

# ANALISIS PERFORMANSI DAN SIMULASI PROTOKOL ZRP (ZONE ROUTING PROTOCOL) PADA MANET (MOBILE AD HOC NETWORK) DENGAN MENGGUNAKAN NS-2

Septian Aji Sasongko<sup>1)</sup>, Sukiswo<sup>2)</sup>, Ajub Ajulian Zahra<sup>2)</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang.

## ABSTRACT

The era of communication now has undergone development in the era of mobile devices. The main purpose of the move is to provide convenience for the users to communicate and exchange data easily whenever required. However, in general, it takes a network infrastructure that supports these devices communicate with each other and exchange data between one another. While the condition often occurs when the user moves the device to meet the conditions without the support of network infrastructure that can be used. To overcome these problems, it is developing MANET technologies is the development of Ad Hoc networking technologies (wireless networks without infrastructure). In the MANET network each node has an equal footing, for it then takes a routing protocol to regulate the exchange of data between nodes, so it can run properly. ZRP is a hybrid type of protocol in the MANET network, which is a combination of proactive and reactive protocol type.

At this final is doing for performance testing and simulation of routing protocol ZRP on MANET network by calculating the value of the performance parameters / Quality Of Service that are throughput, delay, PDR (Packet Delivery Ratio) based on the number of nodes contained in the network by using Network Simulator 2 (NS2). For the simulated number of nodes is 10, 20, 50, 100 nodes, with no discuss on security matters node network and hardware used.

From the results of tests and simulations have been conducted, found that the throughput values are the lowest numbered node on the network with 100 nodes is equal to 34.5702 Kbps and the highest found in a network with node number 10, which amounted to 727.081 Kbps. While the average delay lows are in the network with 10 nodes is equal to 0.606597 s and the highest on the network with 100 nodes, with the average delay of 2.00939 s. For the PDR value of the test results that have been done, the value contained in the PDR of the largest network with as many as 10 nodes, amounting to 80.439% and the smallest value in a network with 100 nodes, that is equal to 71.6509%. From the test results that have been done, the Packet Delivery Ratio (PDR) on the routing protocol ZRP is not much affected on increasing the number of nodes, is due to the role of the IARP protocol and routing protocol ZRP IERP in, but it is also due to the application of zoning on the routing protocol ZRP which led to more secure data transmission, although the impact on delivery times become longer.

*Keywords: Ad Hoc, IARP, IERP, MANET, NS2, ZRP*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan pertumbuhan teknologi informasi yang terus berkembang, saat ini perangkat komunikasi juga telah mengalami pengembangan pada era perangkat bergerak. Tujuan utama perangkat bergerak yaitu untuk memberikan kemudahan bagi para pengguna untuk saling berkomunikasi dan bertukar data dengan mudah kapan pun dibutuhkan. Namun, pada umumnya dibutuhkan sebuah infrastruktur jaringan yang mendukung perangkat-perangkat tersebut saling berkomunikasi dan melakukan pertukaran data antara yang satu dengan yang lainnya. Sedangkan sering kali terjadi kondisi dimana para pengguna perangkat bergerak bertemu dalam kondisi tanpa adanya dukungan infrastruktur jaringan yang dapat digunakan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dikembangkanlah teknologi MANET yang merupakan pengembangan dari teknologi jaringan *Ad Hoc* (jaringan tanpa kabel tanpa infrastruktur). *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) merupakan sebuah jaringan yang terdiri dari *node-node* yang bersifat *mobile* dan berkumpul secara spontan kemudian berkomunikasi menggunakan antarmuka nirkabel (*wireless interface*) tanpa memerlukan infrastruktur yang bersifat tetap

dengan topologi yang dinamis dan setiap *node* memiliki kedudukan yang sama. Karena setiap *node* memiliki kedudukan yang sama, maka dibutuhkan sebuah protokol ruting untuk mengatur pertukaran data antar *node*, sehingga dapat berjalan dengan baik.

