

**ANALISIS PENGARUH KELAS PROTOKOL *ROUTING*
TERHADAP KINERJA JARINGAN *MOBILE AD HOC*
*NETWORK (MANET)***

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Astri Dianingrum

14524065

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH KELAS PROTOKOL *ROUTING* TERHADAP KINERJA
JARINGAN *MOBILE AD HOC NETWORK (MANET)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Disusun oleh:

**Astri Dianingrum
14524065**

الجامعة الإسلامية
بندونجا

Yogyakarta, 4 juli 2018

Menyetujui,

Pembimbing



**Ida Nurcahyani, ST., M.Eng.
155240104**

LEMBAR PENGESAHAN

SKIRIPSI

**ANALISIS PENGARUH KELAS PROTOKOL *ROUTING* TERHADAP KINERJA
JARINGAN *MOBILE AD HOC NETWORK (MANET)*
UNTUK S1 TEKNIK ELEKTRO UII**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Astri Dianingrum

14524065

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: **23 Juli 2018**

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Ida Nurcahyani, ST., M. Eng,

Anggota Penguji 1: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.,

Anggota Penguji 2: Dzata Farahiyah, S.T., M.Sc,

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal: 31 Juli 2018



Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.,

025200526

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.



Astri Dianingrum

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah memberikan rahmat serta karunia-NYA sehingga Akhir yang berjudul: Analisis Pengaruh Kelas Protokol *Routing* Terhadap Kinerja Jaringan *Mobile Ad Hoc Network (Manet)* dapat diselesaikan dengan baik. Tak lupa pula Shalawat dan Salam tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Yang menjadi teladan bagi kita.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* opnet modeler 14.05. Penulisan laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia selain itu semoga agar dapat bermanfaat bagi para pembaca. Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Allah SWT** atas semua berkah dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. **Kedua orang tua penulis, Taufik Hidayat, M Nurdin Pramono, Nurul Hidayati, Irma Maulidiya dan Emi Rentika** selaku keluarga yang telah memberikan kasih sayang, doa, semangat, dukungan dan motivasi yang terus diberikan kepada penulis yang berkaitan dengan tugas akhir maupun tidak.
3. **Bapak Dr.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. **Ibu Ida Nurcahyani,ST.,M.Eng** selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mendampingi dan memberikan berbagai arahan dalam penulisan laporan ini.
5. **Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro** Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama penulis duduk di bangku kuliah.
6. **Anisa Rani Utomo, Nita Lufiana, dan Annisa Nurdelia** selaku sahabat penulis yang menemani penulis selama awal masa kuliah hingga selalu memberi dorongan dalam mengerjakan tugas akhir.
7. **Sahabat sahabat satu bimbingan, PASTEL 14 dan Teknik Elektro 2014** sebagai sahabat dalam berdiskusi tentang tugas akhir dan sahabat yang selalu memberi motivasi.

Dalam laporan tugas akhir ini penulis menyadari masih ada banyak kekurangan untuk itu penulis memohon maaf atas laporan tugas akhir ini yang jauh dari kata sempurna. dikarenakan keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman.moga tuga akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 13 Juni 2018

Astri Dianingrum

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

WSN	: <i>Wireless sensor network</i>
MANET	: <i>Mobile ad hoc network</i>
AODV	: <i>Adhoc On-Demand Distance Vector</i>
GRP	: <i>Geographic Routing Protocol</i>
TORA	: <i>Temporally-Ordered Routing Algorithm</i>
ZRP	: <i>Zone Routing Protocol (ZRP)</i>
FTP	: <i>File Transfer Protocol</i>
DSDV	: <i>Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector routing protocol</i>
OLSR	: <i>Optimized Link State Routing</i>

ABSTRAK

Jaringan nirkabel sekarang ini semakin banyak digunakan dalam bidang teknologi dibandingkan dengan jaringan berkabel. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini dilatar belakangi oleh kebutuhan masyarakat yang menginginkan pertukaran data secara cepat, dan praktis. Selain itu jaringan nirkabel mampu memantau data dari jarak jauh pada area yang sulit dijangkau sehingga memudahkan untuk bertukar data. Salah satu model dari perkembangan jaringan nirkabel yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat adalah *Mobile Ad Hoc Network* (MANET). Diperlukan protokol *routing* yang memiliki kemampuan untuk melewati banyak titik atau *node* (*multihop*) untuk memanfaatkan *node* lain sebagai perantara jika jangkauan komunikasi berada di luar tujuan *node* tersebut. Pada jaringan MANET *node* bersifat sebagai *router* yang berfungsi untuk menentukan *route* yang akan dituju. Untuk mengetahui kelas protokol *routing* yang kinerjanya paling baik maka penelitian ini melakukan perbandingan kelas protokol *routing reactive* yaitu AODV, *proactive* yaitu GRP dan *hybrid* yaitu TORA dengan menggunakan dua skenario simulasi yaitu *node* jenis *mobile* dan jenis *fixed*, dan menggunakan penambahan *node* pada masing masing simulasi 20, 40, 60. Kinerja protokol *routing* yang diukur adalah *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada skenario yang berbeda berdasarkan jumlah *node* dan jenis *node*. Simulasi dilakukan menggunakan OPNET modeler 14.05. Hasil penelitian menunjukkan kelas protokol *routing proactive* yaitu AODV kinerjanya lebih baik diparameter *throughput* dengan nilai 937,58 Kbit/s, parameter *packet loss* dengan nilai 0% dan *delay* dengan nilai 0,338 ms dibanding GRP dan TORA dan *node* jenis *fixed* lebih baik dibanding *node* jenis *mobile*.

Kata kunci: MANET, *routing protocol*, AODV, GRP, TORA, OPNET 14.05

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Tinjauan Teori.....	6
2.2.1 <i>Mobile Ad hoc network (MANET)</i>	6
2.2.2 <i>Protokol routing</i>	6
2.2.3 Kelas Routing Pada Manet	7
2.2.4 Tipe <i>traffic</i> yang digunakan.....	11
2.2.5 Parameter yang dianalisis	11
BAB 3 METODOLOGI.....	13
3.1 Alur Penelitian	13
3.2 Cara Analisis.....	14

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 <i>Throughput</i> jaringan	17
4.1.1 Hasil <i>throughput</i> jaringan <i>mobile</i>	17
4.1.2 Hasil <i>throughput</i> jaringan <i>fixed</i>	18
4.2 Hasil <i>packet loss</i> jaringan	20
4.2.1 Hasil <i>packet loss</i> jaringan <i>mobile</i>	20
4.2.2 Hasil <i>packet loss</i> jaringan <i>fixed</i>	21
4.3 Hasil <i>delay</i> jaringan	23
4.3.1 Hasil <i>delay</i> jaringan <i>mobile</i>	23
4.3.2 Hasil <i>delay</i> jaringan <i>fixed</i>	24
4.4 Perbandingan Unjuk Kerja.....	26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Mobile Ad hoc Network</i>	6
Gambar 2.2 <i>Route Errors</i>	9
Gambar 2.3 <i>Route Replies</i>	9
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	13
Gambar 3.2 Tampilan sekenario <i>mobile node 60</i>	15
Gambar 4.1 Grafik hasil <i>throughput</i> sekenario <i>mobile</i>	17
Gambar 4.2 Grafik hasil <i>throughput fixed</i>	18
Gambar 4.3 <i>throughput node mobile</i> dan <i>fixed</i>	19
Gambar 4.4 Grafik <i>packet loss mobile</i>	20
Gambar 4.5 Grafik <i>packet loss fixed</i>	22
Gambar 4.6 Grafik <i>packet loss node mobile</i> dan <i>fixed</i>	22
Gambar 4.7 Grafik <i>delay mobile</i>	24
Gambar 4.8 Grafik <i>delay fixed</i>	25
Gambar 4.9 Grafik <i>delay node mobile</i> dan <i>fixed</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 klasifikasi packet loss dan <i>delay</i>	12
Tabel 3.1 Parameter pengaturan aplikasi	14
Tabel 3.1 Parameter Simulasi.....	14
Tabel 4.1 Nilai rata-rata <i>throughput mobile</i>	17
Tabel 4.2 Nilai rata-rata <i>throughput fixed</i>	18
Tabel 4.3 Nilai rata rata <i>packet loss mobile</i>	20
Tabel 4.4 Nilai rata rata <i>packet loss fixed</i>	22
Tabel 4.5 Nilai rata rata <i>delay mobile</i>	23
Tabel 4.6 Nilai rata rata <i>delay fixed</i>	25
Tabel 4.7 Perbandingan hasil penelitian.....	26

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jaringan nirkabel sekarang ini semakin banyak digunakan dalam bidang teknologi dibandingkan dengan jaringan berkabel. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini dilatar belakangi oleh kebutuhan masyarakat yang menginginkan pertukaran data secara cepat dan praktis. Selain itu jaringan nirkabel mampu memantau data dari jarak jauh pada area yang sulit dijangkau sehingga memudahkan untuk bertukar data. Salah satu model dari perkembangan jaringan nirkabel yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat adalah *Mobile Ad Hoc Network* (MANET).

MANET merupakan suatu jaringan yang terbentuk dari sekumpulan *node* untuk melakukan komunikasi antar *node* satu dengan *node* lainnya [1]. Setiap *node* pada MANET bisa menjadi *host* ataupun *router*, sehingga *node* mampu meneruskan paket dari satu *node* ke *node* selanjutnya. Diperlukan protokol *routing* yang memiliki kemampuan untuk melewati banyak titik atau *node* (*multihop*) untuk memanfaatkan *node* lain sebagai perantara jika jangkauan komunikasi berada di luar tujuan *node* tersebut.

Protokol *routing* merupakan komunikasi antar *node* untuk berbagi data atau informasi yang berkaitan dengan suatu jaringan dan koneksi dari satu *node* ke *node* yang lain. Pada jaringan MANET *node* bersifat sebagai *router* yang berfungsi untuk menentukan *route* yang akan dituju. Protokol *routing* pada *ad hoc network* terdapat tiga katagori yaitu protokol *reactive routing*, protokol *proactive routing* dan protokol *routing hybrid*.

