



T E S I S KI092361

**KINERJA PROTOKOL *ROUTING* PADA
LINGKUNGAN *WIRELESS MESH NETWORK*
DENGAN *COMBINED SCALABLE VIDEO*
*CODING (CSVC)***

**PARMA HADI RANTELINGGI
NRP. 5112201019**

**DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. SUPENO DJANALI, M.Sc.,Ph.D.
NIP 194806191973011001**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN KOMPUTASI BERBASIS JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**



T H E S I S KI092361

**PERFORMANCE ROUTING PROTOCOL IN
WIRELESS MESH NETWORK ENVIRONMENT
WITH *COMBINED SCALABLE VIDEO CODING*
(CSVC)**

**PARMA HADI RANTELINGGI
NRP. 5112201019**

**SUPERVISOR
Prof. Ir. SUPENO DJANALI, M.Sc.,Ph.D.
NIP 194806191973011001**

**MASTER PROGRAMME
NET CENTRIC COMPUTING (NCC)
INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**

[HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN]

PERFORMANCE ROUTING PROTOCOL IN WIRELESS MESH NETWORK ENVIRONMENT WITH COMBINED SCALABLE VIDEO CODING (CSVC)

Student Name : Parma Hadi Rantelinggi
NRP : 5112201019
Supervisor : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc.,Ph.D.

ABSTRACT

Wireless network technology has been widely used, such as wireless mesh network technology (WMN) operating on IEEE 802.11 standard, which is comprised of mesh routers and mesh clients, and are generally combined with other networking technologies such as the Internet, mobile technology and sensor networks. Along with the development of technology and the increasing need for people, video transmission over wireless network technology provides a challenge in the use of throughput, end-to-end delay, packet loss and PSNR.

Combined Scalable Video Coding (CSCV) is a development of the H.264 / MPEG-4, used in this research for video delivery with the IEEE 802.11 standard combined with routing protocols such as AODV, DSDV and DSR to obtain an efficient routing protocol in throughput, end-to-end delay, packet loss and PSNR, so the comparison of performance of the routing protocols with video transmission CSVC

For analysis and measurement of data used simulator NS-2, so that the analysis can be conclude about the evaluation of the performance of each routing protocol.

Keyword: Routing Protocol, WMN, IEEE 802.11, CSVC, video transmission, NS-2

KINERJA PROTOKOL *ROUTING* PADA LINGKUNGAN *WIRELESS MESH NETWORK* DENGAN *COMBINED SCALABLE VIDEO CODING (CSVC)*

Nama Mahasiswa : Parma Hadi Rantelinggi
NRP : 5112201019
Pembimbing : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc.,Ph.D

ABSTRAK

Teknologi jaringan nirkabel telah banyak digunakan, seperti teknologi jaringan nirkabel Mesh (WMN) yang beroperasi pada standar IEEE 802.11, yang terdiri dari mesh router dan mesh client dan umumnya dipadukan dengan teknologi jaringan yang lain seperti internet, teknologi seluler dan jaringan sensor. Seiring perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan manusia, transmisi video melalui teknologi jaringan nirkabel memberikan tantangan dalam penggunaan throughput, end to end delay, packet loss dan PSNR.

Combined Scalable Video Coding (CSCV) merupakan perkembangan dari H.264/MPEG-4, digunakan pada riset ini untuk pengiriman video dengan standar IEEE 802.11 dikombinasikan dengan protokol routing seperti AODV, DSDV dan DSR untuk mendapatkan protokol routing yang efisien pada throughput, end to end delay, packet loss dan PSNR, sehingga diperoleh perbandingan kinerja pada protokol routing dengan transmisi video CSVC.

Untuk analisis dan pengukuran data digunakan simulator NS-2, sehingga hasil analisis tersebut dapat diperoleh kesimpulan tentang evaluasi kinerja dari masing-masing protokol routing.

Kata kunci: Protokol *routing*, WMN, IEEE 802.11, CSVC, transmisi video, NS-2.

**LEMBAR PENGESAHAN
TESIS**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

PARMA HADI RANTELINGGI

NRP. 5112201019

Tanggal Ujian : 21 Juli 2014

Periode Wisuda : September 2014

Disetujui oleh:

1. Prof.Ir.Supeno Djanati,M.Sc,Ph.D.

NIP. 19480619 197301 1 001

(Pembimbing)

2. Tohari Ahmad,S.Kom,MIT,Ph.D.

NIP. 19750525 200312 1 002

(Penguji)

3. Ir.F. X. Arunanto,M.Sc

NIP. 19570101 198303 1 004

(Penguji)

4. Baskoro Adi Pratomo,S.Kom,M.Kom.

NIP.

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana

Prof.Dr. Adi Soeprijanto, MT.

NIP. 19640405 199002 1 001



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Pemurah atas selesainya penulisan tesis ini. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik Program Magister, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Berbagai pengalaman yang kaya dan penuh warna disamping halangan, rintangan seta hambatan penulis hadapi dalam penulisan tesis ini. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu-persatu, akhirnya penulisan tesis ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, izinkan penulis menyampaikan limpah terima kasih kepada kepada berbagai pihak, diantaranya :

1. Bapak Prof.Ir.Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D sebagai dosen wali dan pembimbing yang tidak kenal lelah dan sabar dalam memberikan bimbingan berupa saran dan masukan serta motivasi selama penulis menempuh studi magister di Jurusan Teknik Informatika ITS.
2. Kedua orang tua tercinta: Jonan Rantelinggi dan Any Tamba, atas dukungan, doa dan motivasinya dalam perkuliahan maupun dalam pengerjaan tesis ini.
3. Saudara dan Saudari penulis : Kak Jusri Mario Kamma beserta keluarga; Kak Febby Marannu Kamma beserta keluarga; dan Kak Mercy Rante beserta keluarga.
4. Keluarga Bapak Hendrik Palisungan, terima kasih atas dukungan, saran dan motivasinya selama penulis dalam masa perkuliahan maupun dalam mengerjakan tesis ini.
5. Para penguji, yaitu: Bapak Tohari Ahmad,S.Kom, MIT, Ph.D; Bapak Ir.F. X. Arunanto,M.Sc; dan Bapak Baskoro Adi Pratomo,S.Kom,M.Kom yang telah memberikan usulan, saran dan masukan untuk perbaikan penelitian tesis ini.
6. Bapak Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Program Pasca Sarjana Teknik Informatika beserta dosen dan karyawan Jurusan Teknik Informatika yang telah meberikan dukungan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan ini.

7. Rekan – rekan mahasiswa S2 Teknik Informatika ITS angkatan 2012 yang saling bahu membahu baik dalam perkuliahan maupun dalam penelitian tesis ini sehingga penulis merasa didalam ikatan tali persaudaraan dan kasih.
8. Bapak Dr.Kalvein Rantelobo, ST, MT, yang telah memberi saran untuk penulis dalam membangun simulasi NS-2 pada skema CSVC.
9. Semua Pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Kiranya Allah Yang Pemurah membalaskan amal serta kebaikan bapak, ibu dan teman-teman semuanya serta selalu melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan buku tesis serta kelanjutan penelitian tesis ini.

Akhirnya, semoga buku tesis ini bermanfaat dan berguna bagi semua pihak yang membutuhkan, utamanya pemerhati transmisi video pada jaringan nirkabel.

Surabaya, Juli 2014

Parma Hadi Rantellinggi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Wireless Mesh Network</i>	5
2.2 <i>Routing</i> Reaktif dan <i>Routing</i> Proaktif	6
2.2.1 Protokol <i>Routing</i> AODV	8
2.2.2 Protokol <i>Routing</i> DSDV	8
2.2.3 Protokol <i>Routing</i> DSR	9
2.3 Parameter Evaluasi dan Analisa	10
2.4 <i>Combined Scalable Video Coding (CSVC)</i>	11
2.5 <i>Network Simulator II (NS-2)</i>	13
2.5.1 <i>Tracing</i>	14
2.5.2 <i>Mobile Node</i>	14
2.5.3 Visualisasi dengan NAM	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Metode dan Tahapan Penelitian	17
3.2 Skema Rancangan Penelitian.....	18
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Menentukan Parameter Skenario	21
4.2 Hasil Uji Coba	21
4.3 Analisis Hasil.....	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
DAFTAR LAMPIRAN	49
BIODATA PENULIS	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sistem pengkodean <i>scalable</i>	2
Gambar 2.1 Infrastruktur WMN	6
Gambar 2.2 <i>Routing</i> reaktif.....	7
Gambar 2.3 <i>Routing</i> proaktif.....	7
Gambar 2.4 Proses RREQ dan RREP pada protokol <i>routing</i> AODV	8
Gambar 2.5 Pencarian jalur tujuan dan respon pada protokol <i>routing</i> DSDV.....	9
Gambar 2.6 Pencarian jalur tujuan dan respon pada protokol <i>routing</i> DSR.....	10
Gambar 2.7 <i>Encoding</i> dan <i>Decoding</i> SVC 3-Layer	12
Gambar 2.8 <i>Output</i> NAM yang di jalankan pada NS-2.....	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> langkah-langkah penelitian.....	18
Gambar 3.2 Skema CSVC dengan menggunakan NS-2	19
Gambar 4.1 Contoh hasil jejak file	22
Gambar 4.2 Hasil Simulasi <i>end to end delay</i>	22
Gambar 4.3 Rata – rata <i>end to end delay</i> AODV.....	24
Gambar 4.4 Rata – rata <i>end to end delay</i> DSDV	25
Gambar 4.5 Rata – rata <i>end to end delay</i> DSR	26
Gambar 4.6 Hasil simulasi <i>throughput</i>	27
Gambar 4.7 <i>Throughput</i> protokol <i>routing</i> AODV	28
Gambar 4.8 <i>Throughput</i> protokol <i>routing</i> DSDV.....	29
Gambar 4.9 <i>Throughput</i> protocol <i>routing</i> DSR.....	30
Gambar 4.10 Hasil Simulasi PSNR	31
Gambar 4.11 Total rata-rata PSNR pada AODV	32
Gambar 4.12 Tampilan frame ke 9 pada lingkungan AODV	33
Gambar 4.13 Total rata-rata PSNR pada DSDV.....	34
Gambar 4.14 Tampilan frame ke 10 pada lingkungan DSDV.....	34
Gambar 4.15 Total rata-rata PSNR pada DSR.....	35
Gambar 4.16 Tampilan frame ke 11 pada lingkungan DSR	36

DAFTAR SINGKATAN

AODV	<i>Ad hoc On-demand Distance Vector</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
AWGN	<i>Additive White Gaussian Noise</i>
BER	<i>Bit Error Rate</i>
CSVC	<i>Combined Scalable Video Coding</i>
CIF	<i>Common Intermediate Format</i>
DSDV	<i>Destination Sequence Distance Vector</i>
DSR	<i>Dynamic Source Routing</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
FGS	<i>Fine-Granular Scalability</i>
HEVC	<i>High Efficiency Video Coding</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IEEE	<i>International of Electrical and Eletronic Engineers</i>
ITU	<i>International Telecommucation Union</i>
JSVM	<i>Joint Scalable Video Model</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts group</i>
NS-2	<i>Network Simulator II</i>
NAM	<i>Network Animator</i>
NALU	<i>Network Abstraction Layer Unit</i>
NAL	<i>Network Abtraction Layer</i>
Otcl	<i>Object-oriented Tool Command Language</i>
PSNR	<i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i>
QCIF	<i>Quarter Common Intermediate Format</i>
RREP	<i>Route Response</i>
RREQ	<i>Route Request</i>
SNR	<i>Signal-to-Noise Ratio</i>
SVC	<i>Scalable Video Coding</i>
SVEF	<i>Scalable Video Coding Evaluation Framework</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
WMN	<i>Wireless Mesh Network</i>

DAFTAR RUMUS

Rumus 4.1 Perhitungan nilai rata – rata percobaan <i>end to end delay</i>	23
Rumus 4.2 Perhitungan total nilai rata-rata percobaan end to end delay.....	23
Rumus 4.3 Perhitungan nilai rata-rata percobaan throughput.....	27
Rumus 4.4 Perhitungan total nilai rata-rata percobaan throughput.....	27
Rumus 4.5 Rumus persamaan PSNR.....	31
Rumus 4.6 Rumus MSE.....	31
Rumus 4.7 Perhitungan total nilai rata-rata percobaan PSNR.....	32
Rumus 4.8 Perhitungan nilai packet loss	36
Rumus 4.9 Perhitungan total nilai rata-rata packet loss.....	36
Rumus 4.10 Perhitungan nilai varian	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Standar Parameter pada Simulasi	21
---	----

BAB 1

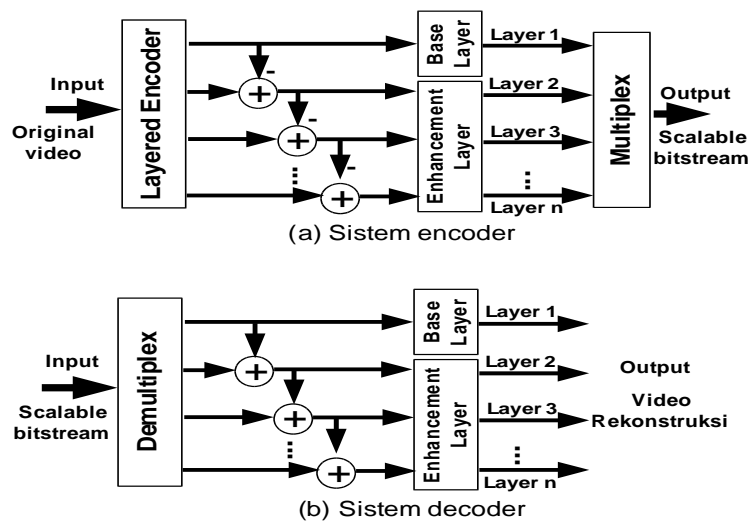
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *wireless network* sekarang ini telah banyak digunakan. *Wireless network* menggunakan teknologi IEEE 802.11 yang membantu pengguna agar dapat mengakses internet setiap saat untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Informasi tersebut dapat berupa data teks, suara, gambar, maupun video. Seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan kebutuhan manusia, transmisi video melalui *wireless network* semakin penting dan dibutuhkan.

Streaming video adalah sebuah layanan multimedia yang sangat pesat perkembangannya beberapa tahun ini. *Streaming* video memberikan tantangan besar bagi kinerja *wireless network*, isu penting dari penggunaan jaringan nirkabel adalah *bandwidth*, paket *error* dan *delay* yang tinggi. Selain itu beragam sistem jaringan dan perangkat keras yang sekarang semarak di pasaran mempengaruhi perkembangan dan penerapan teknologi *bit stream* video (Wu et al., 2001).

Kemunculan teknologi standar video dan perkembangannya seperti H.264/MPEG-4 yang kemudian dikembangkan kedalam standar *Scalable Video Coding* (SVC) (Schwarz et al., 2005; Wu et al., 2001). Salah satu skema transmisi video untuk mengatasi masalah tersebut di atas adalah metode *Combined Scalable Video Coding* (CSVC) yang merupakan pengembangan dari H.264. Pada penelitian yang sudah dilakukan masih menerapkan pengiriman video secara umum dan menggunakan standar IEEE 802.11. Penggunaan simulasi pada penelitian tersebut adalah *Network Simulator II* (NS-2), yang banyak digunakan oleh peneliti dalam bidang teknologi informasi (Schierl et al., 2007; Schwarz et al., 2005; Wien et al., 2007; Wu et al., 2001). Gambaran dari sistem pengkodean *scalable* dapat di lihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Sistem Pengkodean *Scalable*

Protokol *routing* berkomunikasi dan menyebarkan informasi sehingga dapat memilih jalur antara dua *node* pada jaringan komputer. Di dalam protokol *routing* terdapat sebuah algoritma yang mempunyai fungsi untuk memilih rute. Sebuah protokol *routing* berbagi informasi dengan tetangga terdekatnya kemudian kepada seluruh jaringan sehingga *router* memperoleh pengetahuan tentang topologi jaringan. Terdapat dua jenis protokol *routing* yang diketahui secara umum yaitu protokol *routing* reaktif dan protokol *routing* proaktif, contoh dari kedua protokol ini adalah AODV, DSDV dan DSR yang merupakan jenis protokol yang akan dipakai untuk penelitian ini (Alotaibi and Mukherjee, 2012; Mohapatra and Kanungo, 2012).

NS-2 merupakan simulator jaringan yang digunakan untuk melakukan simulasi topologi *internetwork*, menguji dan mengevaluasi variasi protokol jaringan, *traffic*, *routing*, *protokol multicast* dan sebagainya, baik pada jaringan dengan kabel maupun pada jaringan tanpa kabel, dengan lebih fleksibel dibandingkan dengan simulasi pada medium nyata, yang harus menyediakan beberapa perangkat keras maupun perangkat lunak yang dibutuhkan, serta lebih mudah dalam hal implementasinya. NS-2 berjalan pada sistem operasi Linux, atau Unix, namun dapat berjalan pada sistem operasi Windows dengan menggunakan mesin virtual Linux. NS-2 dapat melakukan simulasi dengan berbagai macam

skenario seperti layaknya skenario pada medium nyata dan memberikan fleksibilitas untuk bereksperimen mengenai masalah yang dikaji.

Pada penelitian sebelumnya telah menggunakan protokol *routing* seperti AODV dan DSR tetapi belum menggunakan protokol *routing* DSDV, dimana protokol-protokol tersebut beroperasi di lingkungan *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) untuk efisiensi rute, kualitas pengiriman paket data, dan *delay* (Fahriani and Djanali, 2012; Hariyanto et al., 2011; Wahanani and Djanali, 2012).

Penelitian yang dilakukan adalah menggunakan skema pengkodean video CSVC secara umum dan menggunakan standar IEEE 802.11 dengan pengembangan analisis *routing* pada skema *Wireless Mesh Network* (WMN) yang dapat mendukung kinerja banyak perangkat nirkabel dan sensor, yang kemudian disimulasikan dengan menggunakan NS-2, protokol *routing* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan protokol *routing* AODV, DSDV dan DSR yang sudah terdapat pada NS-2 karena telah diakui standar kinerja operasi dari protokol-protokol tersebut sebelum ditambahkan pada versi NS-2, dalam penelitian ini versi yang digunakan yaitu versi NS-2.35. Dipilihnya CSVC sebagai skema pada penelitian ini karena pengkodean video CSVC ini merupakan skema video yang baru dan lebih fleksibel dalam mengaplikasikannya, sebagai contoh CSVC dapat diaplikasikan pada *multimedia web* video. Diharapkan dengan penelitian ini menghasilkan sebuah skema untuk menganalisis kinerja dari transmisi video pada jaringan nirkabel.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan persoalan diatas yang telah diidentifikasi maka rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian yang diusulkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengevaluasi dan menganalisis kinerja protokol *routing* pada transmisi video dengan skema pengkodean video CSVC melalui WMN.
2. Bagaimana membangun skema simulasi WMN pada NS-2 sehingga dapat mengevaluasi kinerja protokol *routing* pada transmisi video dengan skema pengkodean video CSVC.

3. Bagaimana mengukur kinerja protokol *routing* pada lingkungan WMN dengan menggunakan metrik pengujian *end to end delay*, *throughput*, *packet loss* dan PSNR pada skema pengkodean video CSVC.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja protokol *routing* seperti AODV, DSDV dan DSR pada lingkungan WMN dengan skema pengkodean video CSVC pada standar teknologi IEEE 802.11 dengan menggunakan simulasi NS-2.

Manfaat penelitian ini adalah *streaming* video dengan skema pengkodean video CSVC yang merupakan pengembangan dari standar H.264 dapat diterapkan pada protokol *routing* AODV, DSDV dan DSR dalam lingkungan WMN.

Kontribusi dari penelitian ini adalah dengan menerapkan proses evaluasi dari protokol *routing* AODV, DSDV dan DSR maka di dapat hasil analisis kinerja dari protokol *routing* tersebut pada skema pengkodean video CSVC pada lingkungan WMN.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya menerapkan skema pengkodean video CSVC pada lingkungan WMN.
2. Penelitian ini menggunakan protokol *routing* AODV, DSDV dan DSR.
3. Penelitian ini menggunakan metrik pengujian kinerja PSNR, *end to end delay*, *throughput* dan *packet loss* pada WMN.
4. Skenario pengujian disimulasikan pada simulator NS-2.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Bab 2 ini membahas kajian pustaka tentang konsep dasar *Wireless Mesh Network* (WMN), konsep dasar dari *routing* reaktif dan *routing* proaktif beserta protokol *routing* yang digunakan, evaluasi dan analisa, konsep dasar dari CSVC, dan konsep dasar dari *Network Simulator II* (NS-2).