Pada tugas akhir ini akan menganalisis kinerja salah satu *routing protocol* pada MANET yang merupakan salah satu jenis *protocol hybrid* yang merupakan gabungan dari tipe protokol proaktif dan reaktif. Yaitu *routing protocol* ZRP (*Zone Routing Protocol*) dengan beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur kinerjanya, seperti *throughput* (kondisi *data rate* yang sebenarnya didalam jaringan), *delay* (waktu tunda) dan PDR (*Packet Delivery Ratio*).

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Mensimulasikan protokol ruting ZRP (*zone routing protocol*) pada MANET dengan menggunakan NS2.
2. Menganalisa dan mensimulasikan kinerja protokol ruting ZRP pada MANET.

1)Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Undip

2)Dosen Jurusan Teknik Elektro Undip

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini masalah yang akan dibahas dibatasi hanya pada :

1. Banyaknya *node* yang akan disimulasikan 10, 20, 50, 100.
2. Tidak membahas mengenai masalah keamanan jaringan.
3. Parameter kinerja yang digunakan adalah *throughput*, *Delay* dan *PDR (Packet Delivery Ratio)*.
4. Tidak membahas tentang *hardware* yang digunakan.

## II. KAJIAN PUSTAKA

Jaringan tanpa kabel memungkinkan orang melakukan komunikasi dan mengakses aplikasi dan informasi tanpa kabel. Hal tersebut memberikan kebebasan bergerak dan kemampuan memperluas aplikasi ke berbagai gedung, kota atau hampir kesemua tempat di dunia. Misalnya seseorang dirumah yang sedang menjelajahi internet dapat melakukan kegiatan serupa di beberapa lokasi di dalam rumah tersebut, misalnya seperti di tempat yang tenang, bebas dari gangguan anak-anak atau bahkan didepan televisi bersama seluruh keluarga, tanpa harus direpotkan dengan menancapkan kabel ke laptop atau alat komunikasi lainnya. Dengan demikian jaringan tanpa kabel mengizinkan orang berinteraksi dengan e-mail atau menjelajahi internet dari tempat yang mereka sukai.

### 2.1 Mobile Ad hoc Network (MANET)

*Mobile ad hoc network* (MANET) adalah sebuah jaringan tanpa kabel dari *mobile-mobile node* yang tidak memiliki *router* tetap. *Node-node* dalam jaringan ini berfungsi juga sebagai *router* yang bertanggung jawab untuk mencari dan menangani *route* ke setiap *node* di dalam jaringan. *Router-router* bergerak bebas secara *random*, dengan demikian topologi jaringan tanpa kabel mungkin dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diprediksi. Untuk mengatasi pergerakan ini diperlukan suatu protokol ruting yang digunakan untuk membangun rute antar *node* agar setiap *node* dalam jaringan dapat melakukan komunikasi di dalam jaringan.

### 2.2 Routing

*Routing* adalah suatu fungsi dari lapisan *network* yang merupakan suatu mekanisme untuk menentukan *route* dari *source node* menuju *destination node*. Pada MANET, fungsi ruting dilakukan oleh routing protocol yang juga dapat melakukan adaptasi terhadap perubahan topologi dan trafik yang diakibatkan oleh pergerakan *node* secara acak.

Dalam MANET terdapat 3 jenis *ruting protocol*, yaitu :

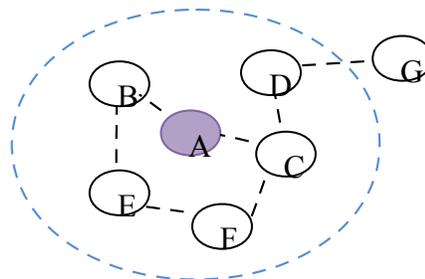
1. Ruting protokol proaktif.
2. Ruting protokol reaktif.
3. Ruting protokol *hybrid*, yang merupakan gabungan dari dua ruting protokol sebelumnya.

### 2.3 Zone Routing Protocol (ZRP)

ZRP adalah salah satu contoh protokol ruting *hybrid*, dimana didasarkan pada dua protokol yaitu *IntraZone Routing Protokol* (IARP) dan *Interzone Routing Protokol* (IERP). Melalui IARP, setiap *node* mengidentifikasi jarak (minimal) ke semua *node* di zona *routing*-nya. Meskipun jaringannya sangat besar, proses *update* hanya disebarakan secara local pada zona *routing*-nya saja dan tidak pada keseluruhan jaringan. Sedangkan protokol IERP bertanggung jawab untuk menemukan rute ke *node* yang terletak di luar zona.