Protokol *proactive* merupakan protokol *routing* yang data informasi pada *routing table* harus terus diperbarui informasi dalam waktu berkala. *Reactive routing* adalah protokol yang dalam proses pencarian *route* hanya akan dilakukan saat *node* sumber membutuhkan komunikasi dengan *node* tujuan dengan jalan mencari jalur dan koneksi yang stabil sehingga membuat *reaktive protokol routing* lebih hemat energi [2]. Sedangkan *hybrid* adalah protokol *routing* yang mempunyai sifat *multiple route* yaitu jika ada informasi paket data yang gagal dikirimkan maka protokol tidak perlu mencari *route* lain untuk mengirimkan data karena masih terdapat *route* lain yang dapat digunakan untuk mengirimkan informasi data [3].

Untuk mengetahui kelas protokol *routing* yang kinerjanya paling bagus pada MANET maka dilakukan perbandingan antara kelas Protokol *routing proactive* yaitu *Geographic Routing*

Protocol (GRP), *reactive* yaitu *Adhoc On-Demand Distance Vector* (AODV) dan *hybrid* yaitu *Temporally-Ordered Routing Algorithm* (TORA).

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kelas protokol *routing* mana yang paling baik kinerjanya pada jaringan MANET?
2. Jenis *node* mana yang lebih baik kinerjanya pada jaringan MANET, jenis *node mobile* atau *fixed*?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *node* pada masing masing protokol *routing*?

1.3 Batasan Masalah

1. Simulasi menggunakan *software* OPNET modeler 14.05
2. Jumlah *node* yang digunakan dalam penelitian adalah 20, 40, 60
3. Analisis kinerja protokol *routing* dengan mengamati parameter *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.
4. Protokol *routing* yang digunakan AODV, GRP dan TORA
5. Penelitian pada tugas akhir ini hanya membahas mengenai masalah *routing* pada jaringan *ad-hoc* nirkabel. Faktor lain yang menjadi kendala seperti keamanan, interferensi, dan manajemen daya tidak diperhitungkan.
6. Tipe *traffic* pada tugas akhir ini adalah FTP *low load*

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kelas protokol *routing reactive*, *proactive* atau *hybrid* yang kinerjanya lebih baik dilihat dari nilai parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada jaringan MANET
2. Mengetahui jenis *node mobile* atau *fixed* yang lebih baik pada jaringan MANET
3. Mengetahui pengaruh penambahan *node* pada masing masing protokol *routing*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu bagi pembaca dalam bidang protokol *routing* MANET.
2. Menjadi acuan dalam mendesain jaringan kelas protokol *routing* MANET.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Tinjauan pustaka ini mengulas perbandingan dari beberapa protokol *routing*. Pada beberapa penelitian terletak perbedaan yaitu pada penggunaan perbandingan antar protokol *routing* yang dipakai, modul yang digunakan ataupun parameter yang akan dianalisis nantinya. Berikut ini beberapa penelitian dengan beda parameter, metode ataupun modul yang berbeda dari setiap penelitian seperti: Analisis perbandingan antara protokol *routing* OLSR dan GRP pada WSN [4]. Penelitian ini membuktikan perbandingan dalam satu kelas protokol *routing proactive* dengan menggunakan skenario penambahan jumlah *node* dan perbedaan aplikasi yang digunakan, Kinerja protokol *routing* yang diukur adalah *delay*, *network load* dan *throughput* menggunakan OPNET modeler 14.05, Hasil menunjukkan bahwa nilai protokol *routing* OLSR memiliki nilai *Throughput* terbaik dari semua skenario, dan protokol *routing* GRP memiliki nilai *Delay* dan *Network load* terbaik dari semua skenario yang telah disimulasikan.

Penelitian kedua yang membandingkan protokol *routing* AODV dan TORA terhadap performansi aplikasi VOIP [3]. Penelitian ini membandingkan dua kelas protokol *routing proactive* dan *hybrid* dengan menggunakan skenario pengujian penambahan jumlah *node*, kecepatan pergerakan *node* dan *pause time*, menggunakan parameter *delay*, *packet delivery fraction*, dan *throughput* untuk membandingkan hasil penelitian dan menggunakan simulator NS2. Penelitian ini mempunyai hasil bahwa AODV memiliki *average delay* yang lebih kecil dibanding TORA tetapi TORA memiliki *packet delivery fraction*, *throughput* dan dalam mengirimkan paket VOIP lebih baik dibandingkan AODV.

Wahyu Edy Saputra menganalisis perbandingan protokol *routing* AODV dan OLSR pada MANET [5]. Penelitian ini membandingkan kelas protokol *routing reactive* dan *proactive* dengan menggunakan skenario penambahan *node* dengan parameter yang diukur *delay*, *throughput* dan *packet delivery ratio* menggunakan OPNET modeler 14.05. Hasil simulasi menunjukkan nilai *delay* OLSR lebih kecil, *throughput* lebih besar dan dalam mengirim paket untuk jaringan dengan jumlah *node* yang lebih besar OLSR lebih baik dibandingkan AODV. Jadi OLSR memiliki kinerja lebih baik dibandingkan AODV.

Peneliti [1] Melakukan perbandingan protokol *routing* pada kelas *hybrid* yaitu TORA dan *zone routing protocol* (ZRP). Penelitian ini menggunakan skenario perubahan penambahan jumlah

node dan kecepatan *node* dengan menguji parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* dengan menggunakan simulator NS2. Hasil simulasi menunjukkan nilai *throughput* mengalami penurunan sejalan dengan penambahan *node*, nilai *packet loss* mengalami kenaikan sejalan dengan bertambahnya *node* dan mobilitas *node* sangat berpengaruh terhadap parameter yang diuji.

Shinta Widiyaningrum menganalisis perbandingan protokol *routing* AODV OLSR dan TORA terhadap stabilitas jaringan pada MANET Berbasis IPv6 [8]. Penelitian ini membandingkan tiga kelas protokol *routing* dengan menggunakan skenario variasi jumlah *node*, variasi kecepatan *node*, menjalankan aplikasi HTTP, *voice* dan menggunakan serangan *blackhole*, parameter simulasi yang digunakan adalah *throughput*, *delay* dan *network load* menggunakan opnet modeler 14.05. Hasil simulasi menunjukkan protokol *routing* AODV mempunyai nilai *network load* paling kecil dengan kondisi tanpa serangan *blackhole*, sedangkan dalam kondisi serangan *blackhole* protokol *routing* OLSR mempunyai nilai paling kecil pada parameter *delay*, *throughput* dan *network load*.

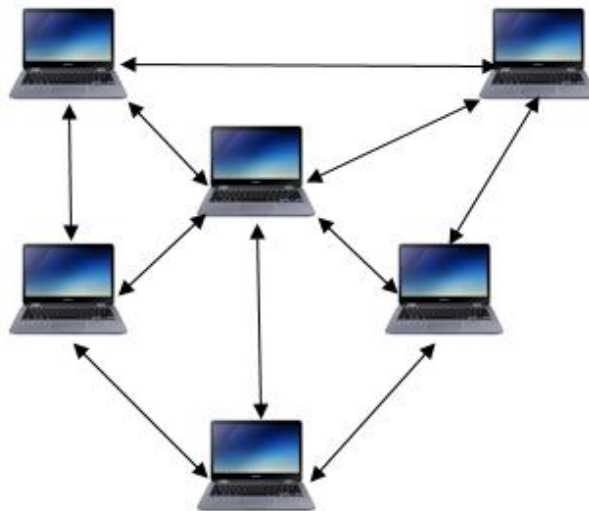
Peneliti [7] melakukan perbandingan empat protokol *routing* yaitu AODV, TORA, DSR dan ABR dengan menggunakan skenario strategi perutean. Hasil pengujian ini mendapatkan hasil kelebihan dan kekurangan masing-masing keempat protokol *routing*. *A quantitative study and comparison of AODV, OLSR and TORA routing protocol in MANET* [6]. Melakukan perbandingan tiga protokol *routing* dengan menggunakan skenario keterlambatan *end-to-end*, rasio pengiriman paket, penundaan akses media, optimalisasi jalur, dan *overhead* perutean metrik kinerja. Hasil penelitian ini menunjukkan OLSR lebih kompeten dalam jaringan kepadatan tinggi dengan lalu lintas yang sangat sporadis, TORA bekerja jauh lebih baik dalam pengiriman paket karena pemilihan *route* yang lebih baik menggunakan grafik asiklik dan AODV lebih baik untuk jaringan yang cukup padat.

Dari beberapa tinjauan pustaka di atas rata-rata membandingkan kelas protokol *routing* dengan satu jenis *node mobile* dan memakai beberapa *software* berbeda, Penelitian ini melakukan perbandingan tiga kelas protokol *routing reactive* yaitu AODV, *proactive* yaitu GRP dan *hybrid* yaitu TORA dengan menggunakan *software* OPNET 14.05. Membandingkan AODV, GRP dan TORA karena ketiganya merupakan protokol *routing* yang kinerjanya lebih baik dikelasnya [1][3][4] dalam beberapa penelitian. Penelitian ini membandingkan ketiga protokol *routing* dengan menggunakan skenario pengujian jenis *node mobile* dan *fixed* dengan penambahan jumlah *node* agar dapat diketahui kelas protokol *routing* mana yang kinerjanya lebih baik pada jaringan MANET.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Mobile Ad hoc network (MANET)

MANET merupakan kumpulan *node* yang dapat berkomunikasi satu sama lain tanpa menggunakan infrastruktur yang telah ditentukan atau administrasi terpusat [6]. Pada jaringan MANET setiap *node* berperan sebagai penerima sekaligus berperan sebagai *router* untuk meneruskan paket ke tujuan. *Node mobile* pada MANET dapat bergerak dengan bebas dan dinamis mengatur diri sendiri dan bekerjasama menjadi topologi jaringan sembarang dan sementara yang ditunjukkan pada *Gambar 2.1* memiliki sifat yang dinamis yang menyebabkan pergerakan MANET menjadi tidak terduga, Sedangkan *node* jenis *fixed* pada MANET tidak mengalami pergerakan akan tetapi *node fixed* tetap berperan sebagai *router* dan *host* [7]. Aktivitas pada jaringan MANET dilakukan oleh *node* itu sendiri termasuk penyampaian pesan dan pembuatan topologi. Oleh sebab itu *node* jaringan MANET memiliki fungsi sebagai *router* agar *node* dapat melakukan pencarian *route* dan pengiriman paket data secara cepat dan efisien. MANET dapat diterapkan untuk aplikasi yang berbeda termasuk komunikasi medan perang, skenario bantuan darurat, ruang kelas virtual dan lingkungan komputasi keamanan-sensitif lainnya [6].