2.1 *Wireless Mesh Network*

Wireless Mesh Network (WMN) terdiri dari *mesh router* dan *mesh client*. *Mesh router* pada WMN memiliki pergerakan yang sangat minim, sebaliknya *mesh client* memiliki mobilitas yang tinggi. Biasanya WMN dipadukan dengan teknologi jaringan yang lain contohnya internet, teknologi seluler dan jaringan sensor, selain itu WMN dapat beroperasi menggunakan standar IEEE 802.11, IEEE 802.15 dan IEEE 802.16. WMN juga mendukung kinerja dari *Ad Hoc Network*, *Wireless Local Area Network* (WLAN), *Wireless Personal Area Network* (WPAN) dan *Wireless Metropolitan Area Network* (WMAN), serta beragam aplikasi yang besar (Akyildiz et al., 2005; Benyamina et al., 2012).

WMN memiliki dua tipe node yaitu *mesh router* dan *mesh client* yang mempunyai fungsi berbeda. Sebuah *mesh router* mempunyai fungsi *routing* untuk mendukung *port mesh networking* serta meningkatkan fleksibilitas *mesh network*. *Mesh client* dapat berfungsi sebagai *router* dalam jaringan *mesh* tetapi tidak memiliki fungsi sebagai *gateway* atau jembatan, dan hanya memiliki satu *wireless interface*. *Mesh client* memiliki perangkat yang bervariasi di banding *mesh router*, contoh dari perangkat *mesh client* antara lain *laptop*, *desktop computer*, *tablet*, *smart phone*, dan *RFID reader*.

Berdasarkan fungsi dari sebuah node, arsitektur WMN dapat di kelompokkan menjadi tiga bagian, pertama *Infrastructure/Backbone* WMN yang di bangun dengan menggunakan berbagai jenis teknologi radio dan pada umumnya menggunakan standar IEEE 802.11, biasanya teknologi radio yang digunakan berfungsi sebagai *router* yaitu *backbone communication* dan bagi masing-masing

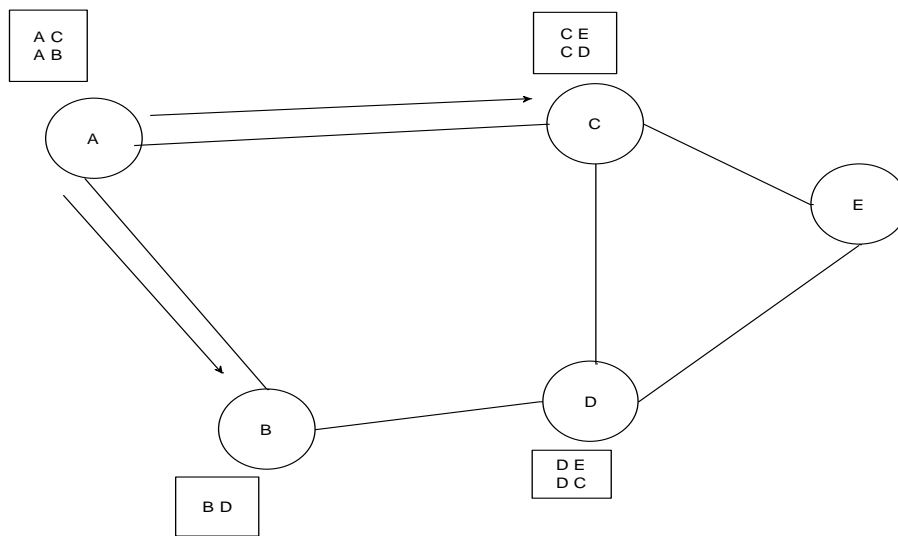
pengguna komunikasi, yang kedua adalah *Client WMN* yang terbentuk dengan menggunakan satu jenis radio, selain itu *client WMN* dapat berfungsi melakukan *routing* dari konfigurasi serta menyediakan aplikasi kepada pengguna akhir. Pada *WMN client* pengguna akhir memiliki fungsi tambahan dan *self configuration*, yang ketiga adalah *hybrid WMN* yang merupakan kombinasi dari infrastruktur dan *client meshing*. Gambaran dari infrastruktur WMN dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Infrastruktur WMN (Akyildiz et al., 2005)

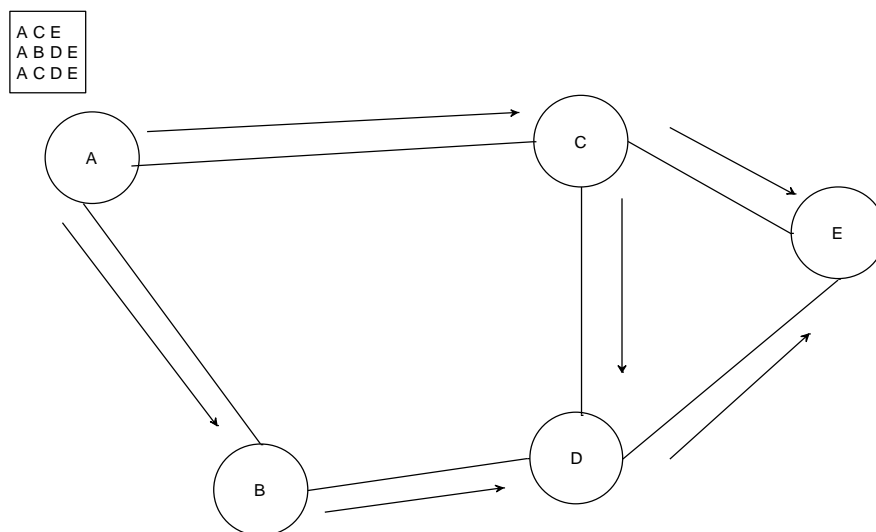
2.2 Routing Reaktif dan Routing Proaktif

Protokol *routing* di kategorikan menjadi dua jenis yaitu protokol reaktif dan protokol proaktif. Protokol dalam kategori reaktif berarti hanya mencoba mencari rute antara *node* sesuai permintaan. Pendekatan *routing* ini dapat menurunkan total *overhead*, akan tetapi dengan menggunakan protokol ini pencarian memakan waktu lama dengan *delay* yang tinggi untuk mencari rute yang optimal, gambaran dari *routing* reaktif dapat dilihat pada Gambar 2.2. Contoh protokol reaktif yaitu *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)* dan *Dynamic Source Routing (DSR)*. (Mohapatra and Kanungo, 2012)



Gambar 2.2 *Routing* reaktif

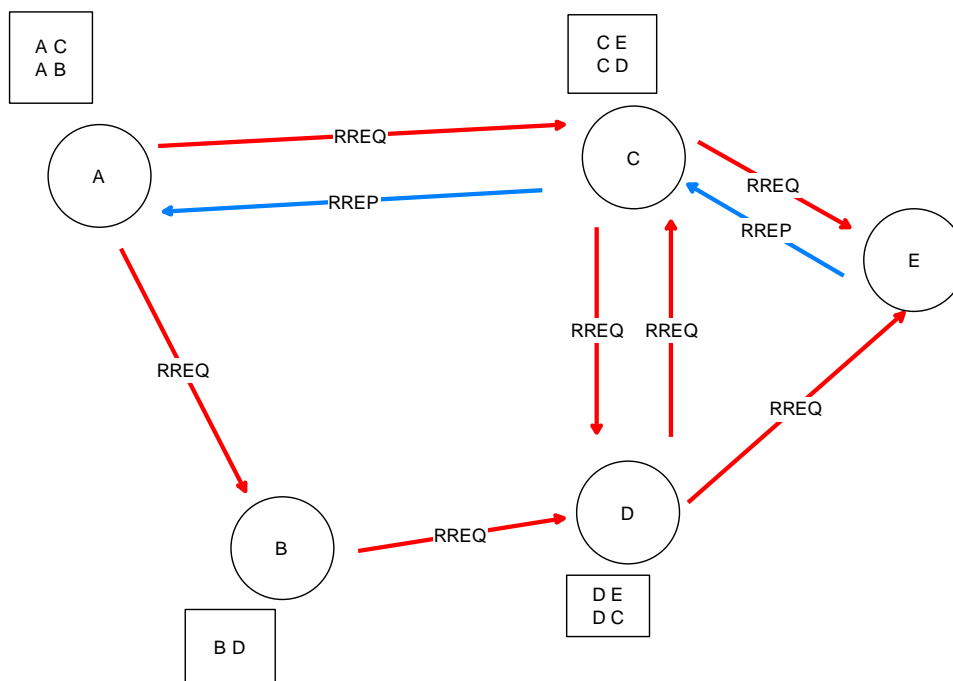
Berbeda dengan protokol *routing* reaktif, protokol *routing* proaktif berusaha untuk mempertahankan rute ke semua *node* terlepas dari permintaan pada *layer upper* komunikasi di atasnya. Pertukaran pesan kontrol secara berkala, tabel *routing* dapat terus diperbaharui dan rute baru dapat segera diberikan. Dibandingkan dengan protokol *routing* reaktif, pendekatan ini lebih menghasilkan kontrol pesan yang *overhead*, tetapi tidak ada penundaan awal untuk mengatur rute sebelum komunikasi. Gambaran dari *routing* proaktif dapat di lihat pada Gambar 2.3. Contoh protokol proaktif yaitu *Destination Sequence Distance Vector (DSDV)*.



Gambar 2.3 *Routing* proaktif

2.2.1 Protokol Routing AODV

AODV termasuk dalam kategori reaktif protokol *routing* dan merupakan kombinasi dari *on-demand* dan *distance vector*. Pada AODV, *node* asal akan mengirimkan pesan ke *node* tujuan sehingga *node* asal akan membangun sebuah *Route Request* (RREQ) dan mengirimkan pesan *HELLO* kepada semua *node* yang berada di dekat *node* asal, *node* yang berdekatan dengan *node* asal juga akan mengirimkan pesan *HELLO* ke *node* selanjutnya dan seterusnya. Sehingga jalur akan dibangun dari sejumlah *hop* yang dibutuhkan sampai dengan tujuan. Semua *node* yang terhubung akan mengirim ulang ke *node* asal yang menghasilkan rute ke tujuan proses ini disebut dengan *Route Response* (RREP). Rute ini dibangun dari tiap *node* dari sumber ke tujuan sebagai *hop-by-hop state* (Alotaibi and Mukherjee, 2012; Mohapatra and Kanungo, 2012). Pada Gambar 2.4 menggambarkan proses RREQ dan RREP pada protokol *routing* AODV.

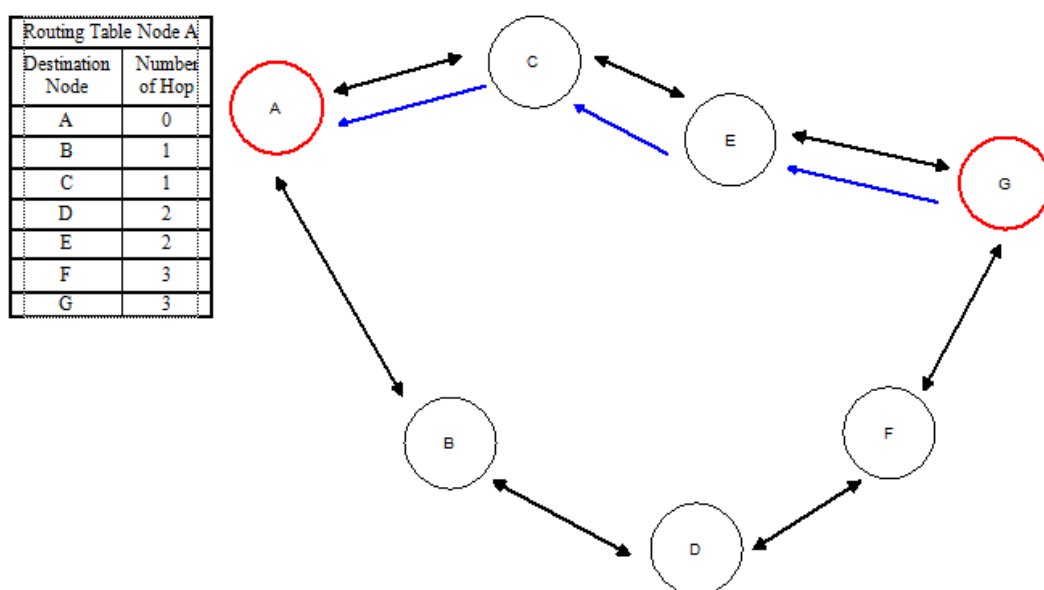


Gambar 2.4 Proses RREQ dan RREP pada protokol *routing* AODV

2.2.2 Protokol Routing DSDV

DSDV dikategorikan sebagai protokol *routing* proaktif dan merupakan pengembangan dari algoritma *routing* Bellman-Ford. Dalam DSDV setiap *node*

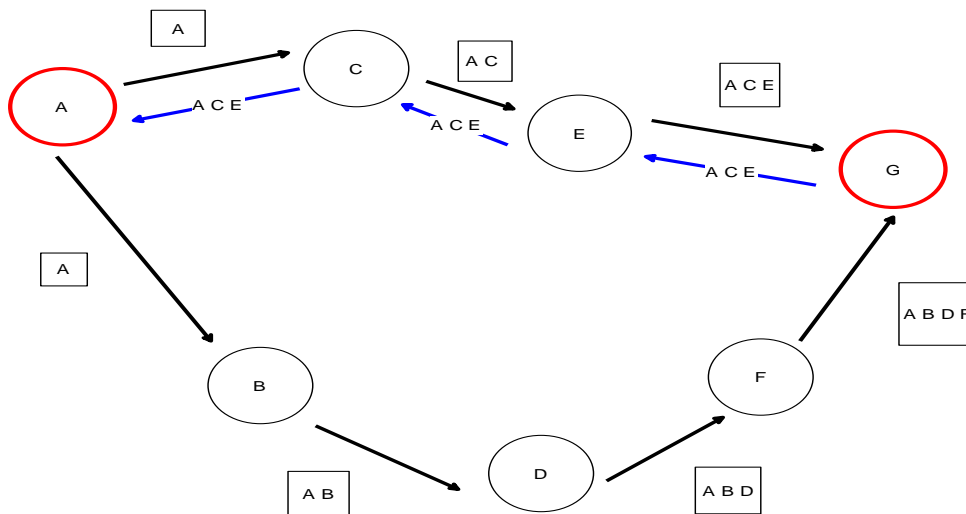
akan membangun sebuah tabel *routing* dan setiap *node* secara periodik akan mentransmisikan tabel *routing* nya ke *node* selanjutnya. Jika terjadi perubahan pada *routing* maka *node* akan segera merubah tabel *routing* dari kiriman data tabel *routing* yang diperoleh terakhir. Kemudian tabel *routing* yang terbaru dapat di kirim dengan dua cara yaitu *full dump* atau *incremental update* (Alotaibi and Mukherjee, 2012; Mohapatra and Kanungo, 2012). Pada Gambar 2.5 menggambarkan proses pencarian jalur tujuan dan respon rute pada protokol *routing* DSDV



Gambar 2.5 Pencarian jalur tujuan dan respon pada protokol *routing* DSDV

2.2.3 Protokol *Routing* DSR

Routing protocol DSR dikategorikan sebagai *routing* reaktif, secara umum protokol *routing* ini digunakan dalam *multihop wireless Ad hoc network* pada *node* yang bergerak. DSR memiliki dua mekanisme utama yaitu *Route maintenance* dan *Route Discovery*. *Route maintenance* digunakan bila terjadi perubahan rute pada DSR yang disimpan dalam *route caches* yang selanjutnya akan dipakai sebagai rute terbaru. Prinsip pencarian rute (*Route Discovery*) mirip dengan AODV (Alotaibi and Mukherjee, 2012; Mohapatra and Kanungo, 2012). Pada Gambar 2.6 menggambarkan proses pencarian jalur dan respon pada protokol *routing* DSR



Gambar 2.6 Pencarian jalur tujuan dan respon pada protokol *routing* DSR

2.3 Parameter Evaluasi dan Analisa

Penelitian ini memiliki empat parameter evaluasi dan analisa yaitu kinerja PSNR, *end to end delay*, *throughput* dan *packet loss*. *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) *Scalability*, *Spatial Scalability* dan *Temporal Scalability* merupakan jenis-jenis *scalable* yang umum digunakan dan mempunyai fungsi yang berbeda-beda, *SNR Scalability* dapat membuat *bitstream* dengan kualitas gambar yang berbeda, *Temporal Scalability* akan mempengaruhi pergerakan pada *frame*, sedangkan *Spatial scalability* mempunyai pengaruh pada penampilan/resolusi dari ukuran *frame*. Jika ketiga jenis *scalable* tersebut digabungkan maka akan menjadi *Hybrid scalable/Combining* yang kemudian akan disebut *Combined Scalable Video Coding* (CSVC), hasil penggabungan tersebut akan menghasilkan gambar yang lebih berkualitas pada *decoder* setelah melalui berbagai proses pengiriman dari *encoder* (Detti et al., 2009; Ke, 2012; Le et al., 2010; Rantelobo et al., 2012).

Delay paket dapat dikategorikan sebagai *end-to-end delay*. *End-to-end delay* merupakan total waktu *delay* yang dialami setiap *hop* dalam perjalanannya menuju *node* tujuan. *Delay* merupakan akumulasi waktu pemrosesan transmisi dan akhir pemrosesan sistem dari sumber ke tujuan. Pada penelitian ini skenario yang dilakukan akan dianalisa rata-rata *end to end delay* yang dialami tiap-tiap protokol *routing* dari proses transmisi sumber ke tujuan.

Throughput merupakan jumlah bit yang diterima perdetik pada suatu media komunikasi, dengan kata lain kemampuan sebenarnya dari suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data, secara umum *throughput* diukur setelah transmisi data karena suatu sistem bisa terjadi tambahan *delay* yang penyebabnya bisa pada faktor *processor limitations*, kongesti jaringan, *error* transmisi, *traffic loads* dan pengaruh desain perangkat keras yang tidak mencukupi. Pada penelitian ini hasil *throughput* yang ditampilkan merupakan skenario *node* yang bergerak pada protokol *routing* AODV, DSR dan DSDV dimana yang dinilai adalah kecepatan rata-rata untuk komunikasi dari *node* asal ke *node* tujuan.

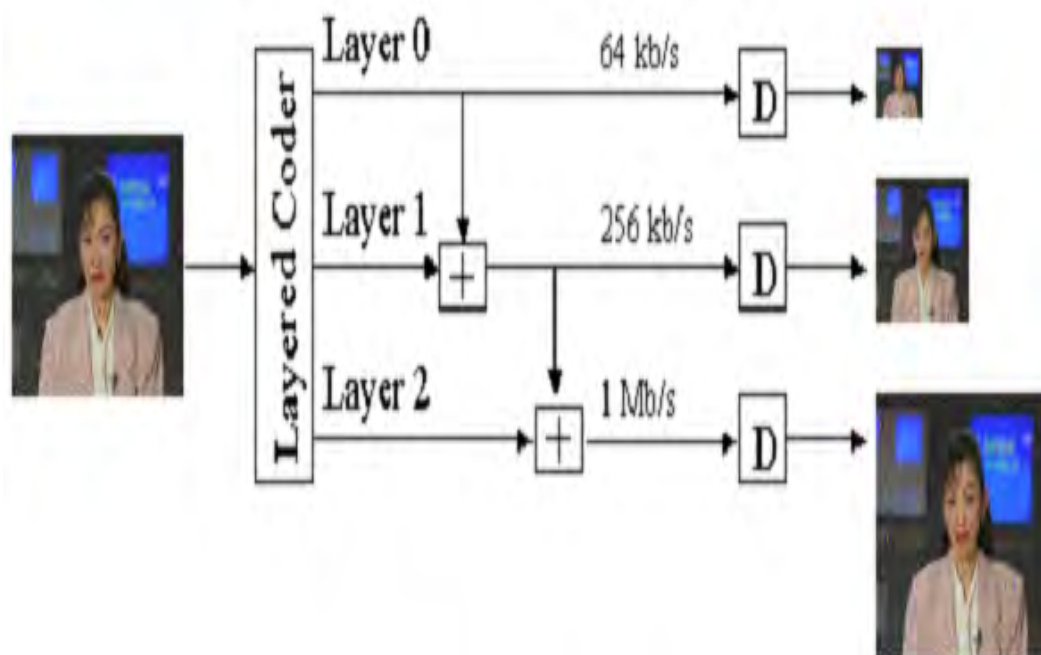
Saat *node* mengirimkan paket, terdapat kemungkinan bahwa satu atau lebih *buffer* pada rute dari pengirim ke penerima telah penuh. Dalam kasus ini IP datagram akan dibuang dan tidak pernah sampai ke tujuan. Permasalahan tersebut dapat ditangani dengan pengiriman ulang, namun mekanisme tersebut tidak dapat digunakan pada aplikasi *real time* karena akan mengakibatkan peningkatan *end-to-end delay*.

