

Meningkatkan Kinerja Protokol Routing AOMDV Dalam Memilih Node Tetangga Berdasarkan Bandwidth, Round Trip Time, dan Packet Loss Ratio Untuk Menemukan Rute Terbaik

Improving AOMDV Routing Protocol Choosing Neighbor Node Based on Bandwidth, Round Trip Time, and Packet Delivery Ratio to Choose the Best Route

I Putu Gede Krisna Parwata, Andy Hidayat Jatmika*, Ariyan Zubaidi

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mataram
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: parwatakrisna@gmail.com, [andy, zubaidi13]@unram.ac.id

**Penulis Korespondensi*

Abstract Mobile ad hoc network or in short MANET is a group of node that exchange the information from source node to destination node on wireless network. The main problem in MANET is on the network structure that change continuously that is cause by node mobility that made route disconnected. If route disconnect there will be another route discovery processes that will take much time. AOMDV (Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector) routing protocol works by doing broadcast Route Request Packet (RREQ) from source node to neighbor node (intermediate node) and then it will continuously until it arrives to destination node. AOMDV didnt choose the best neighbor node while broadcast RREQ packet so the route constructed have high possibility to disconnected and must re-broadcast until it find stable route and it will be a long time and not effective. To solve this problem, it proposed to add a modification with AOMDV routing protocol with calculation of bandwidth, round trip time, and packet loss ratio to choose neighbor node to find the best route. Routing protocol performance will test using test parameter throughput, delay, and packet delivery ratio to choose the best neighbor node. Based on test result, the proposed modification can improve the performance of AOMDV routing protocol. After modification, average throughput has improved 43.26 %, Packet Delivery Ratio (PDR) improved 3.15 % and average end-to-end delay reduce 31.26%.

Key words: MANET, Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector, Bandwidth, Round Trip Time, Packet Loss Ratio

I. PENDAHULUAN

Pemilihan node tetangga terbaik yang berpartisipasi dalam suatu rute yang digunakan untuk pengiriman data sangatlah penting pada jaringan MANET. Dikatakan penting karena node-node pada jaringan MANET memiliki karakteristik mampu bergerak bebas ke segala

arah[1]. Hal ini tentu saja membuat rute yang dipilih menjadi kurang bertahan lama sehingga terputus dan butuh waktu untuk melakukan pencarian rute lagi.

Rute yang dipilih nantinya digunakan untuk proses routing atau meneruskan paket data dari node sumber ke node yang dituju. Proses *routing* membutuhkan suatu protokol *routing* untuk menemukan jalur. Ada beberapa kategori protokol *routing* pada MANET yaitu reaktif, proaktif, *hybrid*. Fokus pada penelitian ini digunakan protokol *routing* bersifat reaktif. Sifat reaktif yang dimaksud dalam protokol *routing* adalah apabila suatu topologi jaringan terputus, maka *node* selalu meminta dibuatkan lintasan baru untuk jaringan. Protokol *routing* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah protokol *routing* AOMDV (*Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector*).

AOMDV dalam mencari rute akan melakukan identifikasi node tetangga yang berada pada range komunikasinya dengan mengirim paket Hello ke semua tetangganya, lalu node tetangganya akan membalas paket Hello tersebut. Node asal akan mencatat semua node tetangga ke dalam tabel neighbor. Setelah itu node asal mengirim paket Route Request (RREQ) ke semua node tetangga miliknya untuk mencari rute. Node tetangga yang juga disebut node intermediate akan melakukan cara yang sama lalu meneruskan paket RREQ ke node tetangganya juga sampai paket RREQ tiba di node tujuan [2]. Node tujuan yang menerima RREQ akan membalas dengan menggunakan paket Route Reply (RREP) melalui node intermediate hingga ke node asal. Node asal yang menerima paket RREP akan menggunakan rute berdasarkan informasi dari RREP tersebut.

Terdapat kelemahan dari pencarian rute yang digunakan oleh protokol ruting AOMDV ini yaitu tidak

melakukan perhitungan besarnya bandwidth, round trip time (RTT), dan packet loss yang akan berdampak pada lemahnya rute yang dipilih dikarenakan AOMDV hanya menggunakan perhitungan banyaknya jumlah hop yang dilewati sehingga tidak mengetahui apakah rute tersebut handal atau tidak, dan tentu saja hal ini akan dimungkinkan putusya rute menuju node tujuan. Jika rute terputus, AOMDV akan mengulangi pencarian rute Kembali dimana akan memakan waktu cukup lama [3].

