

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Kajian Pustaka

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai protokol *routing* pada MANET. Protokol *routing* sangat dibutuhkan untuk mencari dan menentukan rute yang digunakan *node* untuk saling berkomunikasi dalam jaringan [9]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kusuma, dkk [10] selain menguji performansi dari protokol *routing* AODV juga melakukan pengujian pada protokol *routing* Zone Routing Protocol (ZRP). Penelitian ini menguji QoS dengan parameter *end-to-end delay*, *jitter*, PDR, dan *throughput*. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi jumlah *node* yaitu 5, 10, 15, 20, 25. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi *Network Simulator 2.33*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa protokol *routing* AODV lebih cepat daripada protokol *routing* ZRP dalam mengirim paket kepada *node* berikutnya. AODV memiliki nilai rata-rata 0,3134 detik sedangkan ZRP memiliki nilai rata-rata 0,3891 detik.

Penelitian [11] yang dilakukan oleh Purba, dkk membandingkan kinerja dari protokol *routing* AODV dan *Fisheye State Routing* (FSR). Parameter QoS yang diuji pada penelitian ini yaitu PDR, *end-to-end delay*, *throughput*, dan *packet loss*. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu variasi jumlah *node* yang terdiri dari 20, 30, 40, 50 node dan variasi ukuran paket sebesar 512 *bytes* dan 1024 *bytes*. Penelitian ini dilakukan menggunakan *software Network Simulator 2.35*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu protokol *routing* AODV memiliki performansi yang lebih baik pada parameter PDR dengan nilai rata-rata 98,95% dan *packet loss* sebesar 1,05%.

Baihaqy, dkk [7] melakukan pengujian terkait performansi dari protokol *routing* AODV dan DSDV menggunakan skenario variasi jumlah *node*. Jumlah *node* yang digunakan yaitu 5, 10, dan 15. Penelitian ini menguji QoS dari AODV dan DSDV dengan parameter PDR, *throughput*, dan *end-to-end delay*. Aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian

adalah *Network Simulator 2.33*. Dari penelitian ini didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa protokol *routing* AODV memiliki kinerja yang lebih unggul pada parameter *throughput* dan PDR. Nilai rata-rata *throughput* AODV memiliki nilai 95,159 sedangkan DSDV memiliki nilai 95,071. Dan pada parameter PDR nilai rata-rata dari protokol *routing* AODV adalah 0,951 sedangkan DSDV memiliki nilai rata-rata 0,94.

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait performansi dari protokol *routing* AODV pada MANET yang dilakukan oleh Baihaqy, dkk [7] AODV memiliki performansi PDR dan *throughput* yang baik. Tingginya tingkat keberhasilan pengiriman paket membuat protokol *routing* AODV cocok diterapkan di jaringan MANET karena jaringan ini biasanya digunakan untuk kondisi darurat pasca bencana dan kondisi militer, dimana informasi yang dikirimkan sangat krusial. Namun penelitian yang dilakukan oleh Baihaqy, dkk [7] hanya menggunakan variasi jumlah *node*. Oleh sebab itu diperlukan penelitian yang menggunakan skenario berbeda yang juga berpengaruh pada performansi dari protokol *routing* AODV pada jaringan MANET. Penelitian ini menggunakan skenario variasi kecepatan pergerakan *node* dan ukuran paket. Parameter QoS yang diuji pada penelitian ini yaitu PDR, *packet loss*, dan *end-to-end* delay dengan menggunakan aplikasi *Network Simulator 2.35* untuk melakukan pengujian.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Jaringan Ad Hoc**

Jaringan *wireless* atau jaringan nirkabel adalah suatu jaringan yang terbentuk dari sekumpulan *device* yang saling terhubung dengan media perantara udara untuk melakukan komunikasi. Jaringan *wireless* dapat dibagi menjadi dua yaitu jaringan *wireless* berbasis infrastruktur dan jaringan *wireless* tanpa infrastruktur (*ad hoc*) [1].

