakan pada skripsi ini berfungsi sebagai perangkat yang menghubungkan antara SS menuju ke PC *user* dengan media transmisi berupa kabel UTP. Gambar 4.5 merupakan *switch* yang digunakan pada penelitian ini. Dalam *switch* terdiri dari banyak *port* yang sudah dikonfigurasi, sehingga dapat terhubung dengan PC *user*.



Gambar 4.5 Tampilan *Switch*

(Sumber: Perancangan)

4.2.4 Laptop

Laptop digunakan sebagai media untuk membuka Telnet lewat *command prompt*, mengakses layanan *live streaming* melalui aplikasi iSpy dan sebagai perangkat untuk proses *capturing* data melalui *packet analyzer* wireshark. Spesifikasi minimal yang dibutuhkan laptop untuk pengambilan data ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi minimal laptop *user*

Spesifikasi	Keterangan
Processor	Intel® Core™ i5
RAM	2 GB
VGA	<i>Radeon Graphics</i>
Operating System	Windows 7 Home premium 64 bit
USB	USB 2.0

(Sumber: Perancangan)

4.3 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Setelah penyusunan perangkat sebagai konfigurasi jaringan WiMAX 802.16d, maka dilakukan pengujian sistem terlebih dahulu sebelum melakukan pengambilan data. Penelitian ini menggunakan beberapa parameter yaitu sudut *pointing* antena dan jumlah *user* yang digunakan. Layanan yang digunakan pada penelitian ini adalah layanan *live streaming* dengan jenis CCTV yang bertempat di Gedung C Universitas Brawijaya. Waktu pengambilan data diambil pada jam 17.00 – 20.00 WIB menggunakan 2 dan 8 *user*.

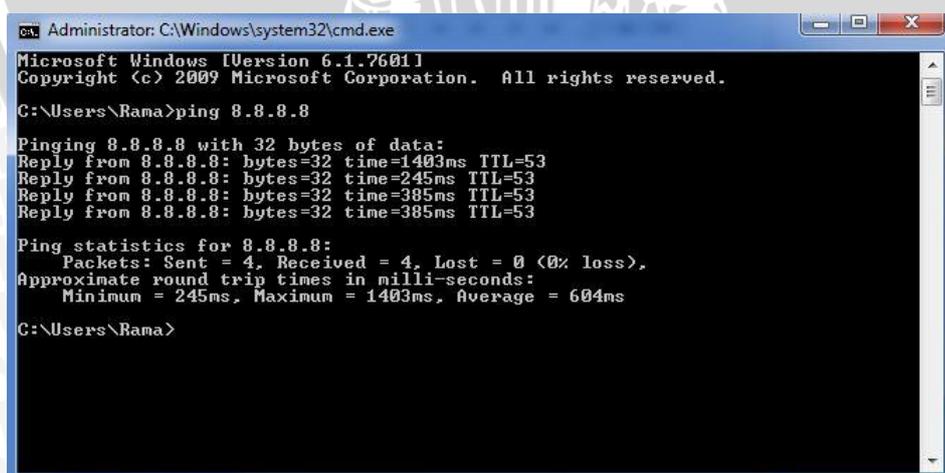
Proses pengambilan data menggunakan Telnet sebagai media untuk mendapatkan nilai parameter *signal to noise ratio* dan aplikasi iSpy sebagai media untuk mengakses CCTV lewat

IP yang telah didapatkan melalui IP Scanner. Kemudian *Packet Analyzer Wireshark* digunakan untuk *capturing* data yang ditetapkan sebagai parameter yaitu *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Proses *capture* data pada *wireshark* berlangsung selama 1 menit. Semua pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali kemudian data hasil akan dirata-rata.

Setelah proses *capturing* data, data akan diubah menjadi aliran *real time polling* (RTP), maka data diperoleh sesuai parameter yang dibutuhkan. Sebelum pengambilan data dilakukan, perangkat WiMAX harus diatur terlebih dahulu pada IP 192.168.1.3.