Penelitian ini bertujuan melakukan pemilihan node tetangga terbaik berdasarkan kriteria yaitu besarnya nilai bandwidth, round trip time (RTT), dan packet loss ratio (PLR) sebuah link antar dua buah node. Perhitungan 3 (tiga) parameter tersebut akan diimplementasikan pada paket Hello. Ketika node asal yang menggunakan protokol AOMDV melakukan broadcast paket Hello yang telah dimodifikasi ke node-node tetangganya, maka paket hello tersebut akan melakukan perhitungan besarnya nilai bandwidth, RTT dan PLR link yang menuju ke node-node tetangga. Rumus yang digunakan untuk perhitungan yaitu dengan rumus $Bandwidth < 70\% + RTT < 15\% + PLR < 15\% = 100\%$. Node-node tetangga yang menerima paket Hello yang telah dimodifikasi ini akan membalas dan memberikan hasil perhitungan ke node asal. Node asal akan membaca informasi yang diterimanya ke dalam tabel neighbor miliknya. Node asal akan memilih node tetangga terbaik berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Node tetangga yang terpilih akan menerima paket RREQ untuk diteruskan ke node tujuan. Rute yang dipilih berisi kumpulan node-node terbaik dengan link-link yang telah dihitung persentasenya berdasarkan rumus yang digunakan. Berbeda dengan AOMDV standar yang hanya memilih rute berdasarkan jumlah hop saja tanpa memperhatikan apakah node dan link yang berpartisipasi di rute tersebut handal atau tidak. Modifikasi perhitungan besarnya nilai bandwidth, RTT, dan packet loss dilakukan pada kerangka protokol routing AOMDV.

Kinerja protokol routing AOMDV yang telah dimodifikasi akan diukur berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, dan *Packet Delivery Ratio* (PDR) untuk menentukan node tetangga terbaik [4]. Hasil dari AOMDV yang telah dimodifikasi akan dibandingkan dengan AOMDV standar untuk mengetahui seberapa berhasilnya penelitian ini. Simulasi jaringan menggunakan tools network simulator 2 (NS-2) versi 2.35 yang dijalankan diatas sistem operasi Linux Ubuntu 14.04 LTS. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk simulasi adalah menggunakan Bahasa pemrograman TCL, sedangkan untuk modifikasi protokol AOMDV menggunakan Bahasa C++. Untuk mendapatkan hasil parameter uji kinerja protokol routing menggunakan Bahasa pemrograman AWK.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada artikel penelitian [4], *Ad hoc On-demand Distance Vector* (AODV) yang dimodifikasi dengan algoritma *location aware* akan memilih *node* tetangga terbaik, yang akan membentuk jalur terbaik, untuk

jaringan mobile *ad hoc*, pada algoritma ini dilakukan perhitungan *Bandwidth*, *Round Trip Time* (RTT), dan *Packet Loss Ratio* (PLR) dengan rumus $Bandwidth < 70\% + RTT < 15\% + PLR < 15\% = 100\%$. Ada beberapa keuntungan dari protokol AODV yang dimodifikasi *location aware* antara lain, AODV dengan *Location aware* bekerja lebih efisien pada network dengan jumlah *node* yang banyak. *Throughput* pada AODV *Location aware* berada diangka 80, *Packet delivery ratio* berada diangka 0,25, sedangkan *Delay* pada angka 1,7 pada 10 *node*.

Adapun kesimpulan dari artikel ini adalah pemilihan jalur lebih mudah dikarenakan permintaan broadcast *node* asal dan *node* tujuan dipersempit pada koordinat GPS yang kemudian mencari *node* tetangga terbaik. Kedua, paket dikirimkan ke *node* tujuan dengan durasi waktu yang lebih cepat yang meningkatkan efisiensinya dikarenakan melewati lebih sedikit *node intermediate* sehingga *packet delivery ratio* lebih tinggi. Ketiga, energi yang dikonsumsi lebih sedikit dikarenakan paket hanya berjalan ke *node* tetangga terbaik dibandingkan pada AODV tanpa *location aware* yang mengirimkan paket ke seluruh *node*. Penelitian yang dilakukan memiliki perbedaan dengan penelitian terkait, yaitu pada protokol *routing* yang digunakan. Penelitian terkait menggunakan *protocol routing* AODV yang merupakan protokol unipath yaitu menemukan satu jalur, sedangkan penelitian yang digunakan menggunakan *protocol routing* AOMDV yang merupakan *protocol* multipath yaitu menemukan lebih dari satu jalur. Adapun penelitian ini menggunakan perhitungan *Bandwidth*, *Round Trip Time* (RTT), dan *Packet Loss Ratio* (PLR) yang sama seperti penelitian terkait untuk meningkatkan performa *protocol* yang digunakan.

Pada artikel penelitian [5] diusulkan protokol *routing* baru yang disebut GRID yang mencoba memanfaatkan informasi lokasi dalam pencarian rute, *packet relay*, dan *route maintenance*. Protokol ini memiliki dua fitur. Pertama, memberikan biaya perutean yang jauh lebih sedikit daripada protokol yang ada dengan membatasi zona pencarian rute ke area terbatas dan meneruskan pencarian rute ke satu host seluler (*gateway*) dari setiap area *grid*. Kedua, memberikan umur rute yang jauh lebih lama daripada protokol yang ada dengan memilih kembali *gateway* baru setelah *gateway* sebelumnya meninggalkan lokasi aslinya. Informasi *routing* ditentukan oleh lokasi, bukan alamat host sehingga protokol GRID mencoba meneruskan paket dengan cara *grid-by-grid*, selama ada mobile host di setiap *grid* yang dilewati sebuah rute, rute tersebut dianggap hidup. Oleh karena itu, protokol GRID lebih tangguh dan tidak terlalu rentan terhadap kerusakan rute bahkan di bawah mobilitas host yang tinggi.