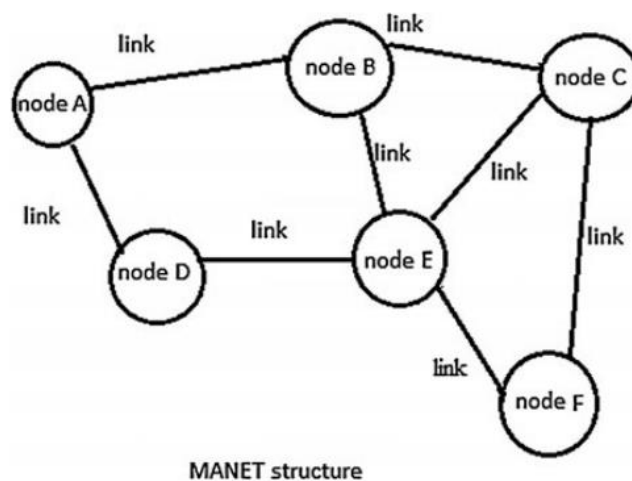
Jaringan Ad Hoc merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari sekumpulan *mobile node* bersifat dinamis dan spontan. Jaringan Ad Hoc dapat dijalankan dimanapun kapanpun tanpa memerlukan adanya infrastruktur, setiap perangkat saling terhubung secara *peer-to-peer* yang

berarti beberapa *device* yang terhubung tidak memerlukan *access point* untuk penghubung dalam jaringan. Oleh karena itu jaringan ad hoc dikategorikan sebagai jaringan *wireless* yang bersifat mandiri.

Kelebihan dari jaringan ad hoc:

1. Jaringan *ad hoc* tidak memerlukan *backbone* infrastruktur sehingga dapat mudah diaplikasikan. Hal ini membuat jaringan ad hoc sangat dibutuhkan ketika infrastruktur jaringan tidak dapat berfungsi contohnya yaitu di daerah yang sedang terkena musibah bencana alam.
2. *Node* selalu bergerak sehingga dapat mengakses informasi secara *real time* ketika sedang berkomunikasi dengan *node* lainnya.
3. Dapat dikonfigurasi dengan berbagai topologi baik untuk jumlah *user* yang sedikit maupun banyak sesuai dengan aplikasi dan instalasi (*scalability*) [12].

### 2.2.2 Mobile Ad hoc Network



Gambar 2.1 Jaringan MANET [13]

MANET adalah jaringan nirkabel yang memiliki sifat dinamis [13] seperti yang terlihat pada Gambar 2.1, jaringan ini tersusun dari sekumpulan *node* yang bergerak. MANET tersusun dari sekumpulan *node* bergerak yang berkomunikasi melalui jaringan *wireless* tanpa menggunakan infrastruktur yang tetap. Pergerakan *node* membuat topologi jaringan pada MANET dapat berubah dengan cepat dan tidak menentu dari waktu ke waktu. Setiap *node* pada jaringan MANET dapat berperan sebagai *host* dan *router* yang

berarti setiap *node* dapat menerima paket, meneruskan paket dan melakukan *routing* sendiri. Pada jaringan MANET sebuah *node* dapat dengan mudah bergabung ataupun meninggalkan jaringan [14]. MANET memiliki beberapa karakteristik yang menonjol, diantaranya yaitu [15]:

1. Topologi yang dinamis

*Node* pada jaringan MANET dapat bergerak dengan bebas dan berpindah kemana saja yang menyebabkan topologi dari jaringan ini dapat berubah dengan cepat.

2. Otonomi

Tiap *node* pada jaringan MANET memiliki peran sebagai *end-user* dan juga sebagai *router* yang menentukan sendiri jalur berikutnya yang akan dipilih.

3. *Bandwidth*

Kapasitas *bandwidth* yang dimiliki jaringan MANET lebih rendah daripada jaringan berkabel. Pada jaringan ini area transmisi gelombang yang dipancarkan juga terbatas.

4. Energi

Setiap *node* yang ada pada jaringan MANET menggunakan baterai sebagai sumber energi yang memiliki masa aktif terbatas. Oleh karena itu diperlukan optimalisasi dalam penggunaan energi pada MANET.

5. Keamanan

MANET yang termasuk dalam jaringan *wireless* lebih rentan ancaman kejahatan daripada jaringan berkabel sehingga keamanan pada jaringan MANET perlu lebih diperhatikan.

### 2.2.3 Protokol *Routing*

*Node* pada MANET membutuhkan aturan yang disebut dengan protokol *routing* untuk dapat melakukan komunikasi. Protokol *routing* adalah sebuah fungsi pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan bagaimana suatu *node* meneruskan suatu paket ke *node* selanjutnya agar paket dapat sampai ke tujuan. Protokol *routing* mampu melakukan penentuan rute terbaik secara spesifik [16]. Tujuan utama dari

protokol *routing* yaitu untuk menentukan dan memelihara jalur antar *node* agar ketika komunikasi berlangsung informasi dapat sampai tujuan dengan mudah dan cepat. Protokol *routing* pada MANET dapat dikategorikan menjadi tiga berdasarkan strategi untuk menemukan dan memelihara jalur yaitu proaktif (*table-driven*), reaktif (*on-demand*), dan *hybrid* [17].