A. Pengujian Koneksi Jaringan

Pengujian koneksi jaringan dapat tersambung atau tidak, dan waktu yang dibutuhkan agar PC *client* dapat tersampaikan pada internet dapat dilakukan dengan cara perintah *ping*. *Ping* (*Packet Internet Gopher*) adalah sebuah program yang dapat digunakan untuk memeriksa koneksi jaringan berbasis protokol (TCP/IP). *Ping* juga dapat mengetahui apakah PC *client* satu dapat saling berkomunikasi dengan PC *client* yang lain dan internet atau tidak. *Ping* dilakukan dengan memasukkan IP alamat PC yang akan dituju. Langkah awal sebelum melakukan *ping*, membuka *command prompt*. Ketik “cmd” dan masukkan alamat IP PC *client* lain atau ke 8.8.8.8 untuk memastikan terkoneksi dengan jaringan, lalu tunggu *replay* pada *command*. Gambar 4.6 merupakan tampilan setelah melakukan *ping* dan telah terkoneksi dengan jaringan internet.



```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Rama>ping 8.8.8.8

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=1403ms TTL=53
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=245ms TTL=53
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=385ms TTL=53
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=385ms TTL=53

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 245ms, Maximum = 1403ms, Average = 604ms

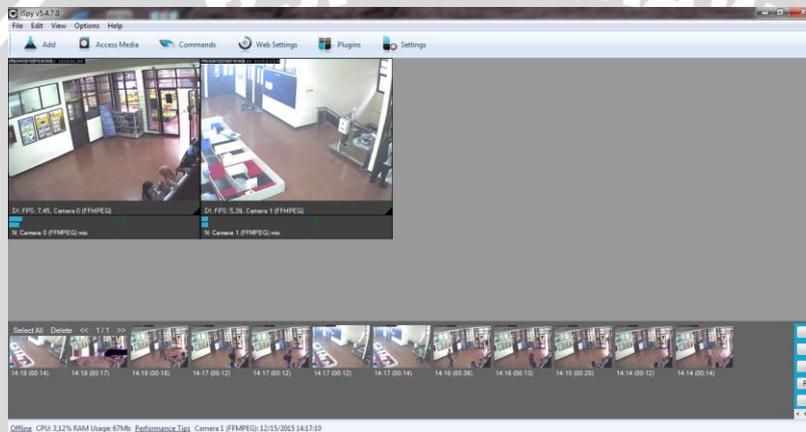
C:\Users\Rama>
  
```

Gambar 4.6 merupakan tampilan *command prompt* setelah melakukan *ping* dan telah terkoneksi dengan jaringan internet.

(Sumber: Perancangan)

B. Pengujian *live streaming*

Pada skripsi ini, layanan yang digunakan adalah layanan *live streaming* CCTV. CCTV diakses melalui iSpy dengan cara setelah membuka aplikasi iSpy lalu memilih 'add' lalu pilih 'IP Camera' kemudian tambahkan IP yang telah didapatkan dari IP *scanner* sebelumnya dan CCTV akan bisa diakses oleh *user*. *Live streaming* merupakan salah satu aplikasi dari QoS varian *real time polling service* (RTPS). Gambar 4.7 merupakan pengujian dengan mengakses layanan *live streaming* dengan 2 *user* menggunakan aplikasi iSpy. Pada simulasi, besar kapasitas kanal yang digunakan sebesar 2 Mbps dan resolusi video 640x480p dengan keadaan *line of sight* (LOS). Gambar menunjukkan hasil video yang *real* atau sesuai dengan keadaan aslinya.

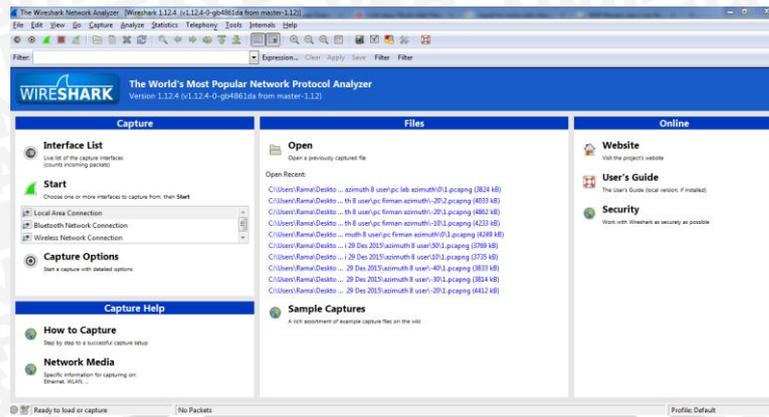


Gambar 4.7. Layanan *live streaming* CCTV

(Sumber: perancangan)