Sebuah paket disebut hilang jika paket tersebut tidak pernah sampai ke penerima, atau paket tersebut sampai setelah waktu tunggu yang dijadwalkan telah habis. Penyebab lainnya yaitu terjadi tabrakan data atau antrian penuh, terjadinya perubahan rute. Sebelum melakukan transmisi, data akan diproses menggunakan algoritma untuk menambahkan *bit* tambahan untuk *error corection*. Jika pesan yang terkirim diterima dalam keadaan *error*, *corections bits* akan digunakan untuk memperbaikinya (Rantelobo et al., 2012, 2009).

2.4 Combined Scalable Video Coding (CSVC)

Combined Scalable Video Coding (CSVC) merupakan implementasi dari *Combined Scalable* yang berbasis pada struktur dan efisiensi pengkodean SVC dan merupakan pengembangan dari H.264. Tujuan di banggunya CSVC adalah untuk membuat video yang dikirim menjadi lebih fleksibel pada saluran transmisi dan *multicast* pada jaringan, *Combined Scalable* merupakan gabungan dari ke tiga jenis dasar *scalabel* yaitu SNR, temporal dan spatial. *Combined Scalable* memiliki 1 lapisan dasar (*base layer*) yang menggunakan format *Quarter Common Intermediate Format* (QCIF), dimana QCIF merupakan format *pixel* 176 x 144

yang digunakan untuk ukuran gambar terkecil, dan 2 lapisan tambahan (*enhancement layer*) yang menggunakan format *Common Intermediate Format* (CIF) dimana seperti diketahui CIF merupakan format dengan ukuran *pixel* 352 x 288 yang digunakan pada transmisi video, lapisan dasar dan lapisan tambahan yang digabung dalam satu blok diagram *encoder – decoder* menjadi 3 lapisan *Scalable* dimana setiap lapisan spasial bisa memperoleh prediksi dari lapisan yang lebih rendah. Hasil percobaan pada format QCIF dan CIF dalam penelitian yang dilakukan ditampilkan dengan menggunakan aplikasi YUVviewer yang merupakan aplikasi untuk analisis kualitas kompresi pada PSNR. SVC mempunyai beberapa fungsi yang merupakan solusi untuk sistem transmisi video seperti *graceful degradation* pada saat ada *bit-stream* yang hilang, adaptasi *Bit-rate* untuk mencocokkan saluran *throughput*, adaptasi format untuk umpan balik ekstensi yang kompetibel dan adaptasi pada energi untuk *trade-off* antara *runtime* dan *quality* (Schierl et al., 2007; Schwarz et al., 2005; van der Schaar and Radha, 2001; Wien et al., 2007). Gambaran dari *Encoding dan Decoding SVC 3 – Layer* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 *Encoding dan Decoding SVC 3-Layer* (Wu et al., 2001)

Scalable video pada jaringan heterogen dapat memberikan solusi terbaik dibandingkan jika tidak menggunakan *Scalable* video. Beberapa manfaat dari *Scalable* video yaitu dapat mengurangi BER pada medium nirkabel, dapat memberikan pengaruh *fading* dan AWGN pada kanal nirkabel sehingga dapat diperoleh hasil yang baik dibandingkan dengan *non-scalable*. Banyak pengembangan telah dilakukan untuk penggunaan CSVC seperti pengembangan kombinasi *Scalable* pada JVSM (Schwarz et al., 2005), *Hybrid scalable* dengan FGS pada jaringan internet (van der Schaar and Radha, 2001), dan pengembangan SVC yang dapat dilewatkan pada jaringan nirkabel yang berbasis IP (Wu et al., 2001).

2.5 Network Simulator II (NS-2)

Network Simulator II (NS-2) merupakan program simulasi yang digunakan untuk menganalisa percobaan pada jaringan kabel (*wired*) atau jaringan nirkabel (*wireless*), selain itu NS-2 banyak digunakan untuk menganalisa kinerja dari protokol. NS-2 dibangun dengan menggunakan bahasa C++ dan *Object – oriented Tool Command language* (OTcl). C++ digunakan untuk mekanisme internal simulasi, penjadwalan waktu yang akan dilakukan dan *pointer* menuju objek yang menangani *event*, pendefinisian agen, manipulasi *byte*, implementasi algoritma dan pemrosesan paket. Sedangkan OTcl berfungsi sebagai penjadwalan pada *discrete events*, mendefinisikan topologi jaringan, skenario, aplikasi simulasi dan bentuk keluaran dari hasil simulasi (Issariyakul and Hossain, 2012). Komponen NS-2 terdiri dari 4 bagian, yaitu :

1. NS sebagai simulator.
2. Nam, *network animator* untuk visualisasi NS.
3. *Preprocessing, traffic* dan topologi generator
4. *Postprocessing, analisis trace*, dapat menggunakan AWK, Perl atau Tcl.

Program yang telah dibuat dengan NS-2 biasanya disimpan dan diimplementasikan dengan nama *file tcl*. Setelah program di eksekusi hasil program tersebut berekstensi *tr* atau *trace file* yang mempunyai fungsi

memberikan informasi lanjut mengenai hasil simulasi. Hasil simulasi dari *file tcl* dapat dilihat pada *file network animator* (nam) yang sudah termasuk dalam paket NS-2. Fungsi nam adalah untuk visualisasi dari suatu skenario jaringan seperti topologi, pengiriman paket dan variasi data yang dipakai oleh nam. NS-2 dapat menampilkan informasi grafis hasil eksekusi dari simulasi dengan menggunakan *tool* Xgraph dan GNU plot. NS-2 mendukung protokol-protokol seperti TCP, UDP, FTP dan HTTP. Elemen NS-2 meliputi *event scheduler*, *network nodes*, *link*, *queues*, topologi dan agen dari aplikasi serta *tracing*.

2.5.1 Tracing

Pada NS-2 dapat dibangun *trace* visualisasi serta ASCII file *trace* yang berkaitan dengan *event* pada jaringan. Pada saat penggunaan *tracing* NS-2 akan memasukkan objek ke dalam *link*, dimana objek tersebut ada empat yaitu EnqT, DeqT, RecvT dan DrpT.

EnqT mempunyai fungsi registrasi informasi mengenai paket yang datang dan antrian yang masuk menuju *link*. DrpT mempunyai fungsi menangani paket pada saat paket *overflow*, DeqT berfungsi registrasi informasi pada saat paket bebas dari antrian, sedangkan ReqT berfungsi memberikan informasi mengenai paket yang diterima oleh *output link*.

Saat *tracing* menjadi ASCII *file*, *trace* diorganisasikan menjadi 12 *fields*. *Field* yang pertama berisi tipe *event*, kedua berisi waktu saat *event* terjadi, ketiga berisi *input node* dari *link* disaat *event* terjadi, keempat berisi *output node link* di saat *event* terjadi, kelima berisi tipe dari paket, keenam berisi informasi ukuran dari paket, ketujuh berisi *flags*, kedelapan berisi *flow id*, kesembilan berisi alamat sumber dalam model “*node port*”, kesepuluh berisi alamat tujuan, kesebelas berisi *sequence number* paket dalam protokol *network layer* dan yang kedua belas berisi identitas yang unik dari paket.

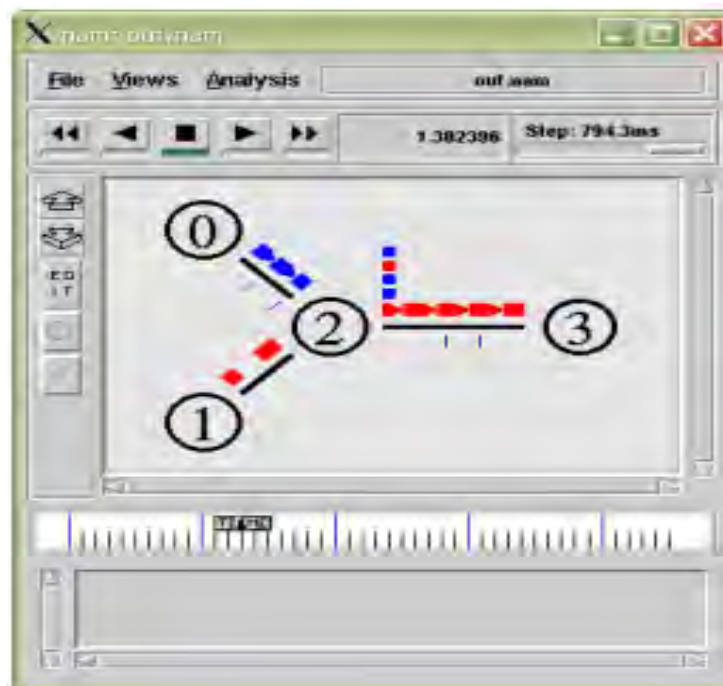
2.5.2 Mobile Node

Dalam NS-2 Simulasi *mobile IP* beroperasi menggunakan *mobile node*, *base station node* dan *Ad Hoc* protokol *routing* yang berfungsi sebagai *interface* antara simulasi kabel dan nirkabel. *Mobile node* mampu untuk bergerak,

mengirim dan menerima data pada suatu permodelan kanal nirkabel. *Base station node* mempunyai fungsi sebagai gerbang antara *wired domain* dan *wireless domain*, karena *wireless node* tidak memiliki *link* maka diperlukan *Ad Hoc routing protocol* karena fungsi *Ad Hoc routing protocol* diperlukan untuk membangun *routing tabel* dengan cara menukarkan masing-masing *query* dari masing-masing lingkungan.

2.5.3 Visualisasi dengan NAM

Nam berfungsi mengatur simulasi sehingga mudah dilihat bagi pengguna, *output* nam yang dijalankan pada NS-2 dapat dilihat pada Gambar 2.8. Dalam Nam terdapat fitur seperti penempatan *node*, memberi warna pada *node*, penentuan bentuk *node* contohnya seperti bentuk bulat, kotak, heksagonal atau lingkaran, menambah dan menghilangkan tanda, penambahan label, penambahan teks dan pemantauan ukuran *queue*.



Gambar 2.8 *output* NAM yang di jalankan pada NS-2

[HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN]

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode dan Tahapan Penelitian

Adapun metode dan tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Set up Joint Scalable Video Model (JSVM)*

Pada tahap ini akan diterapkan JSVM versi 9.18 yang merupakan standar pengembangan dari CSVC.

2. *Set up NS-2*

Pada tahap ini akan dilakukan instalasi dan mencoba menjalankan program simulasi NS-2.35 yang merupakan alat untuk simulasi pada penelitian.

3. Implementasi CSVC dan protocol *routing* pada NS-2

Pada tahap ini akan dijalankan model dari CSVC dan protokol *routing* (AODV, DSR dan DSDV) dimana CSVC dan protokol *routing* akan di coba dijalankan di lingkungan WMN pada ns-2.

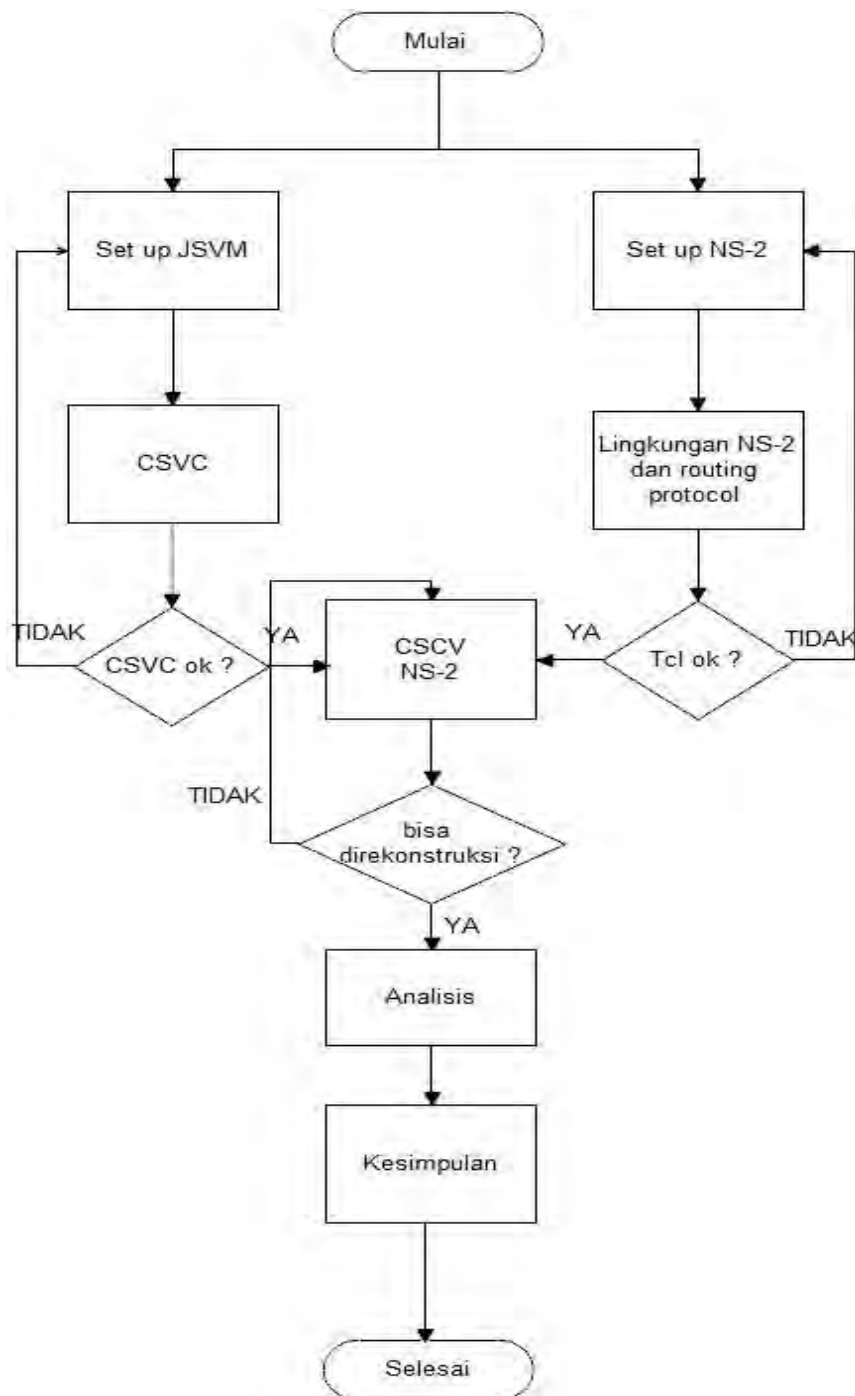
4. Menjalankan JSVM pada skema NS-2

Pada tahap ini akan dijalankan JSVM pada skema NS-2 yang telah diusulkan.

5. Analisis

Pada tahap ini, hasil dari percobaan akan di analisis sesuai dengan tujuan penelitian. Hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk grafik, serta akan ditarik kesimpulan dari hasil percobaan yang dilakukan.

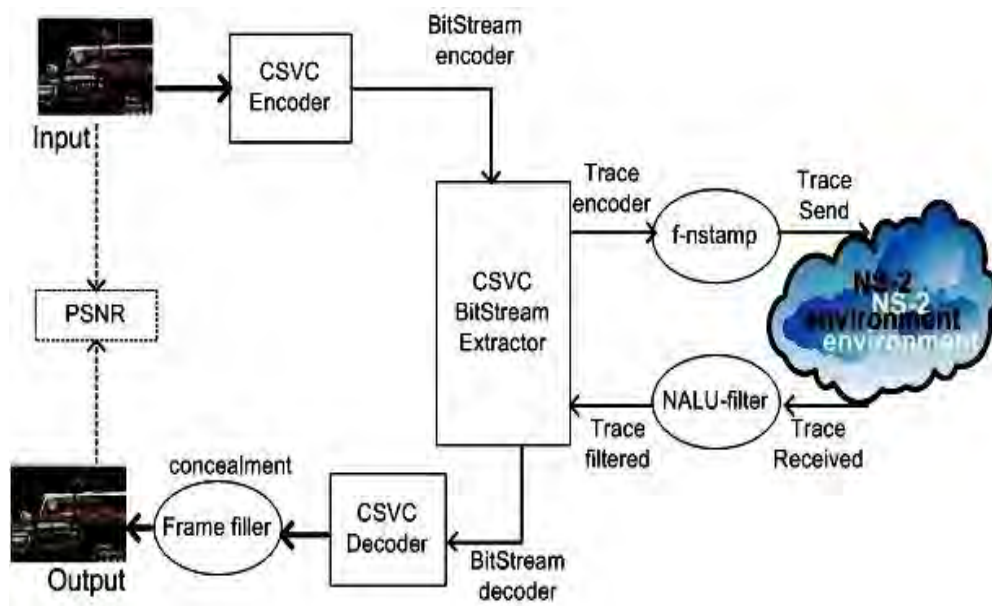
Pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah yang dapat dilihat pada *flowchart* gambar 3.1, mulai dari tahap melakukan *set up* pada JVSVM dan NS-2 sampai dengan kesimpulan pada hasil analisis.



Gambar 3.1 *Flowchart* langkah-langkah penelitian.

3.2 Skema Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah pengembangan dari skema yang diusulkan oleh Rantelobo et al (Rantelobo et al., 2012, 2009). Skema tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skema CSVC dengan menggunakan NS-2

Keterangan komponen skema :

- a. *Input* dan *Output video Sequence* (beberapa file standar pengujian dalam penelitian video)
- b. *Encoder* dan *Decoder* dari CSVC (JSVM version 9.18 (2007))
- c. *BitStream Extractor* CSVC (bagian dari JSVM versi 9.18)
- d. NS-2 (versi 2.35 (“Network Simulator (NS-2),” n.d.))
- e. SVEF (versi 1.4 dan *external tool* (Detti et al., 2009; “SVEF: Scalable Video-streaming Evaluation Framework,” n.d.))
 - F-nstamp : untuk setiap baris dari *Bitstream Extractor* akan menghasilkan *trace file*, menambahkan kolom dengan nomor *frame* yang sesuai NALU yang dikaitkan ke baris tersebut.
 - NALU-filter : unit NAL filter yang memiliki *unsatisfied dependencies* dan *buffer play out* tiruan, menurunkan unit NAL yang terlambat diterima.
 - *Frame-filter* : Melakukan pengisian *frame* (bentuk lain dari menyembunyikan kesalahan) pada urutan penerimaan video YUV.

f. PSNR analyzer (*external tool and optional*)

Pada langkah berikutnya akan dianalisa performa dari tiga protokol *routing* yaitu AODV, DSR dan DSDV yang akan diimplementasikan pada skema CSVC. NS-2 dapat melakukan simulasi dengan berbagai macam skenario seperti layaknya skenario pada medium nyata dan memberikan fleksibilitas untuk bereksperimen mengenai masalah yang di kaji. Pada rancangan penelitian ini akan dilakukan skenario pegujian pada tiga protokol *routing* ini menggunakan parameter PSNR, *throughput*, *end to end delay* dan *packet loss*, yang kemudian hasil pengujiannya akan di evaluasi untuk mengetahui kinerja dari tiga protokol *routing* tersebut. Pengujian dan analisis kinerja *routing* di lingkungan NS-2 akan menerapkan skema *Wireless Mesh Network* (WMN) yang sesuai dengan lingkungan CSVC pada jaringan pita lebar nirkabel.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan Parameter dan Skenario

Pada pembangunan simulasi dalam penelitian ini digunakan beberapa parameter dimana simulasi ini menggunakan NS – 2.35 dalam lingkungan jaringan nirkabel. Standar parameter dalam simulasi ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Standar Parameter pada Simulasi

Parameter	Nilai/Keterangan
Simulator	NS 2.35
MAC type	802.11
Jumlah node	6
Durasi waktu	50 detik
Area Simulasi	400 x 500
Protokol <i>routing</i>	AODV, DSDV, DSR
Codec	JSVM 9.19.8 (H.264) / CSVC
Data rate	1 Mbps
Antenna	Antenna/OmniAntenna
Jumlah frame	300 frame
Frekuensi	30 Hz
Video	city.yuv
Sistem Operasi	Linux (Fedora 12)
CPU	Proc. Intel Core i3-2120 3.3 GHz
RAM	4 GB

Dalam skenario penelitian ini dibangun dengan menggunakan enam *node* dimana tiga *node* yang bergerak yang dianggap sebagai *mesh client* dan tiga *node* yang tidak bergerak yang dianggap sebagai *mesh router*. Skema yang digunakan berdasarkan pada skema Gambar 3.2 pada Bab 3.