#### 1. Protokol *Routing* Proaktif

Protokol *routing* ini berbasis *table-driven* yaitu informasi tabel *routing* dijaga dan dipelihara dengan cara mengirimkan pesan *broadcast* secara berkala. *Node* menyimpan informasi *routing* pada tabel *routing* dan tabel tersebut akan diperbarui ketika terjadi perubahan topologi jaringan. Kelebihan dari protokol *routing* ini yaitu QoS terjamin dan kebutuhan koneksi *realtime* terpenuhi karena tabel *routing* yang ada akan menjaga keakuratan dari jalur yang digunakan. Sedangkan kekurangan dari protokol *routing* proaktif adalah *overhead* yang tinggi dikarenakan *update* tabel *routing* dilakukan secara terus menerus. Contoh dari protokol *routing* proaktif yaitu *Distance Source Distance Vector* (DSDV), *Optimized Link State Routing* (OLSR), dan *Wireless Protocol Routing* (WRP).

#### 2. Protokol *Routing* Reaktif

Protokol *routing* reaktif melakukan pencarian jalur hanya ketika *node* membutuhkan koneksi untuk menjalankan komunikasi dengan *node* lainnya. Kelebihan dari protokol *routing* ini adalah *control traffic* dapat lebih diminimalisir karena protokol ini tidak perlu melakukan *broadcast* secara terus menerus. Sedangkan kekurangan dari protokol *routing* ini adalah ukuran pesan lebih besar dikarenakan seluruh informasi tersimpan dalam pesan yang dikirimkan untuk pencarian jalur. Pengiriman paket dalam protokol ini akan memakan waktu yang lebih lama dikarenakan keterlambatan dalam mencari jalur. Contoh dari protokol *routing* reaktif diantaranya yaitu *Ad-hoc On-demand Distance Vector* (AODV), *Dynamic MANET On-demand* (DYMO), dan *Dynamic Source Routing* (DSR).

### 3. Protokol *Routing Hybrid*

Protokol *routing* ini adalah hasil dari penggabungan fitur protokol *routing* proaktif dan protokol *routing* reaktif. Pada protokol *routing hybrid* fungsi protokol proaktif akan dijalankan apabila jarak antar *node* dekat dan menjalankan fungsi protokol reaktif jika jarak antar *node* jauh. Contoh dari protokol *routing hybrid* yaitu *Temporally Ordered Routing Algorithm* (TORA) dan *Zone Routing Protocol* (ZRP).

#### 2.2.4 *Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV)*

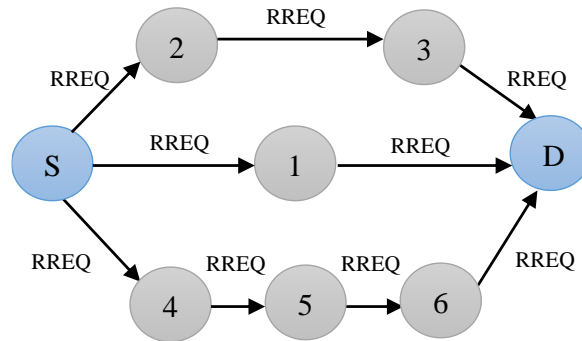
AODV adalah salah satu protokol *routing* yang paling sering digunakan pada jaringan MANET. AODV bersifat reaktif yang berarti pencarian rute hanya dilakukan ketika dibutuhkan saja. AODV memiliki empat paket kontrol yaitu *Route Request* (RREQ), *Route Reply* (RREP), *Route Error* (RERR) dan *hello message* [18]. Saat suatu *node* ingin mengirim paket maka *node* tersebut melakukan *broadcast* paket RREQ. Isi dari paket RREQ yaitu ip *node* sumber, *broadcast ID* dan nomor sekuen terbaru. *Node* yang dilewati paket RREQ akan melakukan pembaruan informasi tentang *node* sumber. Ketika paket dari *node* sumber sampai ke *node* tujuan maka paket RREP akan dikirimkan oleh *node* tujuan ke *node* sumber dengan menggunakan jalur yang sama dengan jalur yang dilewati paket RREQ untuk sampai ke tujuan. Apabila ada jalur yang rusak maka *node* tujuan akan mengirimkan pake RERR kepada *node* sumber untuk memberikan informasi bahwa rute tersebut sudah tidak bisa digunakan sehingga *node* sumber dapat mencari rute baru ke *node* tujuan [19].