C. Pengujian *capturing data* pada *wireshark*

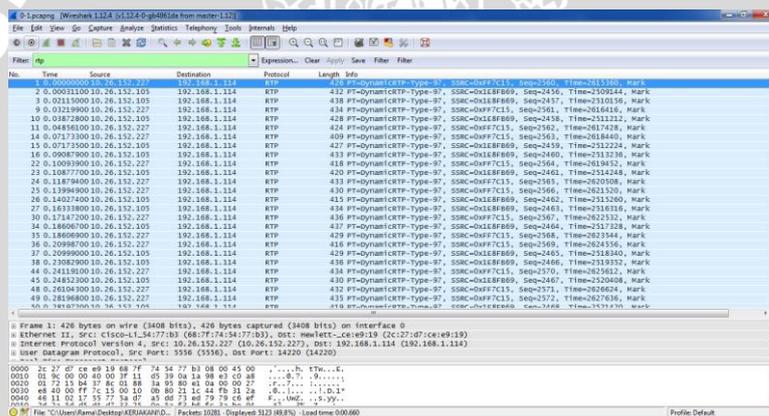
Pada laptop *user* akan diinstal *packet analyzer wireshark* untuk proses *capturing data*. Cara *capture data* dilakukan seperti yang dijelaskan pada sub-bab 3.4. Gambar 4.8 merupakan tampilan dari *packet analyzer wireshark*.



Gambar 4.8 Tampilan dari packet analyzer wireshark.

(Sumber: Perancangan)

Kemudian setelah pilih 'start' pada wireshark proses capture traffic data akan berjalan dan hasil dari proses capture data dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Tampilan hasil capture data dari packet analyzer wireshark.

(Sumber: Perancangan)

4.4 Hasil dan Pembahasan

4.4.1 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. Gambar 4.10 adalah tampilan hasil data SNR melalui command prompt. Nilai SNR terletak pada baris pertama di kolom kedua pada command prompt.

```

SU0#> monitor
Rssi:          Snr:          FreqOffset:    TCnt:
-16.8         28.5           -1             0
ModemResets:   DfipCount:     DfipErrCount:  DfipCrcCount:
19            562662        13            35
DlMapCount:   DlMapErrCount: DlMapCrcCount:  UlMapCount:
22505        0             1             562649
UlMapErrCount: UlMapCrcCount:  DcdRxCount:    DcdErrCount:
0            6             2813         0
DcdCrcCount:  UcdRxCount:    UcdErrCount:   UcdCrcCount:
0            2813         0             0
MgmtRxCount:  MgmtErrCount:  MgmtCrcCount:  LostFrames:
177         0             0             7
FrameDuration: DcdChangeCount: RngTimeCorrection:  DlByteCount:
10000       0             -99          4815187
DlSduCount:  DlMpdCount:    DhCrcErrCount:  DlcrcErrCount:
18802      13637         0             0
UlByteCount:  UlSduCount:    UlMpdCount:     TotalHcCrcErrors:
1875852    7324         7703          0
TotalCrcErrors: TotalTxBurstCount: TotalRngReqCount: TotalBwReqCount:
7          36680        7             3520
TotalMgmSentCount: TotalPaddingCount: RfRssi:         TxPower:
172       3026        -60.9        1.0
LinkStatus:
Registered(1)

```

Gambar 4.10 Tampilan hasil data SNR melalui *command prompt*

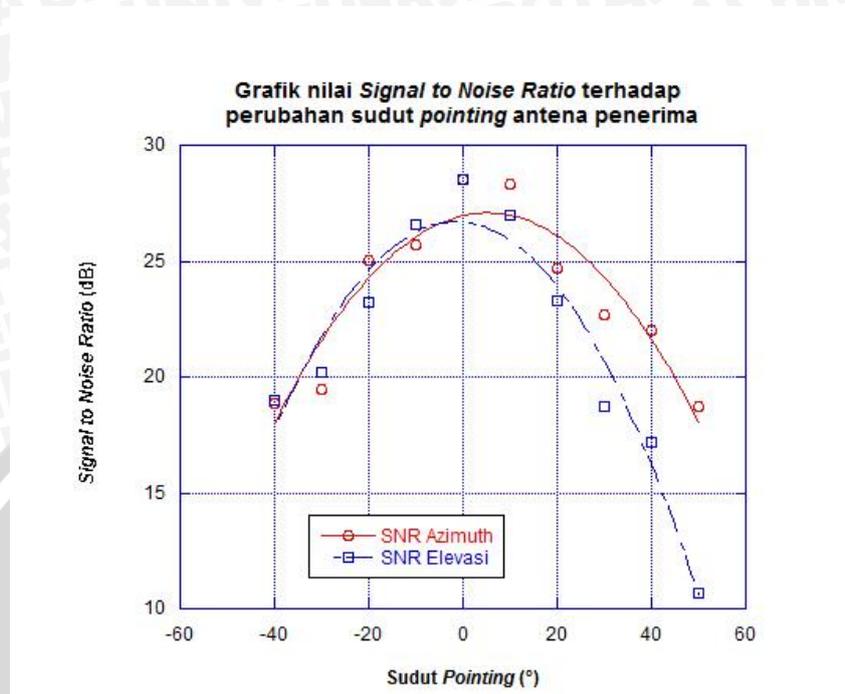
(Sumber: Perancangan)

