

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada simulasi jaringan MANET menggunakan NS 3, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Simulasi jaringan MANET pada skenario pasca bencana berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan protokol routing OLSR, AODV, dan DSDV dengan variasi jumlah node 10, 20, 40, dan 60 *node* pada area  $250 \times 250$  m,  $500 \times 500$  m, dan  $750 \times 750$  m. Proses simulasi divisualisasikan menggunakan NetAnim dan dianalisis menggunakan FlowMonitor untuk memperoleh parameter *throughput*, *Packet Delivery Ratio*, *packet loss*, dan *end-to-end delay*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jumlah *node* dan luas area simulasi berpengaruh terhadap performa jaringan MANET. Peningkatan jumlah node dari 10 hingga 40 *node* meningkatkan konektivitas jaringan sehingga proses komunikasi *multi-hop* menjadi lebih efektif, yang ditunjukkan oleh meningkatnya *throughput* dan PDR, serta menurunnya *packet loss*. Namun, pada 60 *node* performa mulai menurun akibat meningkatnya *routing overhead*, kontensi kanal, dan kompleksitas proses routing. Selain itu, semakin luas area simulasi menyebabkan jarak antar *node* dan jumlah *hop* yang harus dilalui paket semakin besar sehingga *end-to-end delay* meningkat dan keberhasilan pengiriman paket menurun.
3. Berdasarkan seluruh skenario pengujian, OLSR memberikan performa jaringan yang paling baik secara keseluruhan dibandingkan AODV dan DSDV. Pada area  $250 \times 250$  m, OLSR dengan 20 *node* menghasilkan hasil pengujian terbaik dengan nilai *throughput* 256,97 kbps, PDR 100%, *packet loss* 0%, dan *end-to-end delay* 1,94 ms. Nilai tersebut menghasilkan *throughput* 13,59% lebih tinggi dibandingkan AODV dan 0,69% lebih tinggi dibandingkan DSDV, PDR 12,66 poin persentase lebih tinggi dibandingkan AODV dan 7,95 poin persentase lebih tinggi dibandingkan DSDV, *packet loss* 100% lebih rendah dibandingkan kedua protokol, serta *end-to-end delay* 60,97% lebih rendah dibandingkan AODV dan 35,12% lebih rendah dibandingkan DSDV.
4. Pada area  $500 \times 500$  m, OLSR dengan 40 *node* menghasilkan nilai terbaik dengan *throughput* 250,77 kbps, PDR 97,76%, *packet loss* 2,24%, dan *end-to-end delay* 5,87 ms. Nilai tersebut memberikan *throughput* 41,67% lebih tinggi dibandingkan AODV dan 1,31% lebih tinggi dibandingkan DSDV, PDR 29,48 poin persentase lebih tinggi dibandingkan AODV dan 5,21 poin persentase lebih tinggi dibandingkan DSDV, *packet loss* 92,94% lebih rendah dibandingkan AODV dan 69,93% lebih rendah dibandingkan DSDV.

DSDV, serta *end-to-end delay* 90,42% lebih rendah dibandingkan AODV dan 44,78% lebih rendah dibandingkan DSDV.

5. Pada area  $750 \times 750$  m, DSDV menghasilkan nilai terbaik dengan *throughput* tertinggi sebesar 220,19 kbps, sedangkan OLSR memberikan PDR tertinggi sebesar 76,38%, *packet loss* terendah sebesar 23,62%, dan *end-to-end delay* terendah sebesar 34,83 ms. Dibandingkan AODV, OLSR menghasilkan PDR 40,86 poin persentase lebih tinggi, *packet loss* 63,37% lebih rendah, dan *end-to-end delay* 30,09% lebih rendah. Dibandingkan DSDV, OLSR menghasilkan PDR 33,97 poin persentase lebih tinggi, *packet loss* 58,77% lebih rendah, dan *end-to-end delay* 17,09% lebih rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun DSDV menghasilkan *throughput* tertinggi pada area yang sangat luas, OLSR tetap memberikan kinerja jaringan yang lebih baik secara keseluruhan karena mampu mempertahankan tingkat keberhasilan pengiriman paket yang lebih tinggi, kehilangan paket yang lebih rendah, dan waktu pengiriman paket yang lebih singkat.
6. Keunggulan OLSR diperoleh karena menggunakan pendekatan proaktif yang selalu memperbarui informasi rute melalui *HELLO Message* dan *Topology Control (TC) Message*, sehingga rute telah tersedia sebelum proses pengiriman data dilakukan. Selain itu, mekanisme *Multipoint Relay (MPR)* mampu mengurangi penyebaran paket kontrol sehingga routing overhead lebih rendah dan komunikasi *multi-hop* menjadi lebih efisien. Sementara itu, DSDV juga menggunakan pendekatan proaktif melalui pembaruan tabel routing secara berkala. Namun, seluruh node harus mempertahankan dan memperbarui informasi rute sehingga *routing overhead* meningkat seiring bertambahnya jumlah *node*, yang dapat memengaruhi efisiensi jaringan. Berbeda dengan kedua protokol tersebut, AODV menggunakan pendekatan reaktif yang mengharuskan proses *route discovery* dilakukan setiap kali rute belum tersedia atau terjadi perubahan topologi. Kondisi ini menyebabkan waktu pencarian rute menjadi lebih lama, terutama pada jaringan dengan area yang luas dan jumlah *node* yang banyak, sehingga peluang kehilangan paket meningkat dan waktu pengiriman data menjadi lebih besar.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan atau menambahkan protokol routing MANET lainnya seperti protkol DSR, ZRP, BEIGP, EIGP dan lain

- lain sebagai objek pengujian. Dengan menambah variasi protokol routing, hasil perbandingan performa jaringan dapat menjadi lebih beragam.
2. Pengujian terhadap aspek keamanan jaringan MANET juga dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan komunikasi data pada berbagai kondisi serangan jaringan.
  3. Analisis performa jaringan dapat diperluas dengan menambahkan parameter *Quality of Service* lainnya, seperti *Routing Overhead*, *Energy Consumption*, *Network Lifetime*, maupun parameter jaringan lainnya. Penambahan parameter tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja protokol routing pada jaringan MANET.
  4. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan simulasi ke tahap implementasi secara langsung pada perangkat nyata. Dengan harapan hasil yang diperoleh tidak hanya terbatas pada lingkungan simulasi, tetapi juga dapat menggambarkan performa jaringan MANET pada kondisi yang lebih mendekati penerapan sebenarnya.