Adapun *Delivery rate* GRID berada diangka 95% pada jumlah 100 host hingga mencapai 100% di 300 host pada kecepatan roaming 30km/jam, sedangkan pada kecepatan roaming 60km/jam *Delivery rate* GRID berada diangka 90% pada jumlah 100 host hingga mencapai 100% di 300 host. Hasil simulasi menunjukkan bahwa protokol perutean GRID dapat mengurangi kemungkinan kerusakan rute, mengurangi jumlah paket penemuan rute

yang digunakan, dan memperpanjang umur rute. Adapun jumlah Hop pada GRID berjumlah diantara 4 sampai 5 Hop baik ketika pada 100 host sampai 300 host pada kecepatan roaming 30km/jam dan 60km/jam, kekurangan protokol GRID terdapat pada *gateway* yang tidak dapat berkomunikasi pada host didalamnya sehingga GRID terbagi-bagi dalam beberapa sub-grid. Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan berada pada protokol *routing* yang digunakan. Penelitian terkait menggunakan protokol baru bernama GRID, sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan protokol *routing* AOMDV yang dimodifikasi dengan perhitungan *Bandwidth*, Round Trip Time (RTT), dan Packet Loss Ratio (PLR) untuk menemukan *node* baru pada jaringan. Adapun persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan adalah *protocol* sama-sama membatasi pencarian rute pada *request zone* pada saat pencarian rute.

Pada artikel penelitian [6] menjelaskan bagaimana informasi lokasi dapat digunakan untuk mengurangi *overhead* perutean dalam jaringan *ad hoc* dengan protokol *Location-Aided Routing* (LAR). Pendekatan dilakukan dengan mencari informasi lokasi yang diperoleh dengan menggunakan GPS untuk meningkatkan kinerja protokol *routing* untuk jaringan *ad hoc*, dengan informasi lokasi yang ditemukan, protokol *Location-Aided Routing* (LAR) yang diusulkan akan membatasi pencarian rute baru ke "*request zone*" yang lebih kecil dari jaringan *ad hoc*. Hal ini menghasilkan pengurangan yang signifikan dalam jumlah pesan perutean.

Protokol ini membatasi pencarian rute pada *request zone* yang ditentukan berdasarkan *node* tujuan pada saat pencarian rute. Hasil simulasi menunjukkan bahwa menggunakan informasi lokasi yang didapatkan bisa menghasilkan *overhead routing* yang jauh lebih rendah, dibandingkan dengan algoritma yang tidak menggunakan informasi lokasi. Adapun Jumlah *Routing Packet* pada skema LAR per data packet mengalami persentase peningkatan hingga 40%. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah pada protokol *routing* yang digunakan, penelitian ini menggunakan *protocol* LAR sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan protokol *routing* AOMDV. Adapun persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan adalah *protocol* sama-sama membatasi pencarian rute pada *request zone* pada saat pencarian rute.

Pada artikel penelitian [7] disajikan solusi video streaming yang ditujukan untuk roaming client yang mampu mengurangi pengaruh *bandwidth* yang berfluktuasi melalui prediksi *bandwidth* dan video quality scheduling. Sistem streaming HTTP tersegmentasi adaptif yang ada digabungkan dengan application layer framework untuk membuat transparent multi-link applications, dan sistem informasi Quality of Service (QoS) location based yang berisi koordinat GPS dan pengukuran *bandwidth* yang menyertainya, yang diisi melalui crowd-sourcing. Selain itu, digunakan informasi real-time traffic untuk meningkatkan prediksi, misalnya memperkirakan panjang rute perjalanan. Untuk

mengevaluasi prototype, dilakukan eksperimen real-world menggunakan rute trem populer di Oslo, Norwegia. Klien terhubung ke beberapa jaringan, dan hasilnya menunjukkan bahwa solusi dari penelitian ini dapat meningkatkan kualitas video yang dirasakan secara signifikan. Selain itu, digunakan simulasi untuk mengevaluasi potensi penggabungan *bandwidth* di sepanjang rute.

Solusi ini memungkinkan penggunaan beberapa jaringan, dan melakukan seamless handover jika client berada dalam jangkauan jaringan dengan prioritas yang lebih tinggi. Pemilihan jaringan didasarkan pada pencarian dalam database QoS yang diisi dengan koordinat GPS dan pengukuran *bandwidth* yang sesuai. Database diisi oleh crowd-sourcing, dan memungkinkan client streaming video untuk memprediksi *bandwidth* dan video quality scheduling. Performa dari prototype dievaluasi pada popular commute *route*. Hasil dari eksperimen real-world menunjukkan bahwa solusi yang diusulkan dapat meningkatkan persepsi kualitas video. Selain itu, dilakukan beberapa simulasi untuk menentukan potensi agregasi *bandwidth*, dengan hasil yang positif. Namun, masih banyak tantangan yang harus diselesaikan, dan pekerjaan yang sedang berjalan mencakup evaluasi berbagai kebijakan untuk mengubah dan memprioritaskan jaringan, berbagai faktor seperti waktu hari dan variasi *bandwidth*, teknik yang lebih canggih untuk prediksi jalur, dan menerapkan agregasi *bandwidth* dalam prototype yang dibuat. Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan antara lain kedua penelitian sama-sama memanipulasi *bandwidth* pada jaringan untuk meningkatkan kualitas pengiriman data.