Setelah itu, pengambilan data diulang sebanyak 3 kali dan dirata-rata kemudian data hasil pengukuran telah SNR didapatkan. Tabel 4.2 merupakan hasil pengukuran nilai SNR terhadap sudut *pointing* antena (azimuth dan elevasi).

Tabel 4.2 Hasil pengukuran nilai SNR terhadap sudut *pointing* antena

Sudut	Signal to Noise Ratio (dB)	
	Azimuth	Elevasi
-40°	18,83	19
-30°	19,47	20,2
-20°	25,07	23,2
-10°	25,7	26,57
0°	28,5	28,5
10°	28,3	26,97
20°	24,7	23,3
30°	22,7	18,7
40°	22	17,2
50°	18,7	10,7

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 4.2 , Gambar 4.11 merupakan grafik *signal to noise ratio* (SNR) terhadap perubahan sudut *pointing* antenna.



Gambar 4.11 Grafik nilai *signal to noise ratio* (SNR) terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima

Pada data dari hasil pengukuran, dapat dianalisis bahwa:

1. Nilai SNR terbaik untuk sudut azimuth terjadi pada sudut 0° dengan nilai 28,5 dB sedangkan nilai SNR terburuk untuk sudut azimuth terjadi pada sudut 50° dengan nilai 18,7 dB.
2. Nilai SNR terbaik untuk sudut elevasi terjadi pada sudut 0° dengan nilai 28,5 dB sedangkan nilai SNR terburuk untuk sudut elevasi terjadi pada sudut 50° dengan nilai 10,7 dB.
3. Hal ini menunjukkan semakin jauh *pointing* antenna penerima dari antenna pemancar, maka akan semakin buruk kualitas sinyal yang diterima oleh antenna penerima.

4.4.2 Delay

Delay adalah waktu tunda yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari BS ke SS. Tabel 4.3 merupakan hasil pengamatan nilai *delay* terhadap pengaruh sudut *pointing* antena (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 2 *user*. Pada skripsi ini sama-sama menggunakan resolusi video 640x480p dengan pengambilan data hari Selasa tanggal 29 Desember 2015 pada jam 17.00-20.00 WIB.

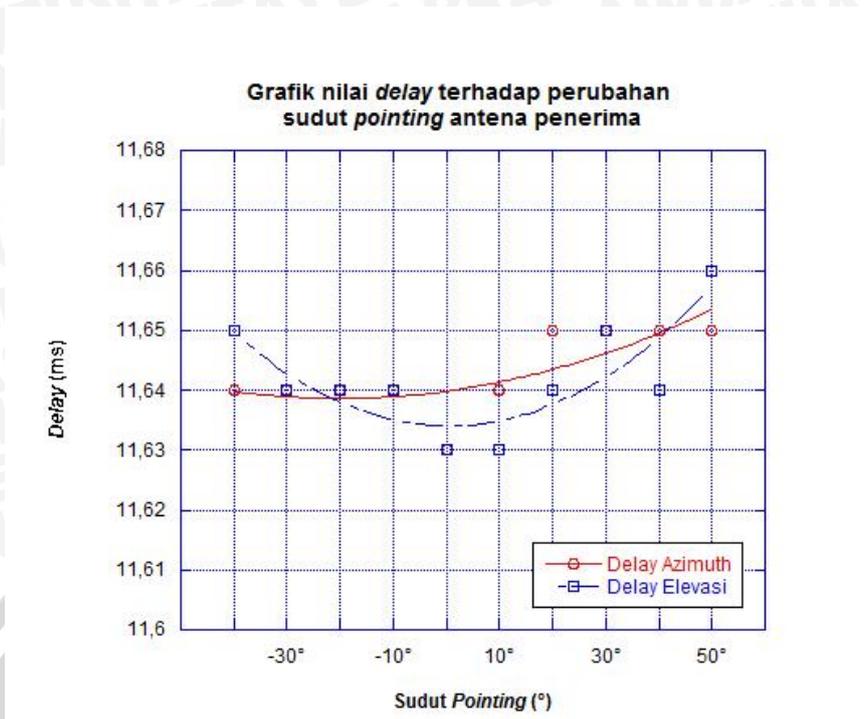
Nilai *delay* pada *packet analyzer wireshark* didapatkan dengan cara:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Between First and Last Packet (sec)}}{\text{Packets}} \quad (4.1)$$

