

Modifikasi Protokol *Routing* DSDV Menggunakan Algoritma *Dynamic-power transmission* untuk Mengurangi Interferensi Sinyal dalam Pengiriman Data Berdasarkan Tingkat Kepadatan *Node* di Jaringan MANET

Modification of DSDV Routing Protocol Using Dynamic-power transmission Algorithm to Reduce Signal Interference in Data Delivery Based on Node Density Level in MANET

Desyra Ardiani, Andy Hidayat Jatmika*, Ariyan Zubaidi

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: desyardiani87@gmail.com, [andy, zubaidi13]@unram.ac.id

**Penulis Korespondensi*

Abstract Mobile Ad-Hoc Network (MANET) is a decentralized collection of nodes that exchange information temporarily via wireless transmission. When nodes communicate, all nodes in the communication range will be affected by signal interference from other nodes. The problem that arises due to this signal interference is that it will affect or interfere with the signal transmitted to the receiver, resulting in a decrease in network performance which will impact the quality of service (QoS). To overcome the problem of signal interference, use interference management. This study applies the Dynamic-Power Transmission (DPT) algorithm to the Destination Sequence Distance Vector (DSDV) routing protocol framework. DPT-DSDV will adjust the communication range automatically based on the node density level. When a node sends data packets to neighbouring nodes, the communication range will be adjusted automatically based on the selected level. The performance of DPT-DSDV will be compared with standard DSDV and standard AODV by looking at performance based on three parameters, namely throughput, packet delivery ratio (PDR), and end-to-end delay. Based on the results of research trials, applying the dynamic-power transmission algorithm can improve the performance of the standard DSDV routing protocol. Throughput results on DPT-DSDV increased by 0.90%. The packet delivery ratio (PDR) increased by 0.50%, and end-to-end delay decreased by 2.80%.

Key words: MANET, Interference, Quality of Service, Routing, DSDV, Dynamic-Power Transmission.

I. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan jaringan nirkabel semakin banyak ditemui dikarenakan karakteristik masyarakat yang bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Perangkat bergerak seperti *notebook*, *handphone*, *tablet* dan lain-lain

mulai berkembang dengan adanya teknologi nirkabel. Jaringan nirkabel dapat dibentuk secara sementara pada suatu keadaan tertentu tanpa adanya infrastruktur jaringan terpusat. Jaringan yang bersifat sementara ini disebut dengan *Mobile Ad-Hoc Network* (MANET) yang terdiri dari sekumpulan *node* bergerak.

Komunikasi antar *node* pada jaringan MANET dilakukan secara nirkabel menggunakan gelombang radio pada *range* komunikasi tertentu. *Range* komunikasi sebuah *node* direpresentasikan dalam bentuk lingkaran. Jika *receiver* atau *node* tetangga berada di dalam *range* komunikasi dari *node* kirim, maka *receiver* dapat menerima seluruh paket. Jika tidak, maka *receiver* akan kehilangan seluruh paket. Secara *default*, *range* komunikasi setiap *node* di-set pada *range* 250 meter dan tidak dapat berubah secara otomatis [1].

Ketika *node-node* saling berkomunikasi, maka semua *node* yang berada pada *range* komunikasi akan terkena interferensi sinyal yang berasal dari *node* lain. Interferensi adalah kumpulan sinyal yang saling tumpang tindih dan bekerja pada frekuensi yang sama. Permasalahan yang muncul akibat interferensi sinyal ini adalah akan mempengaruhi atau mengganggu sinyal yang ditransmisikan ke *receiver* sehingga mengakibatkan penurunan kinerja jaringan yang berdampak pada *Quality of Service* (QoS) seperti *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay* [2].

Solusi untuk membantu mengatasi permasalahan interferensi sinyal adalah dengan cara melakukan manajemen interferensi. Penelitian ini bertujuan mengurangi interferensi sinyal pada jaringan MANET menggunakan algoritma *Dynamic-power transmission* (DPT) berdasarkan tingkat kepadatan *node* yang akan

diterapkan pada kerangka protokol *routing Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV)*. Algoritma DPT ini pernah digunakan pada penelitian [1] yang diterapkan pada kerangka protokol *routing AODV* dan memberikan kinerja yang sangat baik dibandingkan dengan protokol *routing AODV* standar. Protokol *routing* digunakan agar sebuah *node* dapat menentukan rute mana yang akan dilewati ketika akan mengirim paket data ke *node* tujuan. Protokol *routing DSDV* dipilih karena protokol ini bersifat proaktif, dimana tiap *node* akan selalu melakukan *update* tabel *routing* secara berkala [3] dan selalu berkomunikasi dengan *node-node* sekitarnya. Hal ini menyebabkan interferensi sinyal dan dapat mengurangi performa dari protokol *routing DSDV*, sehingga algoritma DPT cocok untuk diterapkan dengan harapan agar interferensi sinyal dapat dikurangi dan saat melakukan pengiriman data hasil QoS-nya akan lebih bagus. Algoritma DPT akan melakukan penyesuaian *range* komunikasi secara otomatis berdasarkan tingkat kepadatan *node*. Ketika sebuah *node* akan mengirim paket data ke *node-node* tetangganya, *range* komunikasi akan disesuaikan secara otomatis berdasarkan level yang dipilih.

Protokol *routing* yang telah dimodifikasi diberi nama DPT-DSDV yang kinerjanya akan dibandingkan dengan protokol *routing DSDV* standar, dan AODV standar. Hasil perbandingan kinerja protokol-protokol *routing* tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik berdasarkan simulasi yang telah dilakukan.

