

SKRIPSI

**ANALISIS EFEKTIVITAS ROUTING PROTOCOL
AOMDV TERHADAP BLOCKING PROBLEM PADA
VANET**

Disusun dan diajukan oleh:

**RICHARD CHRISTOPHER SUWANDI
D121 18 1504**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**ANALISIS EFEKTIVITAS ROUTING PROTOCOL AOMDV
TERHADAP BLOCKING PROBLEM PADA VANET**

Disusun dan diajukan oleh


Richard Christopher Suwandi
D121181504


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informasi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 15 Januari 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,


Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Prof. Dr. Indrabayu, S.T., M.T.,
M.Bus.Sys., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19750716 200212 1 004


Dr. Eng. Ir. Intan Sari Areni, S.T., M.T.
NIP. 19750203 200012 2 002

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19750716 200212 1 004



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Richard Christopher Suwandi
NIM : D121181504
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Analisis Efektivitas Routing Protocol AOMDV Terhadap Blocking Problem Pada VANET”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 15 Maret 2023

enyatakan
Richard Christopher Suwandi



ABSTRAK

RICHARD CHRISTOPHER SUWANDI. *Analisis Efektivitas Routing Protocol AOMDV Terhadap Blocking Problem Pada VANET* (dibimbing oleh Prof. Dr. Indrabayu S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng dan Dr. Eng. Ir. Intan Sari Areni, S.T., M.T.,)

Penelitian ini bertujuan untuk membuat simulasi jaringan dengan mengetahui kinerja *routing protocol* AOMDV terhadap *scenario blocking problem*. *Blocking problem* merupakan sebuah masalah yang dapat menurunkan kinerja *throughput* saat proses pengiriman data. Sehingga penelitian ini menggunakan *routing protocol* AOMDV untuk melihat efektivitas *routing protocol* terhadap *scenario blocking problem*. Pada penelitian ini menggunakan 2 skenario yaitu *scenario A* dan *scenario B*. dimana *scenario A* adalah simulasi menggunakan *routing protocol* AOMDV dan menggunakan *scenario blocking problem*. Sedangkan, *scenario B* menggunakan tanpa *routing protocol* AOMDV dan menggunakan *scenario blocking problem*. Hasil penelitian ini diukur menggunakan parameter *packet delivery ratio*, *throughput*, dan *end to end delay*. Dari segi *throughput*, hasil *scenario A* pada segi *throughput* memiliki nilai rata sebesar 852.192 kbps sedangkan hasil *scenario B* memiliki nilai rata-rata sebesar 696.35 kbps. Dari segi *packet delivery ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 79.04% sedangkan hasil *scenario B* memiliki nilai sebesar 69.63%. Dari segi *end to end delay* memiliki nilai rata-rata sebesar 34.78874 ms sedangkan hasil *scenario B* memiliki rata-rata nilai sebesar 0.850248 ms. Dari hasil simulasi tersebut *routing protocol* AOMDV efektif terhadap *scenario blocking problem*.

Kata kunci : AOMDV, Skenario *blocking problem*, VANET

ABSTRACT

RICHARD CHRISTOPHER SUWANDI. Analysis of the Effectiveness of AOMDV Routing Protocol on the Blocking Problem in VANET (supervised by Prof. Dr. Indrabayu S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng and Dr. Eng. Ir. Intan Sari Areni, S.T., M.T.,)

This research aims to create a network simulation by determining the performance of the AOMDV routing protocol against the blocking problem scenario. Blocking problem is an issue that can reduce the performance of the throughput during the data transmission process. Therefore, this research uses the AOMDV routing protocol to see the effectiveness of the routing protocol against the blocking problem scenario. In this research, 2 scenarios are used, scenario A and scenario B. where scenario A is a simulation using the AOMDV routing protocol and using the blocking problem scenario. Meanwhile, scenario B uses without the AOMDV routing protocol and using the blocking problem scenario. The results of this research are measured using the parameters of packet delivery ratio, throughput, and end-to-end delay. In terms of throughput, the results of scenario A in terms of throughput have an average value of 852.192 kbps while scenario B has an average value of 696.35 kbps. In terms of packet delivery ratio, it has an average value of 79.04% while scenario B has an average value of 69.63%. In terms of end-to-end delay, it has an average value of 34.78874 ms while scenario B has an average value of 0.850248 ms. From these simulation results, the AOMDV routing protocol is effective against the blocking problem scenario.