Pada artikel penelitian [8] diperkenalkan algoritma *Position and Neighbourhood Based Routing* (PNR) untuk jaringan *ad hoc mobile* yang menggunakan GPS dan algoritma baru untuk mengurangi *overhead* yang disebabkan oleh pesan *update* posisi. Dibandingkan dengan skema *Dynamic Source Routing* (DSR), AODV, *Optimized Link State Protocol* (OLSR) untuk dua metrik: *packet delivery ratio* dan *end-to-end delay*. Protokol ini dievaluasi menggunakan GlomoSim.

Algoritma yang disajikan memiliki *end-to-end delay* yang lebih baik daripada protokol reaktif. Berdasarkan hasil pengujian, performa *end-to-end delay* pada PNR dengan 50 *node* berada hingga nilai 0,04 pada 10 sumber Constant Bit Rate (CBR) dan 0,05 pada 30 sumber CBR. Kemudian pada 100 *node end-to-end delay* pada PNR berada pada nilai 0,02 pada 10 sumber CBR dan dibawah 0,1 pada 30 sumber CBR.

Selain itu, algoritma ini memiliki *packet delivery ratio* yang lebih dapat diterima dibandingkan dengan protokol reaktif yang dibandingkan *packet delivery ratio* pada PNR dengan 50 *node* berada hingga nilai dibawah 0,96 pada 10 sumber CBR dan dibawah 0,9 pada 30 sumber CBR. Kemudian pada 100 *node packet delivery ratio* pada PNR berada pada nilai 0,92 pada 10 sumber CBR dan 0,9 pada 30 sumber CBR.

Ketika jumlah koneksi CBR meningkatkan grafik *packet delivery ratio* PNR dan AODV yang berdekatan, tidak seperti AODV, algoritma ini menunjukkan lebih sedikit perubahan untuk *packet delivery* ketika jumlah sumber CBR meningkat. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan antar lain terdapat pada protokol *routing* yang digunakan, dimana penelitian ini digunakan protokol *routing* PNR yang dibandingkan dengan protokol *routing* DSR, AODV, dan OSLR yang tidak modifikasi, sedangkan pada penelitian yang dilakukan digunakan protokol *routing* AOMDV yang dimodifikasi dengan perhitungan *Bandwidth*, Round Trip Time (RTT), dan Packet Loss Ratio (PLR) untuk meningkatkan kinerja protokol *routing*.

III. DASAR TEORI

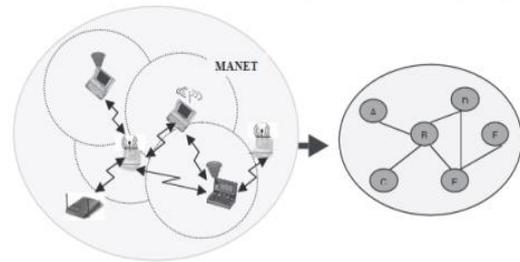
A. Modifikasi Protokol Routing AOMDV dengan perhitungan Bandwidth, Round Trip Time, dan Packet Loss Ratio.

Modifikasi dilakukan pada kerangka protokol AOMDV yang terdapat pada network simulator NS-2 yang berupa file berekstensi .cc dan .h. Proses pemilihan node tetangga terbaik berdasarkan kriteria yaitu besarnya nilai bandwidth, round trip time (RTT), dan packet loss ratio (PLR) sebuah link antar dua buah node. Perhitungan 3 (tiga) parameter tersebut akan diimplementasikan pada paket Hello. Ketika node asal yang menggunakan protokol AOMDV melakukan broadcast paket Hello yang telah dimodifikasi ke node-node tetangganya, maka paket hello tersebut akan melakukan perhitungan besarnya nilai bandwidth, RTT dan PLR link yang menuju ke node-node tetangga. Rumus yang digunakan untuk perhitungan yaitu dengan rumus $Bandwidth < 70\% + RTT < 15\% + PLR < 15\% = 100\%$. Node-node tetangga yang menerima paket Hello yang telah dimodifikasi ini akan membalas dan memberikan hasil perhitungan ke node asal. Node asal akan membaca informasi yang diterimanya ke dalam tabel neighbor miliknya. Node asal akan memilih node tetangga terbaik berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Node tetangga yang terpilih akan menerima paket RREQ untuk diteruskan ke node tujuan. Rute yang dipilih berisi kumpulan node-node terbaik dengan link-link yang telah dihitung persentasenya berdasarkan rumus yang digunakan.