Gambar 2.1 Mobile Ad hoc Network

2.2.2 Protokol routing

Routing merupakan proses suatu data dari satu lokasi ke lokasi lain hingga sampai tujuan utama. *Router* digunakan untuk *routing traffic* dalam jaringan. *Router* akan memilih jalur terbaik

untuk mengabungkan dua *host* yang akan berkomunikasi. Pada jenis jaringan terdapat banyak macam protokol *routing*, begitu juga pada jaringan MANET. Pada jaringan MANET protokol *routing* terdapat tiga kelas yaitu *proactive*, *reactive* dan *hybrid*.

2.2.3 Kelas Routing Pada Manet

Jenis protokol *routing* pada manet :

1. Protokol *Proactive* merupakan protokol *routing* yang data informasi pada *routing table* harus terus diperbarui informasi dalam waktu berkala.

a. *Geographic Routing Protocol (GRP)*

Geographic Routing Protocol (GRP) merupakan protokol yang masuk dalam tipe protokol *Proactive*. Protokol GRP berfungsi untuk menandai *node* ketika *node* lain bergerak atau melintasi area disekitarnya maka pemenuhan data atau *flooding* akan diperbarui dan dapat dikenali dengan pergantian “*Hello*” protokol, sehingga jaringan akan dibagi dalam kuadran untuk mengurangi *route flooding* .

Ada 2 asumsi cara kerja GRP :

- Setiap *node GRP* dapat menentukan lokasi geografis dirinya sendiri dan *node-node* disekitarnya.
- Ketika *node source* menyadari atau mengetahui *node* tujuan. Pesan dapat di rutekan tanpa perlu mengetahui topologi jaringan dan *route discovery* sebelumnya. GRP cukup menarik karena dapat beroperasi tanpa adanya *Routing table*. Terlebih lagi, ketika posisi *node* tujuan diketahui, GRP dapat beroperasi tanpa adanya *routing table*, semua operasi akan berjalan lokal, yaitu setiap *node* hanya harus memelihara *node-node* tetangganya langsung .

b. *Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector routing protocol (DSDV)*

DSDV selain masuk dalam jenis protokol *proactive node* *DSDV* akan selalu memperbarui informasi *route* pada *node* lainnya di dalam jaringan. *DSDV* mempunyai nomor *sequence* yang diperoleh dari *node* tujuan guna untuk menghindari *loop*.

c. *Optimized Link State Routing (OLSR)*

Optimized Link State Routing (OLSR) termasuk dalam jenis protokol *proactive* Cara kerja protokol *OLSR* adalah secara periodik *OLSR* akan mengirimkan pesan kontrol untuk memelihara jalur dalam jaringan. *Route OLSR* akan selalu tersedia bila dibutuhkan karena *node OLSR* akan selalu menghitung *entri route* dalam *table routingnya*.

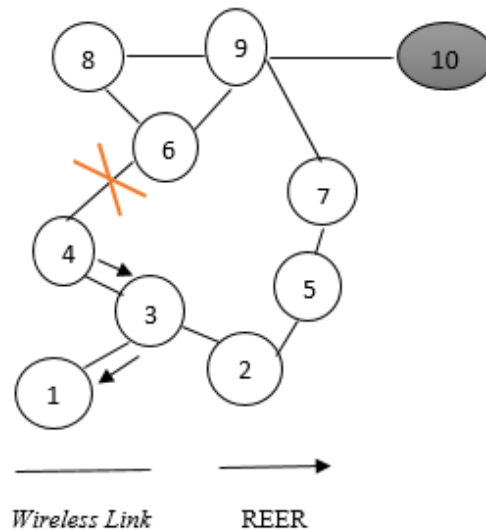
2. Protokol *Reactive* adalah protokol yang dalam proses pencarian *rute* hanya akan dilakukan saat *node* sumber membutuhkan komunikasi dengan *node* tujuan dengan jalan mencari jalur dan koneksi yang stabil.

a. *Ad hoc On demand Distance Vector(AODV)*

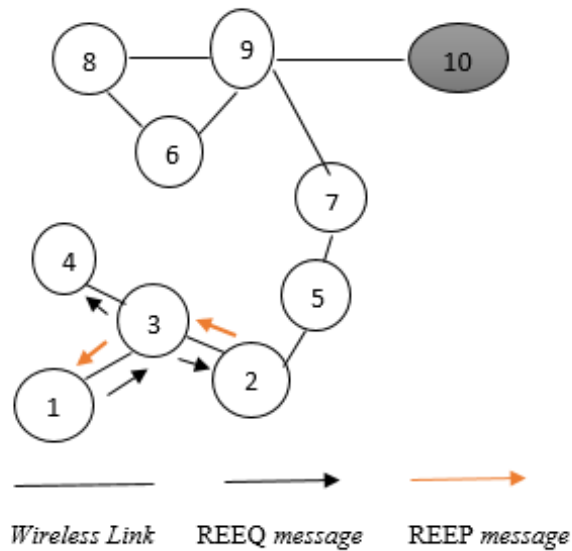
Ad hoc On demand Distance Vector(AODV) salah satu protokol yang masuk dalam tipe protokol *reactive* yang membangun *rutenya* berdasarkan jarak dan arah (*distance vector*). Protokol *routing* AODV memperhitungkan jumlah *hop* dan *next hop* yang akan ditempuh dari satu *node* hingga sampai tujuan. Sifat AODV adalah *single route*, dimana paket yang akan dikirim hanya melewati satu *rute*, jika terjadi kerusakan pada *rute* yang dilewati maka akan dilakukan pencarian pada *rute* baru. Protokol *routing* AODV mempunyai tiga pesan untuk menelusuri dan mengelola *rute* dari *node* sumber hingga *node* tujuan, pesan tersebut adalah : *Route Request (RREQ)*, *Route Errors (RERRs)* dan *Route Replies (RREPs)*.

AODV bekerja dengan cara jika ada permintaan pengiriman paket data, maka RREQ akan disebar pada *node* disekitarnya. Apabila pesan RREQ sampai pada *node* yang mempunyai informasi ke *node* tujuan lalu *node* akan mengirimkan RREPs ke *source node*. Tapi jika suatu *node* tidak mengetahui informasi *node* tujuan pesan RREQ akan *broacast* ke *node* sekitarnya setelah nilai *hop counternya* ditambahkan. Selama proses pemeliharaan *rute* jika terjadi pemutusan tautan saat *rute* aktif, *node upstream* (yaitu *node* 4) dari *break* akan menyebarkan pesan kesalahan *rute* (RERRs) ke *node* sumber untuk memberitahukan tujuan yang tidak terjangkau. Pesan RERRs akhirnya berakhir di *node* sumber 1. Setelah menerima pesan RERR, *node* 1 akan menghasilkan pesan RREQ baru (Gambar 2.2) [7].

Jika *node* 2 sudah memiliki *rute* ke *node* 10, akan menghasilkan pesan RREPs, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Jika tidak, maka RREQ akan *broacast* dari *node* sumber 1 ke *node* tujuan 10 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 [7].



Gambar 2.2 *Route Errors.*



Gambar 2.3 *Route Replies.*

b. *Dynamic Source Routing Protocol (DSR)*

Secara keseluruhan cara kerja DSR hampir sama dengan cara kerja AODV selain sama sama masuk dalam jenis protokol *reactive* yang membedakan adalah DSR akan menggunakan *routing* yang sudah ditentukan oleh *node* asal

3. Protokol *hybrid* protokol *routing* yang mempunyai sifat *multiple route* yaitu jika ada informasi paket data yang gagal dikirimkan maka protokol tidak perlu mencari *route* lain untuk mengirimkan data karena masih terdapat *route* lain yang dapat digunakan untuk mengirimkan informasi data [3] .

a. *Temporally Ordered Routing Algorithm (TORA)*

TORA merupakan salah satu protokol *routing* tipe *hybrid* yang mempunyai keunikan *multi route* ke *node* tujuan sehingga perubahan topologi jaringan tidak menjadi pengaruh besar pada *node* dalam jaringan. Terdapat *control message* dalam *multi route* dalam setiap kumpulan *node*, dimana setiap *node* dalam setiap kumpulan hanya akan menjaga informasi *routing* tetangganya (*one hop neighbour*). Protokol *routing* TORA mempunyai 3 peran yaitu membuat *route*, mengelola *route* dan menghapus *route* [8]. protokol *routing* TORA memiliki fitur unik mempertahankan beberapa *route* ke tujuan sehingga perubahan topologi tidak memerlukan reaksi sama sekali. Protokol hanya bereaksi ketika semua *route* ke tujuan hilang.

Cara kerja TORA yaitu ketika sutau *node* membutuhkan *route* ke tujuan, TORA akan membanjiri permintaan ke setiap *node* untuk mencari *route* yang memungkinkan sampai ketujuan, jika *node* sudah ditemukan maka *node* itu akan membalas dengan paket pembaruan. Ketika sebuah *node* menerima paket pembaruan, maka langsung dibuatkan *route* hingga ketujuan.

Pemeliharaan *route* terjadi ketika *node* sumber kehilangan semua tautan keluaranya. *Node* akan menyebarkan paket pembaruan yang membalik tautan ke semua *node* tetangganya. *Node* perantara yang menerima paket pembaruan kemudian membalikkan tautan dari *node* tetangganya. Tautan hanya untuk *node* tetangga yang tidak memiliki tautan keluar dan belum melakukan balasan tautan. Balasan tautan perlu diulang hingga setiap *node* memiliki setidaknya satu tautan keluar. Seluruh proses ini memastikan bahwa DAG dipertahankan sedemikian rupa sehingga semua *node* memiliki *route* ke tujuan. Fungsi pemeliharaan *route* TORA adalah menghasilkan sejumlah besar *overhead* perutean. Ini menyebabkan jaringan menjadi padat sehingga mencegah paket data mencapai tujuan mereka [7].

