

KINERJA PROTOKOL ROUTING PADA LINGKUNGAN WIRELESS MESH NETWORK DENGAN COMBINED SCALABLE VIDEO CODING

Parma Hadi Rantellinggi¹⁾, Supeno Djanali²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Jl. Raya Sentani Padang Bulan – Kota Jayapura, Papua

²⁾Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Gedung Teknik Informatika, Jl. Teknik Kimia - Surabaya, Jawa Timur
e-mail: parma.hadi.id@ieee.org¹⁾, supeno@its.ac.id²⁾

ABSTRAK

Teknologi wireless mesh network (WMN) yang beroperasi pada standar IEEE 802.11 merupakan teknologi jaringan nirkabel terdiri dari mesh router dan mesh client dipadukan dengan internet, teknologi seluler dan jaringan sensor. Seiring perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan manusia, transmisi video melalui jaringan nirkabel semakin penting dan dibutuhkan. Umumnya, pembahasan transmisi video melalui teknologi jaringan nirkabel masih secara umum, sehingga memberikan tantangan dalam penggunaan throughput, end to end delay, packet loss dan PSNR. Combined Scalable Video Coding (CSCV) merupakan skema baru perkembangan dari H.264/MPEG-4. Pada penelitian ini CSCV digunakan untuk pengiriman video dengan standar IEEE 802.11 pada lingkungan WMN dan diaplikasikan pada protokol AODV, DSDV dan DSR. Untuk mengetahui kinerja protokol routing mana yang lebih baik dalam transmisi video CSCV digunakan metrik pengujian end to end delay, throughput, packet loss dan PSNR. Untuk analisis dan pengukuran data digunakan simulator NS-2, dan hasil percobaan simulasi yang dilakukan menunjukkan AODV memiliki nilai end to end delay yang rendah yaitu 0,57 detik, DSR memiliki nilai yang baik didalam throughput yaitu 31 kbps dan PSNR yaitu 22,7 dB, sedangkan DSDV memiliki packet loss yang rendah yaitu 56,4%.

Kata kunci: *Combined Scalable Video Coding, Network Simulator II, Protokol Routing, Transmisi video, Wireless Mesh Network*

ABSTRACT

Wireless mesh network (WMN) technology operating on IEEE 802.11 standard is a wireless networking technology consists of mesh routers and mesh clients, combined with the internet, mobile technology and sensor networks. Along with the development of technology and the increasing human needs, video transmission through wireless network becomes more important and necessary. Generally, the discussion of video transmission through wireless network is still in general, hence it provides a challenge in the use of throughput, end-to-end delay, packet loss and PSNR. Combined Scalable Video Coding (CSCV) is a new scheme for the development of H.264 / MPEG-4. In this research we use CSCV for video delivery with the IEEE 802.11 standard in WMN environment, which is applied to AODV, DSDV and DSR routing protocols. In order to obtain the performance of each protocol, we used testing metrics end-to-end delay, throughput, packet loss and PSNR. Simulator NS-2 is used for analysis and measurement of data. The results of simulation experiments conducted showed that AODV has the lowest end-to-end delay at 0.57 seconds, the DSR has a good value in the throughput at 31 kbps and PSNR at 22.7 dB, and DSDV has a low value in packet loss at 56.4%.

Keywords: *Combined Scalable Video Coding, Network Simulator II, Routing Protocol, Video transmission, Wireless Mesh Network*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan nirkabel sekarang ini telah banyak digunakan, dan diterapkan pada standar IEEE 802.11 yang membantu pengguna agar dapat mengakses internet setiap saat untuk mendapatkan informasi yang dapat berupa data teks, suara, gambar, maupun video. Seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan kebutuhan manusia, transmisi video melalui jaringan nirkabel semakin penting dan dibutuhkan.

Streaming video adalah sebuah layanan multimedia yang memberikan tantangan besar bagi kinerja jaringan nirkabel, selain itu beragam sistem jaringan dan perangkat keras yang sekarang semarak di pasaran mempengaruhi perkembangan dan penerapan teknologi bit stream video [1], perkembangan standar video seperti H.264/MPEG-4 yang kemudian dikembangkan ke dalam standar Scalable Video Coding (SVC) [1], [2].