B. Mobile Ad-hoc Network (MANET)

Mobile Ad-Hoc Network (MANET) adalah perkembangan dari Ad-Hoc Network, mobilitas node pada jaringan bersifat dinamis. Topologi MANET dapat berubah karena mobilitas peralatan MANET yang bergerak secara dinamis [1]. Jaringan MANET tidak memiliki bentuk yang tetap dimana setiap node bergerak bebas pada area MANET dengan kecepatan tertentu. Aplikasi yang menggunakan MANET biasa digunakan dalam penyelamatan darurat dan bencana, komunikasi

kendaraan, sistem militer, jaringan area pribadi, dan sebagainya. Pada Gambar 1 ditunjukkan sebuah contoh jaringan MANET [9].



Gambar 1. Mobile Ad-Hoc network [9]

C. Protokol Routing

Protokol Routing berisi sebuah aturan dan algoritma dalam hal pencarian rute. Protokol routing akan menentukan rute mana yang akan digunakan sebagai jalur pengiriman paket data. Dalam jaringan MANET terdapat banyak jenis protokol routing yang tergantung dari karakteristiknya yaitu ada yang bersifat reaktif, proaktif, maupun hybrid.

Pemilihan protokol routing tergantung dari skenario apa yang akan digunakan. Pada penelitian ini akan digunakan sebuah skenario tertentu untuk mengetahui apakah protokol AOMDV yang dimodifikasi cocok untuk digunakan.

C.1 Protokol Routing Reaktif

Protokol routing yang bersifat reaktif akan bekerja jika ada permintaan rute. Suatu node pada lingkungan jaringan MANET yang akan mengirim paket data memiliki tabel routing yang kosong. Untuk itu perlu dilakukan permintaan rute dengan cara mengirim paket RREQ ke semua node tetangga.

Paket RREQ yang telah sampai ke node tujuan akan dibalas menggunakan paket RREP yang kemudian protokol routing akan menyimpan informasi rute ke dalam routing tabel miliknya. Rute tersebut akan digunakan untuk mengirim paket data ke node tujuan [10].

C.2 Protokol Routing Proaktif

Pada protokol jenis proaktif, masing-masing node memiliki tabel routing yang telah berisi informasi rute ke semua node. Routing tabel akan diupdate secara berkala dengan jangka waktu tertentu.

Jika suatu node yang akan mengirim paket data ke node tujuan, maka node tersebut akan melihat tabel routingnya dan langsung memilih rute yang tersedia. Berbeda dengan jenis reaktif, rute akan terbentuk jika ada permintaan.

D. Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector (AOMDV)

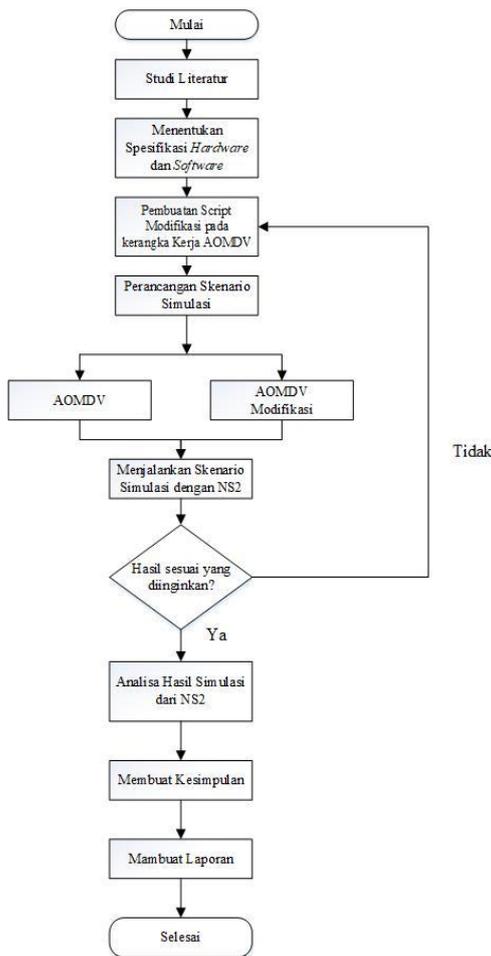
AOMDV merupakan protokol pengembangan dari protokol AODV standar. AOMDV juga bersifat reaktif, dimana rute terbentuk jika ada permintaan. AOMDV juga bekerja dengan 2 mekanisme yang sama dengan AODV

yaitu route discovery dan route maintenance. Route discovery merupakan proses pencarian rute menggunakan paket RREQ dan RREP. Sedangkan route maintenance merupakan proses menginformasikan kegagalan rute dengan mengirim paket route error (RERR). AOMDV menghitung beberapa rute loop free dan link disjoint path [11].

IV. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai diagram alir penelitian, algoritma pemilihan node tetangga terbaik, serta lingkungan simulasi penelitian.