Penghapusan *route* dilakukan oleh *node* dengan membanjiri paket yang jelas di seluruh jaringan. Ketika sebuah *node* menerima paket yang jelas, ia menetapkan tautan ke tetangganya. Paket yang jelas menyebar melalui jaringan dan menghapus semua *route* ke tujuan yang tidak dapat dijangkau.

b. *Zone Routing Protocol (ZRP)*

Zone Routing Protocol (ZRP) adalah protokol *hybrid* yang mengelola *route* secara proaktif dalam wilayah jaringan lokal. ZRP dapat dikonfigurasi untuk jaringan tertentu melalui parameter tunggal.

2.2.4 Tipe traffic yang digunakan

FTP merupakan protokol internet yang digunakan untuk pengiriman data dalam jaringan komputer, seperti *upload* dan *download file* yang dilakukan oleh FTP *client* dan FTP *server*.

Manfaat FTP adalah:

1. Dapat dengan mudah melakukan pertukaran *file* antar komputer.
2. Proses perpindahan data tidak akan hilang walaupun sambungan terputus.
3. FTP lebih efisien. Karena untuk mendapatkan atau menstransfer suatu *file* tidak perlu tahapan yang rumit.

2.2.5 Parameter yang dianalisis

Klasifikasi nilai *QoS* yaitu *throughput*, *packet loss* dan *delay* yang digunakan dalam tugas akhir ini ditunjukkan pada Tabel 2.1

1. Throughput

Throughput adalah kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. Satuan yang dimilikinya sama dengan *bandwidth* yaitu bps. Rumus untuk menghitung nilai *throughput* adalah :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2.1)$$

2. Packet Loss

Packet Loss adalah banyaknya paket yang hilang pada suatu jaringan paket yang disebabkan oleh tabrakan (*collision*), penuhnya kapasitas jaringan, dan penurunan paket yang disebabkan oleh habisnya TTL (*Time To Live*) paket. Rumus untuk menghitung nilai *packet loss* adalah :

$$\text{packet loss} = \left(\frac{\text{data yang dikirim} - \text{paket data yang diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \right) \times 100\% \quad (2.2)$$

3. Delay

Delay adalah waktu tunda saat paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik menuju titik lain yang menjadi tujuannya. Rumus untuk menghitung nilai *delay* adalah:

$$Rata - rata Delay = \frac{Total Delay}{Total packet yang diterima} \quad (2.3)$$

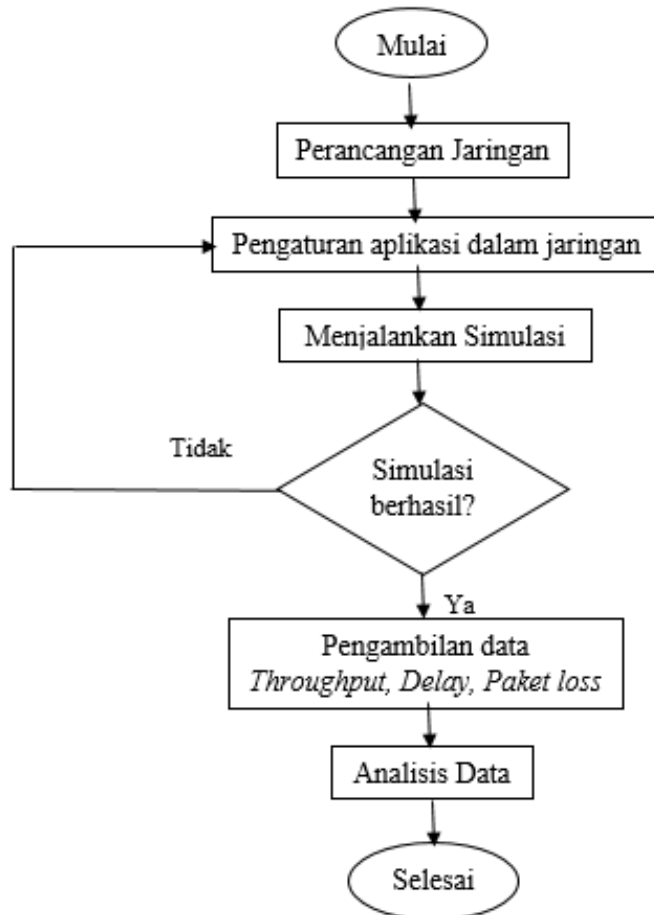
Tabel 2.1 klasifikasi *packet loss* dan *delay* [12]

Kategori	Packet loss	Delay	Indeks
Sangat bagus	0% - < 3%	<150 ms	4
Bagus	3% - < 15%	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	15% - < 25%	300 ms s/d 450 ms	2
Buruk	$\geq 25\%$	>450 ms	1

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

1. Perancangan jaringan

Penelitian ini menggunakan jaringan MANET dengan menggunakan OPNET 14.05 modeler, untuk menentukan aplikasi dan menentukan jumlah *node* yang digunakan dalam tugas ahir.

2. Pengaturan aplikasi dalam jaringan

Pada tahap selanjutnya yaitu menentukan aplikasi dan parameter sebelum melakukan simulasi. Peletakan *node* MANET pada simulasi *node* 0 dengan *node* 60 berada pada *range* 1500 meter. Pemilihan protokol *routing* AODV, GRP dan TORA karena ketiganya merupakan kelas *routing* protokol yang berbeda. AODV termasuk dalam jenis protokol *reactive*, GRP protokol *proactive* dan TORA merupakan protokol *hybrid*. Dan dalam beberapa percobaan nilai *delay routing* AODV lebih kecil dibanding dengan protokol *routing* TORA [3] sedangkan dalam

percobaan yang lain nilai *delay* dan *throughput* protokol *routing* GRP juga lebih baik dibanding dengan protokol *routing* OLSR [4]. Oleh karena itu perlu melakukan perbandingan kelas protokol *routing* agar dapat mengetahui kinerja yang lebih baik pada jaringan MANET dan dapat mengetahui jenis *node* jenis *mobile* atau jenis *fixed* yang lebih baik.

3. Simulasi

Dalam tahap simulasi, parameter yang sudah ditentukan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 disimulasikan menggunakan OPNET 14.05 modeler, setelah semua parameter disimulasikan dengan dua skenario pengujian dan mendapatkan hasil. Jika hasil yang didapat sesuai standar langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil data dengan beberapa parameter yang sudah ditentukan sebelumnya. Sebaliknya jika hasil belum memenuhi standar maka dilakukan pengaturan ulang pada aplikasi dengan mengubah parameter Tabel 3.1 hingga hasil yang didapatkan sesuai standar.

Tabel 3.2 Parameter pengaturan aplikasi

PARAMETER	NILAI
Jumlah <i>node</i>	20, 40, 60
Jenis pergerakan <i>node</i>	<i>Random Waypoint</i>
Tipe <i>traffic</i>	<i>low load 1000 byte</i>

Tabel 3.2 Parameter simulasi

PARAMETER	NILAI
Protokol yang dibandingkan	AODV, GRP dan TORA
Jenis <i>node</i>	<i>Mobile</i> dan <i>fixed</i>
Luas Simulasi Area	1500*1500 m
Kinerja Parameter yang dibandingkan	<i>Throughput, Delay, dan packet loss</i>
<i>Data rate</i>	11 Mbps
Aplikasi jaringan	FTP

4. Kesimpulan

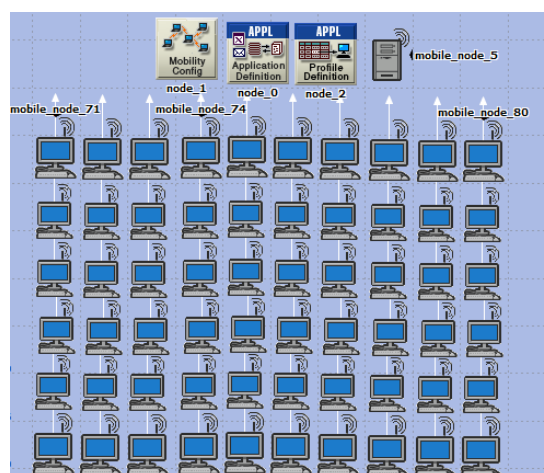
Pada tahap terakhir ini akan menyimpulkan data yang sudah dianalisis sebelumnya dan akan mengetahui protokol *routing* dari kelas *proactive*, *reactive* atau *hybrid* yang lebih baik kinerjanya pada jaringan MANET dan akan mengetahui *node* jenis *mobile* atau *fixed* yang lebih baik.

3.2 Cara Analisis

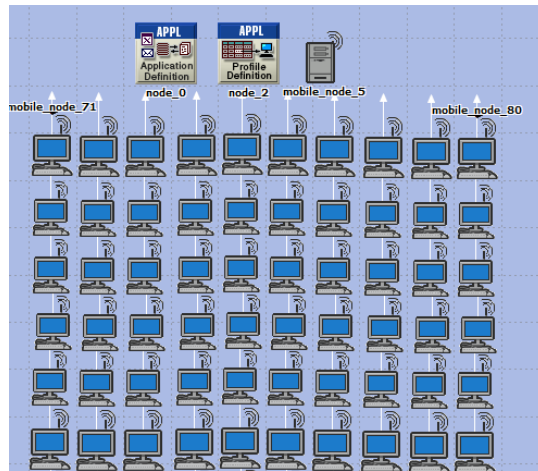
Konfigurasi jaringan MANET pada tugas akhir ini menggunakan *project* pada OPNET 14.05. dimana *project* digunakan dalam menentukan beberapa sekumpulan skenario. Skenario

pada penelitian ini yaitu merancang pembentukan beberapa komponen jaringan yang dibutuhkan pada simulasi jaringan *ad hoc*. Perancangan simulasi *node* jenis *mobile* dan *fixed* menggunakan OPNET 14.05 dengan jenis *traffic* FTP. Gambar 3.2 menunjukkan satu skenario simulasi *node mobile* dimana *node 0* adalah *application definition* yang berfungsi untuk mengatur tipe jaringan, dan jenis *traffic* apa saja yang digunakan dalam simulasi, *node 1* merupakan *mobility config* yang digunakan dalam mengatur kecepatan *node* yang diinginkan dalam simulasi, *node 2* merupakan *profile definition* yang berfungsi untuk mengatur waktu simulasi, *node 3* adalah *wlan server* berfungsi untuk mengatur data yang dikirimkan. Dan *node 4 - 63* merupakan *node* MANET yang berfungsi sebagai *router* dan *host* untuk mengirimkan data dari sumber hingga ke tujuan. Gambar 3.3 menunjukkan satu skenario simulasi jenis *node fixed* dengan parameter yang sama dengan jenis *node mobile*, hanya berbeda pada pergerakan *node*.