Simulasi jaringan dilakukan dengan menggunakan *tools Network Simulator 2 (NS-2)* versi 2.35 dimana versi ini merupakan versi yang terbaru saat ini. NS-2 digunakan karena merupakan simulator yang populer bersifat *open source* dan banyak digunakan oleh para peneliti di dunia. NS-2 diinstal di dalam sistem operasi Linux Ubuntu 14.04 LTS pada lingkungan VirtualBox 5.2.44. Parameter uji kinerja ke-empat protokol *routing* yang dibandingkan akan dilihat dari *throughput*, *packet delivery ratio (PDR)*, dan *end-to-end delay*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian [4] mengusulkan metode kontrol *transmission power adaptive* yang diterapkan pada kerangka protokol *routing AODV* yang dinamakan Hi-AODV. Dalam jaringan akan dibentuk beberapa *cluster* yang masing-masing cluster terdapat sebuah *clusterhead*. *Clusterhead* secara periodik melakukan *broadcast* paket MEP (*Member Packet*) ke *node* tetangga, paket MEP akan diteruskan oleh *node* tetangga yang berada di dalam *cluster* ke *node* yang tidak terjangkau oleh *clusterhead*. *Node* yang tidak terjangkau oleh *clusterhead* ini akan membalas dengan mengirim paket *Member Acknowledgement Packet (MAP)*. Paket MAP nantinya akan sampai ke *node clusterhead* yang berisi informasi *node* tersebut. *Node* yang tidak menerima paket MAP, akan menjadi *leaf node* pada *cluster* tersebut. *Clusterhead* akan menyesuaikan *transmission power* dalam *cluster* tersebut agar dapat menjangkau *leaf node*. Parameter uji kinerja yang diukur pada penelitian ini adalah *Packet loss*

dan *Packet Delivery Ratio (PDR)*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa protokol *routing Hi-AODV* memberikan hasil yang lebih baik dengan nilai *packet loss* sebesar 19000 *bytes* dibanding AODV standar dengan *packet loss* sebesar 25000 *bytes*, sedangkan untuk parameter uji PDR Hi-AODV memberikan hasil yang lebih baik juga yaitu sebesar 85% dibanding dengan AODV standar yaitu sebesar 82%.

Pada penelitian [5] mengusulkan metode NDPC (*Neighbor Detection Power Control*) dimana *Transmission power* dapat disesuaikan berdasarkan jumlah *one-hop neighbor*. Apabila jumlah *one-hop neighbor* berkurang, maka *transmission power* akan ditingkatkan, sebaliknya apabila jumlah *one-hop neighbor* meningkat maka *transmission power* akan diturunkan. Protokol *routing* yang dimodifikasi pada penelitian ini adalah *MAC Protocol* yang diberi nama NDPC *MAC Protocol*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa NDPC *MAC Protocol* memberikan nilai *throughput* yang lebih baik sebesar 122094 *bytes* dibanding *MAC Protocol* standar yaitu sebesar 108749 *bytes*.

Pada penelitian [1] melakukan analisis perbandingan performansi antara protokol *routing AODV* dan AODV yang menggunakan metode *dynamic-power (DP-AODV)*. Pada penelitian tersebut dilakukan perbandingan berdasarkan *packet delivery fraction (PDF)*, *delay*, *EED*, *throughput*, *control overhead*, dan *jitter*. Dari hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa DP-AODV lebih baik daripada AODV standar. DP-AODV memberikan *packet delivery fraction (PDF)* lebih tinggi dari AODV standar, terutama dalam lingkungan dinamis. DP-AODV memberikan *delay* yang lebih pendek daripada AODV standar. Hasil nilai *throughput* pada protokol DP-AODV jauh lebih tinggi dibandingkan dengan protokol AODV standar. Protokol DP-AODV memiliki konsumsi daya lebih rendah dari protokol AODV standar. DP-AODV mengurangi *control overhead* dan *jitter*.

Pada penelitian [6] mengusulkan sebuah algoritma yang dapat menyesuaikan *range* komunikasi sebuah *node* secara otomatis berdasarkan tingkat kepadatan *node-nya* dengan tujuan mengurangi interferensi sinyal antar *node* sehingga dapat meningkatkan *Quality of Service (QoS)* seperti *throughput*. Algoritma diterapkan pada kerangka protokol AODV dan diberi nama protokol DP-AODV. Penyesuaian *range* komunikasi secara otomatis dilakukan dengan cara menghitung tingkat kepadatan *node* yang dibagi menjadi 3 (tiga) level. Jika tingkat kepadatan *node* kurang dari 7 *node* (Level 1) maka *range* komunikasi akan disesuaikan secara otomatis menjadi 250 meter, jika tingkat kepadatan *node* diantara 7 - 15 *node* (Level 2), maka akan digunakan *range* komunikasi yang saat ini digunakan, jika tingkat kepadatan *node* lebih dari 15 *node* (Level 3), maka *range* komunikasi akan disesuaikan menjadi 170 meter. Penelitian ini membandingkan protokol DP-AODV dengan protokol AODV standar, AOMDV, dan DSR. Parameter uji kinerja yang digunakan adalah *throughput*, *end-to-end delay*, dan *packet delivery ratio (PDR)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

protokol DP-AODV memberikan nilai *throughput*, *end-to-end delay*, dan *packet delivery ratio* (PDR) yang lebih baik dibanding ketiga protokol tersebut baik untuk skenario 100 *node* dan 200 *node*.

Pada penelitian terkait sebelumnya telah dijelaskan keunggulan dari algoritma yang berkaitan dengan *dynamic-power transmission* serta keunggulan dari penerapan tingkat kepadatan *node* untuk mengurangi interferensi sinyal antar *node* yang telah dilakukan diberbagai macam protokol *routing*. Hasil penelitian terkait sebelumnya menunjukkan bahwa protokol-protokol yang di modifikasi memberikan nilai yang lebih baik. Akan tetapi, penelitian terkait sebelumnya belum menerapkan protokol *routing* DSDV dan algoritma *dynamic-power transmission*. Oleh karena itu, penelitian ini mengajukan modifikasi pada kerangka protokol *routing* DSDV standar untuk mengurangi interferensi sinyal dalam pengiriman data menggunakan algoritma *dynamic-power transmission* (DPT). Sebelum paket data dikirim, protokol DSDV akan melakukan proses pencarian rute dengan cara menghitung jumlah *node* tetangga pada *range* komunikasi. *Range* komunikasi disesuaikan berdasarkan 3 (tiga) level tingkat kepadatan *node*. Jika tingkat kepadatan *node* kurang dari 7 *node* (Level 1) maka *range* komunikasi akan disesuaikan secara otomatis menjadi 250 meter, jika tingkat kepadatan *node* diantara 7 - 15 *node* (Level 2), maka akan digunakan *range* komunikasi yang saat ini digunakan, jika tingkat kepadatan *node* lebih dari 15 *node* (Level 3), maka *range* komunikasi akan disesuaikan menjadi 170 meter. Rute-rute yang telah terbentuk akan dimasukkan ke dalam *routing* tabel. Paket data yang dikirim akan menggunakan rute dimana *node-node* yang berpartisipasi pada rute tersebut menggunakan *range* komunikasi yang telah disesuaikan untuk mengurangi interferensi sinyal. Parameter uji kinerja protokol yang dimodifikasi diukur dari 3 (tiga) parameter yaitu *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay*, lalu hasilnya akan dibandingkan dengan protokol DSDV standar, dan AODV standar.