Keywords: AOMDV, Blocking problem scenario, VANET

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Vehicular Ad Hoc Networks</i> (VANETs)	5
2.2 <i>Routing Protocol</i>	5
2.3 <i>Blocking Problem</i>	8
2.4 <i>OpenStreetMap</i> (OSM)	10
2.5 <i>Simulation Urban Mobility</i> (SUMO)	10
2.6 Network Simulator 2 (NS-2)	10
2.7 Parameter Pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS)	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Lokasi Penelitian	13
3.2 Instrumentasi Penelitian	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.4 Perancangan Sistem	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Tahapan Hasil Penelitian	24
4.2 Analisa dan Pembahasan Hasil	32
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cara Kerja <i>Protocol Routing</i> AOMDV	7
Gambar 2 <i>Blocking Problem</i>	9
Gambar 3. Alur penelitian.....	14
Gambar 4. Perancangan sistem	15
Gambar 5. Tampilan peta jalan menggunakan <i>OpenStreetMap</i>	16
Gambar 6. Diagram Perancangan Skenario.....	17
Gambar 7. Tampilan Aplikasi SUMO.....	18
Gambar 8. Simulasi mobilitas menggunakan SUMO.....	19
Gambar 9. Diagram perancangan simulasi jaringan	20
Gambar 10. Diagram analisis kinerja	21
Gambar 11. Code file <i>mobility.tcl</i>	22
Gambar 12. Code file <i>activity.tcl</i>	23
Gambar 13. Tampilan proses <i>running</i> NS-2.35.....	24
Gambar 14. Deklarasi Parameter Skenario A.....	25
Gambar 15. Deklarasi Luas Daerah Simulasi Skenario A	26
Gambar 16. Deklarasi Parameter IEEE 802.11p	26
Gambar 17. Setting Trace File Skenario A.....	26
Gambar 18. Input <i>mobility.tcl</i>	27
Gambar 19. Setting Waktu Simulasi	27
Gambar 20. Deklarasi Parameter Skenario B	29
Gambar 21. Deklarasi Luas Daerah Simulasi Skenario B	30
Gambar 22. Deklarasi Parameter IEEE 802.11p	30
Gambar 23. Setting Trace File Skenario B	30
Gambar 24. Input <i>mobility.tcl</i>	31
Gambar 25. Setting Waktu Simulasi	31
Gambar 26. Perbandingan <i>Throughput</i> Skenario A dan B	33
Gambar 27. Perbandingan <i>Packet Delivery Ratio</i> Skenario A dan B	34
Gambar 28. Perbandingan <i>End to End Delay</i> Skenario A dan B	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter simulasi	15
Tabel 2. Parameter simulasi skenario A	24
Tabel 3. Parameter simulasi skenario B	28

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
AOMDV	Adhoc On Multipath Demand Vector
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance
RTS/CTS	Ready to Send/Clear to Send
E2ED	End to End Delay
JOSM	Java OpenStreet Map
MANET	Mobile Ad-hoc Network
NS-2.35	Network Simulator 2.35
OSM	OpenStreet Map
RREP	Route Reply
RREQ	Route Request
RRER	Route Error
RSU	Road State Unit
SUMO	Simulation Urban Mobility
PDR	Packet Delivery Ratio
QoS	Quality of Service
VANET	Vehicular Ad- hoc Network
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2V	Vehicle to Vehicle
WAVE	Wireless Access in Vehicular Environment