Jaringan MANET merupakan jaringan lokal *wireless* yang sifatnya *dinamis*, sehingga untuk merancang suatu jaringan dalam MANET dibutuhkan beberapa asumsi untuk merancang skenario untuk menampilkan konfigurasi dari *wireless* tersebut, skenario yang dimaksud adalah berapa jumlah *node* dan jenis *node* apa yang akan digunakan. Pada tugas akhir ini menggunakan dua skenario yaitu pada skenario yang pertama akan menggunakan jenis *mobile node* dan skenario yang kedua menggunakan *fixed node*, pada jenis *mobile* dan *fixed node* masing masing akan melakukan simulasi dengan *node* sebanyak 20, 40, dan 60. Jumlah *node* sangat mempengaruhi setiap parameter yang akan dilakukan simulasi, semakin banyak *node* yang digunakan maka akan mempengaruhi kinerja dari protokol *routing* AODV, GRP dan TORA. Dengan semakin luasnya area yang digunakan maka akan mempengaruhi nilai *delay* protokol *routing* yang akan diujikan. Maka luas area pada tugas akhir ini 1500 m x 1500 m. Hal ini untuk menghindari nilai *delay* yang semakin besar.



Gambar 3.2 Tampilan skenario *mobile* 60 *node*.



Gambar 3.3 Tampilan skenario *fixed 60 node*.

Pada skenario tugas akhir ini memiliki susunan jaringan yang sama pada tiap protokol *routing* AODV, GRP dan TORA untuk jumlah node 20, 40 dan 60. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam melakukan perbandingan ketiga protokol *routing* tersebut. Kemudian dari perbandingan protokol *routing* AODV, GRP dan TORA akan dianalisis berdasarkan parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*, yang kemudian akan ditarik sebuah kesimpulan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari simulasi yang sudah dilakukan. Hasil ini diamati menggunakan parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Jenis *node* yang digunakan adalah *mobile* dan *fixed*, menggunakan layanan FTP dengan beban *low load* dan penambahan *node* 20, 40 dan 60 pada setiap skenario simulasi.

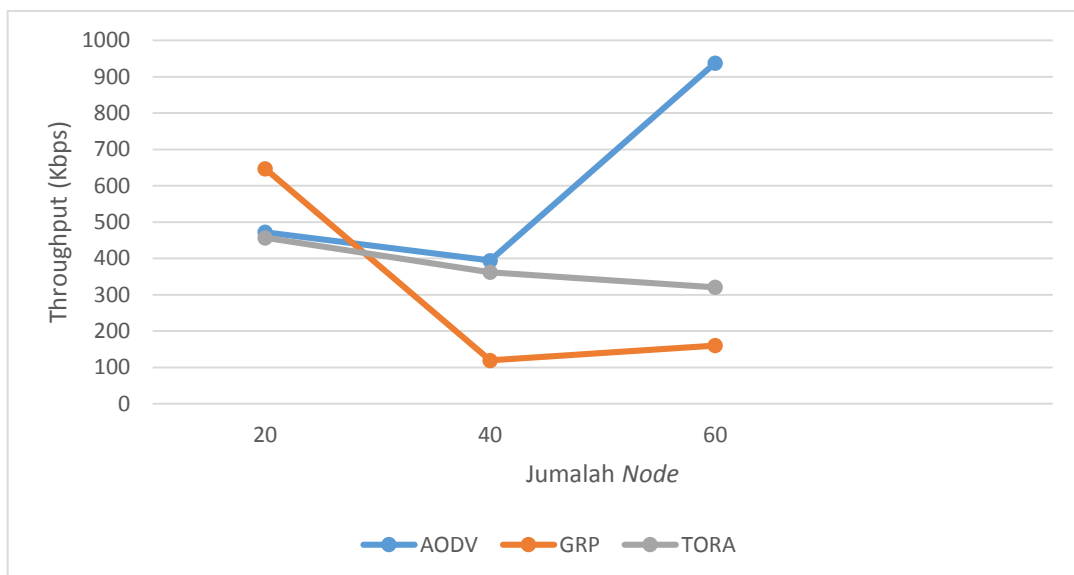
4.1 *Throughput* jaringan

4.1.1 Hasil *throughput* jaringan *mobile*

Hasil pengujian *Throughput* dengan jenis *node mobile* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

Tabel 4.1 Nilai rata-rata *throughput mobile*

Jumlah <i>Node</i>	Hasil <i>Throughput</i> (Kbps)		
	AODV	GRP	TORA
20	472,14	647,18	456,74
40	394,25	119,42	361,9
60	937,58	160,20	320,46



Gambar 4.1 Grafik hasil *throughput* sekenario *mobile*

Dari gambar 4.1 dan Tabel 4.1 dapat kita lihat perbandingan ketiga protokol *routing* pada skenario penambahan *node mobile*. Masing masing protokol *routing* memiliki kemampuan

mengirimkan paket yang berbeda. Pada protokol *routing* AODV *node* 60 mempunyai hasil *throughput* tertinggi diantara ketiga protokol *routing* dengan nilai 937,58 Kbps hal ini dikarenakan oleh karakteristik protokol AODV yang selalu menyesuaikan diri dengan perubahan topologi dan *node* yang bergerak secara acak sehingga kecepatan dan jarak mempengaruhi kinerja protokol *routing* AODV. Penambahan jumlah *node* juga mempengaruhi tingginya nilai *Route Request* (REQ) dan *network congestion* (kemacetan jaringan) sehingga nilai *throughput* yang dihasilkan mengalami penurunan dan kenaikan grafik.

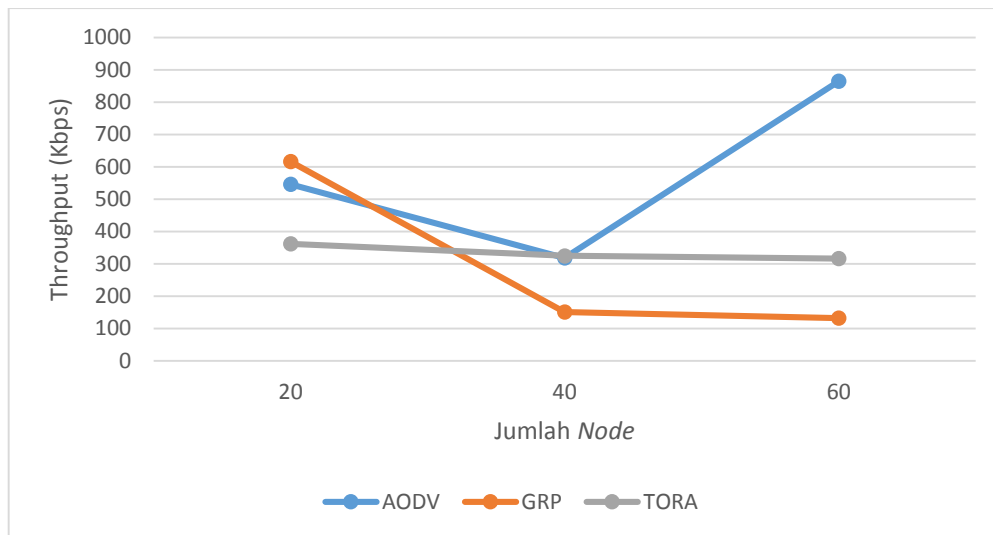
Hasil nilai *throughput* GRP mengalami penurunan bersamaan penambahan *node*. Hal ini disebabkan karakteristik *proactive* menggunakan mekanisme *source routing* saat mencari *route* sehingga membuat pencarian *route* lebih lama dan akan berdampak pada nilai *throughput*. Penurunan nilai *throughput* GRP juga disebabkan oleh tingginya mobilitas menyebabkan semakin banyaknya paket GRP yang dikirim untuk memperbarui tabel *routing*, dan menyebabkan makin banyaknya perubahan jumlah *hop* untuk melewati data pada pengujian simulasi [14]. Protokol *routing* TORA membutuhkan penelusuran *route* cukup lama dibandingkan AODV dan GRP. Hal ini menyebabkan kemacetan pada jaringan mulai pada *node* 30. Nilai *throughput* yang dihasilkan rata rata cenderung lebih kecil dibandingkan AODV hal ini dikarenakan karakteristik TORA siap mengantisipasi dampak perubahan topologi dengan algoritme *routingnya*.