III. DASAR TEORI

A. Mobile Ad-Hoc Network (MANET)

Mobile ad-hoc network (MANET) merupakan sekumpulan kelompok *node* terdesentralisasi yang bertukar informasi sementara melalui transmisi nirkabel. Sebuah *node* dapat melakukan komunikasi dengan *node* yang berada dalam 8 jangkauan transmisinya. Untuk berkomunikasi dengan *node* yang berada di luar jangkauannya, sebuah *node* akan menggunakan bantuan dari *node* lain sebagai “jembatan” untuk menerima dan meneruskan pesan. Oleh karena itu, sebuah *node* dalam MANET bertindak sebagai terminal dan router [7].



Gambar 1. Ilustrasi *mobile ad-hoc network*. [8]

B. Protokol Routing Pada MANET

Perutean dalam MANET didasarkan pada alamat yang *unique* dalam suatu jaringan. Protokol perutean diklasifikasikan sebagai *unicast* atau *multicast*, tergantung pada mekanisme yang digunakan dalam pengiriman paket data. Transmisi *unicast* mengirimkan jaringan tunggal menuju *destination* (tujuan) 9 sedangkan transmisi *multicast* mengirimkan sekelompok jaringan menuju *destination* secara bersamaan dalam satu transmisi. MANET menggunakan protokol *routing unicast* yang diklasifikasikan menurut skema *routing*: Proaktif, Reaktif, dan Hibrid [9].

B.1 Protokol Routing Proaktif

Protokol *routing* proaktif merupakan protokol *routing* yang memperbarui tabel *routing* secara berkala di setiap *node*. Rute dapat dihitung melalui tabel *routing* berdasarkan protokol *police*. Protokol ini memiliki latensi yang rendah dan *overhead routing* yang tinggi karena informasi pada pertueannya selalu *up to-date*, terutama dalam mobalitas yang tinggi. Beberapa contoh protokol *routing* jenis ini adalah *Optimum Link State Routing* (OLSR) dan *Destination Sequenced Distance Vector Routing Protocol* (DSDV).

B.2 Protokol Routing Reaktif

Protokol *routing* reaktif merupakan protokol *routing* yang rutanya tidak ditentukan sebelumnya untuk *routing*. Protokol *routing* reaktif akan melakukan update jalur ketika terdapat rute baru dan ketika suatu rute terputus. Protokol ini memiliki latensi yang tinggi dan *overhead* yang rendah. Beberapa contoh protokol *routing* jenis ini adalah *Dynamic Source Routing* (DSR) dan *Ad hoc On-demand Distance Vector* (AODV).

B.3 Protokol Routing Hibrid

Protokol *routing* hibrid merupakan protokol *routing* yang menggabungkan kinerja protokol reaktif dan proaktif dengan mendefinisikan zones disekitar setiap *node*. Beberapa contoh protokol *routing* jenis ini adalah *Zone Routing Protocol* (ZRP) dan *Fisheye State Routing* (FSR).

C. DSDV

Dynamic Sequence Distance Vector (DSDV) merupakan *protocol routing* proaktif, pendekatannya berbasis *table* yang berarti bahwa rute telah ditentukan sebelumnya dari sumber ke tujuan [3]. Dalam protokol DSDV, setiap *node* akan bertukar pesan *Hello* yang akan memberitahukan *node-node* yang lain. *Node* tetangga akan menerima paket *Hello* dan menyimpan informasi *node* pengirim ke tabel *routing*. Dengan ini setiap *node* akan mengetahui tetangganya, lalu setiap *node* mengirimkan seluruh tabel *routing* ke *node* tetangga. Oleh karena itu, *node-node* tersebut akan memiliki jalur ke setiap *node* dalam jaringan. Paket *Hello* yang dikirimkan oleh *node* akan meng-*update* posisinya dalam jaringan.

Setiap *node* menyimpan “*next routing hop*” untuk setiap *destination* yang dapat dijangkau dalam *routing* table. Rute yang digunakan merupakan rute yang memiliki *sequence number* tertinggi dan terbaru. Ketika tetangga *node* B mengetahui bahwa *node* A tidak lagi dapat dijangkau, maka *node* B memberitahu ke seluruh jaringan

bahwa *node* A tidak dapat dijangkau kembali dengan cara mengirimkan kolom *metric* yang berisi bahwa *node* A memiliki infinity hop. Seluruh *node* yang menerima pesan baru tersebut akan mengetahui bahwa *node* A tidak lagi tersedia.

Terdapat dua cara untuk melakukan pembaruan rute dalam protokol *routing* DSDV yaitu: *full dump* dan *incremental dumps*. Full dump berfungsi untuk mentransmisikan semua tabel informasi perutean, sementara *Incremental dumps* hanya mengirim entri yang telah berubah sejak pembaruan terakhir[10]. Protokol proaktif didasarkan pada pertukaran pesan secara berkala dan mempertahankan tabel *routing*. Setiap *node* memelihara informasi tentang jaringan. Informasi tersebut di dapatkan dari setiap *node* yang berada pada tabel *routing*.

D. Algoritma Dynamic-power transmission

Dynamic-power transmission merupakan algoritma yang digunakan untuk meningkatkan performa suatu protokol *routing* dalam hal mengurangi interferensi sinyal antar *node* dalam MANET berdasarkan tingkat kepadatan *node*. Setiap paket yang meninggalkan sebuah *node* akan berisi informasi tentang jarak *node* tujuan. Sehingga pada lapisan wireless physical, ketika mengirim paket ke *node* tetangga, *transmission power* akan diubah sesuai dengan "level" daya yang dibutuhkan untuk mencapai *node* tujuan[1]. Kepadatan *node* memiliki dampak yang besar pada kinerja jaringan MANET karena dapat mempengaruhi factor-faktor seperti efisiensi perutean, kapasitas dan penundaan.

