

Jurnal ***Rekayasa Elektrika***

VOLUME 14 NOMOR 3

Desember 2018

Analisis Kinerja Protokol Routing AODV, DSR, dan OLSR pada Mobile Ad hoc Network Berdasarkan Parameter Quality of Service 145-151

Alamsyah, I Ketut Eddy Purnama, Eko Setijadi, dan Mauridhi Hery Purnomo

JRE	Vol. 14	No. 3	Hal 145–220	Banda Aceh, Desember 2018	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

Analisis Kinerja Protokol Routing AODV, DSR, dan OLSR pada Mobile Ad hoc Network Berdasarkan Parameter Quality of Service

Alamsyah^{1,2}, I Ketut Eddy Purnama^{1,3}, Eko Setijadi¹, dan Mauridhi Hery Purnomo^{1,3}

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Gedung B dan AJ, Keputih, Surabaya 60111

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu
Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Tondo, Palu 94118

³Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Gedung B dan C, Keputih, Surabaya 60111
e-mail: alamsyah14@mhs.ee.its.ac.id

Abstrak—*Mobile adhoc network* (MANET) bekerja secara otonom, terkonfigurasi secara mandiri, dan dapat diterapkan pada lokasi darurat seperti kebakaran hutan, gempa bumi, banjir, dan pemantauan kesehatan. Namun, tantangan dan kesulitan yang dihadapi MANET adalah sistem jaringan yang dibangun bersifat dinamis, tanpa didukung oleh infrastruktur tetap dalam berkomunikasi antara node satu dengan node lain, dan sumber energi yang terbatas. Untuk mengatasi permasalahan MANET dan memperoleh kualitas jaringan yang optimal, maka pemilihan protokol routing dalam mendukung *quality of service* (QoS) sangat penting dalam perancangan MANET. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja protokol routing dari *dynamic source routing* (DSR), *ad hoc on demand distance vector* (AODV), dan *optimized link state routing* (OLSR) berdasarkan QoS. Parameter QoS yang dianalisis meliputi packet delivery ratio (PDR), *packet loss*, *throughput*, dan *delay*. Hasil simulasi menggunakan *network simulator* menunjukkan bahwa OLSR memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan AODV dan DSR dalam hal PDR, *packet loss*, *throughput*, dan *delay*.

Kata kunci: *mobile adhoc network* (MANET), AODV, DSR, OLSR, *quality of service* (QoS)

Abstract— MANET is autonomous, self-configured, and applicable to emergency locations such as forest fires, earthquakes, floods, and health monitoring. However, challenges and difficulties faced by the mobile ad-hoc network (MANET) is a dynamically built network system, without the support of infrastructure in communicating between one node and other nodes, and limited energy sources. To overcome MANET problems and to obtain optimal network quality, the selections of routing protocols and quality of service (QoS) are significant in MANET design. This study aims to analyze the performance of routing protocols: dynamic source routing (DSR), ad-hoc on demand distance vector (AODV) and optimized link state routing (OLSR) based on QoS. The analyzed QoS parameters include packet delivery ratio (PDR), packet loss, throughput, and delay. Simulation results using network simulator version based on the number of node densities indicate that OLSR has better performance compared to AODV and DSR regarding PDR, packet loss, throughput, and delay.

Keywords: *mobile adhoc network* (MANET), AODV, DSR, OLSR, *quality of service* (QoS)

Copyright © 2018 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Mobile ad hoc network (MANET) [1] bekerja dengan sistem otonom, terkonfigurasi secara mandiri, mampu berkomunikasi satu sama lain dengan menggunakan perangkat komunikasi seperti laptop, telepon seluler atau gadget lainnya. MANET dapat diterapkan pada lokasi yang tidak memiliki infrastruktur tetap seperti pemantauan kesehatan jantung untuk daerah terpencil [2], zona perang, dan kondisi daerah bencana alam seperti kebakaran hutan, banjir dan gempa bumi. Namun, tantangan dan kesulitan yang dihadapi MANET adalah *node* bergerak dengan cepat

dan tak terduga berubah seiring waktu dalam jaringan (bersifat dinamis) akibat jangkauan transmisi terbatas dari *node*, serta komunikasi yang digunakan antara *node* dengan *node* lain tidak didukung oleh infrastruktur [3], dan sumber energi yang terbatas [4]. Akibat sistem tanpa didukung oleh infrastruktur dan *node* bergerak secara bebas menyebabkan terjadinya perubahan topologi jaringan, *node* akan sulit diprediksi apakah sebagai *host* atau *router* [5], dan transmisi paket diperlukan beberapa kali untuk mencapai tujuannya.

Untuk mengatasi permasalahan MANET dan memperoleh kualitas jaringan yang baik agar pengiriman

data informasi sampai ke tujuan, maka pemilihan protokol *routing* sangat penting dalam perancangan MANET. Protokol *routing* pada dasarnya berkaitan dengan dua proses, yaitu menentukan rute optimal dan pengiriman informasi (paket) melalui jaringan.