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena hanya atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Judul tugas akhir ini adalah “ **Analisis Efektivitas Routing Protocol AOMDV Terhadap Blocking Problem Pada VANET**”. Penyusunan tugas akhir ini adalah salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 (S1) di Departemen Teknik Informatika Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan selama melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua penulis, Bapak Irwan Suwandi dan Ibu Ervina Merdekawati Tjam yang sudah memberikan dukungan serta doa kepada penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
3. Prof. Dr. Indrabayu S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng selaku pembimbing utama dan Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membimbing dan mengajar penulis dari awal hingga Tugas Akhir ini selesai.
4. Dr. Eng. Ir. Intan Sari Areni, S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan mengajar penulis dari awal hingga Tugas Akhir ini selesai.
5. Bapak dan ibu Dosen Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas didikan dan pengajarannya selama masa perkuliahan.
6. Segenap staf Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang sudah banyak membantu selama masa perkuliahan.
7. Nur Hasana Abunawas, *Homesick grup* dan Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Informatika yang sudah memberikan semangat dan membantu dari awal hingga saat ini.
8. Teman-teman SMP IPEKA dan SMA Gamaliel yang sudah memberikan masukan, motivasi dan semangat baik dari awal masuk kuliah hingga saat ini.
9. Semua orang yang telah membantu penulis namun tidak sempat disebutkan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran serta masukan yang dapat membangun dari semua pihak. Serta, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi penulis sendiri maupun kepada pembaca.

Makassar, 15 Maret 2023

Richard Christopher Suwandi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di sektor transportasi terus-menerus dilakukan di Indonesia. *Autonomous car* merupakan salah satu contoh dari pengembangan teknologi yang sedang dikembangkan di Indonesia. Teknologi ini membuat sebuah kendaraan mampu melihat dan merasakan lingkungan disekitarnya serta menjalankan dirinya sendiri secara benar dan aman dengan sedikit atau tanpa kontrol oleh pengemudi. Teknologi *Autonomous car* dibentuk dengan cara menanamkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) ke dalam kendaraan. Salah satu teknologi yang mendukung ini adalah *Vehicular Ad hoc Vehicular* (VANET) (Gunova, 2020).

VANET merupakan kemajuan teknologi jaringan nirkabel agar setiap kendaraan dapat bertukar data dengan kendaraan terdekat melalui komunikasi Vehicle to Vehicle (V2V), Vehicle to Infrastructure (V2I) dan melalui jaringan seluler secara real time (M. R. Ghorji, 2018). Pada proses pengiriman data di VANET pastinya memerlukan jaringan yang memiliki standar yang tinggi agar data yang dikirimkan bisa sampai ke tujuan dengan aman. Saat ini VANET menggunakan standar jaringan IEEE 802.11p. Dalam proses pengiriman data, VANET menggunakan mekanisme CSMA/MA yang hanya mengizinkan satu transmisi data saja dalam satu daerah sehingga kendaraan lain dilarang untuk mengirimkan data selama transmisi sedang berlangsung. Itu dilakukan agar tidak terjadi gangguan atau tabrakan data. Mekanisme CSMA/CA ini mengakibatkan terjadinya *hidden node*. Sehingga digunakan RTS/CTS dalam mengatasi masalah tersebut. Tetapi dengan adanya RTS/CTS mengakibatkan masalah baru, yaitu *blocking problem* yang menimbulkan masalah pada penurunan *throughput*. Skenario terjadinya *blocking problem* Ketika terdapat 3

buah node yang berada di daerah yang sama. Pada saat node 1 melakukan transmisi data dengan node 2. Maka, node 3 menerima RTS/CTS dari transaksi node 1 dan node 2. Ketika node 4 ingin melakukan transaksi kepada node 3. Maka, node 3 tidak dapat menerima RTS/CTS dikarenakan node 3 mengalami *blocking problem*. Sehingga node 4 melakukan sistem *backoff* (L. Qin and T. Kunz, 2004).

Dengan adanya pemilihan *routing protocol* yang tepat, proses transmisi data bisa menjadi teratur dan aman dari berbagai masalah yang terjadi saat transmisi data. Pada routing reaktif yang sudah teruji adalah *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*. Dari *routing protocol* AODV itu kemudian dikembangkan *routing protocol Ad hoc On Multipath Distance Vector (AOMDV)*. Protokol routing AOMDV berfungsi untuk meminimalisir kegagalan pengiriman data dan mencegah terjadinya *looping*. *Routing protocol* AOMDV ini menggunakan jalur alternatif untuk mencapai tujuan ketikasemua rute gagal. Ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan kemacetan data dan tabrakan data (Ayman Al-Ahwal, 2021).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja *routing protocol*, seperti: jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan dan arus lalu lintas. Sehingga beberapa faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan pada kinerja *routing protocol*. Jadi, perancangan dan pembuatan model mobilitas realistis perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian terhadap *routing protocol* (Rohmah Nur Hidayah, 2018).