AODV memiliki dua mekanisme protokol yaitu [18]:

##### 1. *Route Discovery*

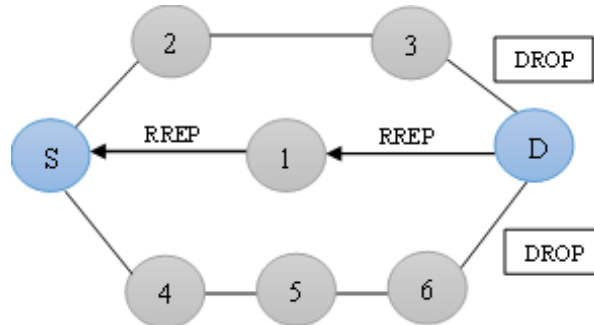
*Route Discovery* menggunakan dua paket kontrol yaitu RREQ dan RREP. Ketika suatu *node* ingin mengirimkan suatu data maka *node* itu akan mem-*broadcast* paket RREQ. Paket RREQ dapat langsung diterima *node* tujuan atau *node* perantara. Saat paket RREQ diterima oleh suatu *node*, maka *node* tersebut akan membalas dengan mengirimkan paket RREP yang berisi informasi rute. Paket RREP

dikirimkan ke *node* sumber menggunakan rute terbaik atau rute tercepat.



Gambar 2.2 *Route Request* pada AODV

Gambar 2.2 menunjukkan alur mekanisme *route request*. *Node S* merupakan *node* sumber dan *node D* merupakan *node* tujuan. Ketika *node S* akan mengirim paket ke *node D* maka *node* sumber akan mencari informasi rute ke *node D* dengan mem-*broadcast* paket RREQ ke *node* tetangga yaitu *node 2* dan *4*, kedua *node* ini kemudian akan meneruskan paket RREQ sampai *node* tujuan.



Gambar 2.3 *Route Reply* pada AODV

Pada Gambar 2.3, saat *node D* menerima paket RREQ tersebut, maka *node D* akan melakukan pengecekan jalur yang memiliki *hop count* paling sedikit (jalur tercepat) yaitu melewati *node 1* untuk mengirimkan balasan dengan paket RREP ke *node S*.

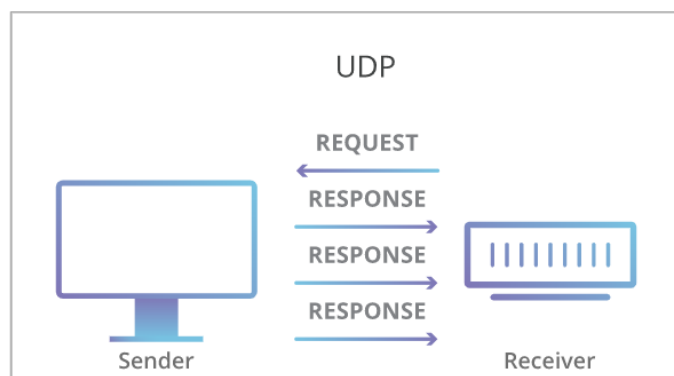
## 2. *Route Maintenance*

*Route Maintenance* menggunakan paket kontrol *hello message* dan RERR. Paket *hello message* digunakan untuk mendeteksi dan melakukan *monitoring* sambungan antar *node*. *Node* yang aktif akan

melakukan *broadcast hello message* secara berkala ke tiap *node* yang ada di sekitar. Apabila *hello message* telah dikirim namun tidak diterima dengan baik maka *node* akan menganggap *link error*. *Node* akan mengirim paket RERR ke *node* pengirim. Ketika paket RERR diterima *node* pengirim, mekanisme *route discovery* akan dilakukan kembali untuk mencari rute baru.

### 2.2.5 User Datagram Protocol

*User Datagram Protocol* (UDP) merupakan protokol transfer yang melakukan pengiriman data dengan kecepatan bit tetap dengan data yang dikirim memiliki ukuran yang tetap dan dengan interval tetap antar tiap paket. Aliran data pada UDP hanya mengalir dari *node* sumber ke *node* tujuan tanpa adanya *feedback* dari *node tujuan* maupun dari *node* perantara [20]. UDP akan secara langsung mengirimkan paket ke komputer target tanpa membuat koneksi terlebih dahulu, menunjukkan urutan paket tersebut, atau memeriksa apakah paket tersebut sampai ke tujuan dengan lengkap.