Beberapa peneliti telah mengangkat topik MANET khususnya dalam menganalisis kinerja protokol *routing* reaktif dan proaktif, diantaranya menganalisis kinerja protokol *routing* reaktif (AODV, DSR) berdasarkan jumlah dan kecepatan *node*, serta pengaruh penggunaan model mobilitas *random way point* dan *random walk*. Hasil simulasi jaringan yang digunakan menunjukkan bahwa protokol AODV lebih baik dibandingkan dengan DSR pada setiap penambahan jumlah dan kecepatan *node* [6]. Protokol DSR efektif pada jumlah dan kecepatan *node* yang lebih kecil [7], serta memiliki kinerja yang lebih baik daripada AODV dalam hal PDR, *throughput*, dan *delay*. Namun, kedua peneliti belum mengevaluasi kinerja protokol *routing* proaktif dan jumlah *node* yang digunakan masih terbatas.

Perbandingan kinerja protokol *routing* reaktif (AODV, DSR, TORA) berdasarkan parameter QoS seperti PDR, *throughput*, dan *delay* diusulkan [8], serta kepadatan *node* yang diusulkan [9] menggunakan simulasi OPNET. Dimana pada keduanya menunjukkan bahwa AODV memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan DSR dan TORA. Protokol TORA lebih baik dibandingkan dengan AODV dan DSR dalam hal *routing overhead* (RO). Namun kedua peneliti belum mengevaluasi kinerja protokol *routing* proaktif dan jumlah *node* yang digunakan hanya maksimal 100.

Studi literatur protokol *routing* AODV, DSR, dan AOMDV berdasarkan parameter PDR, *throughput*, *routing overhead*, dan *delay*. Hasil *review* paper menunjukkan bahwa AODV memiliki kinerja PDR yang lebih baik dibandingkan AOMDV dan DSR [10]. Namun, peneliti tidak menjelaskan secara lengkap parameter simulasi yang digunakan. Sedangkan yang diusulkan [11] menunjukkan bahwa protokol AOMDV memiliki kinerja *delay* yang lebih baik dibandingkan dengan AODV dan DSR dalam hal *delay*.

Kinerja protokol *routing* AODV berdasarkan jumlah *node* dengan parameter yang digunakan seperti PDR, *routing overhead*, dan *latency* diusulkan [12] menggunakan OMNET menunjukkan bahwa AODV memiliki kinerja PDR yang lebih baik pada 10 *node* dan kinerja RO yang lebih baik pada 50 *node*. Namun, peneliti hanya fokus pada penelitian AODV, tidak mengembangkan pada protokol *routing* reaktif lainnya.

Kinerja protokol *routing* reaktif dan proaktif berdasarkan parameter, seperti PDR, *routing overhead*, *throughput*, dan *delay* dengan jumlah *node* yang digunakan sebanyak 30 dan ukuran paket sebesar 64 Kbps, 256 Kbps, 1024 Kbps diusulkan [13]. Hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa AODV memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal *throughput* dan *delay*. Sedangkan DSR memiliki kinerja lebih baik dalam hal PDR. Secara keseluruhan, AODV memiliki kinerja yang lebih baik

dibandingkan dengan DSR dan DSDV berdasarkan rata-rata penambahan jumlah *node*. Namun, peneliti hanya menggunakan jumlah *node* sebanyak 30.

Perbandingan kinerja protokol *routing* reaktif (AODV) dan proaktif (DSDV) dengan menggunakan parameter PDR dan *delay* diusulkan [14]. Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan NS2 menunjukkan bahwa protokol *routing* AODV dan DSDV memiliki kelebihan dan kekurangan. AODV memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal *delay* dan DSDV memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal PDR. Namun, peneliti tidak mengevaluasi parameter *throughput* dan *routing overhead*.

Analisis pengaruh kepadatan *node* dan *pause time* pada protokol *routing* AODV, DSDV, dan OLSR menggunakan NS3 menunjukkan bahwa OLSR memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan AODV dan DSDV dari semua parameter, baik pada penambahan *node* maupun pada penambahan *pause time*. AODV dan DSDV memiliki kinerja yang lebih baik hanya pada jumlah *node* dan *pause time* tertentu [15]. Untuk kondisi pemantauan kesehatan, dimana kinerja OLSR lebih baik dibandingkan dengan AODV dan DSDV dalam hal *packet delivery ratio*, dan *throughput* [16]. Namun, peneliti hanya menggunakan maksimal 100 *node*.

Perbandingan kinerja protokol DSR, AODV, dan DSDV pada MANET menggunakan NS2 menunjukkan bahwa AODV memiliki kinerja yang lebih baik daripada DSR dan DSDV untuk semua parameter. DSR hanya unggul dalam hal *throughput* [17]. Namun, OLSR belum dievaluasi.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja kualitas jaringan protokol *routing* reaktif (AODV, DSR) dan proaktif (OLSR) dengan jumlah *node* yang bervariasi dari 25 sampai 200. Kinerja protokol *routing* dianalisis berdasarkan parameter *quality of service* (QoS) seperti PDR, *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Pembahasan penelitian ini disusun sebagai berikut. Bagian I berisi permasalahan, solusi dalam meningkatkan kualitas jaringan pada MANET, dan penelitian yang terkait dengan MANET. Bagian II studi pustaka yang membahas klasifikasi protokol *routing* AODV, DSR, dan OLSR pada MANET. Bagian III metode penelitian yang digunakan. Bagian IV hasil dan pembahasan, dan bagian V kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh.