Salah satu skema transmisi video untuk mengatasi masalah tersebut diatas adalah metode Combined Scalable Video Coding (CSVC) yang merupakan pengembangan dari H.264, CSVC adalah teknik scalable video yang menggabungkan masing-masing scalable dasar seperti temporal digunakan untuk mengirimkan video yang memprioritas sisi bit rate, SNR digunakan untuk sisi kualitas video, sedangkan spatial mengutamakan perubahan

format dan resolusi frame video yang dikirim. Ketiga jenis scalable tersebut dapat digabungkan satu dengan yang lain, hal tersebut dilakukan untuk menghasilkan gambar yang berkualitas pada decoder setelah melalui berbagai proses pengiriman encoder, sehingga dapat meningkatkan kualitas pengiriman video serta dapat beradaptasi dengan jaringan nirkabel.

Pada penelitian yang sudah dilakukan masih menerapkan pengiriman video secara umum dengan standar H.264/SVC yang diuji dalam lingkungan MANET [3], dan analisis kinerja protokol routing dengan menggunakan metrik pengujian seperti rasio pengiriman paket, end to end delay dan packet loss [18]. Penggunaan simulasi pada penelitian tersebut adalah Network Simulator II (NS-2), yang banyak digunakan oleh peneliti dalam bidang teknologi informasi [1]–[4]. Dalam penelitian ini digunakan standar H.264 dengan skema CSVC yang diuji coba pada protokol routing di lingkungan WMN, serta NS-2 sebagai simulator.

Protokol routing berkomunikasi dan menyebarkan informasi sehingga dapat memilih jalur antara dua node pada jaringan komputer. Ada dua jenis protokol routing yang diketahui secara umum yaitu protokol routing reaktif dan protokol routing proaktif, contoh dari kedua protokol yang di pakai untuk penelitian ini adalah AODV, DSDV dan DSR [5], [6].

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 nirkabel. Penggunaan simulator juga lebih fleksibel dibandingkan dengan simulasi pada medium nyata yang harus menyediakan beberapa perangkat keras maupun perangkat lunak yang dibutuhkan. NS-2 dapat melakukan simulasi skenario seperti layaknya skenario pada medium nyata untuk bereksperimen mengenai masalah yang dikaji.

Penelitian ini fokus kepada analisis kinerja protokol routing di lingkungan WMN dengan skema pengkodean video CSVC pada IEEE 802.11, dimana percobaan pengiriman video dengan skema CSVC diuji pada masing-masing protokol routing dari node sumber ke node tujuan pada lingkungan WMN, sehingga dapat diketahui kualitas kinerja dari masing-masing protokol routing tersebut untuk pengiriman video di lingkungan WMN dengan skema CSVC. Skema ini adalah skema baru pengembangan dari standar H.264/MPEG-4 dan merupakan kontribusi dalam penelitian ini untuk pengembangan bidang jaringan nirkabel dan transmisi video khususnya pada WMN dan CSVC. Protokol routing yang digunakan dalam penelitian ini adalah protokol routing AODV, DSDV dan DSR yang kemudian disimulasikan dengan NS-2. Untuk menguji kinerja dari protokol-protokol tersebut digunakan metrik pengujian kinerja Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), end to end delay, throughput dan packet loss yang kemudian dianalisis sehingga memperoleh hasil dari kinerja protokol-protokol routing tersebut pada lingkungan WMN dengan skema pengkodean video CSVC.

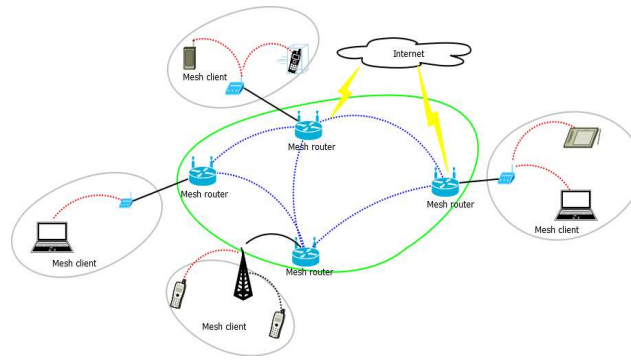
Tulisan ini di kelompokkan sebagai berikut bagian 2 membahas tentang tinjauan singkat studi literatur tentang WMN , protokol yang digunakan dalam penelitian ini serta gambaran singkat tentang NS-2, CSVC, Parameter evaluasi dan analisis. Bagian 3 menjelaskan mengenai desain penelitian yang di usulkan, bagian 4 membahas analisis hasil dan diskusi, pembahasan terakhir di tampilkan kesimpulan dari penelitian ini di bagian 5.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Wireless Mesh Network (WMN)*

Wireless Mesh Network terdiri dari mesh router dan mesh client, biasanya WMN dipadukan dengan teknologi jaringan yang lain contohnya internet, teknologi seluler dan jaringan sensor, WMN dapat beroperasi menggunakan standar IEEE 802.11, IEEE 802.15 dan IEEE 802.16 [7], [8].