4.2 Hasil Uji Coba

Untuk mendapatkan hasil uji coba maka dilakukan uji coba sebanyak lima kali pada setiap protokol *routing*, untuk mendapatkan keakuratan data yang dihasilkan. Dari hasil uji coba data yang dihasilkan disimpan dalam file yang berbentuk *text* yang selanjutnya diolah menjadi grafik untuk di analisis *end to end delay*, *throughput*, PSNR dan *packet loss* dari tiap protokol *routing*.

Dalam percobaan ini data akan ditemukan dalam *receiver trace file* yang merupakan jejak file selama simulasi berlangsung dan hasil dari jejak file dapat dilihat pada Gambar 4.1.

12.514290	0	1500	0	0	0	0	12.500000
12.528715	0	1500	0	0	0	1	12.500000
12.543079	0	1500	0	0	0	2	12.500000
12.557304	0	1500	0	0	0	3	12.500000
12.571729	0	1500	0	0	0	4	12.500000
12.585953	0	1500	0	0	0	5	12.500000
...							
30.498650	158	693	1	4	2	1375	29.866317
30.556685	160	802	1	4	0	1376	29.899649
30.582226	160	470	1	4	2	1377	29.932982
30.626033	177	267	0	0	0	1378	29.966315
30.650388	177	1500	0	0	1	1379	29.999647
30.674500	177	1500	0	0	1	1380	29.999647

Gambar 4.1 Contoh hasil jejak file

Dari hasil simulasi ini file berisi delapan kolom, pada kolom pertama berisi waktu tiba, kolom kedua berisi urutan frame, kolom ketiga berisi ukuran paket, kolom keempat berisi lid, kolom kelima berisi tid, kolom keenam berisi qid, kolom ketujuh berisi paket id dan kolom kedelapan berisi waktu pengiriman.

Untuk melihat hasil simulasi dari *end to end delay* dapat diperoleh dengan menggunakan perintah `awk -f Pe2edelay.awk rd > Pe2edelay.txt`, maka hasil informasi *end to end delay* dapat dilihat pada file `Pe2edelay.txt`, nilai dari *end to end delay* dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini, dimana kolom pertama berisi paket id dan kolom kedua berisi *end to end delay*.

0	0.014290
1	0.028715
2	0.043079
3	0.057304
4	0.071729
5	0.085953
6	0.099978
...	
50	0.638694
57	0.639257
60	0.639980
79	0.640883
85	0.621515
86	0.635440
90	0.626439

Gambar 4.2 Hasil simulasi *end to end delay*

Kalkulasi untuk mendapatkan nilai rata – rata *end to end delay* pada setiap percobaan di masing – masing lingkungan protokol *routing* menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$R_n = \frac{\text{jumlah_delay}}{\text{jumlah_packet_id}} \quad (4.1)$$

dimana R sebagai rata – rata *end to end delay* dan n sebagai percobaan ke n.

Untuk kalkulasi nilai total rata – rata *end to end delay* dari percobaan 1 sampai percobaan 5 pada masing – masing protokol *routing* maka digunakan persamaan sebagai berikut

$$R_{tot} = \frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5}{5} \quad (4.2)$$

dimana R_{tot} sebagai total rata – rata *end to end delay* dan R sebagai nilai rata – rata percobaan.

Untuk percobaan pada protokol *routing* AODV hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *end to end delay* dapat dilihat sebagai berikut

$$R1 = \frac{295,4745}{497} = 0,594516$$

$$R2 = \frac{289,1657}{495} = 0,584173$$

$$R3 = \frac{277,1414}{479} = 0,578583$$

$$R4 = \frac{289,3539}{474} = 0,610451$$

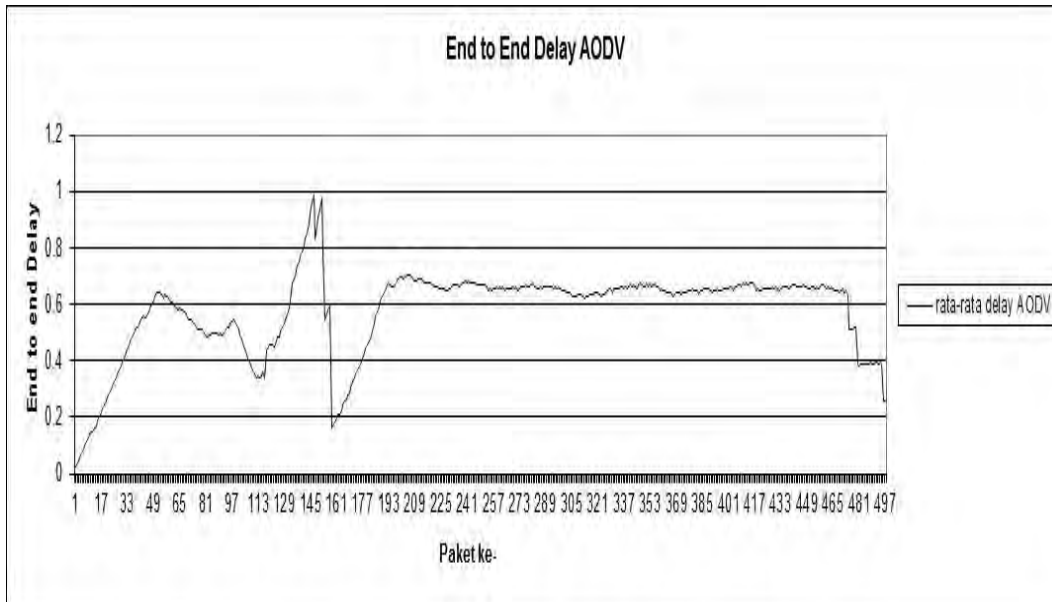
$$R5 = \frac{280,8231}{497} = 0,565036$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai total rata – rata pada percobaan 1 hingga percobaan 5 maka digunakan Rumus 4.2, hasil perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut

$$R_{tot} = \frac{0,594516 + 0,584173 + 0,578583 + 0,610451 + 0,565036}{5}$$

$$R_{tot} = 0,578063$$

pada percobaan di lingkungan protokol *routing* AODV dari percobaan 1 sampai percobaan 5 diperoleh hasil total nilai rata- rata *end to end delay* sebesar 0,57 *second* hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.3 yang merupakan rata – rata *end to end delay* AODV.



Gambar 4.3 Rata – rata *end to end delay* AODV

Untuk percobaan pada protokol *routing* DSDV hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *end to end delay* dapat dilihat sebagai berikut

$$R1 = \frac{316,98996}{461} = 0,687613796$$

$$R2 = \frac{318,970971}{470} = 0,67866164$$

$$R3 = \frac{321,0771}{487} = 0,659295893$$

$$R4 = \frac{328,904555}{481} = 0,683793254$$

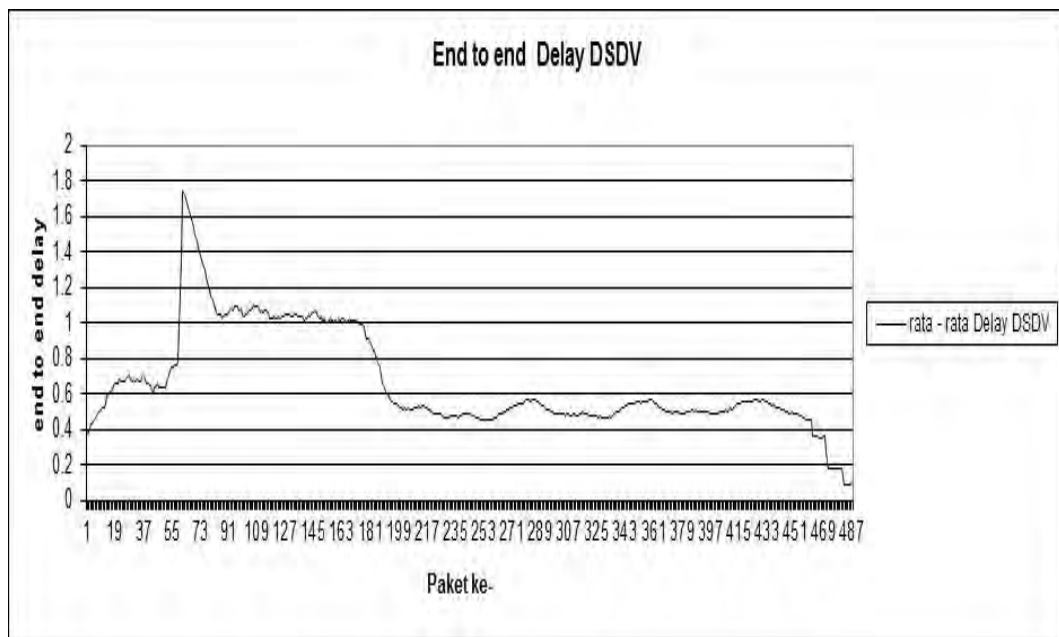
$$R5 = \frac{320,728872}{471} = 0,680953019$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai total rata – rata pada percobaan 1 hingga percobaan 5 maka digunakan Rumus 4.2, hasil perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut

$$R_{tot} = \frac{0,687613796 + 0,67866164 + 0,659295893 + 0,683793254 + 0,680953019}{5}$$

$$R_{tot} = 0,6780636$$

untuk hasil nilai rata – rata protokol *routing* di lingkungan DSDV dari percobaan 1 sampai percobaan 5 hasil total nilai rata – rata *end to end delay* yang diperoleh sebesar 0,67 *second*, hasil simulasi dari percobaan *end to end delay* DSDV dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Rata – rata *end to end delay* DSDV

Untuk percobaan pada protokol *routing* DSR hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *end to end delay* dapat dilihat sebagai berikut

$$R1 = \frac{272,825713}{555} = 0,491577861$$

$$R2 = \frac{403,45783}{557} = 0,724340808$$

$$R3 = \frac{381,910342}{545} = 0,700752921$$

$$R4 = \frac{383,814379}{524} = 0,732470189$$

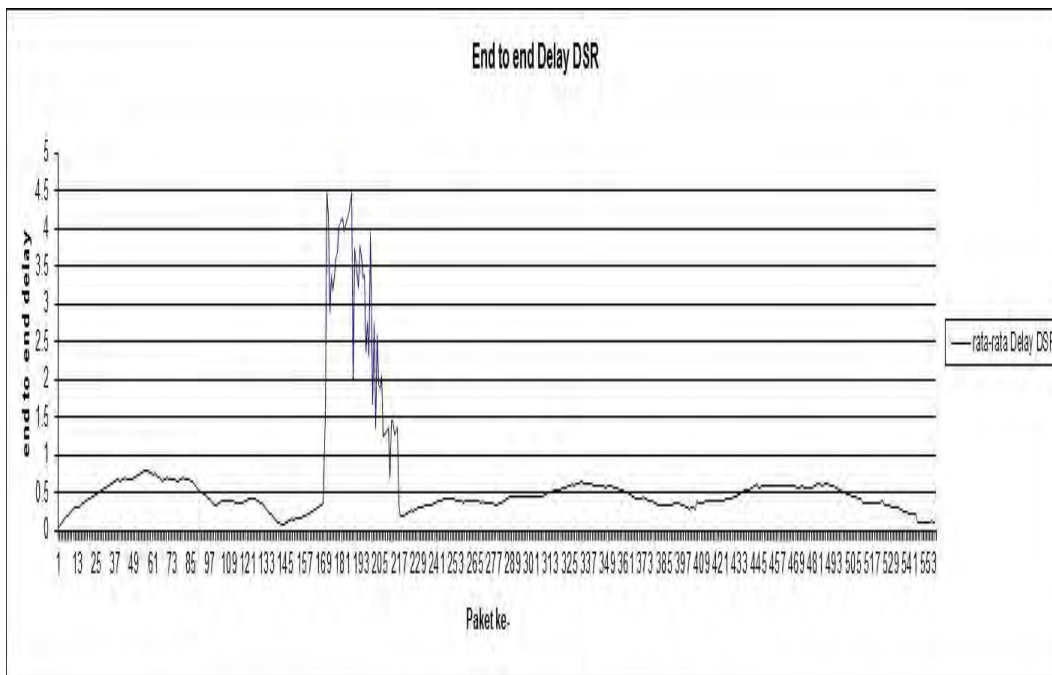
$$R5 = \frac{316,7511114}{510} = 0,621080616$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai total rata – rata pada percobaan 1 hingga percobaan 5 maka digunakan Rumus 4.2, hasil perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut

$$R_{tot} = \frac{0,491577861 + 0,724340808 + 0,700752921 + 0,732470189 + 0,621080616}{5}$$

$$R_{tot} = 0,654044629$$

hasil percobaan *end to end delay* pada lingkungan protokol *routing* DSR dari percobaan 1 sampai percobaan 5 diperoleh hasil total nilai rata – rata *end to end delay* sebesar 0,65 *second* , hasil simulasi percobaan rata -rata *end to end delay* DSR dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Rata – rata *end to end delay* DSR

Hasil simulasi untuk mendapatkan nilai *throughput* dari masing-masing protokol *routing* digunakan perintah `awk -f throughku.awk rd > throughput.txt`, maka informasi *throughput* dari setiap percobaan pada masing-masing protokol yang disimpan pada file `throughput.txt`, hasil dari *throughput* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini. dimana kolom pertama berisi paket id dan kolom kedua berisi *throughput*.

0	839.748076
1	417.900052
2	278.557998
3	209.409465
4	167.296352
5	139.611183
...	
1369	8.217282
1370	5.913649
1371	5.950918
1373	17.731189
1374	13.720180
1375	8.767532

Gambar 4.6 Hasil simulasi *throughput*

Perhitungan untuk mendapatkan nilai *throughput* dari setiap percobaan pada masing – masing protokol *routing* digunakan persamaan sebagai berikut

$$Rth_ke-n = \frac{jumlah_throughput}{jumlah_packet_id} \quad (4.3)$$

dimana Rth_ke-n sebagai nilai rata – rata *throughput* percobaan ke n. Untuk perhitungan nilai total rata – rata *throughput* di setiap protokol *routing* mulai dari percobaan pertama hingga percobaan ke lima menggunakan persamaan sebagai berikut

$$Rth_tot = \frac{Rth_ke-1 + Rth_ke-2 + Rth_ke-3 + Rth_ke-4 + Rth_ke-5}{5} \quad (4.4)$$

dimana Rth_tot sebagai nilai total rata – rata *throughput*.

Untuk percobaan pada protokol *routing* AODV hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *throughput* dapat dilihat sebagai berikut

$$Rth_ke-1 = \frac{12546,0955}{497} = 25,2436529$$

$$Rth_ke-2 = \frac{11952,62862}{495} = 24,14672449$$

$$Rth_ke-3 = \frac{12092,86776}{479} = 25,29888653$$

$$Rth_ke-4 = \frac{9454,483736}{474} = 19,94616822$$

$$Rth_ke-5 = \frac{11608,552}{497} = 23,35724748$$

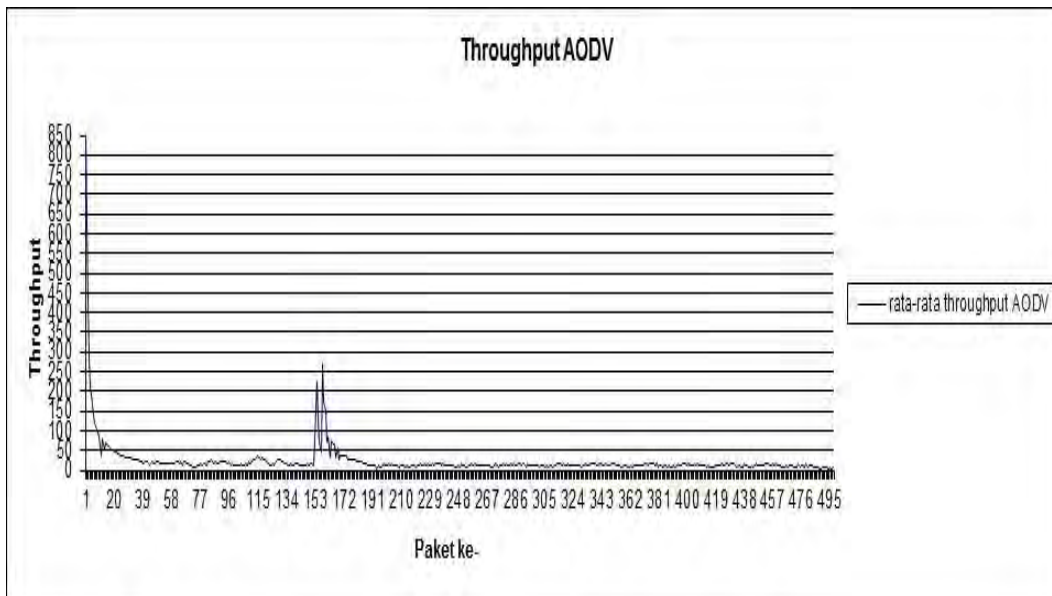
Untuk menghitung total nilai rata – rata *throughput* pada lingkungan protokol *routing* AODV maka digunakan Rumus 4.4 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$Rth_tot = \frac{Rth_ke-1 + Rth_ke-2 + Rth_ke-3 + Rth_ke-4 + Rth_ke-5}{5}$$

$$Rth_tot = \frac{25.2436529 + 24.14672449 + 25.29888653 + 19.94616822 + 23.35724748}{5}$$

$$Rth_tot = 23.59853658$$

pada percobaan *throughput* di lingkungan protokol *routing* AODV dari percobaan 1 sampai percobaan 5, diperoleh nilai rata – rata pada *throughput* sebesar 23,59 kbps. Hasil simulasi nilai rata - rata *throughput* di lingkungan AODV dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Throughput* protokol *routing* AODV

Untuk percobaan pada protokol *routing* DSDV hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *throughput* dapat dilihat sebagai berikut

$$R1 = \frac{316,98996}{461} = 0,687613796$$

$$R2 = \frac{318,970971}{470} = 0,67866164$$

$$R3 = \frac{321,0771}{487} = 0,659295893$$

$$R4 = \frac{328,904555}{481} = 0,683793254$$

$$R5 = \frac{320,728872}{471} = 0,680953019$$

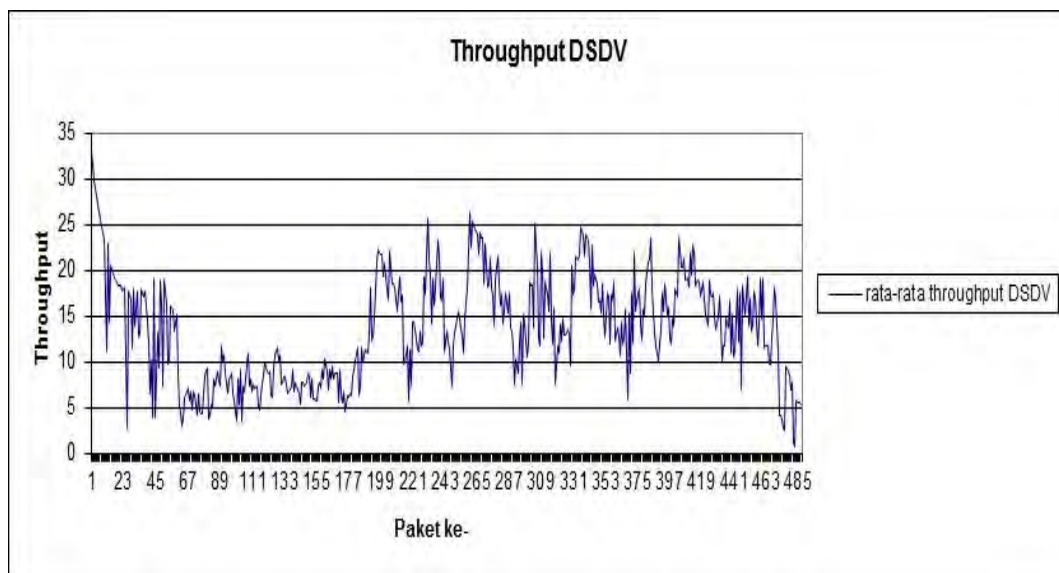
Untuk menghitung total nilai rata – rata *throughput* pada lingkungan protokol *routing* DSDV maka digunakan Rumus 4.4 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$Rth_tot = \frac{Rth_ke-1 + Rth_ke-2 + Rth_ke-3 + Rth_ke-4 + Rth_ke-5}{5}$$

$$Rth_tot = \frac{14,17958082 + 13,98438439 + 14,42965319 + 13,75599697 + 13,40643894}{5}$$

$$Rth_tot = 13,95121086$$

maka percobaan *throughput* di lingkungan protokol *routing* DSDV dari percobaan 1 sampai percobaan 5, nilai rata rata *throughput* yang diperoleh adalah sebesar 13,95 kbps. Hasil simulasi nilai rata – rata *throughput* pada lingkungan DSDV dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Throughput* protokol *routing* DSDV