II. STUDI PUSTAKA

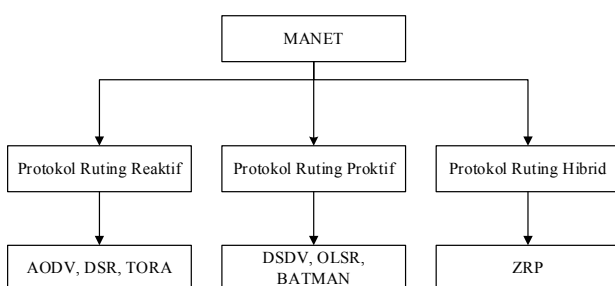
Beberapa metode telah dipertimbangkan dalam klasifikasi protokol *routing* di MANET. Klasifikasi ini didasarkan pada skema jaringan dan *routing*. Perubahan topologi jaringan dinamis memerlukan sistem komunikasi *multi-hop* dan skema *routing* yang handal. Jadi faktor *routing* merupakan salah satu aspek yang penting dan tantangan terbesar dalam menemukan rute optimal (jalur terpendek) dalam mentransfer paket dari sumber ke tujuan.

Routing pada MANET (Gambar 1) dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian utama, yaitu: 1) protokol *routing* proaktif; protokol ini saling bertukar

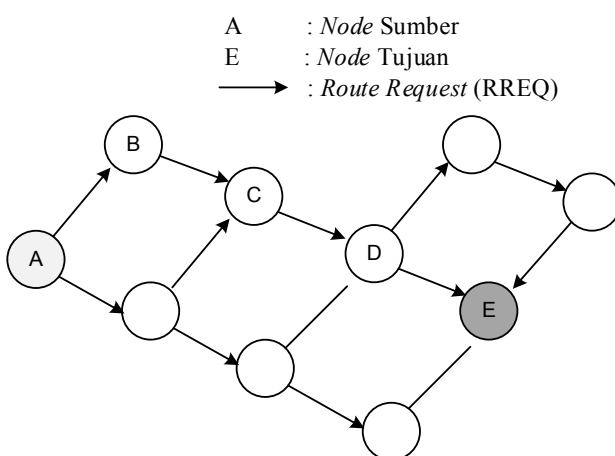
informasi topologi antar *node*. Setiap *node* menyiarkan rute dari tabel *routing* secara berkala ke tetangganya. Kelebihan utama protokol ini adalah memiliki waktu respon yang singkat dalam menemukan rute dari sumber ke tujuan karena informasi *up-to-date* dari setiap *node*. Contoh protokol *routing* proaktif adalah OLSR, DSDV, dan BATMAN, 2) protokol *routing* reaktif; protokol ini menetapkan rute saat diperlukan saja dan tidak menyimpan semua rute. Sebuah *node* tidak menyiarkan tabel *routing* secara berkala tetapi meningkatkan *bandwidth* jaringan. Contoh protokol *routing* reaktif adalah AODV, AOMDV, TORA, dan DSR, dan 3) protokol *routing* hibrid; protokol ini merupakan gabungan antara protokol *routing* proaktif dan reaktif yang mampu memberikan solusi lebih baik dibandingkan dengan protokol *routing* tertentu. Contoh protokol *routing* hibrid adalah ZRP [18].

A. Protokol Routing AODV

AODV merupakan protokol *routing* reaktif dalam membuat rute berdasarkan permintaan dan nomor urut digunakan dalam menemukan rute tujuan terbaru. AODV mengelola informasi terbaru dengan menggunakan prosedur penemuan rute dan tabel *routing* yang diperbarui [19]. *Node* tujuan hanya menjawab sekali ketika permintaan yang keluar diabaikan dan hanya menanggapi permintaan pertama. Selanjutnya, perubahan topologi jaringan harus dikirim hanya ke *node* yang akan membutuhkan informasi. Namun, kerugian AODV adalah pengiriman paket yang berlebihan menyebabkan terjadinya *routing overhead* dan



Gambar 1. Klasifikasi protokol *routing* pada MANET



Gambar 2. Paket *route request* (RREQ) pada AODV

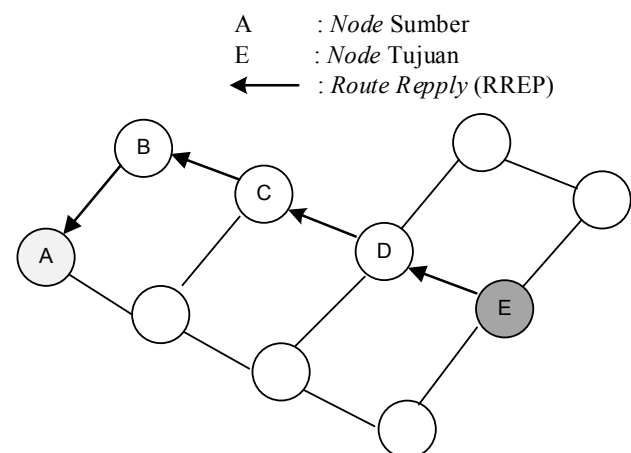
tidak mendukung hubungan asimetris.