Sebuah mesh router pada WMN 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, dan hanya memiliki satu wireless interface. Contoh dari mesh client antara lain laptop, desktop komputer, tablet dan smart phone. Berdasarkan fungsi dari sebuah node, WMN dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu Interface WMN, client WMN dan hybrid WMN Gambar 1 menunjukkan contoh arsitektur dari WMN.

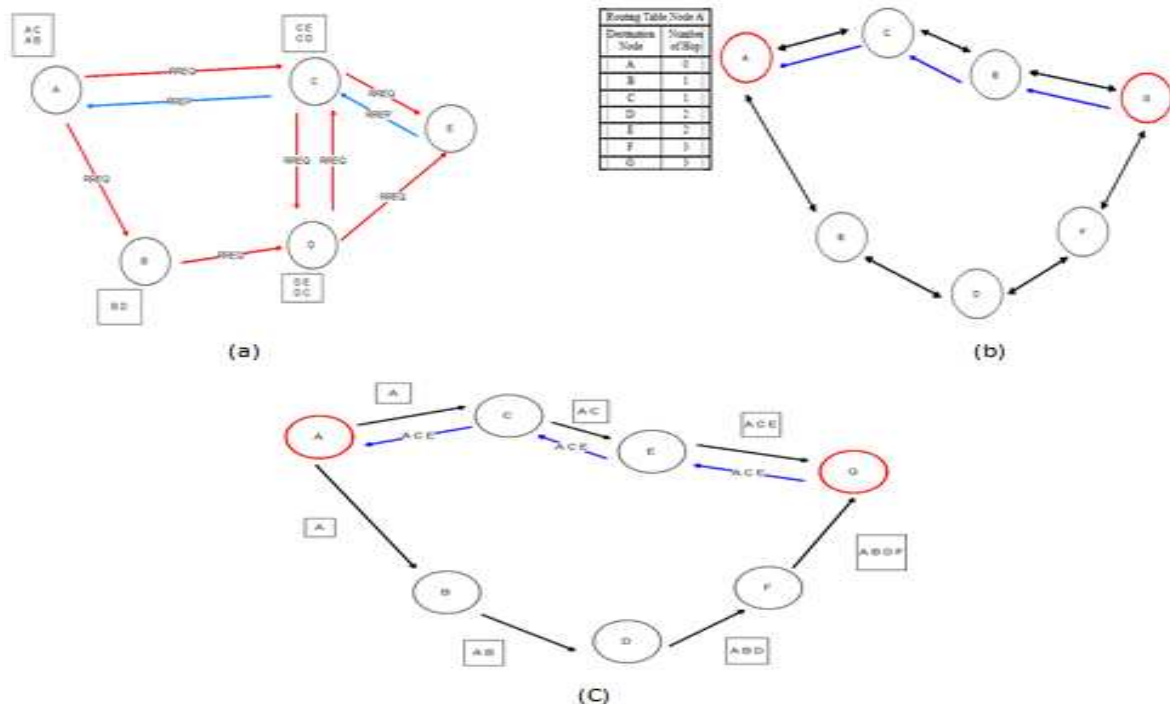


Gambar. 1. Arsitektur WMN

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. Contoh protokol reaktif yaitu Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) yang membangun rute dengan sebuah Route Request (RREQ) dan mendapat respon balik dari node tujuan dengan Route Response (RREP). Gambar 2a menunjukkan routing pada protokol AODV. Contoh lain adalah Dynamic Source Routing (DSR) yang merupakan routing reaktif yang bekerja dengan dua mekanisme utama yaitu Route maintenance dan Route Discovery [5], [6] seperti terlihat pada Gambar 2c.

Berbeda dengan protokol routing reaktif, protokol routing proaktif berusaha untuk mempertahankan rute ke semua node terlepas dari permintaan pada lapisan di atasnya. Dibandingkan dengan protokol routing reaktif, pendekatan ini lebih menghasilkan kontrol pesan yang overhead, tetapi tidak ada penundaan awal untuk mengatur rute sebelum komunikasi. Contoh protokol proaktif yaitu Destination Sequence Distance Vector (DSDV) yang 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 [5], [6]. Gambar 2b memperlihatkan sistem pencarian jalur dan respon balik dari node tujuan pada protokol routing DSDV.