Untuk percobaan pada protokol *routing* DSR hasil setiap percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata *throughput* dapat dilihat sebagai berikut

$$Rth_{ke-1} = \frac{19635,95301}{553} = 35,50805246$$

$$Rth_{ke-2} = \frac{14603,93492}{554} = 26,36089335$$

$$Rth_{ke-3} = \frac{15279,25545}{544} = 28,08686663$$

$$Rth_{ke-4} = \frac{16697,71871}{524} = 31,8658754$$

$$Rth_{ke-5} = \frac{16931,1778}{510} = 33,19838784$$

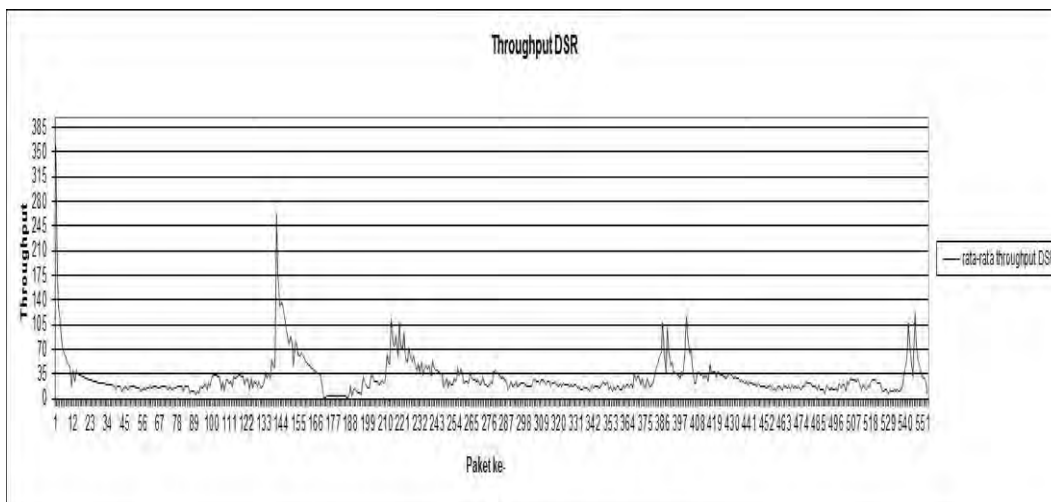
Untuk menghitung total nilai rata – rata *throughput* pada lingkungan protokol *routing* DSR maka digunakan Rumus 4.4 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$Rth_{tot} = \frac{Rth_{ke-1} + Rth_{ke-2} + Rth_{ke-3} + Rth_{ke-4} + Rth_{ke-5}}{5}$$

$$Rth_{tot} = \frac{35,50805246 + 26,36089335 + 28,08686663 + 31,8658754 + 33,19838784}{5}$$

$$Rth_{tot} = 31,00401514$$

dari hasil percobaan *throughput* pada lingkungan protokol *routing* DSR dari percobaan 1 sampai percobaan 5, hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai rata – rata *throughput* pada protokol *routing* DSR adalah 31 kbps. Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik nilai rata – rata *throughput* pada lingkungan protokol *routing* DSR.



Gambar 4.9 throughput protokol *routing* DSR

Untuk hasil percobaan PSNR pada skema yang diusulkan dalam penelitian tesis ini pengamatan dilakukan dengan membandingkan kinerja dari masing – masing protokol *routing*, *video streaming* yang digunakan adalah file video *sequence* city.yuv. Pengukuran kualitas video untuk parameter PSNR menggunakan persamaan sebagai berikut

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \quad (4.5)$$

dimana nilai MSE (*Mean Square Error*) dapat diperoleh dari persamaan berikut

$$MSE = \frac{1}{W_{pix} H_{pix}} \sum_{x=0}^{W_{pix}-1} \sum_{y=0}^{H_{pix}-1} |f(x,y) - (g(x,y))|^2 \quad (4.6)$$

dimana W_{pix} adalah jumlah *pixel* per baris, H_{pix} adalah jumlah baris per frame, $f(x,y)$ adalah intensitas luminance *pixel* dari frame original, $g(x,y)$ adalah intensitas *luminance pixel* dari *frame* rekonstruksi, dan n adalah jumlah bit per *pixel*. Pada proses simulasi persamaan dibuat dengan nama file PSNRstatic.exe, dan di jalankan dengan perintah PSNRstatic 352 288 city.yuv fix.yuv > psnr.txt. Hasil simulasi disimpan pada file psnr.txt seperti pada Gambar 4.10 dan dapat dilihat hasil dari jumlah *frame* yang terfilter dan diterima oleh *node* tujuan dengan menggunakan YUVviewer.

0	99,9900	99,9900	99,9900
1	99,9900	99,9900	99,9900
2	99,9900	99,9900	99,9900
3	99,9900	99,9900	99,9900
4	22,5358	46,3603	48,2421
...			
278	17,1820	35,4079	36,7599
279	17,1871	35,3832	36,8427
280	17,1049	35,2969	36,5871
281	17,1038	35,3256	36,8820
282	17,0501	35,3623	36,7335
283	17,0702	35,3765	36,8114
total	18,7995	37,2598	38,4960

Gambar 4.10 Hasil simulasi PSNR

Pada kolom pertama dari Gambar 4.8 berisi urutan frame, kolom kedua berisi Y-PSNR, kolom ketiga berisi U-PSNR dan kolom keempat berisi V-PSNR. Untuk kalkulasi nilai rata – rata dari setiap percobaan dalam simulasi di

lingkungan masing – masing protokol *routing* maka diambil total rata – rata pada Y-PSNR persamaan yang digunakan sebagai berikut

$$Rpsnr = \frac{psnr1 + psnr2 + psnr3 + psnr4 + psnr5}{5} \quad (4.7)$$

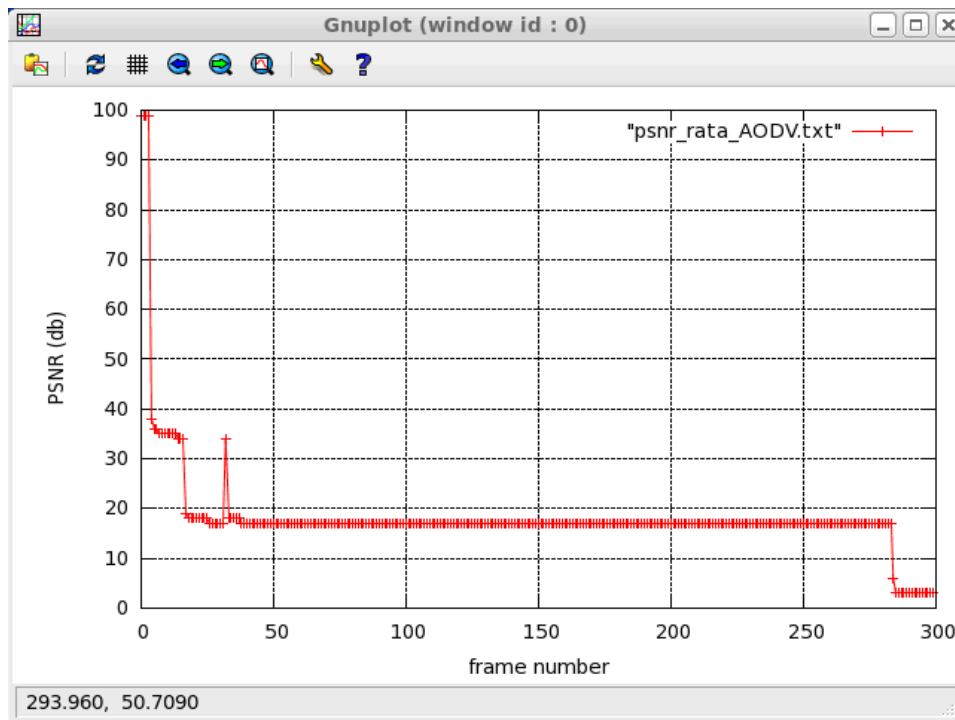
dimana Rpsnr sebagai nilai total rata – rata PSNR dengan satuan desibel (dB).

Untuk menghitung total nilai rata – rata PSNR pada lingkungan protokol *routing* AODV maka digunakan Rumus 4.7 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$Rpsnr = \frac{18,7995 + 18,8103 + 18,8101 + 22,7560 + 18,8229}{5}$$

$$Rpsnr = 19,59976$$

pada percobaan PSNR di lingkungan protokol *routing* AODV diperoleh total nilai rata – rata dari hasil percobaan 1 sampai percobaan 5 adalah sebesar 19,5 dB nilai yang diambil dari Y-PSNR. Hasil dari percobaan PSNR pada lingkungan protokol *routing* AODV dapat ditampilkan dalam grafik pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 total rata – rata PSNR pada AODV

hasil percobaan dalam lingkungan protokol *routing* AODV dapat ditampilkan dengan menggunakan YUVviewer, pada Gambar 4.12 ditampilkan gambar frame

ke 9 pada kondisi asli dan pada saat di terima dalam kondisi standar CIF, QCIF dan ukuran tampilan *width* 352 dan *height* 286.



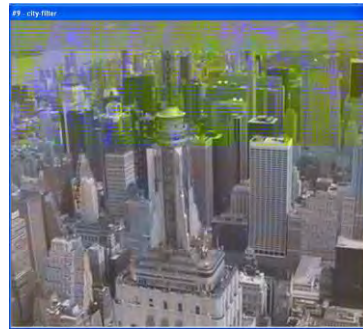
a.input



b.CIF



c.QCIF



d. w = 352 dan h =286

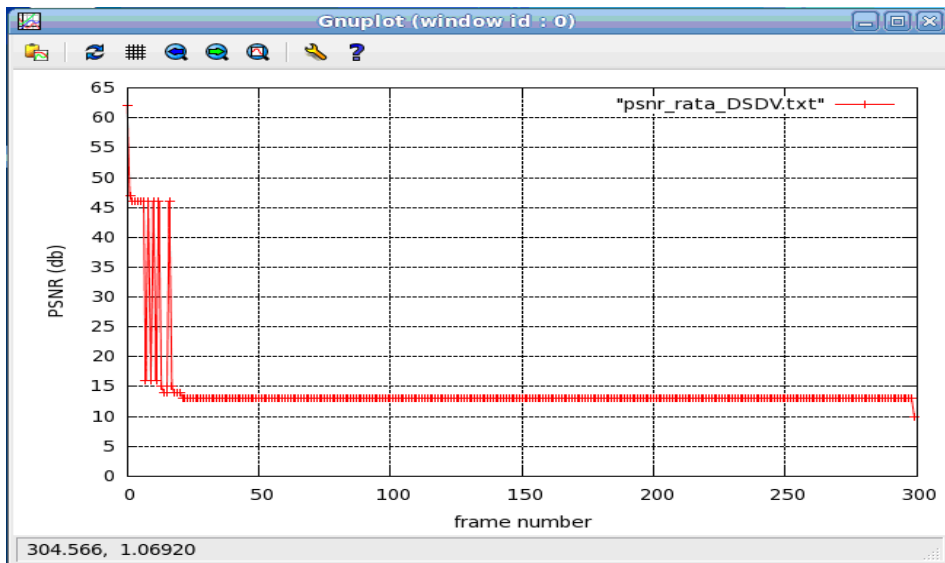
Gambar 4.12 Tampilan frame ke 9 pada lingkungan AODV

Untuk menghitung total nilai rata – rata PSNR pada lingkungan protokol *routing* DSDV maka digunakan Rumus 4.7 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$Rpsnr = \frac{7,2247 + 17,8224 + 7,218 + 20,7563 + 20,7568}{5}$$

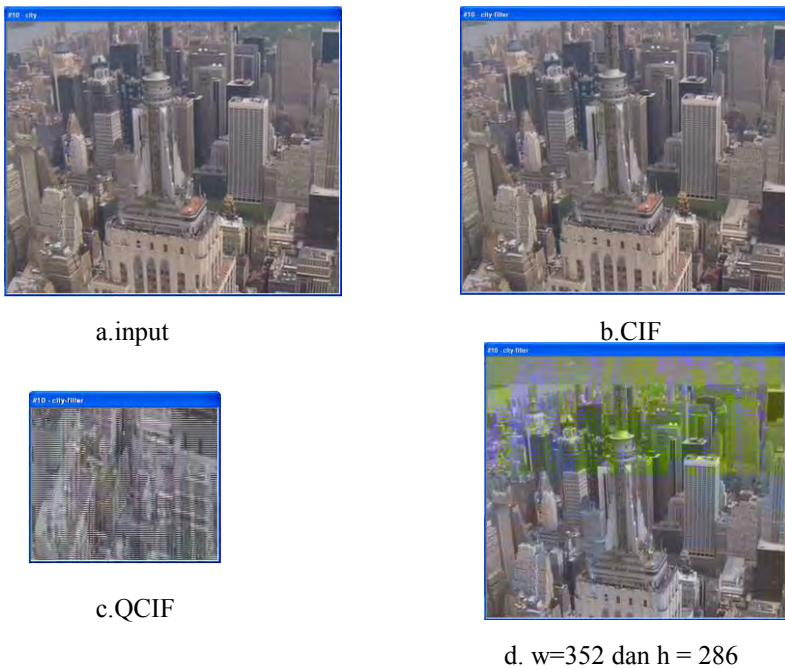
$$Rpsnr = 14,75564$$

hasil simulasi dari percobaan PSNR pada lingkungan protokol *routing* DSDV pada percobaan 1 sampai percobaan 5 untuk total rata – rata PSNR adalah sebesar 14,7 dB dimana total nilai rata – rata yang diambil dari nilai Y-PSNR. Hasil percobaan PSNR pada lingkungan protokol *routing* DSDV dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Total rata – rata PSNR pada DSDV

Untuk melihat hasil simulasi percobaan dalam lingkungan protokol *routing* DSDV dapat ditampilkan dengan menggunakan YUVviewer, pada Gambar 4.14 ditampilkan gambar frame ke 10 pada kondisi asli dan pada saat di terima dalam kondisi standar CIF, QCIF dan ukuran tampilan *width* 352 dan *height* 286.



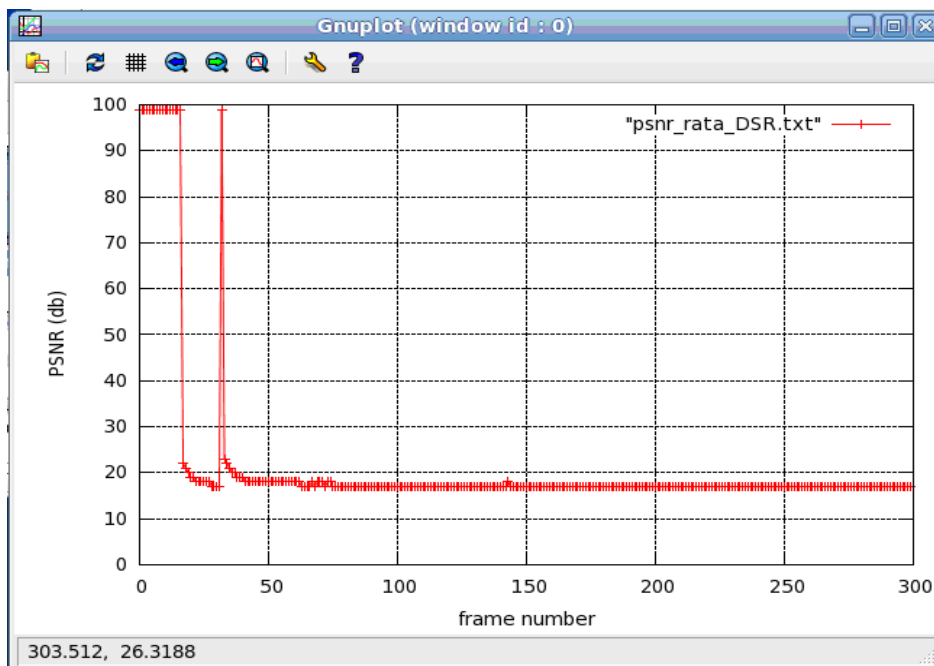
Gambar 4.14 tampilan frame ke 10 pada lingkungan DSDV

Untuk menghitung total nilai rata – rata PSNR pada lingkungan protokol *routing* DSR maka digunakan Rumus 4.7 hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut

$$R_{psnr} = \frac{22,7517 + 22,7556 + 22,7561 + 22,7560 + 22,7554}{5}$$

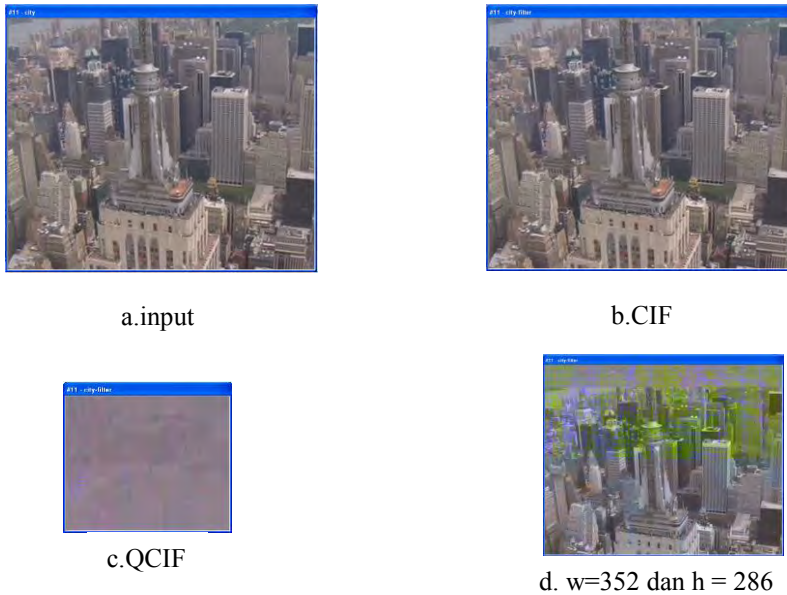
$$R_{psnr} = 22,75496$$

Dalam percobaan pada lingkungan protokol *routing* DSR hasil simulasi yang diperoleh dari percobaan 1 sampai percobaan 5 diperoleh total hasil rata – rata PSNR adalah sebesar 22,7 dB, nilai total rata – rata ini diambil dari nilai total rata – rata Y-PSNR. Hasil percobaan PSNR dari simulasi pada lingkungan protokol *routing* DSR ini dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Total rata-rata PSNR pada DSR

Untuk melihat hasil simulasi percobaan dalam lingkungan protokol *routing* DSR dapat ditampilkan dengan menggunakan YUVviewer, pada Gambar 4.16 ditampilkan gambar frame ke 11 pada kondisi asli dan pada saat di terima dalam kondisi standar CIF, QCIF dan ukuran tampilan *width* 352 dan *height* 286.