AODV memiliki mekanisme *route request* (RREQ) dan *route reply* (RREP), dan *route error* (RERR). Gambar 2 dan 3 menunjukkan ketika *node* mentransmisikan pesan ke tujuan baru, maka pada saat itu diperlukan *node* sumber menyiarkan pesan RREQ. *Node* menerima balasan RREQ hanya jika memiliki rute ke tujuan bersama dengan nomor urut yang lebih besar atau sama dengan yang terdapat dalam RREQ. Jika *node* sumber telah menemukan rute tujuan maka *node* tujuan akan mengirim pesan respon berupa paket *route reply* (RREP).

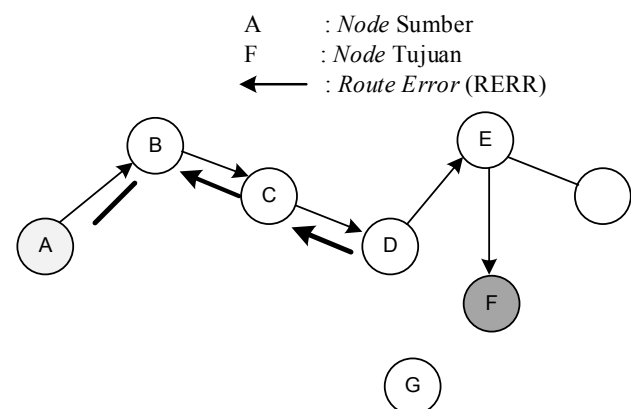
Gambar 4 menunjukkan pesan kesalahan menggunakan paket RERR dalam tahap pemeliharaan rute. Permintaan rute menggunakan paket RREQ dan RREP dipertimbangkan. Namun, pada paket kesalahan rute dan tahap pemeliharaan rute dihasilkan karena kegagalan rute. Proses RREP sama dengan permintaan rute tetapi dilakukan dalam urutan terbalik.

B. Protokol Routing DSR

DSR adalah protokol *routing* reaktif yang beroperasi pada dua prinsip seperti *routing* dan *caching* [20]. Proses penemuan rute dimulai hanya ketika rute yang diinginkan tidak dapat ditemukan di rute *cache*. Penggunaan sumber *routing* oleh DSR dengan menentukan urutan lompatan

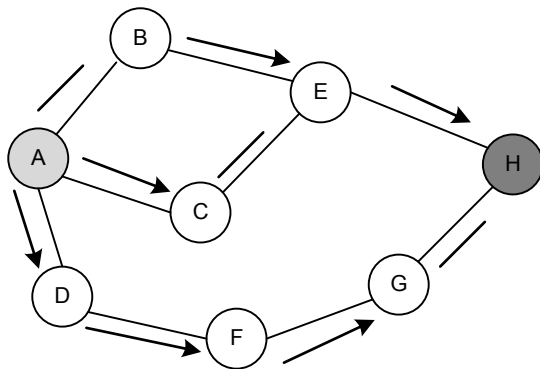


Gambar 3. Paket *route reply* (RREP) pada AODV

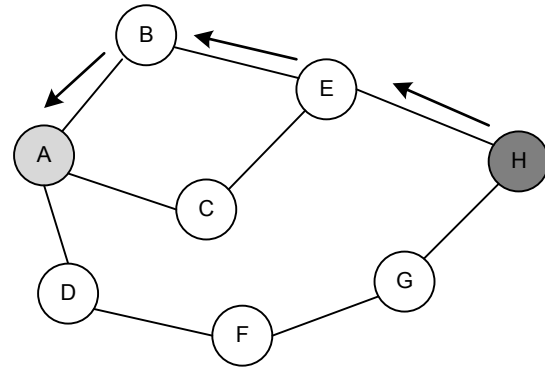


Gambar 4. Paket *route error* (RERR)

A : Node Sumber
H : Node Tujuan
→ : Route Request (RREQ)

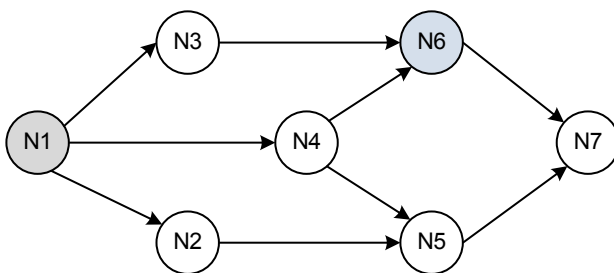


A : Node Sumber
H : Node Tujuan
← : Route Reply (RREP)



Gambar 5. Paket RREQ dan RREP pada DSR

N1 : Node Sumber
N6 : Node Tujuan
TC (N6) = (N2, N3, N4)



Gambar 6. Pengaturan pengiriman pesan pada OLSR

ketika setiap melintasi *node*. Protokol DSR memiliki dua mekanisme utama yaitu *route discovery* dan *route maintenance*. Kedua mekanisme ini bekerja sama untuk memungkinkan *node* dalam menemukan dan memelihara rute ke tujuan.