Algoritma *dynamic-power transmission* akan mencoba memilih jalur yang akan menjadi jalur stabil berdasarkan kepadatan lokasi (*node*) berbeda dan jalur tersebut bisa jadi bukan jalur terpendek. Perubahan daya terjadi pada lapisan physical, terdapat file yang digunakan untuk menyimpan daya dan nilai transmisi. Jika terdapat sebuah paket yang dijadwalkan untuk ditransmisikan, paket tersebut akan mencapai lapisan *physical* (*routing agent* akan menambahkan jarak dan jumlah tetangga dalam paket).

E. Interferensi Sinyal

Dalam MANET, sebuah mobile *node* mempunyai dua jangkauan radio, yaitu *transmission range* (RT) dan *carrier sensing range* (Rcs). *Transmission range* mewakili *range* dimana didalamnya terdapat paket yang berhasil diterima, jika tidak ada interferensi dari *node* lain. Jika jarak antara dua *node* kurang dari jangkauan transmisi, maka *node-node* tersebut dapat berkomunikasi satu sama lain dengan baik. *Carrier sensing range* dapat menerima sinyal, tetapi tidak di decode dengan benar[2].

Interferensi sinyal merupakan kombinasi sinyal yang diterima oleh *node* yang sama dari *node* transmisi yang berbeda secara bersamaan. Interferensi memiliki dampak yang dapat mengurangi kualitas sinyal secara signifikan, menyebabkan tabrakan dan paket mengalami *retransmissions* (men-transmisi ulang), dan mengonsumsi lebih banyak energi.

F. Network Simulator 2 (NS-2) Trace file

NS-2 *trace file* adalah hasil dari running NS-2 dengan ekstensi ".tr" yang berisi *log* tentang jenis-jenis pengiriman dan penerimaan paket yang terjadi pada simulasi. Baris-baris pada *log* akan dianalisis untuk mendapatkan performa *protocol*. Terdapat contoh pengiriman paket data pada *trace file* NS-2 dapat dilihat dibawah ini:

```
s 26.000000000 1_ AGT --- 618 cbr 64
[0 0 0 0] -- ----- [1:0 0:0 32 0] [26]
0 0
```

Huruf "s" pada kolom pertama merupakan pengiriman paket (*send*), kolom kedua berisi waktu pengiriman paket pada detik ke 26, kolom ketiga berisi *node* tempat event terjadi yaitu pada *node* 1, kolom keempat dan ke-lima berisi tempat terjadinya *event* special semisal *collision*, kolom ke-enam berisi id unik pada paket, kolom ke-tujuh berisi tipe paket yang akan dikirimkan yaitu "cbr", kolom ke-delapan berisi ukuran paket dalam *byte* yaitu 64. Penerimaan data paket seperti berikut tidak jauh berbeda dengan pengiriman paket, perbedaannya terletak pada kolom pertama dengan huruf inisial "r" yang menandakan paket diterima dan format selanjutnya berisi sama persis seperti paket pengiriman. Adapun contoh penerimaan paket data pada *trace file* NS-2 dapat dilihat di bawah ini: [11]

```
r 26.011627928 0_ AGT --- 618 cbr 84
[13a 0 16 800] ----- [1:0 0:0 27 0]
[26] 5 0
```

G. Network Simulator 2 (NS-2)

Network Simulator NS-2 merupakan *software* yang digunakan untuk mensimulasikan dan menampilkan proses komunikasi dan bagaimana proses komunikasi berlangsung pada MANET. NS-2 dikembangkan oleh *University of California Berkeley* dan USC ISI sebagai bagian dari proyek *Virtual Internet Testbed* (VINT). NS-2 dapat melayani simulasi baik itu komunikasi dengan kabel maupun komunikasi nirkabel. Hasil dari NS-2 merupakan file yang berbentuk *log* data dengan ekstensi ".tr". File yang dihasilkan dapat dihitung dan dianalisa menggunakan cara manual maupun menggunakan file awk skrip. Terdapat beberapa keuntungan menggunakan NS-2 sebagai *software* simulasi untuk membantu analisis dalam suatu riset, antara lain adalah NS-2 dilengkapi dengan *tool* validasi yang dapat digunakan untuk menguji kebenaran pemodelan yang ada pada NS-2. Terdapat paket-paket yang membangun dalam simulasi yang dilakukan pada jaringan ini antara lain: [12].

- 1) Tcl (*Tool command language*)
- 2) Tk (*Tool kit*)
- 3) Otcl (*Object tool command language*)
- 4) Tclcl (*Tool command language/C++ interface*)
- 5) NS2 (*Network simulator version 2*)
- 6) Nam (*Network animator*)

IV. METODE PENELITIAN

A. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

A.1 Hardware

Spesifikasi perangkat keras mengacu pada Laptop yang digunakan oleh peneliti yaitu Toshiba Satellite seri E45-B4100. Spesifikasi komponen pada laptop tersebut telah memenuhi standar minimum untuk digunakan pada penelitian ini.

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Central Processing Unit*
Intel Core i5 5200U-2.2 GHz Turbo 2.20 Ghz.
- 2) *Main Memory*
8 GB DDR3L 1600 MHz.
- 3) *Storage*
256 GB SSD Lexar.

A.2 Software

Adapun kebutuhan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Network Simulator 2 (NS-2)* versi 2.35
Perangkat lunak untuk kebutuhan simulasi, protokol, tipe jaringan, elemen-elemen jaringan, pemodelan jaringan dan pemodelan lalu lintas jaringan. NS-2 bersifat *open-source* dibawah GPL GNU *Public License*, dan dapat di-*download* secara gratis melalui laman <https://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- 2) Sistem Operasi Linux Ubuntu versi 14.04 LTS 64 bit
Perangkat lunak yang digunakan untuk menjalankan Network Simulator NS-2.35.
- 3) *Oracle VM Virtual Box* versi 5.2.44
Perangkat lunak virtualisasi yang digunakan untuk menjalankan sistem operasi Linux Ubuntu 14.04 LTS.

B. Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2. Diagram alir penelitian diawali dari studi *literature* sampai dengan tahap akhir yaitu membuat laporan.



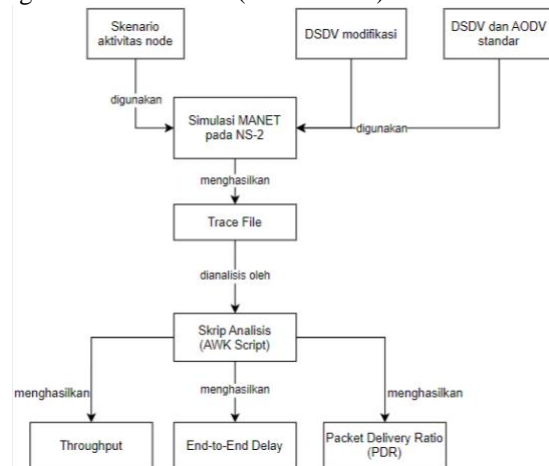
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

C. Perancangan Simulasi Jaringan

Perancangan dilakukan melalui beberapa tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 3. Perancangan diawali dengan membuat skenario aktivitas *node* seperti model mobilitas, model komunikasi, kecepatan *node*, dan kapasitas jaringan menggunakan bahasa pemrograman TCL. Protokol *routing* DSDV dimodifikasi dengan cara menyisipkan algoritma DPT pada kerangka protokol tersebut menggunakan bahasa pemrograman C++. Simulasi jaringan MANET akan dijalankan berdasarkan skenario yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan protokol *routing* DSDV standar dan protokol *routing* DPT-DSDV. Simulasi jaringan akan

berhenti secara otomatis berdasarkan simulation time yang telah ditentukan.

Setelah simulasi dijalankan, akan dihasilkan suatu *trace file* ber-ekstensi *.tr* yang berisi data mentah hasil simulasi jaringan. Pengambilan data dari *trace file* akan di-filtering menggunakan bahasa pemrograman AWK untuk mendapatkan parameter uji yang diinginkan seperti nilai *throughput*, *packet delivery ratio (PDR)*, dan *end-to-end delay*. Hasil dari simulasi jaringan akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel data parameter uji, yang kemudian akan dilakukan analisis serta membandingkan kinerja dari protokol *routing* DSDV standar dengan protokol DSDV yang telah dimodifikasi (DPT-DSDV).



Gambar 3. Tahap perancangan simulasi jaringan.

D. Metode yang Diajukan

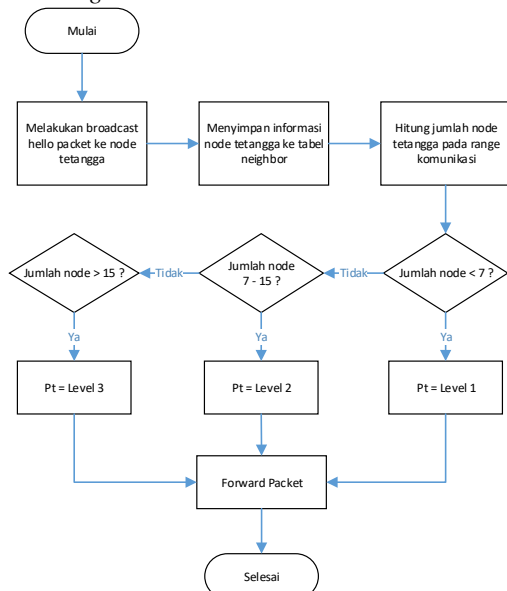
Pada penelitian ini diusulkan menggunakan metode *Dynamic-power transmission Destination-Sequenced Distance Vector (DPT-DSDV)* yang digunakan untuk meningkatkan performa protokol *routing* DSDV standar yaitu dalam hal mengurangi interferensi sinyal antar *node* dalam jaringan MANET. Metode ini akan disisipkan pada kerangka protokol DSDV standar.

Range komunikasi sebuah *node* pada jaringan MANET direpresentasikan dalam bentuk lingkaran. Jika receiver (*node* tetangga) berada di dalam *range* komunikasi dari *node* kirim, maka receiver dapat menerima seluruh paket. Jika tidak, maka receiver akan kehilangan seluruh paket. Secara *default*, *range* komunikasi setiap *node* diset pada 250 meter.

Pada metode yang diusulkan, *range* komunikasi akan ditentukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengiriman paket data dengan cara dihitung tingkat kepadatan *node*-nya. Algoritma DPT akan melakukan penyesuaian *range* komunikasi secara otomatis berdasarkan tingkat kepadatan *node*.

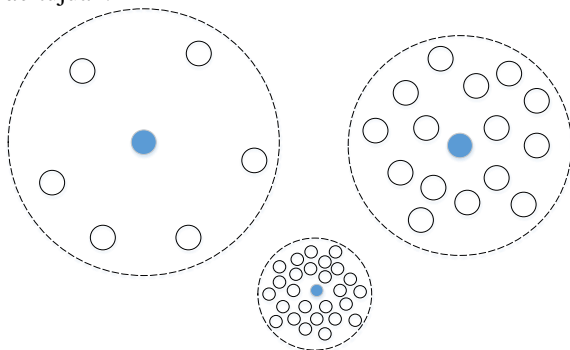
Gambar 4 merupakan alur kerja metode yang digunakan. Sebelum sebuah *node* mengirim paket data ke *node* tetangganya, *node* tersebut akan mengirim *hello* packet terlebih dahulu untuk mengetahui siapa saja *node*-*node* yang berada pada *range* komunikasinya. *Node* tetangga akan membalas menggunakan *hello* packet juga ke *node* pengirim, sehingga *node* pengirim akan

menyimpan informasi semua *node* tetangga pada tabel *node neighbor* miliknya. Selanjutnya, *node* akan menghitung jumlah *node* tetangga yang terhubung dengan dirinya, lalu *range* komunikasi akan disesuaikan secara otomatis berdasarkan level yang dipilih, dimana tiap level mengandung informasi jumlah kepadatan *node* yang berada di *range* komunikasi *node* tersebut.



Gambar 4. Alur kerja metode yang digunakan.