Gambar. 2. Proses pencarian jalur dan respon pada protokol routing AODV, DSDV dan DSR

2.3. 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 dibangunnya

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 scalable yaitu SNR, temporal dan spasial. Combined Scalable memiliki 1 lapisan dasar (base layer) dan 2 lapisan tambahan (enhancement layer) yang digabung dalam satu blok diagram encoder – decoder menjadi 3 lapisan Scalable dimana setiap lapisan spasial bisa memperoleh prediksi dari lapisan yang lebih rendah. SCV 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 [2]–[4], [9].

2.4. Network Simulator II (NS-2)

Network Simulator 2 (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 [10]. 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.

2.5. Parameter Evaluasi dan Analisis

Penelitian ini memiliki empat parameter evaluasi dan analisis 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,. 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 [11]–[13]. End-to-end delay merupakan total waktu delay yang dialami setiap hop dalam perjalanannya menuju node 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, secara umum throughput diukur setelah trasmisi data karena suatu sistem bisa terjadi tambahan delay yang penyebabnya bisa pada faktor processor limitations, pada penelitian ini hasil throughput yang ditampilkan merupakan skenario node yang bergerak pada protokol routing AODV, DSR dan DSDV dimana yang di nilai adalah kecepatan rata-rata untuk komunikasi dari node asal ke node tujuan.

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 [13], [14].

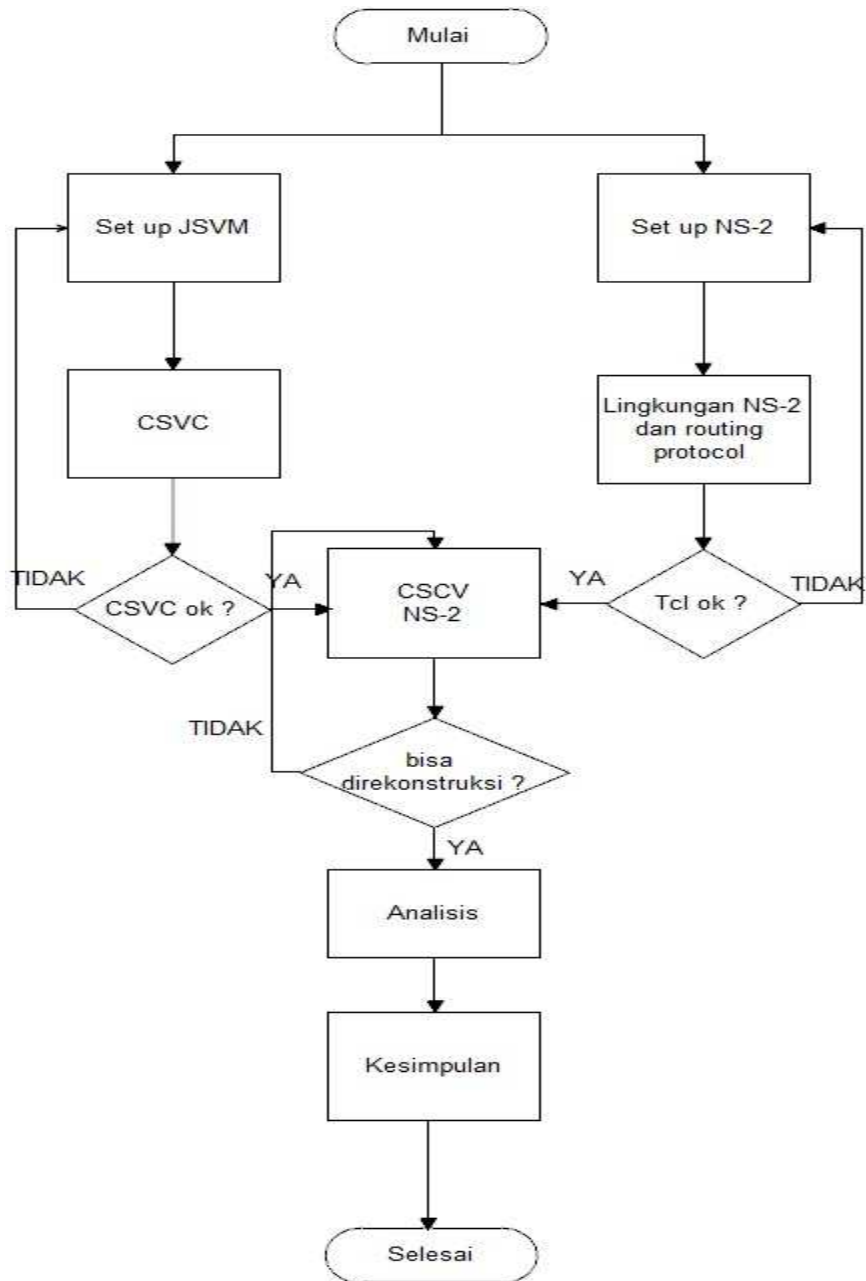
III. DESAIN PENELITIAN

Pada bagian ini mempunyai tujuan membahas langkah – langkah metode dan tahapan penelitian serta skema rancangan penelitian.