Pada *route discovery* terjadi pada saat *node* sumber yang ingin mengirim paket ke *node* tujuan dalam menemukan rute. Proses penemuan rute dimulai oleh *node* sumber dengan membanjiri paket RREQ untuk komunikasi antar *node*.

Setiap *node* akan mengikuti tiga instruksi, yaitu: 1) jika *node* menerima paket RREQ dari *node* tujuan maka *node* tersebut harus menerima paketnya, 2) jika bukan *node* tujuan, maka tambahkan identitas (Id) pada *node* dan teruskan paketnya, dan 3) jika *node* telah menerima paket sebelumnya, maka paket tersebut dikeluarkan. *Route maintenance* bekerja dengan mempertahankan jeda rute dari *node* sumber ke *node* tujuan selama transmisi. Protokol DSR menggunakan *route maintenance* untuk mendeteksi rute apakah terjadi kerusakan atau perubahan topologi jaringan selama proses transmisi. Jika terjadi kerusakan maka dilakukan pencarian rute alternatif dan fase penemuan rute baru menuju *node* tujuan. Gambar 5 merupakan sistem kerja pengiriman paket RREQ dan RREP pada DSR.

C. Protokol Routing OLSR

OLSR adalah salah satu protokol *routing* proaktif yang dikembangkan berdasarkan algoritma *link state routing* dan menggunakan teknik dalam mengekstrak informasi yang berkaitan dengan topologi jaringan [21]. OLSR memiliki kelebihan terkait dengan *delay* karena bersifat *routing table*. Namun, sifatnya yang secara terus menerus *update routing table* menyebabkan *routing overhead*. Untuk mengatasi tingginya *overhead*, maka OLSR menggunakan teknik MPR, dimana hanya *node* MPR yang terpilih dapat meneruskan paket kontrol pada setiap *node* dalam jaringan [22]. MPR berfungsi untuk mengurangi jumlah pengiriman pesan informasi yang berlebihan dan mengurangi terjadinya redundansi pengiriman paket pada setiap *node* [23]. Gambar 6 mengilustrasikan pemrosesan pesan *topology control* (TC) paket dari N1 (*node* sumber) ke N6 (*node* tujuan). Sedangkan N2, N3, dan N4 merupakan *node* tetangga.

III. METODE

A. Simulasi

Kinerja protokol *routing* AODV, DSR, dan OLSR pada MANET dievaluasi menggunakan NS2 versi 2.35 [24], skrip AWK [25], dan bahasa perintah (Tcl). Simulasi ini banyak digunakan peneliti dalam berbagai jenis penelitian jaringan [26]. Luas area yang digunakan adalah 1000 m x 1000 m dengan menggunakan propagasi model *two ray* [27] dan jumlah *node* yang bervariasi dari 25 sampai 200. Tabel 1 menunjukkan parameter simulasi.

Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi komputer. Ada dua bagian penting dari metode penelitian ini adalah sebagai berikut.

B. Parameter Quality of Service (QoS)

QoS merupakan mekanisme atau cara yang memungkinkan layanan dapat beroperasi sesuai dengan

Tabel 1. Random motion model

Parameter	Deskripsi
Program simulasi	NS 2.35
Sistem operasi	Ubuntu 14.04
Protokol routing	AODV, DSR, OLSR
Jumlah node	25, 50, 75, 100, 150, 200
Radio propagation model	TwoRay Model
Waktu simulasi	200 detik
Ukuran paket	512 byte
Protokol MAC	IEEE.802.11
Model mobilitas	Random Motion Model

karakteristiknya masing-masing dalam jaringan IP [28]. Untuk menghasilkan kualitas jaringan yang optimal untuk sampai ke tujuan dengan tepat waktu diperlukan standar QoS [29]. Parameter QoS yang dianalisis adalah PDR, *throughput*, *packet loss*, *delay*, RO dan TC dengan menggunakan NS2.

1. Packet Delivery Ratio (PDR)

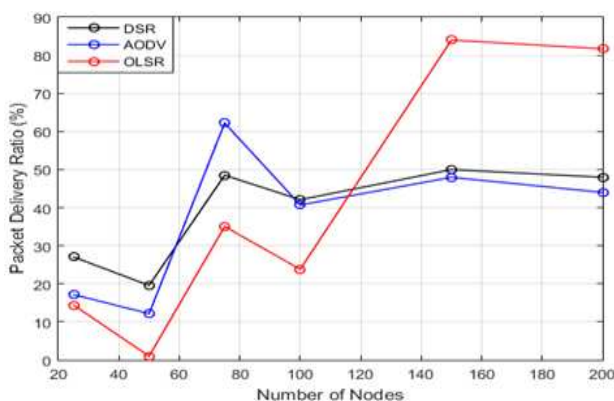
PDR adalah jumlah paket yang berhasil diterima oleh *node* tujuan berbanding dengan total paket yang dikirim oleh *node* sumber. PDR merupakan salah satu parameter dalam QoS untuk menentukan tingkat keberhasilan sebuah protokol *routing*.

$$PDR = \frac{\text{paket yang dikirim}}{\text{paket yang diterima}} \times 100\%. \quad (1)$$

2. Throughput

Throughput adalah kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. *Throughput* menggambarkan kondisi *data rate* dalam suatu jaringan. Semakin tinggi nilai *throughput* yang dihasilkan, maka protokol *routing* memiliki kinerja yang lebih baik.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah paket yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman paket}}. \quad (2)$$



Gambar 7. Hasil simulasi PDR

3. Packet Loss

Packet Loss diukur sebagai persentase paket yang hilang sehubungan dengan paket yang dikirim antara *node* sumber ke *node* tujuan. Paket hilang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang melewati suatu jaringan gagal mencapai tujuan.