Gambar 2.4 Cara kerja protokol UDP [21]

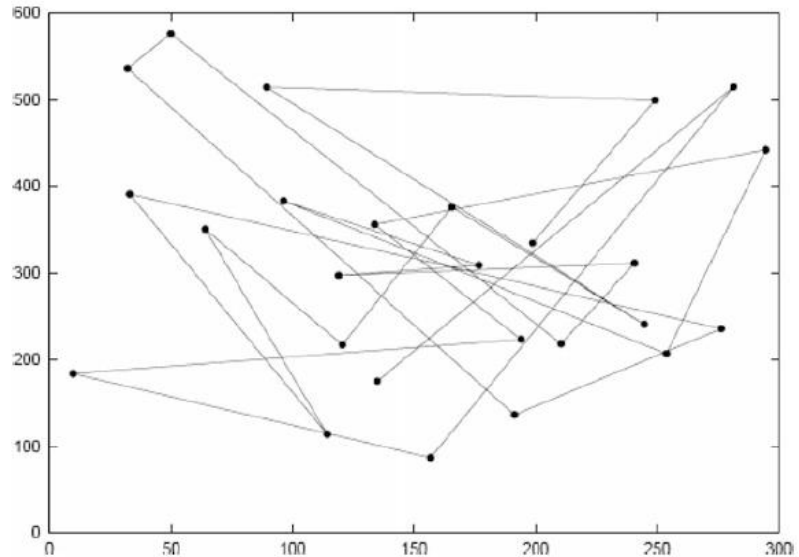
Cara kerja protokol UDP seperti yang tercantum pada Gambar 2.4, *receiver* akan melakukan *request* kepada *sender* untuk mengirimkan informasi yang dibutuhkan. Kemudian *sender* akan langsung mengirimkan *response* berupa informasi yang dibutuhkan oleh *receiver*.

UDP menjadi protokol transfer yang paling cocok untuk jaringan MANET karena dapat beradaptasi secara dinamis dengan kondisi jaringan yang terdapat banyak *route failures*, *packet loss*, dan juga pengiriman paket yang tidak *reliable*. Contohnya yaitu trafik audio dan video dari percakapan



*real-time* yang dapat mentolerir beberapa *packet loss* tanpa perlu dipulihkan melalui transmisi ulang [2].

### 2.2.6 *Random Waypoint*



Gambar 2.5 Model mobilitas *random waypoint* [22]

Model pergerakan *Random Waypoint* (RWP) seperti yang terdapat pada Gambar 2.5 adalah model mobilitas *node* yang bergerak secara acak ke berbagai arah dalam lingkup luas jaringan. Pada model mobilitas ini *node* akan tersebar dan bergerak secara acak dari waktu ke waktu. Arah pergerakan *node* ditentukan oleh masing-masing *node*. Setelah *node* sampai di tujuan maka *node* akan berhenti selama jeda waktu yang ditentukan (*pause time*), kemudian *node* akan memilih lokasi tujuan lain dan berpindah ke lokasi tersebut setelah jeda *pause time* selesai [22].

### 2.2.7 *Network Simulator 2 (NS-2.35)*

*Network Simulator 2* merupakan aplikasi simulator yang sering digunakan pada sistem *network* internet. Aplikasi ini digunakan untuk melakukan implementasi, pengujian, dan analisis pada jaringan internet. Aplikasi ini mendukung berbagai teknologi jaringan, diantaranya yaitu *Wireless Sensor Network* (WSN), *Internet of Things* (IoT) dan MANET. Bahasa pemrograman yang digunakan pada aplikasi NS 2.35 adalah *object*

*oriented* OTCL. Kelebihan dari aplikasi NS 2.35 ini yaitu dapat diinstalasi dengan menggunakan sistem operasi *Linux* ataupun *Windows* (dengan tambahan aplikasi *cygwin*). Aplikasi *Network Simulator 2* memiliki beberapa komponen, diantaranya yaitu [23]:

1. NS yang berfungsi sebagai simulator.
2. NAM adalah editor *Graphical User Interface* (GUI) yang dipanggil menggunakan *script tcl*. NAM berfungsi sebagai *Network Animator* untuk menunjukkan *output* dari NS 2.35.
3. TCL merupakan *script* yang digunakan untuk memprogram topologi jaringan.
4. AWK merupakan program yang digunakan untuk memfilter hasil simulasi.
5. *Trace file* yaitu *file* dengan ekstensi (tr.) yang merupakan *log* dari proses simulasi yang telah dijalankan.