Gambar 4.16 Tampilan frame ke 11 pada lingkungan DSR

Percobaan simulasi pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai *packet loss* dari masing – masing protokol *routing* maka langkah awal adalah dengan mengurangi jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang diterima dengan menggunakan kalkulasi Rumus 4.8 pada setiap percobaan simulasi, kalkulasi dapat dilihat sebagai berikut

$$packet_loss(\%) = \frac{(paket_terkirim - paket_terima)}{paket_terkirim} \times 100 \quad (4.8)$$

setelah mendapatkan hasil yang ditampilkan dalam satuan persen (%), setiap percobaan mulai dari percobaan 1 sampai dengan percobaan 5 pada masing – masing protokol *routing* maka pada tahap berikutnya digunakan kalkulasi untuk menghitung total nilai rata – rata *packet loss* seperti pada rumus 4.9 yang di tampilkan sebagai berikut

$$Rpacket_loss = \frac{packet_lossn1 + packet_lossn2 + \dots + packet_lossn5}{5} \quad (4.9)$$

dimana $Rpacket_loss$ sebagai total nilai rata – rata pada setiap percobaan di lingkungan masing – masing protokol *routing* dan $packet_lossn1$ adalah percobaan *packet loss* ke 1, $packet_lossn2$ sebagai percobaan *packet loss* ke 2 dan

packet_lossn5 sebagai percobaan *packet loss* ke 5 di lingkungan masing –masing protokol *routing* yang ditampilkan dalam satuan persen (%).

Pada percobaan di lingkungan protokol *routing* AODV untuk mendapatkan nilai *packet loss* dapat dilihat sebagai berikut

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 727)}{1959} \times 100 = 62,9$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 714)}{1959} \times 100 = 63,6$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 723)}{1959} \times 100 = 63,1$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 750)}{1959} \times 100 = 61,7$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 750)}{1959} \times 100 = 61,7$$

Dari hasil percobaan pada lingkungan protokol *routing* AODV pada percobaan 1 sampai percobaan 5 diperoleh nilai *packet loss* sebagai berikut percobaan 1 sebesar 62,9 % , percobaan 2 sebesar 63,6 % , percobaan 3 sebesar 63,1 % , percobaan 4 sebesar 61,7 % dan percobaan ke 5 sebesar 61,7 % . Pada langkah selanjutnya nilai dikalkulasi menggunakan Rumus 4.9 untuk mendapatkan nilai total rata – rata *packet loss* yang ditampilkan sebagai berikut

$$R_{packet_loss} = \frac{62,9\% + 63,6\% + 63,1\% + 61,7\% + 61,7\%}{5} = 62,6\%$$

dari hasil perhitungan total nilai rata – rata *packet loss* pada protokol *routing* AODV diperoleh hasil total nilai rata – rata *packet loss* sebesar 62,6 %.

Pada percobaan di lingkungan protokol *routing* DSDV untuk mendapatkan nilai *packet loss* dapat dilihat sebagai berikut

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 811)}{1959} \times 100 = 58$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 869)}{1959} \times 100 = 55$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 811)}{1959} \times 100 = 58$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 869)}{1959} \times 100 = 55$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 850)}{1959} \times 100 = 56$$

Pada percobaan dilingkungan protokol *routing* DSDV dari percobaan 1 sampai percobaan 5, data *packet loss* yang diperoleh sebagai berikut pada percobaan 1 nilai *packet loss* sebesar 58%, pada percobaan 2 sebesar 55%, percobaan 3 sebesar 58%, percobaan 4 sebesar 55% dan pada percobaan 5 sebesar 56%. Untuk langkah selanjutnya nilai – nilai tersebut dikalkulasi menggunakan Rumus 4.9 sehingga diperoleh total nilai rata – rata *packet loss* sebagai berikut

$$Rpacket_loss = \frac{58\% + 55\% + 58\% + 55\% + 56\%}{5} = 56,4\%$$

dari hasil perhitungan total nilai rata – rata *packet loss* pada protokol *routing* DSDV diperoleh hasil nilai rata – rata *packet loss* sebesar 56,4 %.

Pada percobaan dilingkungan protokol *routing* DSR untuk mendapatkan nilai *packet loss* dapat dilihat sebagai berikut

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 451)}{1959} \times 100 = 76$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 451)}{1959} \times 100 = 76$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 451)}{1959} \times 100 = 77$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 451)}{1959} \times 100 = 76$$

$$packet_loss(\%) = \frac{(1959 - 438)}{1959} \times 100 = 77$$

Dalam percobaan simulasi pada lingkungan protokol *routing* DSR dari percobaan 1 sampai dengan percobaan 5 diperoleh data *packet loss* sebagai berikut percobaan 1 sebesar 76%, pada percobaan 2 sebesar 76%, pada percobaan 3 sebesar 77%, pada percobaan 4 sebesar 76% dan pada percobaan 5 sebesar 77%, pada tahapan berikutnya nilai – nilai tersebut di kalkulasi dengan menggunakan rumus 4.9 hasil kalkulasi yang diperoleh total nilai rata – rata *packet loss* pada protokol *routing* DSR ditampilkan sebagai berikut

$$R_{packet_loss} = \frac{76\% + 76\% + 77\% + 76\% + 77\%}{5} = 76,4\%$$

dari hasil perhitungan nilai total rata – rata diperoleh nilai sebesar 76,4 % pada protokol *routing* DSR.

Untuk mengetahui keragaman data statistik pada percobaan maka dilakukan pengujian varian dalam setiap percobaan pada *end to end delay*, *throughput* dan PSNR. Persamaan varian dapat ditampilkan seperti berikut

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (4.10)$$

dimana s_2 adalah varian, x_i adalah data ke i , \bar{x} adalah nilai rata-rata pada setiap percobaan, dan n adalah jumlah data pada setiap percobaan.

Pada percobaan *end to end delay* untuk protokol *routing* AODV dari percobaan 1 sampai 5, diperoleh nilai varian percobaan 1 sebesar 0,031, pada percobaan 2 diperoleh nilai varian sebesar 0,030, percobaan 3 diperoleh nilai varian sebesar 0,031, percobaan 4 diperoleh nilai varian sebesar 0,029 dan percobaan 5 diperoleh nilai varian sebesar 0,026.

Pada percobaan *end to end delay* untuk protokol *routing* DSDV dari percobaan 1 sampai 5, diperoleh hasil kalkulasi varian pada percobaan 1 sebesar 0,076, untuk percobaan 2 diperoleh nilai varian sebesar 0,070, untuk percobaan 3 diperoleh nilai varian sebesar 0,078, pada percobaan 4 diperoleh nilai varian sebesar 0,084 dan pada percobaan 5 diperoleh nilai varian sebesar 0,082.

Untuk percobaan *end to end delay* pada protokol *routing* DSR dari percobaan 1 sampai dengan 5, diperoleh hasil perhitungan varian pada percobaan 1 sebesar 0,14, untuk percobaan 2 diperoleh nilai varian sebesar 1,107, untuk percobaan 3 diperoleh nilai varian sebesar 0,766, untuk percobaan 4 diperoleh nilai varian sebesar 1,264 dan percobaan 5 diperoleh nilai varian sebesar 0,960.

Dalam percobaan *throughput* pada protokol *routing* AODV dari percobaan ke 1 sampai ke 5, diperoleh hasil nilai varian pada percobaan ke 1 sebesar 3361,026. Untuk percobaan ke 2 diperoleh nilai varian sebesar 2847, 987. Untuk percobaan ke 3 diperoleh nilai varian sebesar 4154, 220. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 2229,327 dan pada percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 2653,505.

Untuk percobaan *throughput* pada protokol *routing* DSDV dari percobaan ke 1 sampai ke 5, diperoleh hasil perhitungan nilai varian pada percobaan ke 1 sebesar 56,621. Untuk percobaan ke 2 diperoleh hasil nilai varian sebesar 59,770. Untuk percobaan ke 3 diperoleh hasil nilai varian sebesar 67,560. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 65,987 dan percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 68,799.

Pada percobaan *throughput* protokol *routing* DSR dari dari percobaan ke 1 sampai percobaan ke 5, diperoleh hasil kalkulasi nilai varian pada percobaan ke 1 sebesar 2821,168. Untuk percobaan ke 2 diperoleh nilai varian sebesar 895.464. Untuk percobaan ke 3 diperoleh nilai varian sebesar 1295,886. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 2752,382 dan percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 1675,600.

Untuk percobaan PSNR pada protokol *routing* AODV dari percobaan ke 1 sampai dengan percobaan ke 5 diperoleh varian nilai sebagai berikut, pada percobaan ke 1 diperoleh nilai varian sebesar 94,776. Untuk percobaan ke 2 diperoleh nilai varian sebesar 94,755. Untuk percobaan ke 3 diperoleh nilai varian sebesar 94,744. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 382,507 dan pada percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 94,733.

Untuk percobaan PSNR pada protokol *routing* DSDV dari percobaan ke 1 sampai dengan percobaan ke 5 diperoleh varian nilai sebagai berikut, pada percobaan ke 1 diperoleh nilai varian sebesar 57,639. Untuk percobaan ke 2 diperoleh nilai varian sebesar 22,908. Untuk percobaan ke 3 diperoleh nilai varian sebesar 57,685. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 240,678 dan pada percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 240,678

. Untuk percobaan PSNR pada protokol *routing* DSR dari percobaan ke 1 sampai dengan percobaan ke 5 diperoleh varian nilai sebagai berikut, pada percobaan ke 1 diperoleh nilai varian sebesar 382,547. Untuk percobaan ke 2 diperoleh nilai varian sebesar 382,509. Untuk percobaan ke 3 diperoleh nilai varian sebesar 382,504. Untuk percobaan ke 4 diperoleh nilai varian sebesar 382,507 dan pada percobaan ke 5 diperoleh nilai varian sebesar 382,512.

4.2 Analisis Hasil

Pada pekerjaan yang dilakukan dalam skema yang diusulkan dalam penelitian tesis ini, dengan parameter luas area simulasi 400 x 500 dan diimplementasikan pada jaringan *wireless mesh* IEEE 802.11 pada NS-2. Parameter waktu yang digunakan selama percobaan yaitu 50 detik, jumlah *frame* video sebanyak 300 *frame*, skema simulasi untuk video menggunakan CSVC yang merupakan pengembangan dari standar H.264.

Dari hasil pengujian simulasi protokol *routing* yang diusulkan, dapat dilihat bahwa paket yang dikirim bernilai yang sama pada masing – masing protokol *routing* yaitu 1959 paket data, tetapi paket yang diterima oleh masing – masing protokol *routing* memiliki jumlah yang bervariasi dimana protokol *routing* DSDV memiliki jumlah paket yang banyak diterima oleh *node* tujuan yaitu mencapai 42,9 % dibandingkan dengan protokol *routing* AODV dan DSR.

Dalam hasil percobaan rata – rata *end to end delay* pada masing – masing protokol dapat dilihat bahwa protokol *routing* AODV memiliki nilai *end to end delay* rata – rata yang rendah yaitu 0,57 *second*, dibandingkan dengan nilai *end to end delay* rata – rata protokol *routing* DSR yaitu 0,65 *second*, sedangkan nilai *end to end delay* rata – rata pada protokol *routing* DSDV memiliki *end to end delay* yang tinggi, dalam percobaan simulasi yang dilakukan yaitu 0,67 *second*. Hasil pada pengujian nilai varian *end to end delay* pada setiap percobaan di masing-masing protokol *routing* juga menunjukkan bahwa protokol *routing* AODV memiliki nilai varian yang lebih baik dibandingkan dengan protokol *routing* DSDV dan protokol *routing* DSR.

Hasil pengamatan yang dilakukan dengan membandingkan performa dari protokol *routing* AODV, DSDV dan DSR untuk *throughput*, diperoleh hasil bahwa nilai total rata – rata *throughput* protokol *routing* DSR lebih tinggi yaitu 31 kbps, dibandingkan protokol *routing* yang lain dimana protokol *routing* AODV memiliki total nilai *throughput* sebesar 23,5 kbps dan protokol *routing* DSDV memiliki nilai total rata – rata yang rendah yaitu 13,9 kbps. Untuk nilai varian pada *throughput* menunjukkan bahwa nilai *throughput* setiap percobaan pada AODV memiliki *throughput* yang baik dibanding protokol *routing* DSR.

Nilai rata – rata PSNR pada hasil percobaan simulasi dimasing – masing protokol *routing* dalam penelitian ini menunjukkan bahwa protokol *routing* DSR memiliki PSNR yang baik yaitu 22,7 dB dibandingkan dengan nilai rata – rata PSNR pada protokol *routing* AODV yaitu 19,5 dB. Dari hasil pengamatan dalam percobaan simulasi ini nilai rata – rata PSNR pada protokol *routing* DSDV memiliki nilai rata – rata PSNR yang rendah yaitu 14,7 dB. Untuk nilai varian pada masing-masing percobaan di setiap protokol *routing*, menunjukkan bahwa nilai varian PSNR dari protokol *routing* DSR juga memiliki nilai yang baik dibanding protokol *routing* AODV dan DSDV.

Pada hasil pengamatan nilai rata – rata *packet loss* dalam percobaan simulasi pada penelitian ini nilai rata – rata *packet loss* pada protokol *routing* DSDV rendah yaitu 56,4 %, dibandingkan nilai rata – rata *packet loss* pada protokol *routing* AODV yang memiliki nilai rata – rata *packet loss* sebesar 62,6 % dan nilai *packet loss* pada protokol *routing* DSR memiliki *packet loss* yang tinggi dengan nilai sebesar 76,4 %.

Dalam hasil pengamatan kinerja dari ketiga protokol *routing* pada skema yang diusulkan dengan menggunakan simulasi NS – 2 dan CSVC ada beberapa hal yang dapat diperhatikan yaitu bahwa dari segi performa kualitas jumlah paket data yang diterima dan jumlah *packet loss* yang kurang maka protokol *routing* DSDV lebih baik dibandingkan protokol *routing* AODV dan DSR, akan tetapi hasil dari percobaan simulasi ini masih jauh dari baik karena jumlah *packet loss* dari setiap protokol *routing* masih tinggi dari standar yang direkomendasikan oleh ITU-T Y.1541 dimana *packet loss* yang baik tidak boleh lebih dari 0,1%. Dalam segi pengamatan pada *end to end delay* performa dari protokol *routing* AODV lebih baik karena *end to end delay* nya rendah dibandingkan protokol *routing* yang lain, hal ini karena jumlah *node* yang digunakan masih sedikit walaupun waktu yang digunakan dalam simulasi sebesar 50 detik, sehingga tidak terjadi tambahan *delay* pada jenis protokol reaktif seperti AODV.

Untuk performa kualitas *throughput*, protokol *routing* DSR dan AODV memiliki kualitas *throughput* yang baik jika dilihat dari nilai rata-rata protokol *routing* DSR dan nilai varian untuk protokol *routing* AODV. Hal ini dikarenakan sifat dari protokol *routing* DSR yang multihop dan memiliki dua mekanisme

utama yaitu *route maintenance* yang dapat digunakan jika terjadi perubahan rute dalam simulasi dan *route discovery* yang berfungsi sebagai pencarian rute. Kualitas *throughput* dapat mempengaruhi jumlah paket yang dikirimkan karena semakin besar *throughput* maka semakin banyak *frame streaming video* yang diterima karena besarnya kanal dalam jaringan nirkabel. Sehingga pada pengamatan kualitas PSNR, performa protokol *routing* DSR juga lebih baik dalam jumlah dan kualitas *frame* yang diterima pada *node* tujuan, dan dalam proses *decoder* paket yang diterima serta yang dapat filter jumlah *frame streaming video* nya lebih banyak dibanding protokol *routing* yang lain. Tetapi hasil uji coba PSNR dari setiap protokol *routing* dalam penelitian ini masih kurang baik karena total nilai rata – rata PSNR nya masih dibawah standar minimal yang ditentukan yaitu 25 dB.

[HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN]

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan utama yang dihasilkan dari penelitian tesis ini secara menyeluruh adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tesis ini menyajikan skema analisis performa protokol *routing* dalam jaringan *wireless mesh* untuk transmisi video dengan CSVC menggunakan simulasi NS-2, dari skema yang diusulkan hasil analisis terlihat bahwa protokol *routing* DSDV memiliki performa yang baik pada paket data yang diterima yaitu sebesar 42,9 % dibandingkan protokol *routing* AODV dan DSR. Begitu juga dengan jumlah *packet loss* protokol *routing* DSDV memiliki jumlah *packet loss* yang rendah yaitu sebesar 56,4 % dibandingkan protokol *routing* AODV yang sebesar 62,6 % dan protokol *routing* DSR sebesar 76,4 %.
2. Pada pengamatan *end to end delay* pada skema yang diusulkan, dapat disimpulkan bahwa *end to end delay* pada protokol *routing* AODV memiliki *end to end delay* yang rendah yaitu 0,57 *second* di bandingkan dengan protokol *routing* DSDV yang sebesar 0,67 *second* dan protokol *routing* DSR yang sebesar 0,65 *second*.
3. Pada pengamatan kualitas *throughput*, protokol *routing* DSR memiliki kualitas *throughput* yang tinggi yaitu 31 kbps dibandingkan dengan protokol *routing* AODV yaitu sebesar 23,5 kbps dan protokol *routing* DSDV yang sebesar 13,9 kbps.
4. Pengamatan kualitas PSNR pada *streaming video* yang diterima dalam percobaan simulasi yang dilakukan menunjukkan kualitas PSNR pada protokol *routing* DSR lebih tinggi yaitu sebesar 22,7 dB dibandingkan protokol *routing* AODV yaitu sebesar 19,5 dB dan protokol *routing* DSDV yaitu sebesar 14,7 dB. Jumlah PSNR ini dipengaruhi oleh besar kecilnya kanal transmisi dan besar *throughput* selama transmisi pada jaringan *wireless mesh*.

5. Secara umum performa ketiga protokol *routing* dalam jaringan *wireless mesh* dengan CSVC pada skema yang diusulkan memberikan hasil nilai yang bervariasi pada setiap uji coba simulasi dari segi *packet loss*, *throughput*, *end to end delay* dan PSNR, diharapkan dari skema yang diusulkan ini dapat berkontribusi bagi pengembangan penelitian transmisi video pada jaringan nirkabel.

5.2 Saran

Penelitian dengan topik transmisi *streaming video* pada jaringan nirkabel terkhususnya pada jaringan *wireless mesh* merupakan topik yang menarik untuk dikembangkan kedepannya tentu masih banyak aspek yang bisa dikembangkan, dalam penelitian tesis ini masih perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mengukur konsumsi energi pada saat pengiriman *streaming video* pada masing – masing protokol *routing*. Selain itu penggunaan standar *video coding* H.264 akan dikembangkan ke standar *video coding* H.265 (HEVC) dan uji simulasi pada simulasi NS-3 yang diimplementasikan pada standar IEEE 802.11.

Beberapa hal yang perlu juga diperhatikan untuk penelitian lebih lanjut yaitu pengembangan model skema yang diterapkan secara nyata, tidak hanya sekedar pengujian pada simulator karena hasil keluaran dari pengujian simulator terpengaruh dari sumber daya komputer yang digunakan, keterbatasan ini dapat menyebabkan pengujian skema yang diusulkan tidak maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyildiz, I.F., Wang, X., Wang, W., 2005. Wireless mesh networks: a survey. *Comput. Netw.* 47, hal.445–487.
- Alotaibi, E., Mukherjee, B., 2012. A survey on routing algorithms for wireless Ad-Hoc and mesh networks. *Comput. Netw.* 56, hal.940–965.
- Benyamina, D., Hafid, A., Gendreau, M., 2012. Wireless Mesh Networks Design: A Survey. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 14, hal.299–310.
- Deti, A., Bianchi, G., Pisa, C., Proto, F.S., Loreti, P., Kellerer, W., Thakolsri, S., Widmer, J., 2009. SVEF: an open-source experimental evaluation framework for H.264 scalable video streaming, in: *IEEE Symposium on Computers and Communications, 2009. ISCC 2009. Presented at the IEEE Symposium on Computers and Communications, 2009. ISCC 2009*, hal. 36–41.
- Fahriani, N., Djanali, S., 2012. Efisiensi Rute Pada Protokol DSR Menggunakan PA-SHORT.
- Hariyanto, A., Djanali, S., Husni, M., 2011. Optimasi Penentuan Hello Interval Pada Protokol Routing Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Menggunakan Algoritma Fuzzy.
- Issariyakul, T., Hossain, E., 2012. Introduction to Network Simulator 2 (NS2), in: *Introduction to Network Simulator NS2*. Springer US, hal.21–40.
- J. S. V. Model, 2007. JSVM Software Manual.
- Ke, C.H., 2012. myEvalSVC: an Integrated Simulation Framework for Evaluation of H.264/SVC Transmission. *KSII Trans. Internet Inf. Syst.* 6, hal.378–393.
- Le, T.A., Nguyen, H., Zhang, H., 2010. EvalSVC: An evaluation platform for scalable video coding transmission, in: *2010 IEEE 14th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE). Presented at the 2010 IEEE 14th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*, hal. 1–6.
- Mohapatra, S., Kanungo, P., 2012. Performance analysis of AODV, DSR, OLSR and DSDV Routing Protocols using NS2 Simulator. *Procedia Eng.* 30, hal.69–76.
- Network Simulator (NS-2) [WWW Document], n.d. URL www.isi.edu/nsnam/ns (diakses September 2013)
- Rantelobo, K., Wiharta, D.M., Sastra, N.P., Widyantara, I.M.O., Wirawan, 2009. Performance of Combined Scalability Technique for Video Transmission Over Wireless Channel. *Semin. Intell. Technol. Its Apl.* 2009.
- Rantelobo, K., Wirawan, Hendratoro, G., Affandi, A., Zhao, H.-A., 2012. A New Scheme for Evaluating Video Transmission over Broadband Wireless Network, in: Zhang, Y. (Ed.), *Future Wireless Networks and Information Systems, Lecture Notes in Electrical Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, hal. 335–341.
- Schierl, T., Stockhammer, T., Wiegand, T., 2007. Mobile Video Transmission Using Scalable Video Coding. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* 17, hal.1204–1217.