4.1.2 Hasil *throughput* jaringan *fixed*

Hasil pengujian *throughput* dengan jenis *node fixed* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

Table 4.2 Nilai rata rata *throughput fixed*

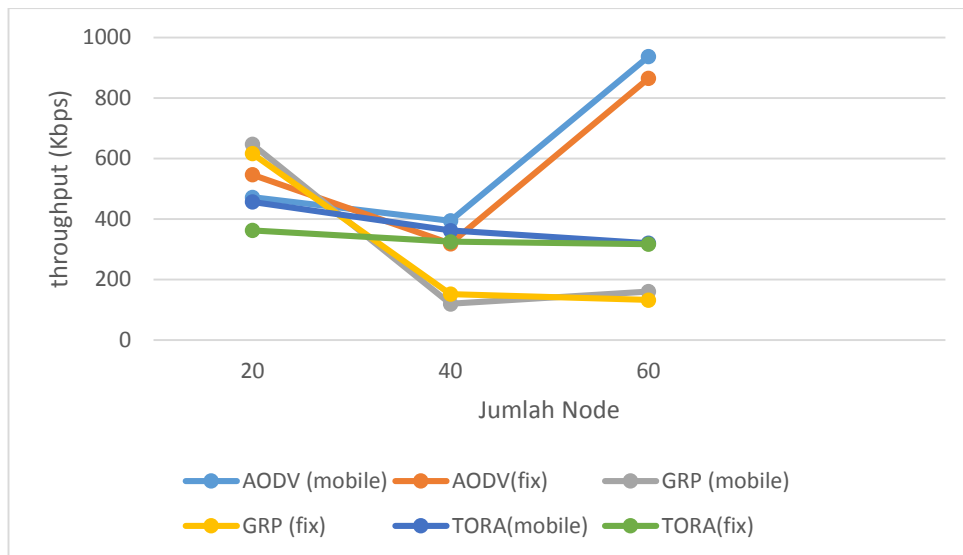
Jumlah <i>Node</i>	Hasil <i>Throughput</i> (Kbps)		
	AODV	GRP	TORA
20	546,54	616,84	362,37
40	318,67	151,75	325,1
60	865,32	132,53	316,89



Gambar 4.2 Grafik hasil *throughput fixed*

Hasil perbandingan Gambar 4.2 dan Tabel 4.2 pengujian *throughput fixed* pada protokol *routing* memiliki kemampuan mengirimkan paket yang berbeda. Protokol *routing* AODV menghasilkan nilai 865,32 Kbps. Throughput AODV lebih tinggi dari GRP dan TORA disebabkan AODV menggunakan pesan periodik terhadap *node* yang telah membentuk *route* untuk menjaga rutanya. Walaupun menghasilkan nilai paling tinggi dibanding GRP dan TORA namun grafik AODV mengalami kenaikan dan penurunan dengan penambahan *node*. Sedangkan pada TORA selama proses simulasi dijalankan jenis *fixed* juga membutuhkan penelusuran perutean yang cukup lama. Hal tersebut mengakibatkan kemacetan jaringan mulai saat *node* ke 30. Rata-rata nilai *throughput* yang dihasilkan cukup konstan hal ini disebabkan karena TORA sudah siap mengantisipasi dampak perubahan topologi dengan algoritme routingnya.

Pada protokol *routing* GRP penambahan *node* mengalami penurunan pada grafik yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karakteristik *proactive* menggunakan mekanisme *source routing* saat mencari *route* sehingga membuat pencarian *route* lebih lama dan akan berdampak pada nilai *throughput*.



Gambar 4.3 *throughput node mobile dan fixed*

Hasil *throughput* jenis *mobile* dilihat pada Gambar 4.3 mempunyai nilai lebih tinggi daripada jenis *fixed* hal ini dikarenakan jenis *mobile* yang selalu menyesuaikan diri pada topologi menyebabkan nilai yang dihasilkan pada simulasi lebih tinggi. Dengan sekenario penambahan *node* dan jenis *node* pada penelitian ini hasil nilai *throughput* AODV dan jenis *node mobile* mempunyai kinerja yang lebih baik. Sehingga untuk penelitian selanjutnya direkomendasikan menggunakan protokol *routing* AODV dan jenis *node mobile* untuk hasil *throughput* yang lebih baik.

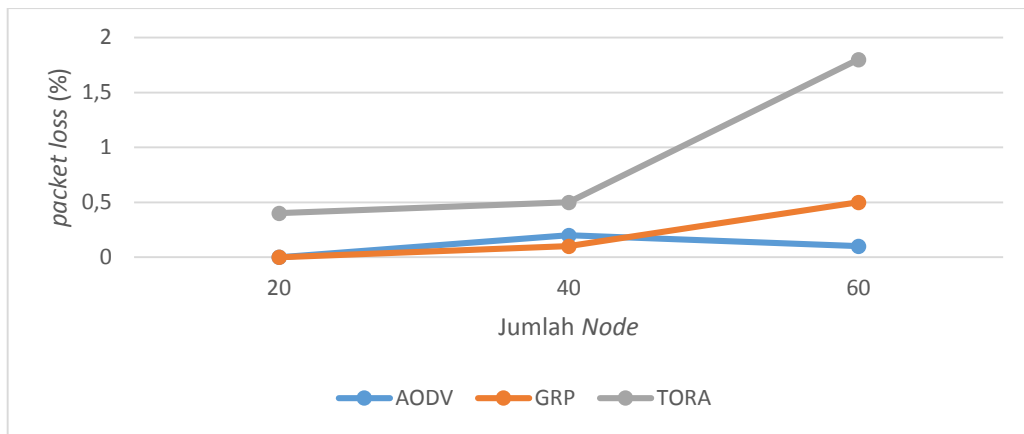
4.2 Hasil *packet loss* jaringan

4.2.1 Hasil *packet loss* jaringan mobile

Hasil pengujian *Packet Loss* dengan jenis *node mobile* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

Tabel 4.3 Nilai rata rata *packet loss mobile*

Jumlah Node	Hasil <i>packet loss</i> (%)		
	AODV	GRP	TORA
20	0%	0%	0,4%
40	0,2%	0,1%	0,5%
60	0,1%	0,5%	1,8%



Gambar 4.4 Grafik *packet loss mobile*

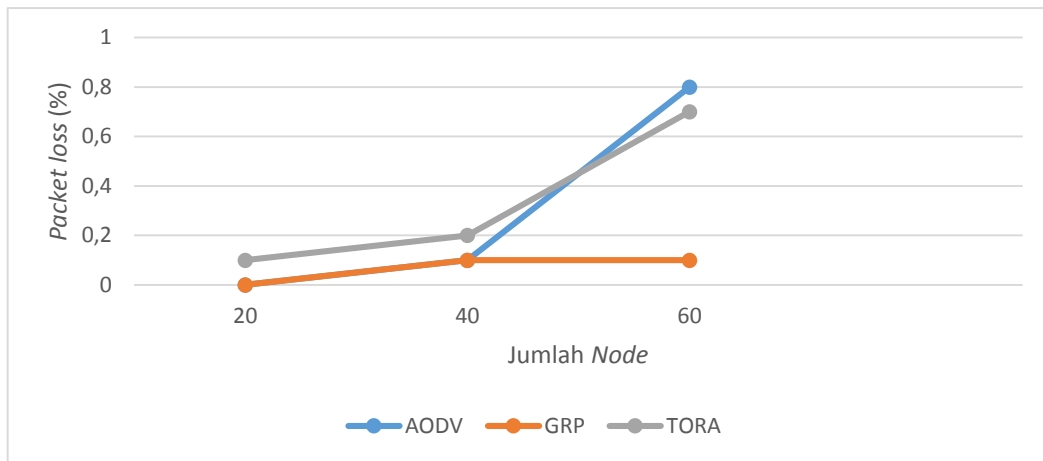
Dari hasil perbandingan Gambar 4.4 dan Tabel 4.3 Grafik *packet loss mobile* pengujian *packet loss* jenis *mobile* protokol *routing* AODV dan GRP mempunyai nilai yang bagus yaitu 0% dibanding TORA, hal ini menandakan banyaknya paket data yang telah berhasil dikirim. Pada AODV nilai *packet loss* yang dihasilkan mengalami kenaikan dan penurunan grafik hal ini dapat dipengaruhi pada perubahan topologi sehingga menyebabkan perilaku *reactive* AODV untuk melakukan penyesuaian terhadap perubahan topologi ketika suatu *node* akan mengirimkan data ke tujuan sehingga penambahan *node* menyebabkan kenaikan dan penurunan grafik yang dihasilkan [7], meskipun mengalami kenaikan dan penurunan grafik hasil *packet loss* AODV relatif lebih kecil dibandingkan dengan *packet loss* yang dihasilkan pada protokol *routing* GRP dan TORA. Pada GRP tidak jauh berbeda dengan AODV hanya saja penambahan *node* berpengaruh pada kenaikan presentase *packet loss*, pada *node* 60 GRP mengalami kenaikan sebesar 0.4%. Sedangkan pada TORA mengalami kenaikan presentase *packet loss* yang signifikan terjadi pada *node* 60 yaitu 1.3%. Meskipun ketiga protokol *routing* mengalami *packet loss*, namun *packet loss* yang terjadi masih dapat dikategorikan dalam keadaan bagus. *Packet loss* pada protokol *routing* disebabkan karena *node* sumber pengirim hanya satu dan jumlah *node* dalam pengujian jaringan MANET tidak terlalu banyak sehingga resiko terjadinya *packet loss* kecil [13].