A. Diagram Alir Penelitian

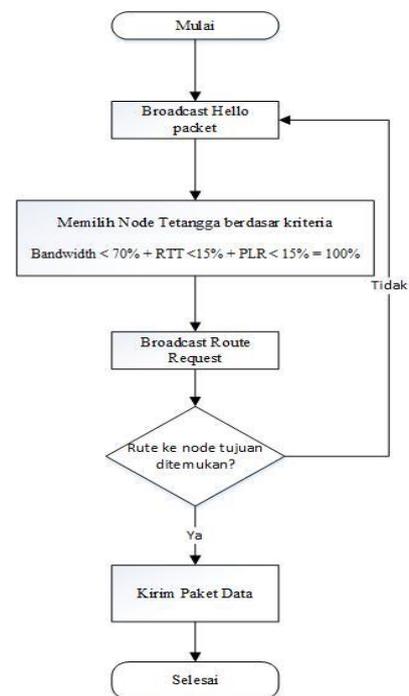


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan seperti pada Gambar 2. Pertama dilakukan studi literatur dengan tujuan untuk menambah dasar serta wawasan penulis dalam melakukan penelitian ini. Studi literatur bersumber dari jurnal – jurnal serta buku yang berisi materi terkait. Tahap selanjutnya menentukan spesifikasi Hardware dan Software yang akan digunakan dalam penelitian. Kemudian dilakukan perancangan script modifikasi perhitungan bandwidth, round trip time, dan

packet loss ratio, kemudian dilanjutkan perancangan scenario simulasi dengan menggunakan protokol AOMDV tanpa modifikasi dan AOMDV dengan modifikasi perhitungan bandwidth, round trip time, dan packet loss ratio. Jika hasil simulasi sesuai yang diinginkan, maka akan dilanjutkan dengan melakukan analisa hasil simulasi. Dari hasil analisa diperoleh kesimpulan pada penelitian ini yang hasil diperoleh dalam bentuk laporan.

B. Algoritma Pemilihan Node Tetangga Pada Protocol Routing AOMDV Dengan Perhitungan Bandwidth, Round Trip Time, dan Packet Loss Ratio



Gambar 3. Diagram Alir Algoritma Pemilihan Node Tetangga

Pada Gambar 3, jika suatu node ingin mengirim paket data, maka node tersebut akan mengecek routing tabelnya. Dikarenakan ini menggunakan protokol routing yang bersifat reaktif, maka node asal akan melakukan broadcast paket hello yang telah dimodifikasi ke semua node yang berada dalam jangkauan komunikasinya. Node-node yang menerima paket hello akan membalas paket tersebut yang berisi jawaban hasil perhitungan besarnya bandwidth, RTT, dan PLR. Node asal akan memilih node tetangga terbaik berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Node tetangga yang terpilih akan dikirim RREQ untuk membantu pencarian rute dan meneruskan paket RREQ ke node-node selanjutnya hingga ke node tujuan. Node tujuan yang menerima paket RREQ akan membalas dengan mengirimkan paket RREP ke node asal. Node asal mengirim paket data menggunakan rute yang

telah ditemukan berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

C. *Lingkungan Simulasi Penelitian*

Simulasi menggunakan protokol routing AOMDV modifikasi dan AODV standar yang hasilnya akan dibandingkan berdasarkan 3 (tiga) parameter uji yaitu throughput, delay, dan packet loss ratio. Dalam scenario uji coba digunakan node sebanyak 25 node, 100 node, dan 200 node yang berada pada area jaringan berukuran 500 × 500 m² dan 1000 × 1000 m². Selain itu digunakan juga variasi kecepatan node yaitu 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Pola trafik yang digunakan adalah CBR dengan tipe koneksi UDP (User Datagram Protocol). Simulation time yang digunakan adalah sebesar 600 detik.

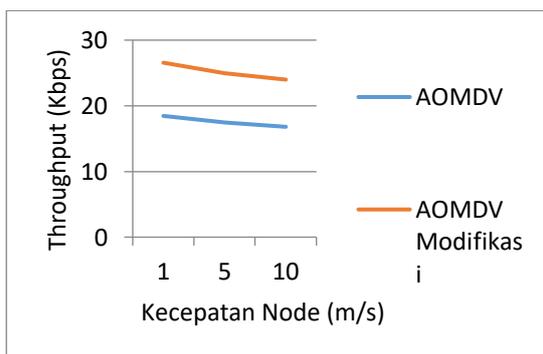
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Hasil dan Analisis*

Hasil penelitian yang dilakukan meliputi analisis kinerja protokol routing terhadap perubahan jumlah node, perubahan luas area, dan kecepatan node. Parameter yang digunakan untuk menganalisis kinerja protokol routing adalah throughput, average end-to-end delay, dan packet delivery ratio (PDR). Berikut adalah data yang diperoleh selama simulasi terhadap protokol routing AOMDV dan protokol routing AOMDV dengan algoritma Location Aware dengan hasil percobaan yang dilakukan pada 25 node, 100 node, dan 200 node, luas area 500 x 500 m² dan 1000 x 1000 m² terhadap kecepatan node.

A.1. *Pergerakan Node Terhadap Throughput*

Skenario uji coba pertama adalah mencari nilai throughput. Throughput merupakan kecepatan jumlah paket data yang berhasil diterima di sisi penerima pada tiap detiknya. Skenario uji coba dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan variasi kecepatan node di 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s.