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *routing protocol* AOMDV yang akan di implementasikan ke dalam rancangan mobilitas realistis yang sesuai dengan kondisi Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar. *Routing protocol* AOMDV digunakan agar dapat melihat seberapa efektif terhadap *blocking problem* dengan melihat pada perbedaan hasil *Quality Of Service (QoS)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mensimulasikan kondisi Jalan Sultan Alauddin menggunakan *Simulation Urban Mobilty* (SUMO) ?
2. Bagaimana cara implementasi *routing protocol* AOMDV terhadap skenario *blocking problem* ?
3. Bagaimana kinerja *routing protocol* AOMDV terhadap *blocking problem* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mensimulasikan kondisi Jalan Sultan Alauddin menggunakan *Simulation Urban Mobilty* (SUMO).
2. Untuk cara implementasi *routing protocol* AOMDV terhadap skenario *blocking problem*.
3. Untuk kinerja *routing protocol* AOMDV terhadap *blocking problem*.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Data yang diolah berupa peta Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar yang digunakan dalam simulasi mobilitas.
2. Simulasi mobilitas dilakukan dengan *Simulation Urban Mobility* (SUMO) dan simulasi jaringan akan dilakukan menggunakan *Network Simulator 2* (NS-2.35).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Untuk masyarakat dapat membantu pihak terkait untuk memanfaatkan VANET dalam perancangan lalu lintas kota Makassar yang lebih baik.

2. Untuk para peneliti dapat menjadikan referensi mengenai *routing protocol Ad hoc On Multipath Distance Vector (AOMDV)* lebih lanjut.
3. Untuk Institusi Pendidikan Departemen Teknik Informatika, dapat digunakan untuk referensi ilmiah untuk mengembangkan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs)*

Vehicular Ad hoc Network (VANET) merupakan jaringan komunikasi *wireless* yang merupakan turunan dari *Mobile Ad hoc Network (MANET)*. Terbentuknya jaringan pada VANET berasal dari *Wireless Access for Vehicular Environment (WAVE)* sehingga mobil dengan *Road State Unit (RSU)* dapat saling terhubung. Pada VANET, RSU dapat memberikan informasi, mengenai lokasi restoran, supermarket serta dapat mem-*broadcast* pesan yang terkait seperti kecepatan kendaraan kepada pengendara lain. Sebagai contoh, sebuah kendaraan dapat terhubung dengan lampu lalu lintas melalui komunikasi *Vehicle to Infrastructure (V2I)* dan lampu lalu lintas dapat memberikan informasi mengenai keadaan lampu lalu lintas. Jadi pada kondisi cuaca yang buruk, lampu lalu lintas ini akan memberikan informasi mengenai keadaan lampu lalu lintas. Dengan ini akan mengurangi terjadinya kecelakaan (Gadkari & Sambre, 2012).

2.2 *Routing protocol*

Routing protocol sangat berperan penting dalam melakukan komunikasi dan mengirim pesan. *Routing protocol* adalah sebuah mekanisme yang menentukan link dari *source node* sampai ke *destination node*. Adapun prinsip utama *routing protocol* berbasis topologi yang mempertimbangkan hubungan topologi antara *source node* ke *destination node* untuk menentukan rute. Dengan kata lain, penemuan rute ini didasarkan pada informasi tentang link yang ada di antara node. (Jabbarpour et al., 2015). *Routing protocol* berbasis topologi diklasifikasi menjadi 2, yaitu : *routing* reaktif dan *routing* proaktif (Tufail, 2016).

a. *Routing* proaktif

Routing proaktif bekerja dengan membentuk sebuah tabel *routing* dan melakukan update *routing* setiap saat dalam periode tertentu. *Routing protocol* ini mengelola daftar tujuan dan rute terbaru serta bersifat *broadcast* sehingga sistem pendistribusian *routing table*-nya selalu diperbaharui secara berkala. Jadi setiap node selalu merespon perubahan agar *routing table* tetap konsisten.