3.1. Metode dan Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah yang dapat dilihat pada flowchart Gambar 3, mulai dari tahap melakukan set up pada JSVM dan NS-2 sampai dengan kesimpulan pada hasil analisis. Metode dan tahapan dalam penelitian ini dijelaskan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

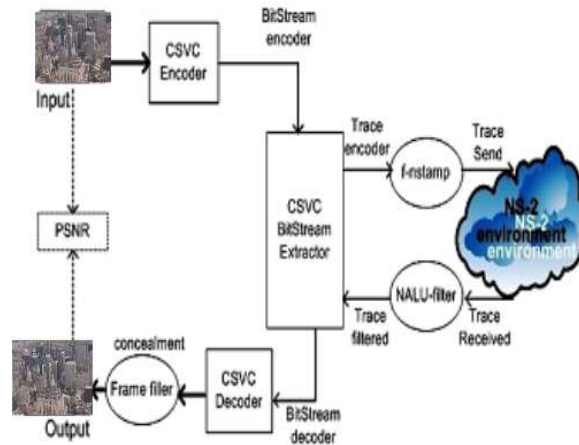
- 1) *Set up Joint Scalable Video Model (JSVM)*
Pada tahap ini akan diterapkan JSVM versi 9.18 yang merupakan standar pengembangan dari CSVC.
- 2) *Set up NS-2*
Pada tahap ini akan dilakukan instalasi dan mencoba menjalankan program simulasi NS-2.35 yang merupakan alat untuk simulasi pada penelitian.
- 3) *Implementasi CSCV dan Protokol 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.



Gambar. 3. Flowchart langkah – langkah penelitian.

3.2. Skema Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah pengembangan dari skema yang diusulkan oleh Rantelobo et al [13] yang digambarkan seperti pada Gambar 4.



Gambar. 4. Skema CSVC dengan menggunakan NS-2

Keterangan komponen skema pada Gambar 4 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Input dan Output video sequence berupa file standar pengujian dalam penelitian video.
- 2) Encoder dan Decoder dari CSVC dengan menggunakan JSVM versi 9.18 [15].
- 3) Bitstream Extractor CSVC yang merupakan bagian dari JSVM
- 4) NS-2 versi 2.35 sebagai alat simulasi [16].
- 5) SVEF versi 1.4 dan external tool [11], [17] beberapa komponen yang terdapat dalam SVEF pada skema ini yaitu F-nstamp yang berfungsi sebagai Bitstream Extractor yang menghasilkan trace file, NALU-filter yang berfungsi sebagai unit NAL filter yang menurunkan unit NAL yang terlambat diterima dan Frame-filter berfungsi sebagai pengisi frame serta menyembunyikan kesalahan pada urutan penerimaan video YUV.
- 6) PSNR analyzer merupakan eksternal tool dan pengoptimal.

Pada langkah berikutnya akan dianalisa performa dari tiga protokol routing yaitu AODV, DSR dan DSDV yang akan diimplementasikan pada skema CSVC. Pada penelitian ini dilakukan skenario pengujian pada tiga protokol routing ini menggunakan parameter PSNR, throughput, end to end delay dan packet loss, yang kemudian hasil pengujiannya di evaluasi untuk mengetahui kinerja dari tiga protokol routing tersebut. Pengujian dan analisis kinerja routing di lingkungan NS-2 diterapkan dilingkungan WMN yang sesuai dengan skema CSVC pada jaringan pita lebar nirkabel.

IV.HASIL ANALISIS DAN DISKUSI

4.1. Parameter dan Skenario

Pada pembangunan simulasi dalam penelitian ini digunakan beberapa parameter yang dapat dilihat pada tabel.1, simulasi menggunakan NS-2 dalam jaringan nirkabel.