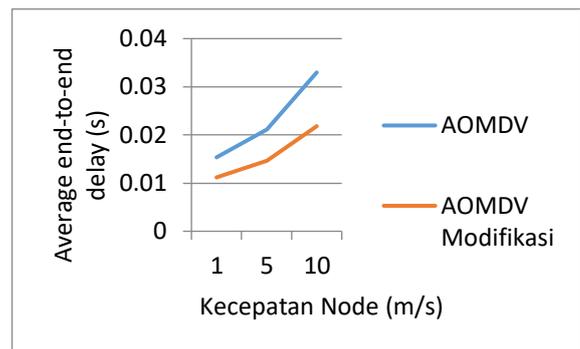
Gambar 4. Hasil uji coba throughput

Jumlah nilai total *throughput* AOMDV pada percobaan ketiga sebesar 318.62 Kbps sedangkan pada AOMDV Modifikasi sebesar 459.32 Kbps. Berdasar nilai yang terlihat pada percobaan ketiga, nilai *throughput* pada AOMDV modifikasi meningkat sebesar 44.15918649 %.

Berdasar pada tiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata peningkatan *throughput* pada AOMDV modifikasi sebesar 43.25514345 %

A.2. *Pergerakan Node Terhadap Average End-to-End Delay*

Skenario uji coba kedua adalah mencari nilai *Average End-to-End Delay* yaitu waktu jeda yang dibutuhkan dalam pengiriman paket dari pengirim ke penerima paket. Skenario uji coba dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan variasi kecepatan *node* di 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s.



Gambar 5. Hasil uji coba average end-to end delay

Jumlah nilai total *average end-to-end delay* AOMDV pada percobaan ketiga sebesar 0.23909576 s sedangkan pada AOMDV Modifikasi sebesar 0.18809046 s. Berdasar nilai yang terlihat pada percobaan ketiga, nilai *average end-to-end delay* pada AOMDV modifikasi menurun sebesar 21.33258239 %.

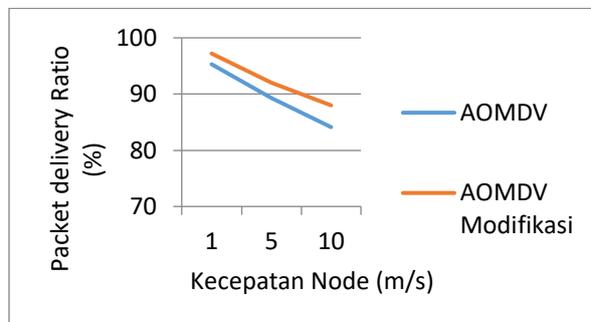
Berdasar pada tiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata penurunan *average end-to-end delay* pada AOMDV modifikasi sebesar 31.25798421 %.

Dalam proses pengiriman paket data, *end-to-end delay* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya terjadi akibat kepadatan *node*, kepadatan *node* menyebabkan semakin banyak *node intermediate* yang dipakai untuk mengirimkan paket dari sumber ke tujuan dan menyebabkan waktu pengiriman bertambah. Hal ini dapat dilihat dari nilai delay pada percobaan dengan *node* 200 yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan jumlah *node* 100, dan delay pada *node* 100 lebih besar dari *node* 25.

Hasil nilai *average end-to-end delay* yang dihasilkan baik pada percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 terdapat beberapa perubahan yang signifikan pada luas area 1000x1000 m². Hal ini disebabkan oleh adanya kemungkinan jarak antara *node* sumber dengan *node* tujuan lebih jauh di luas area yang lebih besar, sehingga membutuhkan lebih banyak *node* untuk mengirim paket data dan menambah waktu pengiriman data.

A.3. *Pergerakan Node Terhadap Packet Delivery Ratio (PDR)*

Skenario uji coba ketiga adalah mencari nilai *Packet Delivery Ratio* (PDR) yaitu rasio yang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang berjalan melalui jaringan komputer gagal mencapai tujuannya. Skenario uji coba dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan variasi kecepatan *node* di 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s.



Gambar 6. Hasil uji packet delivery ratio

Jumlah nilai total *packet delivery ratio* AOMDV pada percobaan ketiga sebesar 1644.195 % sedangkan pada AOMDV Modifikasi sebesar 1691.2589 %. Berdasar nilai yang terlihat pada percobaan ketiga, nilai *packet delivery ratio* pada AOMDV modifikasi meningkat sebesar 2.862428118 %.

Berdasar pada tiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata peningkatan *packet delivery ratio* pada AOMDV modifikasi sebesar 3.151887808 %.

Pada protokol *routing* AOMDV dan AOMDV Modifikasi semakin tinggi kecepatan *node*, maka *packet delivery ratio* yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan bertambahnya kecepatan gerak *node* maka akan sering terjadi perubahan posisi *node*, yang menyebabkan rute yang akan dilalui untuk mengirimkan paket juga akan semakin cepat berubah karena rute mengalami putus sambungan antara *node*, sehingga terjadi hilangnya paket data yang dilewati.