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{paket yang mengalami loss}}{\text{paket yang dikirim}}. \quad (3)$$

4. Delay

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman data. Faktor yang mempengaruhi *delay* adalah waktu yang dibutuhkan protokol dalam menemukan rute.

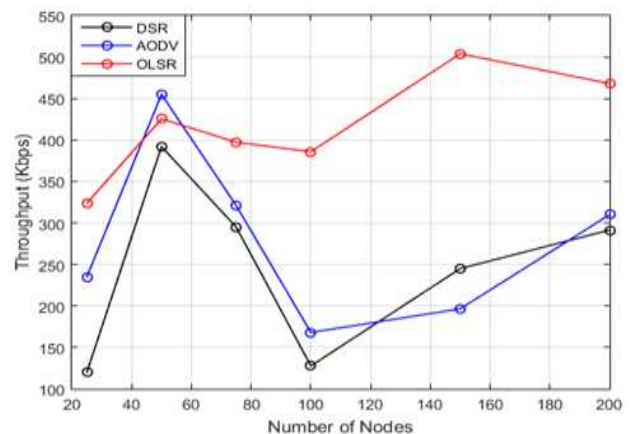
$$\text{Delay} = \text{waktu pengiriman} - \text{waktu penerimaan}. \quad (4)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

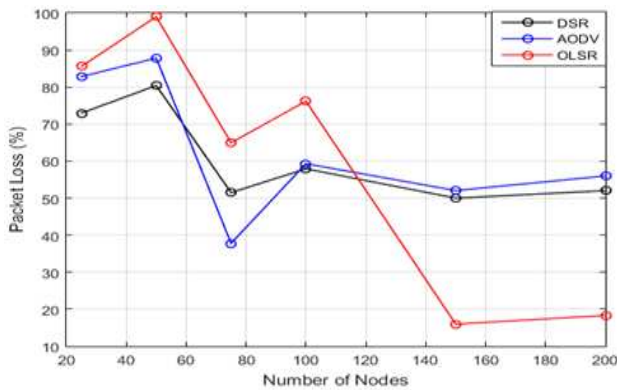
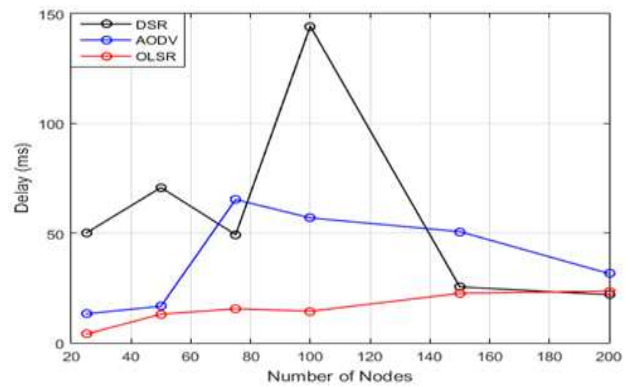
Analisis kinerja protokol *routing* AODV, DSR dan OLSR berdasarkan QoS dilakukan dengan jumlah *node* yang bervariasi dari 25 sampai 200 dengan kecepatan tetap sebesar 20 m/s.

Gambar 7 menunjukkan kinerja PDR berdasarkan jumlah kepadatan *node*. Pergerakan nilai PDR pada 25 sampai 200 *node* untuk DSR, AODV, OLSR adalah sama dan cenderung tidak stabil. Namun, OLSR memiliki kinerja PDR yang lebih baik dibandingkan dengan DSR dan AODV. Rata-rata nilai PDR untuk OLSR sebesar 39,99%, DSR sebesar 39,18%, dan AODV sebesar 33,06%. Peningkatan rata-rata PDR pada OLSR disebabkan oleh kemampuan OLSR dalam memilih *node* MPR minimal 2-hop. Sehingga rute yang terbentuk dari *node* sumber ke *node* tujuan lebih pendek. Hal ini menyebabkan jumlah paket data yang terkirim berhasil diterima oleh *node* tujuan.

Gambar 8 menunjukkan pergerakan nilai *throughput* pada 25 sampai 200 *node* untuk DSR, AODV, OLSR adalah sama dan cenderung tidak stabil. Namun, kinerja OLSR memiliki *throughput* lebih baik dibandingkan dengan DSR dan AODV. Rata-rata nilai *throughput* untuk OLSR sebesar 417,38 Kbps, DSR sebesar 245,20 Kbps,



Gambar 8. Hasil simulasi *throughput*

Gambar 9. Hasil simulasi *packet loss*Gambar 10. Hasil simulasi *delay*

dan AODV sebesar 280,92 Kbps. Peningkatan *throughput* pada OLSR disebabkan oleh konsep OLSR dalam penyebaran paket menggunakan konsep pesan “Hello” dan pesan “*topology control* (TC)”. Sedangkan AODV hanya menggunakan pesan “Hello”, begitu pula dengan DSR dalam penyebaran paket tidak menggunakan pesan “Hello” dan “TC”.