Tabel 4.3 *Delay* dengan sudut elevasi dan azimuth 2 *user*

Sudut (°)	Delay (ms)	
	azimuth	elevasi
-40°	11,64	11,65
-30°	11,64	11,64
-20°	11,64	11,64
-10°	11,64	11,64
0°	11,63	11,63
10°	11,64	11,63
20°	11,65	11,64
30°	11,65	11,65
40°	11,65	11,64
50°	11,65	11,66

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 4.3, Gambar 4.12 merupakan grafik *delay* terhadap perubahan sudut *pointing* antena.



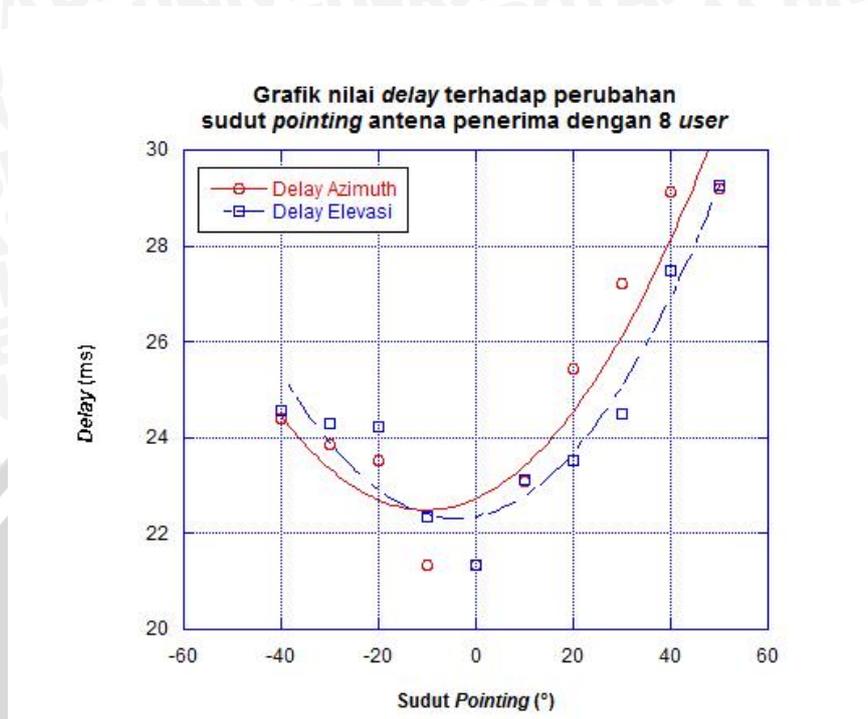
Gambar 4.12 Grafik nilai *delay* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 2 user

Pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan 8 user. Tabel 4.4 merupakan hasil pengamatan nilai *delay* terhadap pengaruh sudut *pointing* antenna (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 8 user.

Tabel 4.4 *Delay* dengan sudut elevasi dan azimuth 8 user

Sudut (°)	Delay (ms)	
	azimuth	elevasi
-40°	24,41	24,58
-30°	23,85	24,3
-20°	23,52	24,22
-10°	21,35	22,35
0°	21,33	21,33
10°	23,1	23,12
20°	25,43	23,53
30°	27,22	24,51
40°	29,13	27,5
50°	29,2	29,26

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 4.4, Gambar 4.13 merupakan grafik nilai *delay* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 *user*.



Gambar 4.13 Grafik nilai *delay* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 *user*

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Hasil *delay* terbesar pada sudut azimuth untuk 2 *user* ada pada sudut 20°- 50° dengan 11,64 ms dan *delay* terkecil ada pada sudut 0° dengan 21,33 ms. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 8 *user* *delay* terbesar terjadi pada sudut 50° dengan 11,66 ms dan *delay* terkecil terjadi pada sudut 0° dengan 11,63 ms.
2. Hasil *delay* terbesar pada sudut azimuth untuk 8 *user* ada pada sudut 50° dengan 29,2 ms dan *delay* terkecil ada pada sudut 0° dengan 21,33 ms. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 8 *user* *delay* terbesar terjadi pada sudut 50° dengan 29,26 ms dan *delay* terkecil terjadi pada sudut 0° dengan 21,33 ms.
3. Hasil nilai *delay* pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 termasuk dalam kategori baik menurut ITU-T G.114 karena memiliki nilai < 150 ms.