Gambar 5 merupakan ilustrasi penggunaan algoritma DPT, terdapat 3 level *range* komunikasi yang digunakan, Level 1 = jika jumlah kepadatan *node* kurang dari 7 *node* maka akan digunakan *range* komunikasi 250 meter, Level 2 = jika jumlah kepadatan *node* antara 7 sampai 15 *node* maka akan digunakan *range* komunikasi yang sedang digunakan pada saat itu, dan Level 3 = jika jumlah kepadatan *node* lebih dari 15 *node* maka *range* komunikasi akan dikurangi menjadi 170 meter[1]. Setelah itu, *node* akan meneruskan paket data ke *node* tetangga sampai ke *node* tujuan.



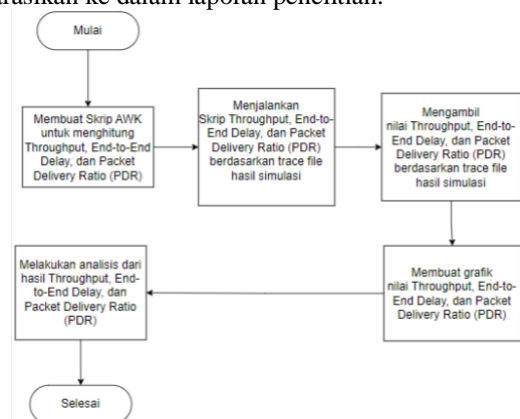
Gambar 5 Ilustrasi metode *Dynamic-power transmission*.

E. Cara Analisis

Simulasi yang telah dijalankan oleh NS-2 akan menghasilkan keluaran berupa *trace file* yang berisikan data mengenai aktivitas yang terjadi selama simulasi dalam bentuk plain text berekstensi .tr. Dari data tersebut, dapat dilakukan analisis performa protokol *routing* DPT-DSDV

dengan mengukur beberapa metrik yang diinginkan. Pada penelitian ini, metrik yang akan diukur adalah nilai *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay*. Analisis akan dilakukan menggunakan skrip AWK yang menghasilkan keluaran berupa nilai metrik parameter uji. AWK merupakan sebuah bahasa pemrograman yang didesain untuk text-processing dan biasanya digunakan sebagai alat ekstraksi data dan pelaporan.

Gambar 6 merupakan tahapan yang dilakukan untuk menganalisis kinerja protokol *routing* yang diusulkan. Tahap pertama adalah membuat Skrip AWK untuk menghitung nilai *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay*. Tahap berikutnya adalah menjalankan skrip *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay* yang telah dibuat lalu akan dihitung nilai dari masing-masing parameter uji tersebut berdasarkan *trace file* hasil simulasi. Skrip AWK dijalankan melalui terminal Linux Ubuntu 14.04. Tahap berikutnya adalah mengambil nilai *throughput*, *packet delivery ratio* (PDR), dan *end-to-end delay* berdasarkan *trace file* hasil simulasi. Tahap selanjutnya membuat grafik nilai metrik parameter uji sebagai hasil simulasi menggunakan *microsoft excel*. Tahap terakhir adalah melakukan analisis dari grafik yang telah dibuat untuk dinarasikan ke dalam laporan penelitian.



Gambar 6. Diagram alir tahapan analisis.

F. Parameter Skenario Simulasi

Pada sub bab ini, peneliti menentukan skenario uji coba yang akan dilakukan pada penelitian ini. Dalam simulasi ini menggunakan NS-2 (*Network Simulator 2*) versi 2.35. *Link layer* yang digunakan adalah berdasarkan standar IEEE 802.11. Fungsi koordinasi terdistribusi IEEE 802.11 untuk nirkabel LAN digunakan sebagai lapisan MAC. Simulasi dilakukan pada area topologi jaringan berbentuk persegi (*network area*) dengan ukuran 1000 m x 1000 m dengan jumlah *node* density sebanyak 75, 100, 150 dan 200 *node*. *Simulation time* dilakukan selama 100 second. Digunakan *speed*, yakni sebesar 30 m/s serta menggunakan *pause time* selama 40 second untuk melihat perbandingan kinerja kedua protokol. Jenis mobalitas yang digunakan pada simulasi adalah *Random Waypoint*. Parameter skenario simulasi yang lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. PARAMETER SKENARIO SIMULASI.

Parameter Skenario	
Type Parameter	Nilai Parameter
Simulator version	NS-2.35
Mobility model	Random Waypoint
MAC layer	IEEE 802.11
Protocols	DPT-DSDV, DSDV standar, dan AODV standar
Antenna model	Omni-Antenna
Node-placement	Random
Network area	1000 x 1000 (m)
Simulation time	100 (sec)
Node density	75, 100, 150, dan 200
Speed	30 (m/s)
Pause time	40 (sec)
Traffic type	CBR

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Metode

Pada sub bab ini akan dijelaskan implementasi metode yang diusulkan pada penelitian ini. Implementasi metode menggunakan bahasa pemrograman C++ yang diterapkan pada beberapa file yang terdapat pada *network simulator* NS-2 yaitu file “node.h”, “node.cc”, “threshold.cc”, dan “wireless-phy.cc”. File “node.h” merupakan file *header* dari file “node.cc”, oleh karena itu pada file “node.cc” juga akan dilakukan perubahan yang berisi fungsi untuk keperluan penelitian ini.

Pada file *header* “node.h” terdapat inisialisasi *variable* dan fungsi untuk menambahkan *node* tetangga ke dalam tabel *neighbor*. Pada file “node.cc” berisi fungsi yang digunakan untuk mendapatkan informasi dan memasukkan *node* ID dari *node* tetangga ke dalam tabel *neighbor*. Untuk proses perhitungan *dynamic power transmission* dilakukan pada file “threshold.cc” dimana pada bagian ini dilakukan perhitungan dari metode yang diterapkan yaitu jika jumlah *node* tetangga di bawah 7 *node* maka radius komunikasi disesuaikan pada radius 250 meter, jika jumlah *node* tetangga berjumlah 7 sampai dengan 15 *node* maka radius komunikasi disesuaikan dengan radius yang digunakan pada saat itu, namun jika jumlah *node* tetangga berjumlah lebih dari 15 *node* maka radius komunikasi disesuaikan pada radius 170 meter. Pada file “threshold.cc” terdapat rumus perhitungan model propagasi *TwoRay Ground*. Model propagasi pada NS-2 digunakan sebagai kuat daya sinyal komunikasi sebuah *node*.