- Schwarz, H., Marpe, D., Schierl, T., Wiegand, T., 2005. Combined scalability support for the scalable extension of H.264/AVC, in: IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005. Presented at the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005, p. 4 hal.–.
- SVEF: Scalable Video-streaming Evaluation Framework [WWW Document], n.d. URL svf.netgroup.uniroma2.it (diakses September 2013)
- Van der Schaar, M., Radha, H., 2001. A hybrid temporal-SNR fine-granular scalability for Internet video. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* 11, hal.318–331.
- Wahanani, H.E., Djanali, S., 2012. Penyelamatan Data Pada Protokol DSR Menggunakan NDAMR.
- Wien, M., Schwarz, H., Oelbaum, T., 2007. Performance Analysis of SVC. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* 17, hal.1194–1203.
- Wu, D., Hou, Y.T., Zhang, Y.-Q., 2001. Scalable video coding and transport over broadband wireless networks. *Proc. IEEE* 89, hal.6–20.

BIODATA PENULIS



Parma Hadi Rantelinggi, biasa di panggil Parma, dilahirkan di kota minyak Sorong, Irian Jaya (sekarang Papua Barat) pada tanggal 4 agustus 1982. Penulis adalah anak bungsu dari empat bersaudara, dari pasangan Jonan Rantelinggi dan Any Tamba. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Inpres 113 Sorong tahun 1988 - 1994, pendidikan menengah pertama di SLTP YPK Sorong tahun 1994 - 1997, pendidikan menengah atas di SMU Negeri 1 Sorong tahun 1997 – 2000. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Dipanegara Makassar tahun 2001 – 2005, penulis mengambil jurusan teknik informatika dengan konsentrasi jaringan komputer. Selama menempuh pendidikan strata satu (S1) penulis juga menjadi asisten laboratorium pada laboratorium pemrograman terstruktur, laboratorium jaringan komputer dan laboratorium perangkat keras.

Setelah lulus S1 (S.Kom) penulis sempat bekerja sebagai teknisi dan administrator jaringan pada CV.GLOBAL COMPUTECH di Makassar, kemudian pindah ke Kota Jayapura dan menjadi staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura (USTJ), dari tahun 2007 - 2012. Penulis melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana di Program S2 Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya pada tahun 2012, penulis mengambil bidang minat Komputasi Berbasis Jaringan. Dalam penulisan tesis ini penulis dibimbing oleh Prof.Ir.Supeno Djanali,M.Sc.,Ph.D. Penulis berkomitmen untuk kembali ke Papua setelah selesai menempuh pendidikan S2. Bidang penelitian yang penulis minati adalah multimedia terutama video streaming standar H.264, desain dan manajemen jaringan komputer, pengaman jaringan, jaringan nirkabel dan komputasi bergerak, serta sistem terdistribusi. Penulis juga adalah anggota dari IEEE Indonesia Section sejak tahun 2013. Penulis dapat dihubungi melalui email parma.hadi12@mhs.if.its.ac.id atau parmahadi@gmail.com

Lampiran Evaluasi dan Analisis Data pada NS-2

Contoh file send

0x00000000	778	0	0	0	StreamHeader	No	No	-1	0
0x0000030a	13	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000317	15	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000326	16	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000336	16	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000346	8	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x0000034e	9	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000357	9	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000360	9	0	0	0	ParameterSet	No	No	-1	0
0x00000369	18	0	0	0	SliceData No	No	0	500	
0x0000037b	15571	0	0	0	SliceData No	No	0	500	
0x0000404e	1234	0	0	1	SliceData Yes	No	0	533	
0x00004520	1250	0	0	2	SliceData Yes	No	0	533	
0x00004a02	2397	0	0	3	SliceData Yes	No	0	566	
0x0000535f	34968	1	0	0	SliceData No	No	0	566	
0x0000dbf7	3784	1	0	1	SliceData Yes	No	0	600	
0x0000eabf	3050	1	0	2	SliceData Yes	No	0	600	
0x0000f6a9	4724	1	0	3	SliceData Yes	No	0	633	
0x0001091d	19	0	0	0	SliceData No	No	17	633	
0x00010930	12334	0	0	0	SliceData No	No	17	666	
0x0001395e	1263	0	0	1	SliceData Yes	No	17	666	
0x00013e4d	1226	0	0	2	SliceData Yes	No	17	700	
0x00014317	2371	0	0	3	SliceData Yes	No	17	700	
0x00014c5a	23331	1	0	0	SliceData No	No	17	733	
0x0001a77d	3966	1	0	1	SliceData Yes	No	17	733	
0x0001b6fb	3326	1	0	2	SliceData Yes	No	17	766	
0x0001c3f9	4945	1	0	3	SliceData Yes	No	17	766	
0x0001d74a	18	0	1	0	SliceData Yes	No	9	800	
0x0001d75c	6433	0	1	0	SliceData Yes	No	9	800	
0x0001f07d	936	0	1	1	SliceData Yes	No	9	833	
0x0001f425	777	0	1	2	SliceData Yes	No	9	833	
0x0001f72e	1440	0	1	3	SliceData Yes	No	9	866	
0x0001fccc	5230	1	1	0	SliceData Yes	No	9	866	
0x0002113c	1812	1	1	1	SliceData Yes	No	9	900	
0x00021850	1670	1	1	2	SliceData Yes	No	9	900	
0x00021ed6	1751	1	1	3	SliceData Yes	No	9	933	
0x000225ad	18	0	2	0	SliceData Yes	No	5	933	
0x000225bf	9491	0	2	0	SliceData Yes	No	5	966	
0x00024ad2	1092	0	2	1	SliceData Yes	No	5	966	
0x00024f16	824	0	2	2	SliceData Yes	No	5	1000	
0x0002524e	1779	0	2	3	SliceData Yes	No	5	1000	
0x00025941	2079	1	2	0	SliceData Yes	No	5	1033	
0x00026160	1190	1	2	1	SliceData Yes	No	5	1033	
0x00026606	1088	1	2	2	SliceData Yes	No	5	1066	
0x00026a46	921	1	2	3	SliceData Yes	No	5	1066	
0x00026ddf	18	0	3	0	SliceData Yes	No	3	1100	
0x00026df1	10363	0	3	0	SliceData Yes	No	3	1100	
0x0002966c	1268	0	3	1	SliceData Yes	No	3	1133	
0x00029b60	1188	0	3	2	SliceData Yes	No	3	1133	
0x0002a004	2175	0	3	3	SliceData Yes	No	3	1166	
0x0002a883	1229	1	3	0	SliceData Yes	No	3	1166	
0x0002ad50	932	1	3	1	SliceData Yes	No	3	1200	
0x0002b0f4	806	1	3	2	SliceData Yes	No	3	1200	
0x0002b41a	574	1	3	3	SliceData Yes	No	3	1233	
0x0002b658	614	1	4	0	SliceData Yes	No	2	1233	
0x0002b8be	416	1	4	1	SliceData Yes	No	2	1266	
0x0002ba5e	384	1	4	2	SliceData Yes	No	2	1266	
0x0002bbde	273	1	4	3	SliceData Yes	No	2	1300	

Contoh *File Trace* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* AODV

12.514290	0	1500	0	0	0	0	12.500000
12.528715	0	1500	0	0	0	1	12.500000
12.543079	0	1500	0	0	0	2	12.500000
12.557304	0	1500	0	0	0	3	12.500000
12.571729	0	1500	0	0	0	4	12.500000
12.585953	0	1500	0	0	0	5	12.500000
12.599978	0	1500	0	0	0	6	12.500000
12.613883	0	1500	0	0	0	7	12.500000
12.627727	0	1500	0	0	0	8	12.500000
12.641652	0	1500	0	0	0	9	12.500000
12.648641	0	613	0	0	0	10	12.500000
12.682875	0	1500	0	0	2	11	12.533333
12.692964	0	1008	0	0	2	12	12.533333
12.737663	0	1500	1	0	0	13	12.566667
12.751628	0	1500	1	0	0	14	12.566667
12.765772	0	1500	1	0	0	15	12.566667
12.779797	0	1500	1	0	0	16	12.566667
12.794202	0	1500	1	0	0	17	12.566667
12.808406	0	1500	1	0	0	18	12.566667
12.822571	0	1500	1	0	0	19	12.566667
12.836675	0	1500	1	0	0	20	12.566667
12.850840	0	1500	1	0	0	21	12.566667
12.864725	0	1500	1	0	0	22	12.566667
12.878809	0	1500	1	0	0	23	12.566667
12.892754	0	1500	1	0	0	24	12.566667
12.906639	0	1500	1	0	0	25	12.566667
12.920743	0	1500	1	0	0	26	12.566667
12.935148	0	1500	1	0	0	27	12.566667
12.949552	0	1500	1	0	0	28	12.566667
12.963717	0	1500	1	0	0	29	12.566667
12.977682	0	1500	1	0	0	30	12.566667
12.991686	0	1500	1	0	0	31	12.566667
13.005971	0	1500	1	0	0	32	12.566667
13.020035	0	1500	1	0	0	33	12.566667
13.034300	0	1500	1	0	0	34	12.566667
13.048565	0	1500	1	0	0	35	12.566667
13.062569	0	1500	1	0	0	36	12.566667
13.075686	0	1389	1	0	0	37	12.566667
13.109901	0	1500	1	0	2	38	12.600000
13.124286	0	1500	1	0	2	39	12.600000
13.138490	0	1500	1	0	2	40	12.600000
13.152855	0	1500	1	0	2	41	12.600000
13.162024	0	858	1	0	2	42	12.600000
13.185954	17	1500	0	0	0	43	12.633333
13.200279	17	1500	0	0	0	44	12.633333
13.214404	17	1500	0	0	0	45	12.633333
13.218565	17	267	0	0	0	46	12.633333
13.262986	17	1500	0	0	1	47	12.666667
13.276931	17	1500	0	0	1	48	12.666667
13.291256	17	1500	0	0	1	49	12.666667
13.305361	17	1500	0	0	1	50	12.666667
13.339257	17	1500	0	0	3	57	12.700000
13.373313	17	1500	1	0	1	60	12.733333
13.407549	17	1500	1	0	3	79	12.766666
13.421514	9	1500	0	1	0	85	12.799999
13.435439	9	1500	0	1	0	86	12.799999
13.576365	5	1500	0	2	1	102	12.966665

Contoh *File Trace* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* DSDV

12.865830	0	1500	0	0	0	0	12.500000
12.879915	0	1500	0	0	0	1	12.500000
12.904085	0	1500	0	0	0	2	12.500000
12.928214	0	1500	0	0	0	3	12.500000
12.942439	0	1500	0	0	0	4	12.500000
12.956443	0	1500	0	0	0	5	12.500000
12.970848	0	1500	0	0	0	6	12.500000
12.984992	0	1500	0	0	0	7	12.500000
12.999097	0	1500	0	0	0	8	12.500000
13.012922	0	1500	0	0	0	9	12.500000
13.020422	0	702	0	0	0	10	12.500000
13.057493	0	1500	0	0	2	11	12.533333
13.080058	0	974	0	0	2	12	12.533333
13.149525	0	1500	1	0	0	13	12.566667
13.163750	0	1500	1	0	0	14	12.566667
13.177735	0	1500	1	0	0	15	12.566667
13.191860	0	1500	1	0	0	16	12.566667
13.206807	0	1500	1	0	0	17	12.566667
13.220732	0	1500	1	0	0	18	12.566667
13.254547	0	1500	1	0	2	39	12.600000
13.389139	17	1500	1	0	1	59	12.733333
13.413130	17	1500	1	0	1	60	12.733333
13.437400	17	1500	1	0	3	79	12.766666
13.497946	9	1500	0	1	2	89	12.833332
13.501752	9	205	0	1	2	90	12.833332
13.545873	9	1500	1	1	0	91	12.866666
13.559719	9	1500	1	1	0	92	12.866666
13.573904	9	1500	1	1	0	93	12.866666
13.619300	5	1250	0	2	0	98	12.933332
13.673969	5	1500	0	2	3	107	12.999998
13.685082	5	1161	0	2	3	108	12.999998
13.709174	5	1500	1	2	1	109	13.033330
13.721968	5	1306	1	2	1	110	13.033330
13.745371	5	1369	1	2	3	111	13.066664
13.779690	3	1500	0	3	0	112	13.099996
13.793675	3	1500	0	3	0	113	13.099996
13.808041	3	1500	0	3	0	114	13.099996
13.852205	3	1500	1	3	0	121	13.166662
13.865287	3	1362	1	3	2	124	13.199994
13.896341	2	1067	1	4	0	125	13.233327
13.923548	2	631	1	4	2	126	13.266660
13.955032	4	865	1	4	0	127	13.299993
14.035688	7	296	0	3	3	131	13.433323
14.114283	7	1500	1	3	1	132	13.466657
14.119886	7	462	1	3	1	133	13.466657
14.175637	7	1295	1	3	3	134	13.499989
14.310963	13	1500	0	2	0	139	13.666653
14.346560	13	1500	0	2	2	146	13.699986
14.350999	13	319	0	2	2	147	13.699986
14.375172	13	1500	1	2	0	148	13.733319
14.389198	13	1500	1	2	0	149	13.733319
14.464768	13	1397	1	2	2	151	13.766652
14.532535	11	665	0	3	0	152	13.799985
14.582022	11	1500	0	3	1	153	13.833318
14.596069	11	1500	0	3	1	154	13.833318
14.620243	11	1500	0	3	3	161	13.866651
14.634190	11	1500	0	3	3	162	13.866651

Contoh *File Trace* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* DSR

12.865830	0	1500	0	0	0	0	12.500000
12.879915	0	1500	0	0	0	1	12.500000
12.904085	0	1500	0	0	0	2	12.500000
12.928214	0	1500	0	0	0	3	12.500000
12.942439	0	1500	0	0	0	4	12.500000
12.956443	0	1500	0	0	0	5	12.500000
12.970848	0	1500	0	0	0	6	12.500000
12.984992	0	1500	0	0	0	7	12.500000
12.999097	0	1500	0	0	0	8	12.500000
13.012922	0	1500	0	0	0	9	12.500000
13.020422	0	702	0	0	0	10	12.500000
13.057493	0	1500	0	0	2	11	12.533333
13.080058	0	974	0	0	2	12	12.533333
13.149525	0	1500	1	0	0	13	12.566667
13.163750	0	1500	1	0	0	14	12.566667
13.177735	0	1500	1	0	0	15	12.566667
13.191860	0	1500	1	0	0	16	12.566667
13.206807	0	1500	1	0	0	17	12.566667
13.220732	0	1500	1	0	0	18	12.566667
13.254547	0	1500	1	0	2	39	12.600000
13.389139	17	1500	1	0	1	59	12.733333
13.413130	17	1500	1	0	1	60	12.733333
13.437400	17	1500	1	0	3	79	12.766666
13.497946	9	1500	0	1	2	89	12.833332
13.501752	9	205	0	1	2	90	12.833332
13.545873	9	1500	1	1	0	91	12.866666
13.559719	9	1500	1	1	0	92	12.866666
13.573904	9	1500	1	1	0	93	12.866666
13.619300	5	1250	0	2	0	98	12.933332
13.673969	5	1500	0	2	3	107	12.999998
13.685082	5	1161	0	2	3	108	12.999998
13.709174	5	1500	1	2	1	109	13.033330
13.721968	5	1306	1	2	1	110	13.033330
13.745371	5	1369	1	2	3	111	13.066664
13.779690	3	1500	0	3	0	112	13.099996
13.793675	3	1500	0	3	0	113	13.099996
13.808041	3	1500	0	3	0	114	13.099996
13.852205	3	1500	1	3	0	121	13.166662
13.865287	3	1362	1	3	2	124	13.199994
13.896341	2	1067	1	4	0	125	13.233327
13.923548	2	631	1	4	2	126	13.266660
13.955032	4	865	1	4	0	127	13.299993
14.035688	7	296	0	3	3	131	13.433323
14.114283	7	1500	1	3	1	132	13.466657
14.119886	7	462	1	3	1	133	13.466657
14.175637	7	1295	1	3	3	134	13.499989
14.310963	13	1500	0	2	0	139	13.666653
14.346560	13	1500	0	2	2	146	13.699986
14.350999	13	319	0	2	2	147	13.699986
14.375172	13	1500	1	2	0	148	13.733319
14.389198	13	1500	1	2	0	149	13.733319
14.464768	13	1397	1	2	2	151	13.766652
14.532535	11	665	0	3	0	152	13.799985
14.582022	11	1500	0	3	1	153	13.833318
14.596069	11	1500	0	3	1	154	13.833318
14.620243	11	1500	0	3	3	161	13.866651
14.634190	11	1500	0	3	3	162	13.866651

Contoh *File Received* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* AODV

0x00000369	18	0	0	0	SliceData	No	No	0	13162
0x0000037b	15571	0	0	0	SliceData	No	No	0	13162
0x0000404e	1234	0	0	1	SliceData	Yes	No	0	13162
0x00004520	1250	0	0	2	SliceData	Yes	No	0	13162
0x00004a02	2397	0	0	3	SliceData	Yes	No	0	13162
0x0000535f	34968	1	0	0	SliceData	No	No	0	13162
0x0000dbf7	3784	1	0	1	SliceData	Yes	No	0	13162
0x0000eabf	3050	1	0	2	SliceData	Yes	No	0	13162
0x0000f6a9	4724	1	0	3	SliceData	Yes	No	0	13162
0x0001091d	19	0	0	0	SliceData	No	No	17	13407
0x00010930	12334	0	0	0	SliceData	No	No	17	13407
0x0001395e	1263	0	0	1	SliceData	Yes	No	17	13407
0x00013e4d	1226	0	0	2	SliceData	Yes	No	17	13407
0x00014317	2371	0	0	3	SliceData	Yes	No	17	13407
0x00014c5a	23331	1	0	0	SliceData	No	No	17	13407
0x0001a77d	3966	1	0	1	SliceData	Yes	No	17	13407
0x0001b6fb	3326	1	0	2	SliceData	Yes	No	17	13407
0x0001c3f9	4945	1	0	3	SliceData	Yes	No	17	13407
0x0001d74a	18	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0001d75c	6433	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0001f07d	936	0	1	1	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0001f425	777	0	1	2	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0001f72e	1440	0	1	3	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0001fcee	5230	1	1	0	SliceData	Yes	No	9	13518
0x0002113c	1812	1	1	1	SliceData	Yes	No	9	13518
0x00021850	1670	1	1	2	SliceData	Yes	No	9	13518
0x00021ed6	1751	1	1	3	SliceData	Yes	No	9	13518
0x000225ad	18	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13654
0x000225bf	9491	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00024ad2	1092	0	2	1	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00024f16	824	0	2	2	SliceData	Yes	No	5	13654
0x0002524e	1779	0	2	3	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00025941	2079	1	2	0	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00026160	1190	1	2	1	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00026606	1088	1	2	2	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00026a46	921	1	2	3	SliceData	Yes	No	5	13654
0x00026ddf	18	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13770
0x00026df1	10363	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002966c	1268	0	3	1	SliceData	Yes	No	3	13770
0x00029b60	1188	0	3	2	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002a004	2175	0	3	3	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002a883	1229	1	3	0	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002ad50	932	1	3	1	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002b0f4	806	1	3	2	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002b41a	574	1	3	3	SliceData	Yes	No	3	13770
0x0002b658	614	1	4	0	SliceData	Yes	No	2	13820
0x0002b8be	416	1	4	1	SliceData	Yes	No	2	13820
0x0002ba5e	384	1	4	2	SliceData	Yes	No	2	13820
0x0002bbde	273	1	4	3	SliceData	Yes	No	2	13820
0x0002bcef	651	1	4	0	SliceData	Yes	No	4	13879
0x0002bf7a	471	1	4	1	SliceData	Yes	No	4	13879