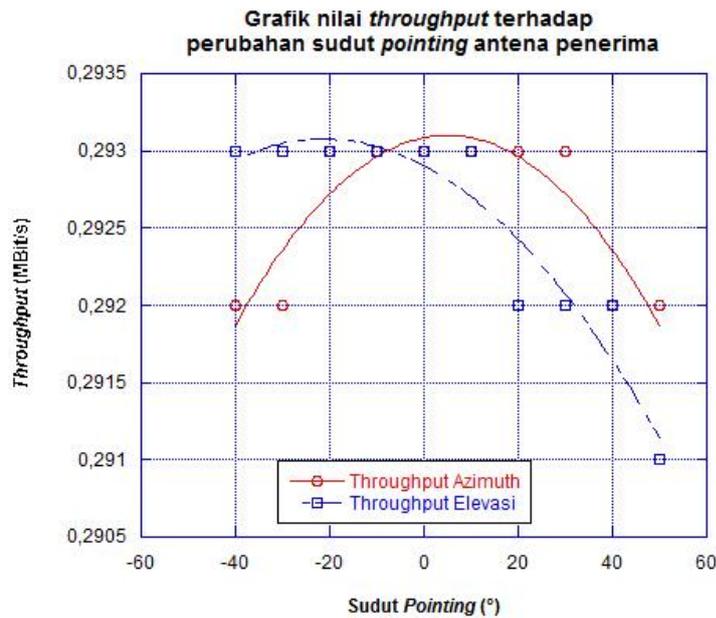
4.4.2 Throughput

Throughput merupakan kecepatan penerimaan paket data yang diterima pengguna dengan keadaan sebenar-benarnya terhadap waktu transmisi yang dibutuhkan. *Throughput* memiliki satuan MBit/detik. Tabel 4.5 merupakan hasil pengamatan nilai *throughput* terhadap pengaruh sudut *pointing* antena (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 2 *user*. Pada skripsi ini sama-sama menggunakan resolusi video 640x480p dengan pengambilan data hari Selasa tanggal 29 Desember 2015 pada jam 17.00-20.00 WIB.

Tabel 4.5 *Throughput* dengan sudut elevasi dan azimuth 2 *user*

Sudut (°)	Throughput (MBit/s)	
	azimuth	elevasi
-40°	0,292	0,293
-30°	0,292	0,293
-20°	0,293	0,293
-10°	0,293	0,293
0°	0,293	0,293
10°	0,293	0,293
20°	0,293	0,292
30°	0,293	0,292
40°	0,292	0,292
50°	0,292	0,291

Pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan 8 *user*. Berdasarkan dari data hasil pengukuran pada Tabel 4.5, Gambar 4.14 merupakan grafik nilai *throughput* terhadap perubahan sudut *pointing* antena.



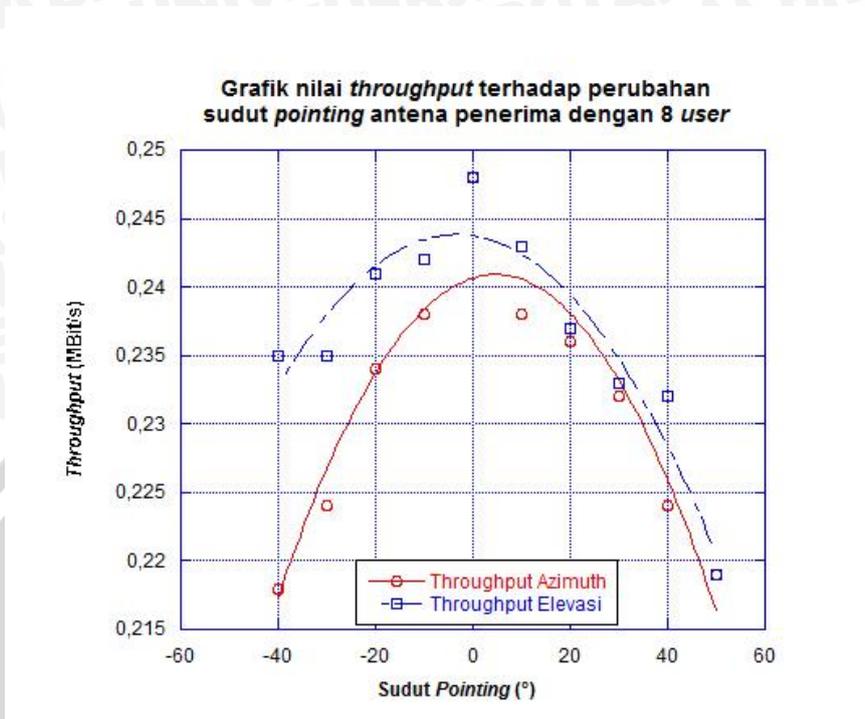
Gambar 4.14 Grafik nilai *throughput* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 2 user

Tabel 4.6 merupakan hasil pengamatan nilai *throughput* terhadap pengaruh sudut *pointing* antenna (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 8 user.