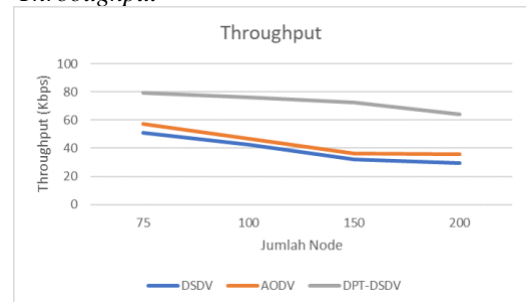
Pada file “wireless-phy.cc” berisi fungsi untuk mendapatkan jarak *node* tetangga yang menjadi nilai masukan pada model propagasi *TwoRay* yang digunakan sebagai perhitungan radius komunikasi suatu *node*. *Wireless Phy* merupakan suatu modul *interface* antara *MAC Layer* dan *Physical Layer*.

B. Hasil Simulasi

Simulasi yang telah dijalankan akan ditampilkan pada tahap ini, dimana hasil uji coba yang diperoleh merupakan hasil perulangan percobaan simulasi sebanyak 3 (tiga) kali

pada setiap skenario. Perulangan uji coba tersebut dilakukan untuk mendapatkan konsistensi data dalam membandingkan kinerja protokol *routing* DSDV dan AODV standar dengan protokol *routing* DSDV yang telah dimodifikasi. Parameter uji yang digunakan untuk melakukan analisis kinerja protokol *routing* yaitu *throughput*, *packet delivery ratio*, dan *end-to-end delay*.

B.1 Hasil Uji Coba Protokol Routing Terhadap Throughput



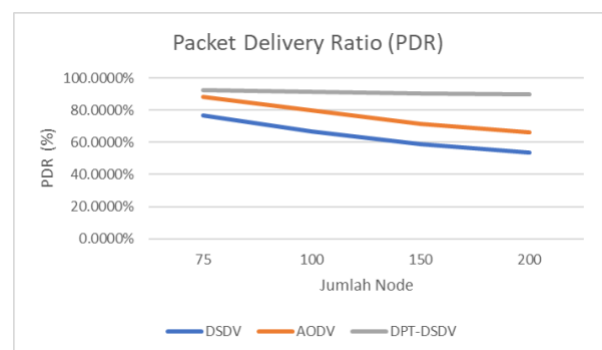
Gambar 7. Hasil rata-rata uji coba throughput

Gambar 7 merupakan grafik nilai rata-rata hasil uji coba *throughput* pada percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 yang telah dilakukan. Berdasarkan ketiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata peningkatan *throughput* pada DSDV modifikasi sebesar 0.90 %.

Hal ini disebabkan oleh algoritma DPT-DSDV yang mampu meminimalisir penurunan nilai *throughput* yang disebabkan interferensi sinyal. Karena algoritma yang digunakan membatasi penggunaan *bandwidth* untuk paket RREQ ketika melakukan proses pencarian rute.

Dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya jumlah *node* nilai *throughput* mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan pengiriman paket data dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya dipengaruhi oleh jumlah *node* yang menentukan kepadatan lalu lintas untuk mencapai *node* tujuan, kecepatan *node* dan luas *network* area. Banyaknya jumlah *node* mengakibatkan proses pengiriman data melambat dan menyebabkan volume lalu lintas tinggi sehingga lalu lintas menjadi lebih padat [1], dengan demikian *throughput* mengalami penurunan. Hal ini juga dikarenakan jarak antara *node* sumber dengan *node* tujuan pada luas area yang besar. Akibatnya, semakin banyak rute yang terputus dan proses pergantian rute sering dilakukan.

B.2 Hasil uji coba protokol routing terhadap PDR



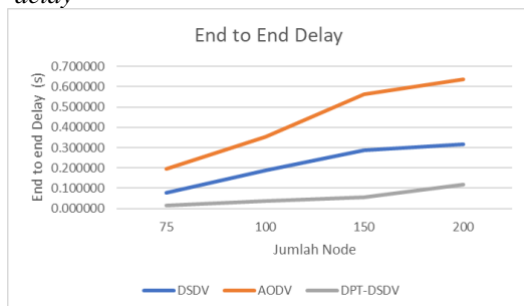
Gambar 8. Hasil rata-rata uji coba PDR

Gambar 8 merupakan grafik nilai rata-rata hasil uji coba *packet delivery ratio* (PDR) pada percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 yang telah dilakukan. Berdasarkan ketiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata peningkatan *packet delivery ratio* (PDR) pada DSDV modifikasi sebesar 0.50 %.

Hal ini disebabkan oleh *dynamic-power transmission* yang mampu meminimalisir terjadinya interferensi yang menyebabkan penurunan PDR dan *packet drop*, sehingga memberikan peningkatan nilai PDR yang tinggi. Karena algoritma yang digunakan membatasi kepadatan dengan mengontrol daya transmisi.

Dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya jumlah *node* nilai PDR mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena semakin besar *node* dalam suatu range komunikasi maka pengiriman paket data melambat [1]. Seperti terlihat pada grafik Gambar 4.3 nilai PDR pada saat jumlah *node* besar selalu mengalami penurunan. Hal ini juga dikarenakan kemungkinan jarak antara *node* sumber dengan *node* tujuan yang sangat jauh pada luas area yang besar. Akibatnya, semakin banyak rute yang terputus dan proses pergantian rute sering dilakukan.

B.3 Hasil uji coba protokol routing terhadap end to end delay



Gambar 9. Hasil rata-rata uji coba end to end delay

Gambar 9 merupakan grafik nilai rata-rata hasil uji coba *end to end delay* pada percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 yang telah dilakukan. Berdasarkan ketiga uji coba yang dilakukan, diperoleh rata-rata penurunan *end-to-end delay* pada DSDV modifikasi sebesar 2.80 %.