4.2.2 Hasil *packet loss* jaringan *fixed*

Hasil pengujian *Packet loss* dengan jenis *node fixed* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

Tabel 4.4 Nilai rata rata *packet loss fixed*

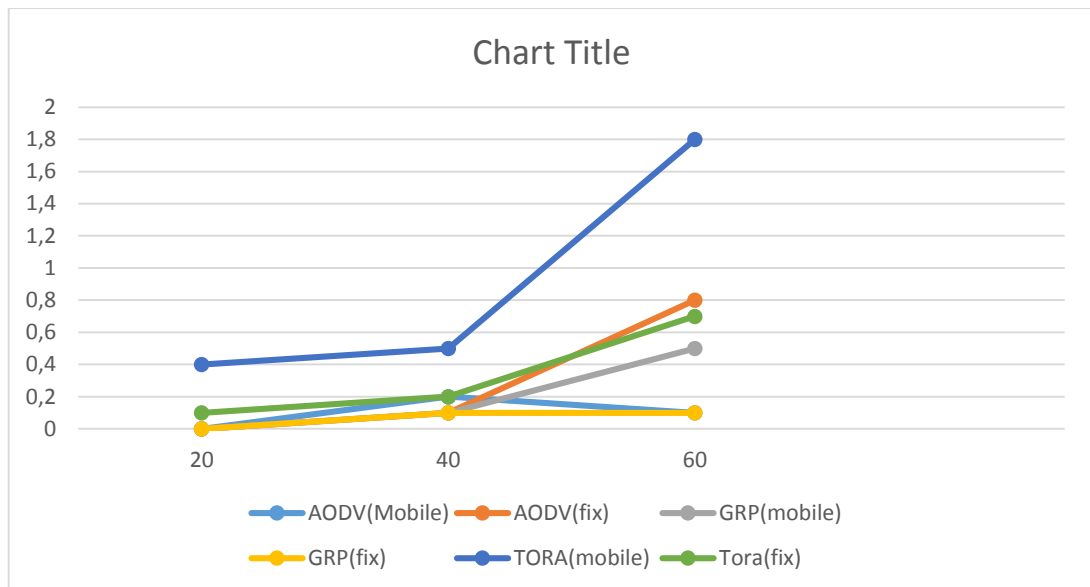
Jumlah <i>Node</i>	Hasil <i>packet loss</i> (%)		
	AODV	GRP	TORA
20	0%	0%	0,1%
40	0,1%	0,1%	0,2%
60	0,8%	0,1%	0,7%



Gambar 4.5 Grafik paket los *fixed*

Setelah dilakukan perbandingan 3 protokol *routing*, berdasarkan Gambar 4.5 dan Tabel 4.4 nilai *packet loss node* jenis *fixed* yang dihasilkan ketiganya sangat kecil. AODV dan GRP mempunyai nilai yang sama pada node 20 yaitu 0% yang berarti banyak data yang berhasil dikirim. Namun dengan penambahan *node* AODV mengalami kenaikan pada *node* 60 sekitar 0,6%. Sedangkan pada GRP grafik yang dihasilkan cukup konstan dibandingkan AODV dan TORA. *Packet loss* GRP mempunyai hasil rata rata *packet loss* paling kecil dibanding AODV dan TORA. Sedangkan protokol *routing* TORA pada *node* 20 dan 40 memiliki nilai *packet loss* yang kecil tetapi mengalami kenaikan sebesar 0,5% pada *node* 60.

Meskipun demikian tiga protokol *routing node* jenis *fixed* masih dikategorikan dalam kategori bagus berdasar standar parameter. Dengan nilai *packet loss* yang kecil berarti jumlah data yang hilang sedikit sehingga lebih banyak data yang berhasil dikirim. Terjadinya *packet loss* pada *node* jenis *fixed* dikarenakan *node* sumber yang digunakan dalam simulasi hanya satu dan *node* pada pengujian jaringan MANET tidak banyak sehingga masih menghasilkan *packet loss* tetapi nilainya kecil.



Gambar 4.6 *Packet loss node mobile dan fixed*

Pada pengujian *packet loss* jenis *mobile* dan *fixed* yang dilihat pada Gambar 4.6, *packet loss node fixed* bisa dikatakan lebih baik kinerjanya dibandingkan dengan *node jenis mobile* karena *node jenis mobile* bergerak secara acak menyebabkan penelusuran sering berubah dan meneruskan ke lalu lintas lain yang tidak terikat sehingga *packet loss node jenis fixed* lebih kecil dan lebih konstan sehingga lebih sedikit paket yang hilang sehingga lebih banyak paket yang berhasil disampaikan samapi tujuan. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya berdasarkan hasil penelitian ini dengan menggunakan sekenario penambahan *node* protokol *routing* AODV mempunyai kinerja yang lebih baik pada jenis *node mobile* dan protokol *routing* GRP memiliki kinerja lebih baik pada jenis *node fixed*. Pada sekenario berdasarkan jenis *node*, *node fixed* lebih direkomendasikan.

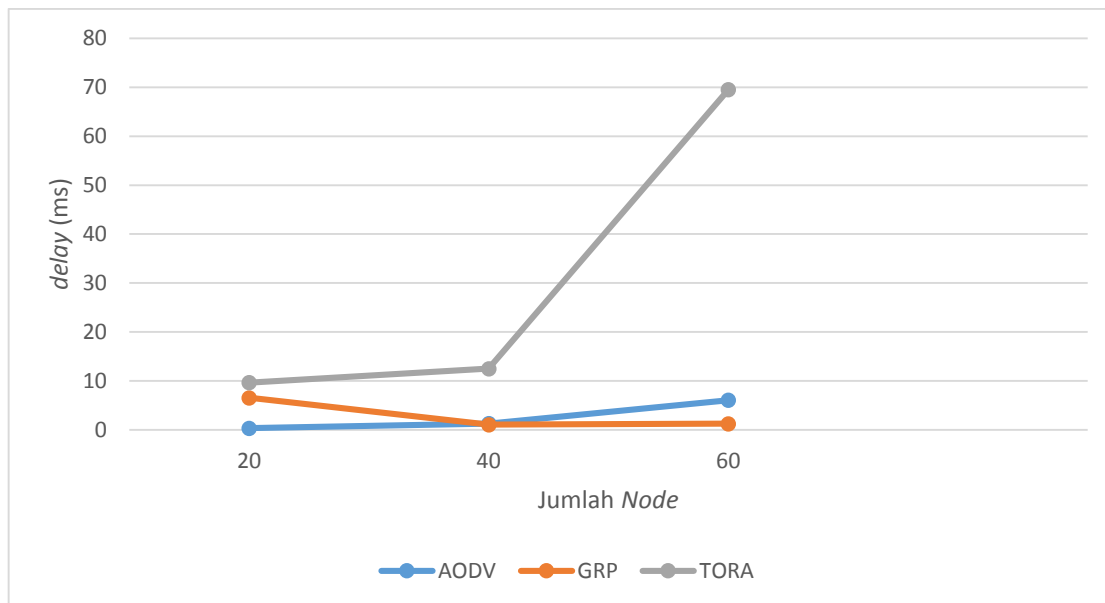
4.3 Hasil *delay* jaringan

4.3.1 Hasil *delay* jaringan *mobile*

Hasil pengujian *delay* dengan jenis *node mobile* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

Tabel 4.5 Nilai rata rata *delay mobile*

Jumlah <i>Node</i>	Hasil <i>Delay</i> (ms)		
	AODV	GRP	TORA
20	0,338	6,550	9,657
40	1,271	1,040	12,51
60	6,060	1,251	69,51



Gambar 4.7 Grafik *delay mobile*

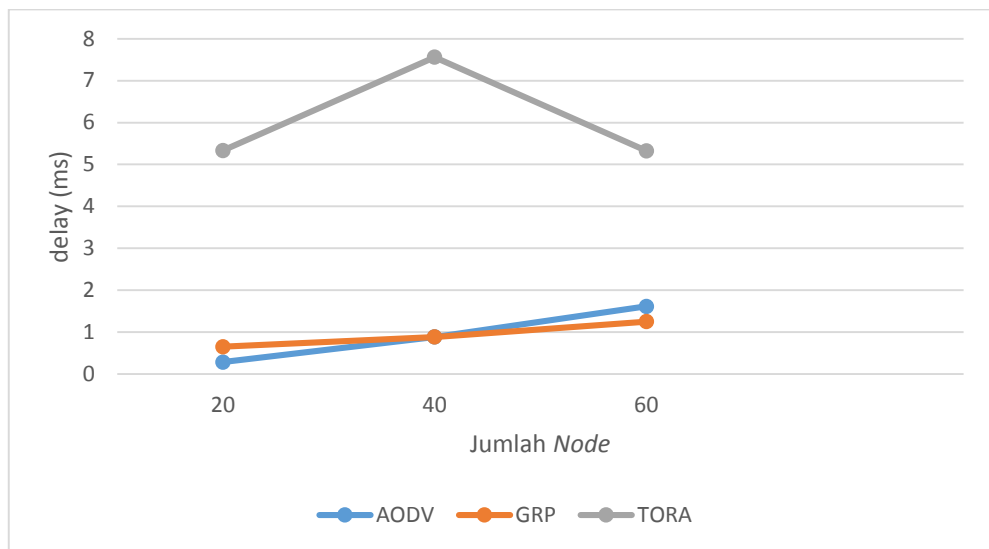
Dari Gambar 4.7 dan Tabel 4.5 *delay node* jenis *mobile* memiliki nilai *delay* paling bagus pada protokol AODV dengan nilai 0,388 ms. Pertambahan *node* pada AODV mempengaruhi nilai grafik yang semakin besar, hal ini dikarenakan pengaruh perubahan topologi yang akan melakukan penyesuaian topologi ketika *node* sumber akan mengirim data pada *node* tujuan dan berdampak pada nilai *delay* yang dihasilkan. Seiring pertambahan waktu dan pertambahan *node* nilai *delay* yang dihasilkan semakin besar. dikarenakan oleh padatnya *traffic* yang menyebabkan kemacetan jaringan (*network congestion*) dan jarak antar *node* mempengaruhi nilai *delay* yang semakin besar. Pada GRP pertambahan *node* mempengaruhi nilai grafik yang semakin menurun. Hal ini dikarenakan karakteristik kelas *proactive* selalu mengupdate *route* ke seluruh *node* secara berkala, sehingga memudahkan paket data mencapai tujuan. TORA memiliki nilai *delay* paling tinggi dibandingkan AODV dan GRP. bertambahnya *node* juga mempengaruhi besarnya nilai *delay* TORA. Hal ini disebabkan lamanya penelusuran *route* pada TORA dan banyak kemacetan pada jaringan. Menyebabkan nilai *delay* semakin besar dan *throughput* semakin kecil.