b. *Routing* reaktif

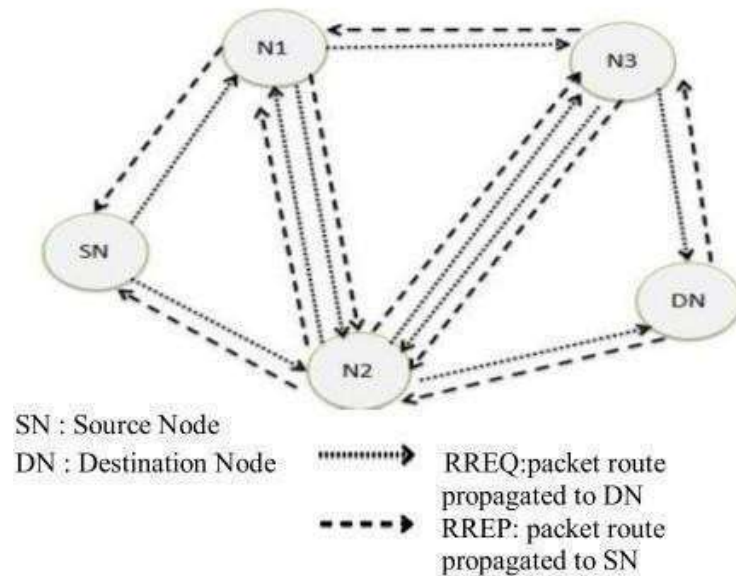
Routing reaktif bekerja dengan cara membentuk *routing table* dengan adanya permintaan pengiriman data atau terjadi perubahan link dalam jaringan. Tipe algoritma *routing* reaktif bersifat *on demand* yang artinya *source node* yang menentukan *destination node* sesuai prosedur yang diinginkan.

2.2.2 Ad hoc On- Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)

Routing protocol AOMDV adalah *routing protocol* reaktif pengembangan dari *protokol routing* AODV untuk meminimalisir seringnya terjadi kegagalan hubungan dan rute yang terputus. Sama halnya dengan *routing protocol* lainnya, AOMDV juga menyediakan dua layanan utama yaitu *route discovery* dan *maintenance*. AOMDV memiliki beberapa karakteristik yang sama dengan AODV. AOMDV berbasis vektor dan menggunakan pendekatan *hop-by-hop*. Bahkan, AOMDV juga hanya melakukan pencarian rute ketika dibutuhkan dengan menggunakan prosedur *route discovery* (Anisia & Munadi, 2016).

Perbedaan utama antara AODV dan AOMDV terletak pada jumlah rute yang ditemukan dalam tiap kali pencarian rute atau *route discovery*. AOMDV dalam pencarian rute tidak seperti AODV yang hanya memilih satu RREP, tetapi pada AOMDV setiap RREP akan dipertimbangkan oleh *node* asal sehingga beberapa *path* bisa ditemukan dalam satu pencarian rute. Dengan ditemukannya beberapa *path* atau pilihan rute, apabila terjadi kegagalan rute maka dapat dialihkan ke rute alternatif lain. Dan pencarian rute baru hanya akan

Dilakukan apabila semua rute yang sudah ditemukan mengalami kegagalan (Anisia & Munadi, 2016).



Gambar 1. Cara kerja *protocol routing AOMDV*

Pada gambar 1 memperlihatkan langkah-langkah protokol AOMDV dalam melakukan pencarian rute (*route discovery*) dan pemeliharaan rute (*route maintenance*), yaitu (Anisia & Munadi, 2016) :

1. Ketika *source node* akan melakukan komunikasi dengan node tujuan, maka SN akan melakukan *flooding* paket *route request* (RREQ) ke jaringan.
2. Karena RREQ membanjiri jaringan, sebuah *node* mungkin dapat menerima beberapa salinan dari RREQ yang sama. Jika pada AODV, hanya salinan yang pertama yang digunakan untuk membuat *reverse paths* lain halnya dengan AOMDV.
3. Pada AOMDV, semua salinan RREQ diperiksa untuk membuat *reverse paths* alternatif, tapi *reverse paths* hanya dibuat menggunakan salinan RREQ yang dapat mempertahankan *loop-freedom* dan *disjointness* mulai dari *node* asal. Ketika *intermediate node* menerima *reverse path* melalui

salinan RREQ, *node* ini akan mengecek apakah ada satu atau lebih *forward*.