Pada protokol *routing* AOMDV dan AOMDV modifikasi apabila semakin tinggi kecepatan *node* dan semakin besar jarak kepadatan *node*, maka nilai dari *throughput* dan *packet delivery ratio* yang dihasilkan semakin rendah, sedangkan pada nilai *average end-to-end delay*, akan menjadi semakin tinggi. Hal ini disebabkan bertambahnya kecepatan gerak *node* yang menyebabkan sering terjadinya perubahan posisi *node*, yang menyebabkan rute yang akan dilalui untuk mengirimkan paket juga akan semakin cepat berubah karena rute antar *node* mengalami putus sambungan sehingga terjadi hilangnya paket data yang dilewati.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- 1) Modifikasi pada protocol AOMDV memberikan dampak kenaikan nilai *throughput* sebesar 43.25514345 %, *Packet Delivery Ratio* (PDR)

sebesar 3.151887808 % dan *average end-to-end delay* menurun sebesar 31.25798421% dibanding AODV standar .

- 2) Perubahan kecepatan node mempengaruhi AOMDV modifikasi dan AOMDV standar yang dapat dilihat dari *throughput* dan *packet delivery ratio* dan kenaikan pada nilai *end-to-end delay*.

B. Saran

Adapun saran yang peneliti berikan untuk penelitian kedepannya adalah melakukan modifikasi perhitungan *Bandwidth*, *Round Trip Time*, dan *Packet Loss Ratio* pada protokol *routing* yang berbeda.

REFERENCES

- [1] H. Abdulwahid, B. Dai, B. Huang, and Z. Chen, "Scheduled-links Multicast *Routing Protocol* in MANETs," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 63, pp.56-67, 2016, doi : <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2015.12.013>
- [2] A. Nasipuri, R. Cataneda, and S. R. Das, "Performance of Multipath *Routing for On-Demand Protocols* in Mobile *Ad hoc Networks*," *Mobile Networks and Applications* vol. 6, pp. 339-349, 2001, doi : <https://doi.org/10.1023/A:1011426611520>.
- [3] A. Fauzio, N. M. Adriansyah, and L. V. Yovita, "Analisis Performansi Ad-Hoc On-Demand Multipath Distance Vector *Routing* (AOMDV) dan Ad-Hoc On-Demand Distance Vector *Routing* (AODV) Pada MANET," pp. 1–8, 2007.
- [4] A. Raich and A. Vidhate, "Best path finding using location aware AODV for MANET," *Int. J. Adv. Comput. Res.*, vol. 3, no. 11, pp. 336–340, 2013, [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.406.349&rep=rep1&type=pdf>.
- [5] W. H. Liao, J. P. Sheu, and Y. C. Tseng, "GRID: A fully location-aware *routing protocol* for mobile *ad hoc networks*," *Telecommun. Syst.*, vol. 18, no. 1–3, pp. 37–60, 2001, doi: 10.1023/a:1016735301732.
- [6] Y. B. Ko and N. H. Vaidya, "Location-aided *routing* (LAR) in mobile *ad hoc networks*," *Wirel. Networks*, vol. 6, no. 4, pp. 307–321, 2000, doi: 10.1023/A:1019106118419.
- [7] K. Evensen *et al.*, "Mobile video streaming using location-based network prediction and transparent handover," *Proc. 21st Int. Work. Netw. Oper. Syst. Support Digit. Audio Video, NOSSDAV 2011*, pp. 21–26, 2011, doi: 10.1145/1989240.1989248.
- [8] H. Ashtiani and S. Alirezaee, "PNR: New Position based *Routing Algorithm* for Mobile *Ad hoc Networks*," *Lect. Notes Eng. Comput. Sci.*, vol. 2176, no. 1, pp. 196–200, 2009.
- [9] J.J.N. Liu, and I. Chlamtac "Mobile *Ad hoc Networking* With a View of 4G Wireless: Imperatives and Challenges," in *Mobile Ad hoc*

- Networking S. Basagni, M. Conti, S. Giordano, and I. Stojmenovic, pp.1-46, 2004.
- [10] A. Mehta, and A. Gupta, "Retrospection and comparison of DSDV and AOMDV *Routing Protocols* in Manet Using NS-2," IEEE International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT) pp. 325–329, 2014, doi : 10.1109/ICICT.2014.6781301
- [11] M. K. Marina, and S. R. Das, "*Ad hoc* On-Demand Multipath Distance Vector *Routing*," Wireless Communication and Mobile Computing, vol. 6, pp.969-988, 2006, doi : <https://doi.org/10.1002/wcm.432>.
- [12] P. Kristalina. Pemograman TCL sederhana pada NS2. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2015. [Online] Available : <http://prima.lecturer.pens.ac.id/Pasca/Mobilnet/perc-2.pdf>
- [13] J. K. Ousterhout, "Tcl : An Embeddable Command Language," USENIX Conf. Proc., no. May 1995, 1989.
- [14] D. Robins Arnold, GNU Awk. Free Software Foundation 51 Franklin Street, Fifth Floor Boston, MA 02110-1301 USA.