Tabel 4.6 *Throughput* dengan sudut elevasi dan azimuth 8 user

Sudut (°)	Throughput (MBit/s)	
	Azimuth	elevasi
-40°	0,218	0,235
-30°	0,224	0,235
-20°	0,234	0,241
-10°	0,238	0,242
0°	0,248	0,248
10°	0,238	0,243
20°	0,236	0,237
30°	0,232	0,233
40°	0,224	0,232
50°	0,219	0,219

Berdasarkan dari data pengukuran pada Tabel 4.6, Gambar 4.15 merupakan grafik nilai *throughput* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 *user*.



Gambar 4.15 Grafik nilai *throughput* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 *user*

Pada data dari hasil pengamatan, dapat dianalisis bahwa:

1. Hasil *throughput* terbesar pada sudut azimuth untuk 2 *user* ada pada sudut -20° - 30° dengan 0,293 MBit/s dan *throughput* terkecil ada pada sudut -40° , -30° , 40° dan 50° dengan 0,292 MBit/s. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 2 *user* *throughput* terbesar terjadi pada sudut -40° sampai 10° dengan 0,293 MBit/s dan *throughput* terkecil terjadi pada sudut 50° dengan 0,291 MBit/s.
2. Hasil *throughput* terbesar pada sudut azimuth untuk 8 *user* ada pada sudut 0° dengan 0,248 Mbit/s dan *throughput* terkecil ada pada sudut -40 dengan 0,218 Mbit/s. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 8 *user* *throughput* terbesar terjadi pada sudut 0° dengan 0,248 Mbit/s dan *throughput* terkecil terjadi pada sudut 50° dengan 0,219 Mbit/s.
3. Semakin besarnya nilai *throughput* menunjukkan keadaan kecepatan penerimaan paket data yang diterima pengguna dengan keadaan benar terhadap waktu transmisi yang dibutuhkan dari sumber semakin cepat.

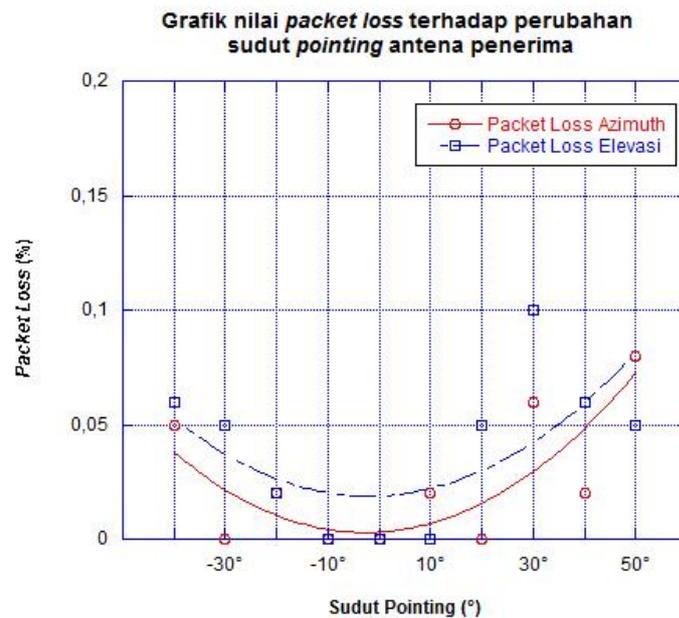
4.4.3 Packet Loss

Packet Loss merupakan rasio jumlah paket data yang hilang dengan jumlah paket data keseluruhan yang dikirimkan dari BS ke SS. *Packet Loss* yang digunakan pada skripsi ini memiliki satuan *percent (%)*. Tabel 4.7 merupakan hasil pengamatan nilai *packet loss* terhadap pengaruh sudut *pointing* antena (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 2 *user*. Pada skripsi ini sama-sama menggunakan resolusi video 640x480p dengan pengambilan data hari Selasa tanggal 29 Desember 2015 pada jam 17.00-20.00 WIB.