4. *paths* ke *destination* yang valid. Jika ada, *node* ini akan membuat paket RREP dan mengirim kembali melalui *reverse path* ke *source node*.
5. Saat *destination node* menerima salinan RREQ, *node* tersebut juga membuat *reverse paths* dengan cara yang sama dengan yang dilakukan oleh *intermediate node*. Namun, RREP yang dibuat oleh *destination* dibuat dengan aturan yang lebih “longgar”. Maksudnya adalah *destination* bisa mengirim RREP melalui *reverse path* yang *loop-free* tanpa harus *disjoint*. Hal ini dilakukan untuk mencegah “*route cutoff*” atau rute yang dihapus karena terjadi suppressing atau ketika sebuah *node* harus memilih satu dari dua atau lebih path.
6. *Route maintenance* pada AOMDV adalah penambahan sederhana pada AODV. Sama seperti AODV, AOMDV menggunakan paket RERR (*Route Error*). Sebuah *node* akan membuat atau meneruskan paket RERR untuk *destination* saat path terakhir ke destinasi rusak. AOMDV juga melakukan optimasi untuk menyelamatkan paket yang sedang dikomunikasikan lewat link yang rusak dengan meneruskan nulang paket tersebut.

2.3 *Blocking Problem*

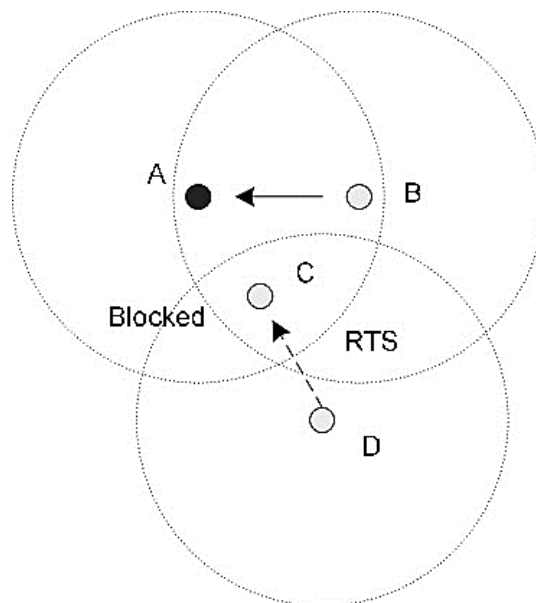
Standar *protocol* VANET adalah IEEE 802.11p yang menggunakan mekanisme CSMA/CA yang dapat menyebabkan masalah seperti *hidden node* dan *exposed node*. Penggunaan mekanisme *Request to Send and Clear to Send* (RTS/CTS) memang mengurangi masalah *hidden node* tetapi dengan adanya mekanisme tersebut akan memunculkan masalah baru, yaitu *blocking problem*.

Pada gambar 2 memperlihatkan langkah-langkah terjadinya blocking problem, yaitu (L. Qin and T. Kunz, 2004) :

1. Terdapat 4 *node* yaitu *node* A, B, C dan D yang ingin melakukan

transmisi data dengan *range* transmisi masing-masing seperti pada gambar 2.

2. Ketika ingin mengirimkan data maka *node* tersebut harus mengirimkan RTS terlebih dahulu untuk mengecek apakah *node* yang dituju dalam keadaan *idle* (kosong/tidak melakukan transmisi lain). Setelah *node* menerima RTS dalam keadaan *idle* maka *node* akan mengirimkan kembali pesan CTS untuk memberikan konfirmasi bahwa *node* penerima dapat menerima pesan dari *node* pengirim.
3. Pada gambar 2, *node* B ingin melakukan transmisi data ke *node* A dalam hal ini *node* B akan mengirimkan RTS ke *node* yang berada dalam *range* yang sama (*node* A dan *node* C). Dalam implementasi RTS/CTS, ketika sebuah *node* menerima paket RTS yang tidak ditujukan padanya, maka *node* tersebut harus menghentikan transmisinya.
4. Di sisi lain, *node* D melakukan transmisi data ke *node* C, namun *node* C tidak dapat mengirimkan kembali CTS hal ini disebabkan *node* C terblokir atau mengalami *blocking problem*. Hal ini menyebabkan *node* D akan kembali ke *backoff time*.