4.3.2 Hasil *delay* jaringan *fixed*

Hasil pengujian *delay* dengan jenis *node fixed* dengan penambahan *node* pada AODV, GRP dan TORA

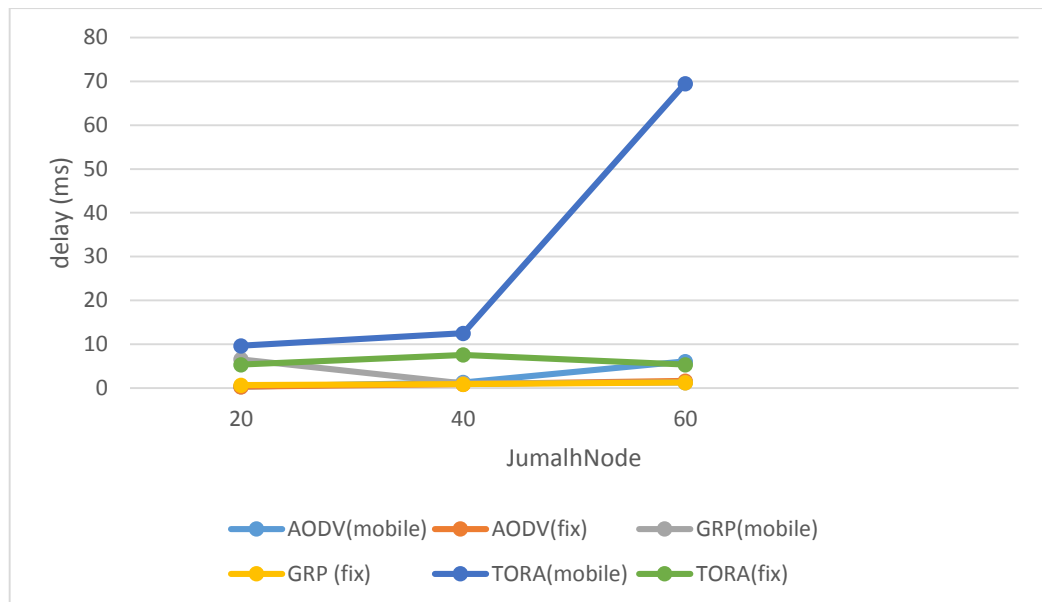
Tabel 4.6 Nilai rata rata *delay fixed*

Jumlah <i>Node</i>	Hasil <i>Delay</i> (ms)		
	AODV	GRP	TORA
20	0,288	0,653	5,333
40	0,887	0,887	7,560
60	1,614	1,251	5,328



Gambar 4.8 Grafik *delay Fixed*

Dari hasil perbandingan Gambar 4.8 dan Tabel 4.6 nilai *delay node fixed* AODV memiliki *average delay* paling kecil dari GRP dan TORA dikarenakan AODV selalu menggunakan *route* yang mengupdate saat *node* sumber membutuhkan komunikasi ke tujuan yang akan mencari jalur yang lebih stabil sehingga protokol *routing* AODV mempunyai rata-rata waktu yang digunakan untuk mengirim data juga sedikit. Pada GRP *delay* lebih stabil dibandingkan AODV dan TORA karena GRP memiliki karakteristik yang selalu mengupdate *route* sehingga memudahkan paket sampai ketujuan. Sedangkan TORA tidak melakukan *route discovery process* jika terjadi perubahan *route* karena memiliki *multipe route*. Meskipun paket dapat dikirimkan ke *destination node*, namun TORA tidak menjamin bahwa *route* yang digunakan adalah *route* yang paling *update*.



Gambar 4.9 Delay jenis node mobile dan fixed

Pada perbandingan pengujian jenis *mobile* dan *fixed* yang dilihat pada Gambar 4.9 hasil simulasi *delay* jenis *fixed* memiliki kinerja lebih baik dari jenis *mobile* dikarenakan jenis *mobile* bergerak secara acak membuat penelusuran ke perangkat lain sering berubah. Selain itu juga *node mobile* meneruskan ke lalulintas jaringan yang tidak terkait sehingga membuat nilai *delay* jenis *mobile* menjadi lebih besar. Hal ini membuat waktu yang digunakan untuk mengirim data pada *node* jenis *mobile* lebih lama dibandingkan jenis *fixed* [9]. Sehingga rekomendasi untuk penelitian selanjutnya berdasarkan pada penelitian ini untuk sekenario penambahan *node* protokol *routing* AODV memiliki kinerja yang lebih baik dalam jenis *node mobile* dan *fixed*. Sedangkan dalam sekenario jenis *node*, jenis *node fixed* kinerjanya lebih baik.

4.4 Perbandingan Unjuk Kerja

Pada bagian ini ditarik kesimpulan perbandingan dengan penelitian lainnya yang sudah dilakukan oleh [6][7][8] untuk jenis *mobile*, yang berjudul :

- A Quantitative Study and Comparison of AODV, OLSR and TORA Routing Protocols in MANET* [6]
- A Quantitative Study and Comparison of AODV, OLSR and TORA Routing Protocols in MANET* [7]
- Analisis Kinerja Routing Protocol AODV OLSR dan TORA Terhadap Stabilitas Jaringan Pada *Mobile Ad hoc Network (MANET)* Berbasis IPv6 [8]

Tabel 4.7 Perbandingan hasil penelitian

Peneliti	Parameter simulasi		
	<i>throughput</i>	<i>Delay</i>	<i>Packet loss</i>
Andhra Pradesh[6]	-	-	-
L Raja [7]	-	-	-
Shinta Widyaningrum [8]	Dengan serangan <i>blackhole</i> OLSR memiliki perubahan paling rendah dengan nilai 1,52%	Tanpa serangan <i>blackhole</i> AODV kinerjanya paling baik dengan nilai 0,00053 s	-
Penelitian ini	Protokol <i>routing</i> AODV kinerjanya lebih baik dengan nilai 937,58 Kbit/s	Protokol <i>routing</i> AODV kinerjanya lebih baik dengan nilai 0,338 ms	Protokol <i>routing</i> AODV kinerjanya lebih baik dengan nilai 0%

Perbandingan penelitian ini dengan tiga judul penelitian lainnya yang bisa dilihat pada Tabel 4.7 didapatkan hasil protokol *routing* AODV memiliki kinerja yang lebih baik dari protokol *routing* lainnya berdasarkan parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* pada *node* jenis *mobile*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian *throughput* kinerja protokol *routing* AODV lebih baik dibanding GRP dan TORA dengan nilai 937,58 Kbit/s pada jenis *mobile* dan nilai 865,32 Kbit/s pada jenis *fixed*.
2. Pada parameter *packet loss* AODV memiliki kinerja yang lebih baik dari GRP dan TORA pada *node* jenis *mobile* sedangkan pada *node fixed* GRP lebih baik kinerjanya dibandingkan AODV dan TORA hal ini ditunjukkan dengan nilai presentase *packet loss* yang dihasilkan kecil.
3. Pada parameter *delay* untuk *node* jenis *mobile* dan *fixed* protokol AODV kinerjanya lebih baik dibandingkan GRP dan TORA karena AODV memiliki nilai paling kecil dengan nilai 0,338 ms pada jenis *mobile* dan nilai 0,288 ms pada jenis *fixed* .
4. Dari pengujian protokol *routing* AODV menunjukkan nilai *QoS* yang lebih baik dilihat dari aspek penambahan *node* dan jenis *node* dengan parameter nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss* yang dihasilkan lebih baik dibanding protokol *routing* GRP dan TORA.
5. Rata rata dari keseluruhan pengujian *node* jenis *fixed* lebih baik kinerjanya dibandingkan dengan *node* jenis *mobile*.
6. Rata rata dengan penambahan *node* nilai *throughput* yang dihasilkan semakin menurun, nilai *packet loss* dan *delay* mengalami kenaikan.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya agar bisa membandingkan protokol *routing* dalam jaringan lain seperti *wireless sensor network* .
2. Penelitian selanjutnya agar lebih berfokus pada kelas protokol *routing* selain *reactive*, *proaktive* dan *hybrid* .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Yuliswar, “Analisis Performansi Protokol Ruting Tora Dan Zrp Pada Jaringan Wireless Mobile Ad Hoc Network (Manet) Dengan Menggunakan Model Trafik Tcp,” 2011.
- [2] M. Sibarani, “Implementasi sistem wireless,” 2008.
- [3] R. N. Hutajulu, “Pengaruh Protokol Routing Aodv Dan Tora Pada Manet Terhadap Performansi Aplikasi Voip,” 2012.
- [4] A. W. Azinar and D. N. Sari, “Analisis Perbandingan Routing Protokol Olsr (Optimized Link State Routing) Dan Grp (Geographic Routing Protocol) Pada Wireless Sensor Network,” pp. 337–344, 2015.
- [5] W. E. Seputra, “Perbandingan kinerja protokol AODV dengan OLSR pada manet.”
- [6] A. Pradesh, “A Quantitative Study and Comparison of AODV , OLSR and TORA Routing Protocols in MANET,” *J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 364–369, 2012.
- [7] L. Raja and S. Baboo, “Comparative study of reactive routing protocol (AODV, DSR, ABR and TORA) in MANET,” *Int. J. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 707–718, 2013.
- [8] S. Widyaningrum and M. Salman, “Analisis Kinerja Routing Protocol AODV OLSR dan TORA Terhadap Stabilitas Jaringan Pada Mobile Ad hoc Network (MANET) Berbasis IPv6,” 2014.
- [9] B. S. Kusuma, D. Risqiwati, and D. R. Akbi, “Analisis Perbandingan Performansi Protokol Ad Hoc On- Demand Distance Vector dan Zone Routing Protocol Pada Mobile Ad Hoc Network,” vol. 2, no. 3, pp. 165–175, 2017.
- [10] J. Sathiamoorthy, B. Ramakrishnan, and M. Usha, “Design of a proficient hybrid protocol for efficient route discovery and secure data transmission in CEAACK MANETs,” *J. Inf. Secur. Appl.*, vol. 36, pp. 43–58, 2017.
- [11] A. B. Malay, “Throughput and Delay Comparison of MANET Routing Protocols,” vol. 2, no. 3, 2009.
- [12] ETSI, “Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON); General Aspects of Quality of Service (Qos),” *Etsi*, vol. 2.1.1, pp. 1–37, 1999.
- [13] R. M. Hutabarat, V. Suryani, and N. D. W. Cahyani, “ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI ROUTING PROTOKOL DESTINATION SEQUENCED DISTANCE

VECTOR (DSDV) DAN ZONE ROUTING PROTOCOL (ZRP) PADA JARINGAN HYBRID AD-HOC WIRELESS,” 2011.

- [14] N. Dyaningrani, B. Erfianto, and N. D. W. Cahyani, “PENGARUH PROTOKOL OLSR TERHADAP THROUGHPUT JARINGAN DAN RETRANSMISI PAKET PADA JARINGAN MANET,” 2011.

LAMPIRAN