TABEL I
STANDAR PARAMETER PADA SIMULASI

Parameter	Keterangan
Simulator	NS-2.35
MAC type	802.11
Jumlah node	6
Durasi waktu	50 detik
Area Simulasi	400 x 500
Protokol Routing	AODV, DSDV, DSR
Codec	JSVM 9.18 (H.264)/CSVC
Antenna	Antenna/Omni Antenna
Jumlah frame	300 frame
Video	City.yuv
Sistem operasi	Linux fedora 12

Dalam skenario penelitian ini dibangun dengan menggunakan 6 node dimana 3 node yang bergerak sebagai mesh client dan 3 node yang tidak bergerak sebagai mesh router. Skema yang digunakan berdasarkan pada skema pada Gambar 4 dimana pada lingkungan NS-2 digunakan skema WMN. Untuk memperoleh keakuratan data maka pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap protokol routing, pengujian dan analisis kinerja dari protokol routing AODV, DSDV dan DSR digunakan parameter pengujian end to end delay, throughput, packet loss dan PSNR dimana nilai yang diperoleh diambil dari perhitungan rata – rata dalam percobaan simulasi. Kalkulasi dan analisis rata – rata menggunakan persamaan(1) adalah sebagai berikut

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

dimana \bar{x} adalah rata – rata, x_i adalah nilai sampel ke- i dan n adalah jumlah data. Setelah mendapat nilai rata – rata dari setiap percobaan maka langkah berikutnya dikalkulasi untuk mendapatkan total nilai rata – rata dengan persamaan(2) sebagai berikut

$$\sum \bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4 + \bar{x}_5}{5} \quad (2)$$

dimana $\sum \bar{x}$ adalah nilai total rata – rata, $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4, \bar{x}_5$ adalah nilai rata-rata dari percobaan 1 sampai dengan 5.

4.2. Evaluasi Hasil Uji coba

Parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi ruang lingkup penelitian yang dibuat dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) End to end delay

Dalam hasil penelitian ini untuk parameter end to end delay diperoleh total rata – rata dari setiap protokol routing sebagai berikut untuk protokol routing AODV memiliki nilai end to end delay yang lebih rendah yaitu sebesar 0,57 second yang disebabkan oleh tidak terjadi delay tambahan pada percobaan simulasi, walaupun protokol routing AODV masuk dalam kategori protokol routing reaktif. Untuk protokol routing DSR mempunyai nilai end to end delay sebesar 0,65 second, dan untuk protokol routing DSDV memiliki nilai end to end delay yang tinggi dalam percobaan simulasi ini yaitu sebesar 0,67 second. Pada Gambar 5a memperlihatkan hasil simulasi end to end delay dari tiga protokol routing ini.