Contoh *File Received* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* DSDV

0x0000036a	18	0	0	0	SliceData	No	No	0	13254
0x0000037c	15660	0	0	0	SliceData	No	No	0	13254
0x000040a8	1198	0	0	1	SliceData	Yes	No	0	13254
0x00004556	1252	0	0	2	SliceData	Yes	No	0	13254
0x00004a3a	2412	0	0	3	SliceData	Yes	No	0	13254
0x000053a6	35873	1	0	0	SliceData	No	No	0	13254
0x0000dfc7	3233	1	0	1	SliceData	Yes	No	0	13254
0x0000ec68	2378	1	0	2	SliceData	Yes	No	0	13254
0x0000f5b2	3324	1	0	3	SliceData	Yes	No	0	13254
0x0001ce72	18	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0001ce84	6404	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0001e788	912	0	1	1	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0001eb18	769	0	1	2	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0001ee19	1448	0	1	3	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0001f3c1	5028	1	1	0	SliceData	Yes	No	9	13573
0x00020765	1282	1	1	1	SliceData	Yes	No	9	13573
0x00020c67	1152	1	1	2	SliceData	Yes	No	9	13573
0x000210e7	1208	1	1	3	SliceData	Yes	No	9	13573
0x0002159f	18	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13745
0x000215b1	9596	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13745
0x00023b2d	1073	0	2	1	SliceData	Yes	No	5	13745
0x00023f5e	822	0	2	2	SliceData	Yes	No	5	13745
0x00024294	1815	0	2	3	SliceData	Yes	No	5	13745
0x000249ab	2018	1	2	0	SliceData	Yes	No	5	13745
0x0002518d	764	1	2	1	SliceData	Yes	No	5	13745
0x00025489	712	1	2	2	SliceData	Yes	No	5	13745
0x00025751	633	1	2	3	SliceData	Yes	No	5	13745
0x000259ca	18	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13865
0x000259dc	10384	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13865
0x0002826c	1251	0	3	1	SliceData	Yes	No	3	13865
0x0002874f	1195	0	3	2	SliceData	Yes	No	3	13865
0x00028bfa	2189	0	3	3	SliceData	Yes	No	3	13865
0x00029487	1175	1	3	0	SliceData	Yes	No	3	13865
0x0002991e	713	1	3	1	SliceData	Yes	No	3	13865
0x00029be7	625	1	3	2	SliceData	Yes	No	3	13865
0x00029e58	451	1	3	3	SliceData	Yes	No	3	13865
0x0002a01b	592	1	4	0	SliceData	Yes	No	2	13923
0x0002a26b	313	1	4	1	SliceData	Yes	No	2	13923
0x0002a3a4	294	1	4	2	SliceData	Yes	No	2	13923
0x0002a4ca	213	1	4	3	SliceData	Yes	No	2	13923
0x0002a59f	628	1	4	0	SliceData	Yes	No	4	13955
0x0002a813	340	1	4	1	SliceData	Yes	No	4	13955
0x0002a967	265	1	4	2	SliceData	Yes	No	4	13955
0x0002aa70	210	1	4	3	SliceData	Yes	No	4	13955
0x0002ab42	18	0	3	0	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002ab54	545	0	3	0	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002ad75	453	0	3	1	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002af3a	112	0	3	2	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002afaa	160	0	3	3	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002b04a	1136	1	3	0	SliceData	Yes	No	7	14175
0x0002b4ba	802	1	3	1	SliceData	Yes	No	7	14175

Contoh *File Received* yang diterima NS-2 pada protokol *routing* DSR

0x00000369	18	0	0	0	SliceData	No	No	0	13291
0x0000037b	15571	0	0	0	SliceData	No	No	0	13291
0x0000404e	1234	0	0	1	SliceData	Yes	No	0	13291
0x00004520	1250	0	0	2	SliceData	Yes	No	0	13291
0x00004a02	2397	0	0	3	SliceData	Yes	No	0	13291
0x0000535f	34968	1	0	0	SliceData	No	No	0	13291
0x0000dbf7	3784	1	0	1	SliceData	Yes	No	0	13291
0x0000eabf	3050	1	0	2	SliceData	Yes	No	0	13291
0x0000f6a9	4724	1	0	3	SliceData	Yes	No	0	13291
0x0001091d	19	0	0	0	SliceData	No	No	17	13521
0x00010930	12334	0	0	0	SliceData	No	No	17	13521
0x0001395e	1263	0	0	1	SliceData	Yes	No	17	13521
0x00013e4d	1226	0	0	2	SliceData	Yes	No	17	13521
0x00014317	2371	0	0	3	SliceData	Yes	No	17	13521
0x00014c5a	23331	1	0	0	SliceData	No	No	17	13521
0x0001a77d	3966	1	0	1	SliceData	Yes	No	17	13521
0x0001b6fb	3326	1	0	2	SliceData	Yes	No	17	13521
0x0001c3f9	4945	1	0	3	SliceData	Yes	No	17	13521
0x0001d74a	18	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0001d75c	6433	0	1	0	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0001f07d	936	0	1	1	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0001f425	777	0	1	2	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0001f72e	1440	0	1	3	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0001fcee	5230	1	1	0	SliceData	Yes	No	9	13601
0x0002113c	1812	1	1	1	SliceData	Yes	No	9	13601
0x00021850	1670	1	1	2	SliceData	Yes	No	9	13601
0x00021ed6	1751	1	1	3	SliceData	Yes	No	9	13601
0x000225ad	18	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13741
0x000225bf	9491	0	2	0	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00024ad2	1092	0	2	1	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00024f16	824	0	2	2	SliceData	Yes	No	5	13741
0x0002524e	1779	0	2	3	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00025941	2079	1	2	0	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00026160	1190	1	2	1	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00026606	1088	1	2	2	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00026a46	921	1	2	3	SliceData	Yes	No	5	13741
0x00026ddf	18	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13855
0x00026df1	10363	0	3	0	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002966c	1268	0	3	1	SliceData	Yes	No	3	13855
0x00029b60	1188	0	3	2	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002a004	2175	0	3	3	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002a883	1229	1	3	0	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002ad50	932	1	3	1	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002b0f4	806	1	3	2	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002b41a	574	1	3	3	SliceData	Yes	No	3	13855
0x0002b658	614	1	4	0	SliceData	Yes	No	2	13875
0x0002b8be	416	1	4	1	SliceData	Yes	No	2	13875
0x0002ba5e	384	1	4	2	SliceData	Yes	No	2	13875
0x0002bbde	273	1	4	3	SliceData	Yes	No	2	13875
0x0002bcef	651	1	4	0	SliceData	Yes	No	4	13894
0x0002bf7a	471	1	4	1	SliceData	Yes	No	4	13894

Contoh File Hasil *End to End Delay* pada protokol routing AODV

0	0.014290
1	0.028715
2	0.043079
3	0.057304
4	0.071729
5	0.085953
6	0.099978
7	0.113883
8	0.127727
9	0.141652
10	0.148641
11	0.149542
12	0.159631
13	0.170996
14	0.184961
15	0.199105
16	0.213130
17	0.227535
18	0.241739
19	0.255904
20	0.270008
21	0.284173
22	0.298058
23	0.312142
24	0.326087
25	0.339972
26	0.354076
27	0.368481
28	0.382885
29	0.397050
30	0.411015
31	0.425019
32	0.439304
33	0.453368
34	0.467633
35	0.481898
36	0.495902
37	0.509019
38	0.509901
39	0.524286
40	0.538490
41	0.552855
42	0.562024
43	0.552621
44	0.566946
45	0.581071
46	0.585232
47	0.596319
48	0.610264
49	0.624589
50	0.638694
57	0.639257
60	0.639980
79	0.640883
85	0.621515
86	0.635440
90	0.626439

Contoh *File* Hasil End to End Delay pada protokol *routing* DSDV

0	0.365830
1	0.379915
2	0.404085
3	0.428214
4	0.442439
5	0.456443
6	0.470848
7	0.484992
8	0.499097
9	0.512922
10	0.520422
11	0.524160
12	0.546725
13	0.582858
14	0.597083
15	0.611068
16	0.625193
17	0.640140
18	0.654065
39	0.654547
59	0.655806
60	0.679797
79	0.670734
89	0.664614
90	0.668420
91	0.679207
92	0.693053
93	0.707238
98	0.685968
107	0.673971
108	0.685084
109	0.675844
110	0.688638
111	0.678707
112	0.679694
113	0.693679
114	0.708045
121	0.685543
124	0.665293
125	0.663014
126	0.656888
127	0.655039
131	0.602365
132	0.647626
133	0.653229
134	0.675648
139	0.644310
146	0.646574
147	0.651013
148	0.641853
149	0.655879
151	0.698116
152	0.732550
153	0.748704
154	0.762751
161	0.753592
162	0.767539

Contoh File Hasil *End to End Delay* pada protokol *routing* DSR

0	0.032938
1	0.067212
2	0.091522
3	0.115931
4	0.160051
5	0.173895
6	0.198285
7	0.222454
8	0.246624
9	0.270733
10	0.298012
11	0.288868
12	0.309222
13	0.300257
14	0.334652
15	0.348736
16	0.363061
17	0.377305
18	0.391350
19	0.405575
20	0.419839
21	0.434184
22	0.448089
23	0.462373
24	0.476198
25	0.490622
26	0.504907
27	0.518752
28	0.532637
29	0.546761
30	0.561026
31	0.574991
32	0.589316
33	0.603401
34	0.617385
35	0.631450
36	0.645795
37	0.658952
38	0.639684
39	0.654069
40	0.668254
41	0.682299
42	0.691248
43	0.672260
44	0.686625
45	0.700470
46	0.704931
47	0.685822
48	0.699688
49	0.713993
50	0.728298
51	0.742203
52	0.756348
53	0.770453
54	0.784339
55	0.798164
57	0.779156

Contoh *File Hasil Throughput* pada protokol *routing* AODV

0	839.748076
1	417.900052
2	278.557998
3	209.409465
4	167.296352
5	139.611183
6	120.026406
7	105.371302
8	93.950379
9	84.714653
10	32.992243
11	80.245015
12	50.516504
13	70.177080
14	64.878542
15	60.269707
16	56.303664
17	52.739139
18	49.640315
19	46.892585
20	44.443128
21	42.227798
22	40.260620
23	38.444041
24	36.799995
25	35.297024
26	33.891029
27	32.566130
28	31.341003
29	30.222894
30	29.196015
31	28.234032
32	27.315936
33	26.468564
34	25.661149
35	24.901535
36	24.198330
37	21.830226
38	23.533980
39	22.888271
40	22.284536
41	21.705510
42	12.213002
43	21.714701
44	21.166037
45	20.651521
46	3.649835
47	20.123457
48	19.663621
49	19.212634
50	18.788340

Contoh *File Hasil Throughput* pada protokol *routing DSDV*

0	32.802121
1	31.586013
2	29.696722
3	28.023371
4	27.122383
5	26.290249
6	25.485932
7	24.742676
8	24.043422
9	23.395370
10	10.791242
11	22.893773
12	14.252138
13	20.588205
14	20.097708
15	19.637749
16	19.194073
17	18.745899
18	18.346800
39	18.333290
59	18.298094
60	17.652329
79	17.890848
89	18.055593
90	2.453547
91	17.667662
92	17.314693
93	16.967414
98	14.577939
107	17.804920
108	13.557462
109	17.755577
110	15.171977
111	16.136566
112	17.655004
113	17.299068
114	16.948075
121	17.504372
124	16.377746
125	12.874540
126	7.684719
127	10.564256
131	3.931171
132	18.529213
133	5.658046
134	15.333428
139	18.624575
146	18.559361
147	3.920045
148	18.695870
149	18.296058

Contoh *File Hasil Throughput* pada protokol *routing* DSR

0	359.463234
1	176.159019
2	129.367802
3	102.129715
4	73.976420
5	68.087064
6	59.712031
7	53.224487
8	48.008304
9	43.733125
10	15.918822
11	40.987579
12	25.560924
13	39.432886
14	35.380037
15	33.951184
16	32.611600
17	31.380448
18	30.254248
19	29.193121
20	28.201287
21	27.269545
22	26.423322
23	25.607032
24	24.863607
25	24.132632
26	23.449863
27	22.824008
28	22.229023
29	21.654800
30	21.104191
31	20.591627
32	20.091089
33	19.622109
34	19.177661
35	18.750495
36	18.333991
37	16.620330
38	18.509139
39	18.102066
40	17.717814
41	17.353096
42	9.698401
43	17.612233
44	17.243765
45	16.902937
46	2.803111
47	17.263955
48	16.921828
49	16.582796
50	16.257082

Contoh *File* Hasil PSNR pada protokol *routing* AODV

0	99,9900	99,9900	99,9900
1	99,9900	99,9900	99,9900
2	99,9900	99,9900	99,9900
3	99,9900	99,9900	99,9900
4	22,5358	46,3603	48,2421
5	20,6634	43,7453	45,4878
6	20,0219	41,5955	43,3225
7	19,7426	40,8546	42,4497
8	19,3976	39,5761	41,1466
9	19,2555	39,8046	41,3086
10	19,1576	39,6049	41,1661
11	19,2264	39,7711	41,3080
12	19,2571	39,2608	40,7684
13	19,0646	39,1809	40,7198
14	18,7187	38,5536	40,1039
15	18,4964	38,1943	39,6928
16	18,3495	37,3240	38,9095
17	18,3221	37,6252	39,1389
18	18,2841	37,5541	38,9674
19	18,2729	37,5866	38,9827
20	18,1735	37,3457	38,8397
21	18,1282	37,4846	38,9767
22	18,0871	37,3821	38,8348
23	18,0045	37,3925	38,7188
24	17,9101	37,1088	38,4293
25	17,9016	37,3308	38,6242
26	17,8206	37,3093	38,5240
27	17,8183	37,2568	38,5878
28	17,7830	37,1514	38,3986
29	17,8238	37,1833	38,5319
30	17,7586	37,0513	38,3088
...			
257	17,5739	35,4821	37,0120
258	17,5442	35,5326	37,0119
259	17,5309	35,5624	37,1616
260	17,4678	35,5411	36,8789
261	17,4956	35,5391	37,1550
262	17,4668	35,5740	37,0020
263	17,4792	35,5815	37,0707
264	17,4249	35,5646	36,7619
265	17,4688	35,5624	36,9467
266	17,4271	35,6359	36,9021
267	17,4105	35,5833	36,9447
268	17,3599	35,6402	36,6871
269	17,3812	35,5478	36,9234
270	17,3263	35,5410	36,8426
271	17,2809	35,4706	36,8516
272	17,1859	35,3530	36,5088
273	17,2494	35,3604	36,8492
274	17,2113	35,4203	36,8170
275	17,2332	35,3632	36,9065
276	17,1898	35,3798	36,6741
277	17,2139	35,3735	36,8200
278	17,1820	35,4079	36,7599
279	17,1871	35,3832	36,8427
280	17,1049	35,2969	36,5871
281	17,1038	35,3256	36,8820
282	17,0501	35,3623	36,7335
283	17,0702	35,3765	36,8114
total	18,7995	37,2598	38,4960

Contoh *File* Hasil PSNR pada protokol *routing* DSDV

0	6,6913	6,0334	5,8843
1	6,6746	6,0146	5,7556
2	6,6819	6,0157	5,7602
3	6,6709	6,0050	5,7580
4	6,6935	6,0122	5,7718
5	6,6756	5,9949	5,7611
6	6,6889	6,0004	5,7691
7	6,6801	5,9953	5,7679
8	6,7044	6,0067	5,7806
9	6,6788	5,9909	5,7693
10	6,6949	5,9975	5,7734
11	6,6846	5,9932	5,7660
12	6,7068	6,0082	5,7745
13	6,6957	6,0002	5,7640
14	6,7191	6,0074	5,7688
15	6,7318	6,0106	5,7695
16	6,7673	6,0228	5,7799
17	6,7460	6,0049	5,7642
18	6,7600	6,0058	5,7661
19	6,7495	5,9961	5,7636
20	6,7723	6,0054	5,7762
21	6,7535	5,9898	5,7699
22	6,7713	5,9921	5,7762
23	6,7675	5,9827	5,7755
24	6,7986	5,9937	5,7900
25	6,7727	5,9777	5,7802
26	6,7843	5,9801	5,7846
27	6,7720	5,9690	5,7776
28	6,7946	5,9785	5,7906
29	6,7792	5,9615	5,7802
30	6,7926	5,9690	5,7918
...			
272	7,2260	5,9042	5,8509
273	7,1834	5,8857	5,8357
274	7,1793	5,8890	5,8377
275	7,1501	5,8805	5,8318
276	7,1620	5,8947	5,8436
277	7,1306	5,8866	5,8339
278	7,1383	5,8901	5,8371
279	7,1254	5,8864	5,8307
280	7,1496	5,9018	5,8424
281	7,1261	5,8872	5,8261
282	7,1399	5,8976	5,8337
283	7,1254	5,8926	5,8299
284	7,1403	5,9032	5,8413
285	7,1149	5,8910	5,8296
286	7,1297	5,9000	5,8344
287	7,1231	5,8983	5,8294
288	7,1670	5,9233	5,8446
289	7,1448	5,9132	5,8295
290	7,1601	5,9195	5,8268
291	7,1615	5,9189	5,8207
292	7,1980	5,9347	5,8286
293	7,1928	5,9244	5,8159
294	7,2204	5,9322	5,8211
295	7,2195	5,9295	5,8179
296	7,2486	5,9422	5,8301
297	7,2185	5,9312	5,8224
298	7,2323	5,9371	5,8289
total	7,2247	5,9301	5,8174

Contoh *File* Hasil PSNR pada protokol *routing* DSR

0	99,9900	99,9900	99,9900
1	99,9900	99,9900	99,9900
2	99,9900	99,9900	99,9900
3	99,9900	99,9900	99,9900
4	99,9900	99,9900	99,9900
5	99,9900	99,9900	99,9900
6	99,9900	99,9900	99,9900
7	99,9900	99,9900	99,9900
8	99,9900	99,9900	99,9900
9	99,9900	99,9900	99,9900
10	99,9900	99,9900	99,9900
11	99,9900	99,9900	99,9900
12	99,9900	99,9900	99,9900
13	99,9900	99,9900	99,9900
14	99,9900	99,9900	99,9900
15	99,9900	99,9900	99,9900
16	99,9900	99,9900	99,9900
17	22,0916	43,1174	45,9509
18	21,0082	40,4933	43,2095
19	20,2342	39,6229	42,0545
20	19,5525	38,8115	41,1332
21	19,0449	38,2948	40,5116
22	18,8123	37,7565	39,8717
23	18,5246	37,4163	39,5007
24	18,4547	37,0545	39,1025
25	18,4551	37,1084	39,1735
26	18,2599	36,9393	38,9437
27	18,1543	36,7389	38,8172
28	17,9407	36,5484	38,4716
29	17,8420	36,4045	38,4410
30	17,7333	36,2417	38,1597
...			
271	17,5292	35,3604	37,0312
272	17,4449	35,2515	36,7865
273	17,5141	35,3204	37,0737
274	17,4940	35,4123	37,0564
275	17,5192	35,4070	37,1524
276	17,4810	35,4239	37,0404
277	17,5277	35,4583	37,1432
278	17,5087	35,5015	37,0813
279	17,5192	35,4487	37,1144
280	17,4619	35,3667	36,8979
281	17,4682	35,4132	37,0543
282	17,4162	35,3981	36,9621
283	17,4119	35,3943	37,0174
284	17,3867	35,3418	36,9337
285	17,4040	35,3137	37,0963
286	17,3495	35,3193	37,0641
287	17,3618	35,2680	37,0687
288	17,2626	35,0777	36,8341
289	17,2981	35,3526	37,1538
290	17,2997	35,3915	37,2457
291	17,3337	35,4697	37,3699
292	17,3189	35,3694	37,2557
293	17,3358	35,4941	37,3642
294	17,3047	35,4630	37,3780
295	17,3185	35,4105	37,3076
296	17,2473	35,3054	37,1728
297	17,3193	35,4464	37,3164
298	17,2697	35,4666	37,3646
299	17,2815	35,5707	37,4457
total	22,7517	40,0080	41,3444