Gambar 2. *Blocking Problem*

2.4 *OpenStreetMap* (OSM)

OpenStreetMap (OSM) merupakan proyek berbasis web yang berisi peta dunia yang bisa diedit secara bebas. Selain itu, OSM juga digunakan sebagai suatu pendekatan dalam mengumpulkan sebuah informasi geografis (Ramm and Topf, 2010). OSM juga menyediakan fitur dimana peta bisa di *export* sesuai daerah yang diinginkan lalu mengkonversi file peta OSM dari format aslinya ke dalam format yang diinginkan.

2.5 *Simulation Urban Mobility* (SUMO)

Simulation Urban Mobility (SUMO) merupakan paket simulasi lalu lintas yang bersifat *open source* dan dikembangkan oleh *Institute of Transformation System* di *German Aerospace Center*. SUMO merupakan sebuah simulasi lalu lintas mikroskopis yang mempunyai arti bahwa setiap kendaraan dimodelkan secara jelas dan bebas yang akan digunakan untuk mendefinisikan aspek yang berbeda dari dinamika berkendara setiap kendaraan (Behrisch et al., 2014).

Dalam pembangunan sistem transportasi cerdas perkotaan, manajemen lalu lintas dan perencanaan pastinya perlu dilakukan untuk mencegah dampak negatif. Oleh karena itu, SUMO memungkinkan berbagai jenis studi agar menjadi solusi dari dampak negatif tersebut. Beberapa contoh jenis studi pada SUMO, seperti : algoritma mengenai kontrol lalu lintas cerdas, layanan desain dan aplikasi *vehicle- to-vehicle communication*.

2.6 *Network Simulator 2* (NS-2)

Network Simulator 2 (NS-2) merupakan sebuah *discrete event simulator* yang didesain untuk membantu penelitian pada bidang jaringan komputer. Saat ini terdapat dua buah *major version* dari NS yang masih dikembangkan yaitu: NS-2 dan NS- 3. NS-3 dikembangkan sejak 1 juli 2006 dan masih aktif sampai sekarang. Sedangkan pengembangan NS-2 tidak terlalu aktif karena banyak

yang beralih ke NS-3. Pada penelitian ini akan menggunakan NS-2 karena *routing protocol* AOMDV hanya ada pada NS-2. Versi terbaru dari NS-2 adalah NS-2.35 yang dirilis pada tanggal 4 November 2011 yang menggunakan dua Bahasa pemrograman, yaitu C++ dan OTcl. Bahasa C++ digunakan untuk mengimplementasikan bagian-bagian pada jaringan yang akan disimulasikan. Sedangkan, Bahasa OTcl digunakan untuk menulis skenario simulasi jaringan.

2.7 Parameter Pengujian *Quality of Service* (QoS)

2.7.1 *Throughput*

Throughput adalah jumlah bit atau paket dari suatu unit data yang diterima oleh *receiver*. Rumus *Throughput* sebagai berikut (ETSI, 1999).

$$\text{Throughput} = \frac{P_{ts}}{P_t} \times P_s \quad (1)$$

dimana,

P_{ts} = paket yang diterima (*bytes*),

P_t = waktu pengiriman paket (*seconds*),

P_s = ukuran paket (*bytes*).

2.7.2 *Packet Delivery Ratio* (PDR)

Packet Delivery Ratio merupakan perbandingan antara jumlah paket yang diterima oleh *destination node* dengan jumlah paket yang dikirim oleh *source node*. Rumus *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebagai berikut (ETSI, 1999).

$$\text{PDR} = \frac{P_d}{P_s} \times 100\% \quad (2)$$

dimana,,,

P_d = jumlah paket yang diterima oleh *destination node* (*bytes*),

P_s = jumlah paket yang dikirim oleh *source node* (*bytes*).

2.7.3 *End to End Delay (E2ED)*

End to End Delay (E2ED) adalah waktu yang diperlukan sebuah paket dari *source node* sampai ke *destination node*. Rumus *End to End Delay (E2ED)* sebagai berikut (ETSI, 1999).

$$E2ED = \frac{Pr - Pt}{Pts} \quad (3)$$

dimana,

Pr = waktu paket yang diterima (*seconds*),

Pt = waktu paket yang dikirim dengan satuan *seconds (seconds)*,

Pts = jumlah paket yang diterima (*bytes*)