2) Throughput

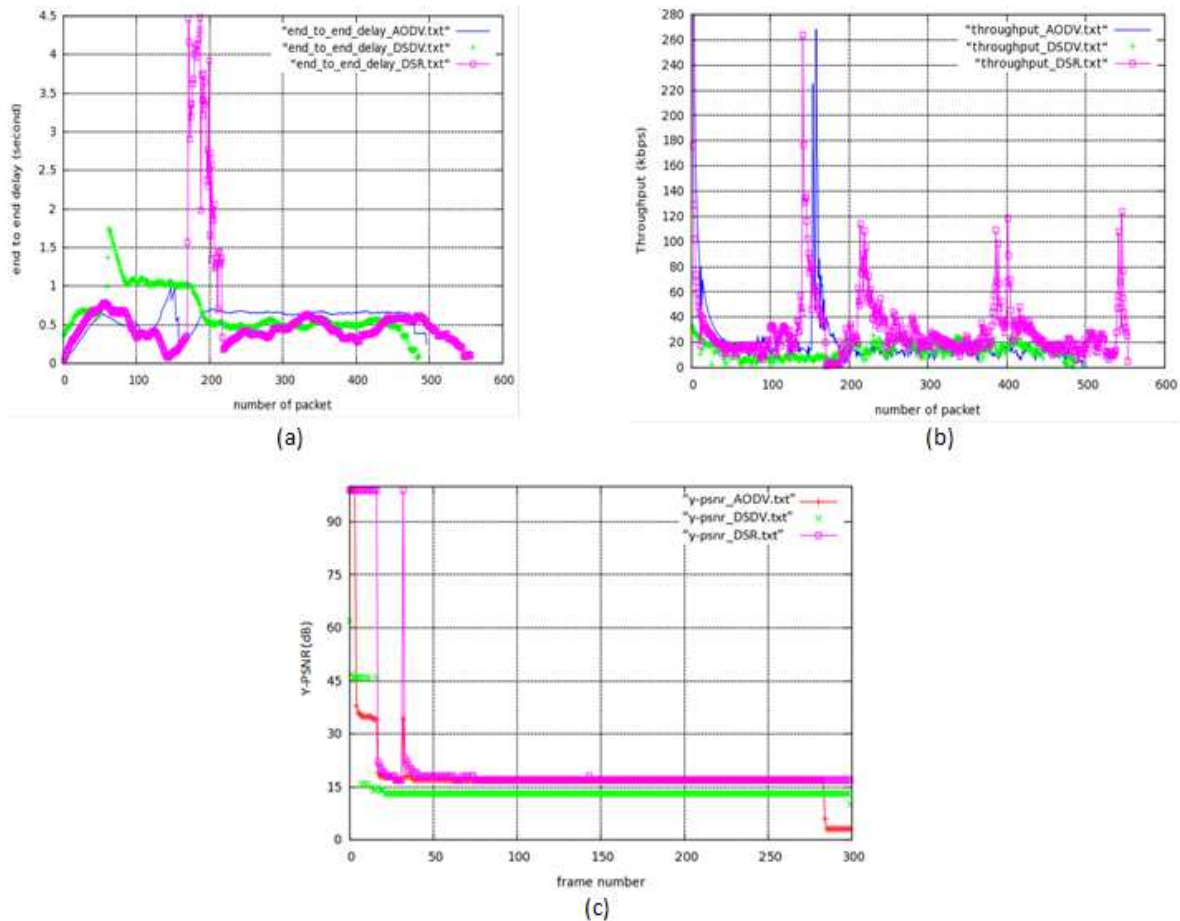
Dalam analisis parameter throughput pada penelitian ini diperoleh hasil nilai total rata-rata pada protokol routing DSR yaitu sebesar 31 kbps, untuk protokol routing AODV hasil yang diperoleh sebesar 23,5 kbps. Untuk protokol routing DSDV nilai throughput yang paling rendah dalam percobaan simulasi ini yaitu sebesar 13,9 kbps. Hasil percobaan throughput pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5b.

3) PSNR

Hasil analisis dari total rata – rata PSNR di dalam percobaan ini diambil nilai total rata-rata dari Y-PSNR [13], [14] sebagai keluaran dari skema CSVC. Dimana hasil yang didapat pada protokol routing DSR memiliki nilai total rata – rata Y-PSNR yang tinggi yaitu 22,7 dB. Untuk protokol routing AODV memiliki nilai total rata-rata sebesar 19,5 dB, protokol routing DSDV dalam percobaan ini memiliki nilai Y-PSNR yang rendah yaitu 14,7 dB. Dari hasil percobaan ini besar atau kecil nya kualitas PSNR dipengaruhi oleh besar kanal dalam jaringan nirkabel semakin besar kanal maka semakin banyak frame streaming video yang dapat diterima oleh node tujuan. Pada gambar 5c memperlihatkan hasil percobaan simulasi PSNR yang dilakukan. Dalam penelitian ini hasil PSNR yang diperoleh dalam simulasi masih dibawah standar minimal yang di tentukan oleh MPEG yaitu 25 dB.

4) Packet loss

Dari hasil analisis percobaan pada packet loss menunjukkan bahwa total rata-rata packet loss protokol routing DSDV sangat rendah yaitu sebesar 56,4% dibandingkan dengan hasil percobaan packet loss pada protokol routing AODV yaitu sebesar 62,6% dan hasil percobaan packet loss dari protokol routing DSR yaitu sebesar 76,4%.



Gambar 5. Hasil simulasi pada end to end delay, throughput dan Y-PSNR

V. KESIMPULAN

Dalam penulisan ini telah menampilkan kinerja protokol routing pada lingkungan WMN dengan skema CSVC yang merupakan skema baru pengembangan pada standar H.264, yang merupakan fokus dari penelitian ini dalam pengembangan jaringan nirkabel dan transmisi video khususnya WMN dan CSVC, uji coba dilakukan dengan simulasi pada NS-2. Hasil percobaan dengan menggunakan parameter end to end delay, throughput, packet loss dan PSNR menunjukkan bahwa untuk pengujian end to end delay protokol routing AODV memiliki end to end delay yang rendah dibanding protokol DSDV dan DSR akan tetapi dari parameter throughput dan PSNR dari hasil analisis yang diperoleh protokol routing DSR lebih baik dibandingkan kinerja dari protokol routing DSDV dan AODV. Untuk parameter packet loss nilai packet loss dari protokol routing DSDV lebih rendah dibandingkan protokol routing AODV dan DSR.