Tabel 4.7 *Packet loss* dengan sudut elevasi dan azimuth 2 *user*

Sudut (°)	Packet Loss (%)	
	azimuth	elevasi
-40°	0,05	0,06
-30°	0	0,05
-20°	0,02	0,02
-10°	0	0
0°	0	0
10°	0,02	0
20°	0	0,05
30°	0,06	0,1
40°	0,02	0,06
50°	0,08	0,05

Berdasarkan dari data pengukuran pada Tabel 4.7, Gambar 4.16 merupakan grafik nilai *packet loss* terhadap perubahan sudut *pointing* antena penerima dengan 2 *user*.



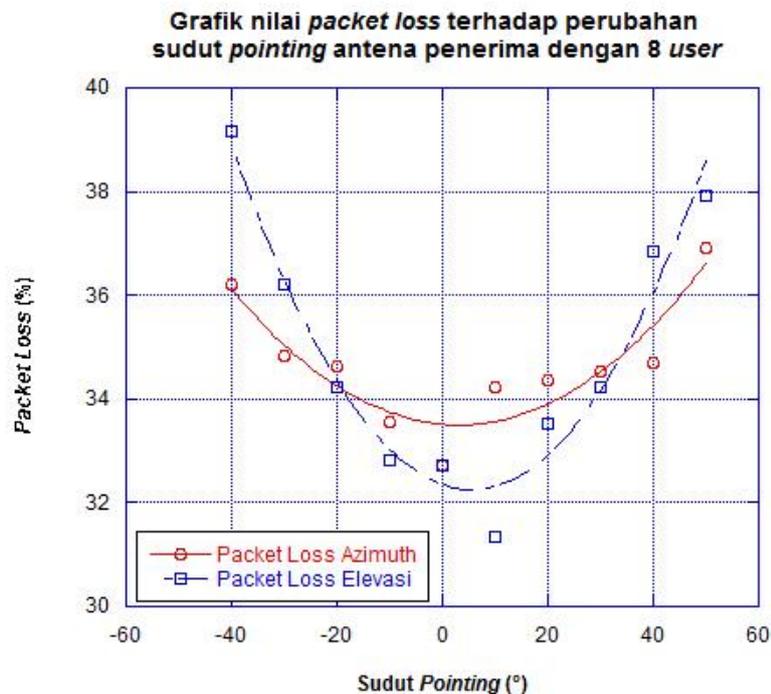
Gambar 4.16 Grafik nilai *packet loss* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 2 user

Pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan 8 user. Tabel 4.8 merupakan hasil pengamatan nilai *packet loss* terhadap pengaruh sudut *pointing* antenna (elevasi dan azimuth) pada layanan *live streaming* dengan jumlah pengguna 8 user.

Tabel 4.8 *Packet loss* dengan sudut elevasi dan azimuth 8 user

Sudut (°)	Packet Loss (%)	
	azimuth	elevasi
-40°	36,22	39,16
-30°	34,83	36,22
-20°	34,62	34,23
-10°	33,55	32,82
0°	32,73	32,73
10°	34,22	31,33
20°	34,35	33,51
30°	34,54	34,23
40°	34,7	36,85
50°	36,91	37,91

Berdasarkan dari data pengukuran pada Tabel 4.8, Gambar 4.17 merupakan grafik nilai *packet loss* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 user.



Gambar 4.17 Grafik nilai *packet loss* terhadap perubahan sudut *pointing* antenna penerima dengan 8 user

Pada data dari hasil simulasi, dapat dianalisis bahwa:

1. Hasil *packet loss* terbesar pada sudut azimuth untuk 2 user ada pada sudut 50° dengan 0,08 % dan *throughput* terkecil ada pada sudut -30°, -10°, 0° dan 20° dengan 0 %. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 2 user *packet loss* terbesar terjadi pada sudut -40° dan 40° dengan 0,06 % dan *throughput* terkecil terjadi pada sudut -10°, 0° dan 10° dengan 0%.
2. Hasil *packet loss* terbesar pada sudut azimuth untuk 8 user ada pada sudut 50° dengan 36,91 % dan *throughput* terkecil ada pada sudut 0° dengan 32,73 %. Sedangkan, pada sudut elevasi untuk 8 user *packet loss* terbesar terjadi pada sudut -40° dengan 39,16 % dan *throughput* terkecil terjadi pada sudut 10° dengan 31,33 %.
3. Menurut standar TIPHON 2012, Tabel 4.7 termasuk kategori bagus karena memiliki nilai 0 % - 3 %. Sedangkan, Tabel 4.8 termasuk kategori buruk karena memiliki nilai > 25 %.