Hal ini disebabkan oleh algoritma *dynamic-power transmission* yang mampu meminimalisir interferensi yang menyebabkan penurunan nilai *end-to-end delay*. Dimana algoritma *dynamic-power transmission* membatasi densitas dengan mengontrol daya transmisi.

Dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya jumlah *node* nilai *end to end delay* mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena semakin besar jumlah *node* maka dapat menyebabkan banyaknya *node* perantara yang digunakan dalam proses pengiriman paket data dari *node* sumber ke *node* tujuan sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama [13]. Seperti terlihat pada grafik Gambar 4.4, nilai *end to end delay* pada saat jumlah *node* besar selalu mengalami kenaikan. Hal ini juga dikarenakan kemungkinan jarak antara *node* sumber dengan *node* tujuan yang sangat jauh pada luas area yang besar. Semakin banyak jumlah *hop* yang harus dilewati, maka

rutenya akan semakin panjang. Ketika rute yang dilewati panjang, maka *end to end delay*-nya akan semakin tinggi.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- 1) Penerapan algoritma *dynamic-power transmission* pada routing DSDV mampu meningkatkan kinerja *throughput* dan *packet delivery ratio* (PDR), serta nilai *end-to-end delay* mengalami penurunan. Dimana rata-rata *throughput* mengalami peningkatan sebesar 0.90 % dan *packet delivery ratio* (PDR) sebesar 0.50 %. Kemudian, *end to end delay* mengalami penurunan sebesar 2.80 %.
- 2) Peningkatan jumlah *node* mempengaruhi kinerja ketiga protokol routing yang berdampak pada hasil QoS. Semakin banyak jumlah *node* maka menyebabkan lalu lintas pengiriman data menjadi melambat dan waktu pengiriman semakin lama. Hal ini menyebabkan *throughput* dan *packet delivery ratio* (PDR) mengalami penurunan, serta *end-to-end delay* meningkat.
- 3) Kinerja *throughput* dan *packet delivery ratio* (PDR) pada protokol routing DSDV tidak lebih baik dibandingkan dengan protokol routing AODV. Hal ini disebabkan karena protokol routing DSDV melakukan update tabel routing secara berkala untuk mendapatkan tabel routing yang konvergen.

B. Saran

- 1) Melakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan algoritma *dynamic-power transmission* pada jenis protokol routing yang berbeda.
- 2) Menggunakan komputer dengan spesifikasi yang lebih tinggi dari spesifikasi yang digunakan penulis dari penelitian ini agar proses komputasi pada saat simulasi jaringan menjadi lebih cepat.

REFERENCES

- [1] A. M. Bamhdi, "Computer Standards & Interfaces Efficient dynamic-power AODV routing protocol based on node density," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 70, no. November 2019, p. 103406, 2020, doi: 10.1016/j.csi.2019.103406.
- [2] X. Zhang, Q. Liu, D. Shi, Y. Liu, and X. Yu, "An average link interference-aware routing protocol for mobile ad hoc networks," *Third Int. Conf. Wirel. Mob. Commun.* 2007, ICWMC '07, 2007, doi: 10.1109/ICWMC.2007.18.
- [3] A. Daas, K. Mofleh, E. Jabr, and S. Hamad, "Comparison between AODV and DSDV routing protocols in mobile Ad-hoc Network (MANET)," *2015 5th Natl. Symp. Inf. Technol. Towar. New Smart World, NSITNSW 2015*, 2015, doi: 10.1109/NSITNSW.2015.7176394.
- [4] O. D. A. Ryotaro, O. H. T. A. Tomoyuki, and Y. Kakuda, "A transmission power control adaptive to variation of node density in mobile ad hoc network

- clustering,” 2nd Int. Conf. Commun. Softw. Networks, ICCSN 2010, pp. 141–146, 2010, doi: 10.1109/ICCSN.2010.106.
- [5] B. Abasgholi, R. Kazemi, M. Arezoomand, and A. R. Enayati, “Neighbor Detection Power Control (NDPC) MAC protocol in mobile ad hoc networks,” 3rd Int. Symp. Wirel. Pervasive Comput. ISWPC 2008, Proc., pp. 508–512, 2008, doi: 10.1109/ISWPC.2008.4556260.
- [6] A. M. Bamhdi and P. J. B. King, “Performance Evaluation of Dynamic-Power AODV, AOMDV, AODV and DSR Protocols in MANETs.”
- [7] M. Manjunath and Manjaiah, “Spatial DSDV (S-DSDV) routing algorithm for mobile ad hoc network,” pp. 625–629, 2014.
- [8] P. Kaur and Sukhman, “An Overview on MANET - Advantages, Characteristics and Security Attacks,” Int. J. Comput. Appl., vol. 07, no. 01, pp. 975–8887, 2016.
- [9] S. M. Adam and R. Hassan, “Delay aware reactive routing protocols for qos in manets: A review,” J. Appl. Res. Technol., vol. 11, no. 6, pp. 844–850, 2013, doi: 10.1016/S1665-6423(13)71590-6.
- [10] G. F. Ahmed, R. Barskar, and N. Barskar, “An Improved DSDV Routing Protocol for Wireless Ad Hoc Networks,” Procedia Technol., vol. 6, pp. 822–831, 2012, doi: 10.1016/j.protcy.2012.10.100.
- [11] M. W. Siwi, “Analisis Kinerja Destination Sequenced Distance Vector (DSDV) dengan Model Propagasi Nakagami pada Mobile Ad Hoc Network (MANET),” p. 95, 2018.
- [12] R. F. Sari, A. Syarif, and B. Budiardjo, “Analisis Kinerja Protokol Routing Ad Hoc on-Demand Distance Vector (Aodv) Pada Jaringan Ad Hoc Hybrid: Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Ns-2 Dan Implementasi Pada Testbed Dengan Pda,” MAKARA Technol. Ser., vol. 12, no. 1, pp. 7–18, 2010, doi: 10.7454/mst.v12i1.517.
- [13] M. Nurushobah, P. Hari Trisnawan, and K. Amron, “Analisis Kinerja Protokol Routing Dynamic MANET On-Demand (DYMO) dan Cluster Based Routing Protocol (CBRP) pada Mobile Ad-Hoc Network (MANET),” vol. 3, no. 4, pp. 3563–3572, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.