Gambar 9 menunjukkan pergerakan nilai *packet loss* pada 25 sampai 200 *node* untuk DSR, AODV, OLSR adalah sama dan cenderung tidak stabil dengan bertambahnya jumlah *node*. Namun, kinerja protokol OLSR memiliki *packet loss* yang lebih baik dibandingkan dengan protokol DSR dan AODV. Rata-rata nilai *packet loss* untuk protokol OLSR sebesar 60,01%, DSR sebesar 60,80% dan AODV sebesar 62,64%.

Gambar 10 menunjukkan kinerja *delay* berdasarkan jumlah kepadatan *node*. Pergerakan nilai *delay* pada 25 sampai 200 *node* untuk DSR dan AODV adalah sama dan cenderung turun pada saat penambahan jumlah *node*. Sedangkan pergerakan protokol OLSR adalah cenderung naik dalam setiap penambahan jumlah *node*. Namun, kinerja protokol OLSR memiliki rata-rata *delay* yang lebih baik dibandingkan dengan protokol DSR dan AODV.

Rata-rata nilai *delay* untuk protokol OLSR sebesar 15,52 millidetik, DSR sebesar 60,31 millidetik dan AODV sebesar 39,07 millidetik. Penurunan *delay* yang dihasilkan oleh OLSR disebabkan oleh karakteristik yang memiliki kemampuan dalam menemukan rute dengan cepat selama proses pengiriman. Informasi rute pada protokol *routing* ini diperbaharui secara berkala berdasarkan interval waktu yang sudah ditentukan (tabel *routing*). Tersedianya tabel *routing* tentunya membutuhkan waktu yang lebih cepat dalam menemukan rute. Sedangkan AODV dalam pencarian rute berdasarkan kebutuhan atau permintaan dari pengirim ke *node* tujuan. Hal ini menyebabkan protokol AODV membutuhkan waktu yang cukup lama dalam menemukan rute dari *node* sumber ke *node* tujuan.

V. KESIMPULAN

Hasil simulasi yang dilakukan berdasarkan perubahan jumlah *node* menunjukkan bahwa kinerja OLSR lebih baik daripada DSR dan AODV dalam hal PDR sebesar 39,99%, *throughput* sebesar 417,38 Kbps, *packet loss*

sebesar 60,01%, dan *delay* sebesar 15,52 millidetik. Kinerja protokol OLSR lebih baik pada semua parameter dibandingkan dengan DSR dan AODV. Hal ini disebabkan oleh kemampuan OLSR mengadopsi konsep MPR dalam menentukan rute dan mereduksi paket dalam setiap *node*. Kinerja *delay* yang dihasilkan OLSR lebih baik dibandingkan dengan DSR dan AODV disebabkan oleh adanya ketersediaan informasi rute (*routing table*) yang diperbaharui secara berkala dengan interval waktu yang telah ditentukan.

Protokol *routing* OLSR sangat mendukung untuk diterapkan pada jaringan dengan jumlah *node* yang lebih padat. Sedangkan protokol *routing* DSR dan AODV cukup efektif pada kondisi jaringan dengan jumlah *node* yang tidak padat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (RISTEKDIKTI) atas bantuan dana Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) dan penelitian disertasi doktor (PDD) yang telah diberikan dalam mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- [1] P. Sarkar and Hrituparna Paul, “Performance comparison of AODV, DSR, DYMO and TORA routing protocols in mobile ad hoc networks,” *Int. J. of Recent Trends in Engineering and Technology*, India, vol. 11, June 2014.
- [2] T. S. Sollu, Alamsyah, M. Bachtiar, and A. G. Soai, “Patients’ heart monitoring system based on wireless sensor network,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, pp. 1-10.
- [3] W. Abdou, A. Henriet, C. Bloch, D. Dhoutaut, D. Charlet, and F. Spies, “Using an evolutionary algorithm to optimize the broadcasting methods in mobile ad hoc networks,” *Journal of Network and Computer Applications*, United States, vol. 34, no. 6, pp. 1794-1804, November 2011.
- [4] V. Rishiwal, A. Kush, and Shekhar Verma, “Stable and energy efficient routing for mobile adhoc networks,” in *Proc. 5th IEEE International Conference on Information Technology: New Generations*, April 2008, pp. 1028-1033.
- [5] A. Sherastha and F. Tekiner, “On MANET routing protocols for mobility and scalability,” in *Proc. IEEE International*

- Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies*, Dec. 2009, pp. 451-456.
- [6] O. Kembuan, Widyawan, dan S. S. Kusumawardani, "Analisis kinerja reactive routing protocol dalam mobile ad-hoc network (MANET) menggunakan NS-2 (Network Simulator)," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, Yogyakarta vol. 1, No. 1, hal. 1-7, Mei 2012.
 - [7] P. Nayak and P. Sinha, "Analysis of random way point and random walk mobility model for reactive routing protocols for MANET using NetSim simulator," in *Proc. 9th International Conference on Autonomous Infrastructure, Management and Security (AIMS)*, Jan. 2015, pp. 427-432.
 - [8] A. K. S. Ali, dan U.V. Kulkarni, "Comparing and analyzing reactive routing protocols (AODV, DSR and TORA) in QoS of MANET," in *Proc. IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC)*, Jan. 2017, pp. 345-348.
 - [9] N. Adam, M. Y. Ismail, and J. Abdullah, "Effect of node density on performances of three manet routing protocols," in *Proc. IEEE International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA)*, April 2010, pp. 321-325.
 - [10] M. Y. Barange and A. K. Sapkal, "Review paper on implementation of multipath reactive routing protocol in manet," in *Proc. IEEE International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*, 2016, pp. 227-231.
 - [11] T. K. Araghi, M. Zamani, and Abdul Mnaif, "Performance analysis in reactive routing protocols in wireless mobile ad hoc networks using DSR, AODV and AOMDV," in *Proc. IEEE International Conference on Informatics and Creative Multimedia (ICICM)*, Sep. 2013, pp. 81-84.
 - [12] B. Karthikeyan, N. Kanimozhi, and S. H. Ganesh, "Analysis of Reactive AODV Routing Protocol for MANET," in *Proc. IEEE World Congress on Computing and Communication Technologies (WCCCT)*, 2014, pp. 264-267.
 - [13] Y. Bai, Y. Mai, and N. Wang, "Performance comparison and evaluation of the proactive and reactive routing protocols for MANETs," in *Proc. IEEE Wireless Telecommunications Symposium (WTS)*, May 2017, pp. 1-5.
 - [14] D. Kumar, A. Srivastava, dan S. C. Gupta, "Performance comparison of pro-active and reactive routing protocols for MANET," in *Proc. IEEE International Conference on Computer Applications (ICCCA)*, February 2012, pp. 1-4.
 - [15] L. Naik, L., R. U. Khan, and R. B. Mishra, "Analysis of node density and pause time effects in MANET routing protocols using NS3," *International Journal of Computer Networks and Information Security*. Hongkong, vol. 12, no. 2, pp. 9-17, December 2016.
 - [16] Alamsyah, M. H. Purnomo, I. E. Purnama, dan E. Setijadi, "Performance of the routing protocols AODV, DSDV and OLSR in health monitoring using NS3," in *Proc. IEEE International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, July 2016, pp. 323-328.
 - [17] A. Arya and J. Singh, "Comparative study of AODV, DSDV and DSR routing protocols in wireless sensor network using NS-2 simulator," *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 5, no. 4, pp. 5053-5056, 2014.
 - [18] P. Nayak and P. Sinha, "Analysis of random way point and random walk mobility model for reactive routing protocols for MANET using NetSim simulator," in *Proc. Conference 9th International Conference on Autonomous Infrastructure, Management and Security (AIMS)*, June 2015, pp. 427-432.
 - [19] A. Bagwari, R. Jee, P. Joshi, and S. Bisht, "Performance of AODV routing protocol with increasing the MANET nodes and its effects on QoS of mobile ad hoc networks," in *Proc. IEEE International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, 2012, pp. 320-324.
 - [20] D. B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks," *Mobile Computing*, vol. 353, pp. 153-181, October 2012.
 - [21] Y. Ge, T. Kunz, and L. Lamont, "quality of service routing in adhoc networks using OLSR," in *Proc. IEEE 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, Jan. 2003.
 - [22] T. Rasheed, U. Javaid, M. Jerbi, and K. A. Agha, "Scalable multi-hop ad hoc routing using modified OLSR routing protocol," in *Proc. IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, Sept. 2007, pp. 1-6.
 - [23] R. Desai and B. P. Patil, "Analysis of routing protocols for ad hoc networks," in *Proc. IEEE International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications (CSCITA)*, April 2014, pp. 111-115.
 - [24] K. Fall and K. Varadhan, "The ns Manual (formerly ns notes and documentation)," The VINT Project a Collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC, 2011.
 - [25] A. D. Robbins, "GAWK: Effective AWK programming," 4th ed. Free Software Foundation Publisher, Boston, 2016.
 - [26] H. Fitriawan dan A. Wahyudin, "Simulasi kinerja jaringan nirkabel IEEE-802.11a dan IEEE-802.11g menggunakan NS-2," *Jurnal Rekayasa Elektrika*. Aceh, vol. 10, no. 4, Oktober 2013.
 - [27] N. Sah and A. Kumar, "CSP algorithm in predicting and optimizing the path loss of wireless empirical propagation models," *International Journal of Computer and Electrical Engineering*. California, vol. 1, no. 4, pp. 464-472, October 2009.
 - [28] T. A. Gani, Rahmad, dan Afdhal, "Aplikasi pengaruh quality of service (Qos) video conference pada trafik H.323 dengan menggunakan metode differentiated service (diffserv)," *Jurnal Rekayasa Elektrika*. Aceh, vol. 9, no. 2, Oktober 2010.
 - [29] G. Santhi dan A. Nachiappan, A survey of QoS routing protocols for mobile ad hoc networks. 2010, [cit. 2012-10-23]. URL: <http://airccse.org/journal/jcsit/0810ijcsit11.pdf>

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