Penelitian dalam topik transmisi streaming video skema CSVC pada jaringan nirkabel terkhusus pada WMN merupakan topik yang menarik untuk dikembangkan terutama dalam mengukur konsumsi energi pada saat pengiriman streaming video, pengembangan model skema yang dapat diterapkan secara nyata, tidak hanya dari pengujian simulator karena hasil keluaran dari pengujian simulator terpengaruh dari sumber daya komputer yang digunakan, keterbatasan ini dapat menyebabkan pengujian tidak maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Dr.Kalvein Rantelobo yang telah berdiskusi dengan kami dalam membangun simulasi NS-2 pada skema CSVC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wu, Y. T. Hou, and Y.-Q. Zhang, "Scalable video coding and transport over broadband wireless networks," *Proc. IEEE*, vol. 89, no. 1, hal. 6–20, Jan. 2001.
- [2] H. Schwarz, D. Marpe, T. Schierl, and T. Wiegand, "Combined scalability support for the scalable extension of H.264/AVC," in *IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005*, 2005.
- [3] T. Schierl, T. Stockhammer, and T. Wiegand, "Mobile Video Transmission Using Scalable Video Coding," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 17, no. 9, hal. 1204–1217, Sep. 2007.
- [4] M. Wien, H. Schwarz, and T. Oelbaum, "Performance Analysis of SVC," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 17, no. 9, hal. 1194–1203, Sep. 2007.

- [5] E. Alotaibi and B. Mukherjee, "A survey on routing algorithms for wireless Ad-Hoc and mesh networks," *Comput. Netw.*, vol. 56, no. 2, hal. 940–965, Feb. 2012.
- [6] S. Mohapatra and P. Kanungo, "Performance analysis of AODV, DSR, OLSR and DSDV Routing Protocols using NS2 Simulator," *Procedia Eng.*, vol. 30, hal. 69–76, 2012.
- [7] I. F. Akyildiz, X. Wang, and W. Wang, "Wireless mesh networks: a survey," *Comput. Netw.*, vol. 47, no. 4, hal. 445–487, Mar. 2005.
- [8] D. Benyamina, A. Hafid, and M. Gendreau, "Wireless Mesh Networks Design #x2014; A Survey," *IEEE Commun. Surv. Tutor.*, vol. 14, no. 2, hal. 299–310, Second 2012.
- [9] M. van der Schaar and H. Radha, "A hybrid temporal-SNR fine-granular scalability for Internet video," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 11, no. 3, hal. 318–331, Mar. 2001.
- [10] T. Issariyakul and E. Hossain, "Introduction to Network Simulator 2 (NS2)," in *Introduction to Network Simulator NS2*, Springer US, 2012, hal. 21–40.
- [11] A. Detti, G. Bianchi, C. Pisa, F. S. Proto, P. Loreti, W. Kellerer, S. Thakolsri, and J. Widmer, "SVEF: an open-source experimental evaluation framework for H.264 scalable video streaming," in *IEEE Symposium on Computers and Communications, 2009. ISCC 2009*, 2009, hal. 36–41.
- [12] C.-H. Ke, "myEvalSVC: an Integrated Simulation Framework for Evaluation of H. 264/SVC Transmission.," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, hal.378-393, Jan. 2012.
- [13] K. Rantelobo, Wirawan, G. Hendranto, A. Affandi, and H.-A. Zhao, "A New Scheme for Evaluating Video Transmission over Broadband Wireless Network," in *Future Wireless Networks and Information Systems*, Y. Zhang, Ed. Springer Berlin Heidelberg, 2012, hal. 335–341.
- [14] K. Rantelobo, Wirawan, G. Hendranto, A. Affandi, and H.-A. Zhao, "Adaptive Combined Scalable Video Coding over MIMO-OFDM Systems using Partial Channel State Information," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 7, no. 12, hal. 3200–3219, Dec. 2013.
- [15] *JSVM Software Manual*. 2009.
- [16] "Network Simulator II (NS-2)." [Online]. Tersedia: <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [17] "SVEF: Scalable Video-streaming Evaluation Framework." [Online]. Tersedia: svf.netgroup.uniroma2.it.
- [18] O. Ben Rhaïem and L. C. Fourati, "Routing protocols performance analysis for scalable video coding (SVC) transmission over mobile ad-hoc networks," in *2013 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)*, 2013, hal. 197–202.