Pada *Network Simulator 2*, protokol ruting ZRP merupakan model *extended* / tambahan yang dibuat oleh pengguna untuk kemudian ditambahkan kedalam fungsi pada *Network Simulator*.

Suatu zona *routing* didefinisikan pada setiap *node* dan mencakup *node-node* lain yang berada pada jarak *hop* minimum dari *node* pusat, yang disebut radius zona. Contoh pada gambar di bawah ini adalah suatu zona dari *node* A dengan radius dua.



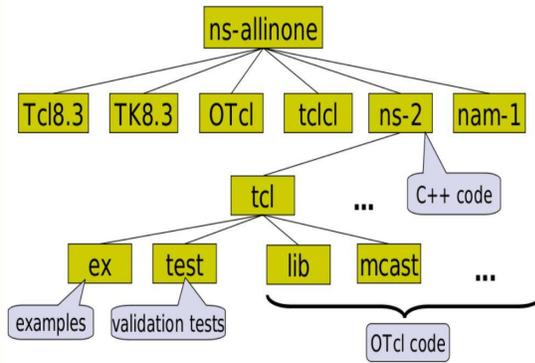
Gambar 1 Topologi MANET dengan protokol *routing* ZRP radius zona 2 <sup>[10]</sup>

### 2.4 Network Simulator (NS2)

*Network Simulator (NS)* adalah sebuah perangkat lunak yang bisa digunakan untuk mensimulasikan jaringan berbasis TCP/IP dengan berbagai macam medianya. Selain itu juga dapat digunakan untuk mensimulasikan protokol jaringan (TCPs/UDP/RTP), *Traffic behavior* (FTP, Telnet, CBR, dan lain-lain), *Queue management* (RED, FIFO, CBQ), algoritma *routing unicast* (*Distance Vector*, *Link State*) dan *multicast* (*PIM SM*, *PIM DM*, *DVRMP*, *Shared Tree* dan *Bidirectional Shared Tree*), aplikasi multimedia yang berupa *layered video*, *Quality of Service video-audio* dan *transcoding*. NS juga mengimplementasikan beberapa MAC (IEEE 802.3, 802.11) di berbagai media, misalnya jaringan berkabel (seperti LAN, WAN, *point to point*), jaringan tanpa kabel (seperti *mobile IP*, *Wireless LAN*), bahkan simulasi hubungan antar *node* jaringan yang menggunakan media satelit. <sup>[1]</sup>

#### 2.4.1 Komponen pembangun NS2

Pengetahuan mengenai komponen pembangun NS dan letaknya sangat berguna dalam membangun simulasi. Komponen pembangun NS antara lain ditunjukkan seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2 Komponen Pembangun NS <sup>[1]</sup>

## 2.4.2 Pengambilan data simulasi

Simulasi dengan menggunakan NS ini dibuat untuk mengambil data yang akan diolah pada analisis nantinya. Data hasil keluaran dari NS yang berupa data numerik seluruhnya dicatat dalam sebuah file yang bernama *file trace*.

### 2.4.2.1 File trace

*File trace* merupakan pencatatan seluruh *event* (kejadian) pada simulasi yang telah dibangun. Pembuatan *file trace* dilakukan dengan memanggil objek *trace* pada *library*.

Contoh *file trace* adalah sebagai berikut :

```
r 3.225936490_9_AGT --- 44 tcp 64 [13a 9 7 800] -----
[6:255 9:0 1 9] [0 0] 2 0
```

### 2.4.2.2 Parsing

*parsing* adalah suatu teknik untuk mendapatkan informasi yang diinginkan dari *file trace* hasil simulasi. Untuk mendapatkan informasi tersebut diperlukan file *awk*. *File awk* berfungsi untuk memfilter *trace file*, sehingga didapatkan informasi yang diinginkan.

### 2.4.2.3 Xgraph

Xgraph adalah suatu cara untuk memplot hasil simulasi pada NS 2 dalam bentuk grafik. Xgraph melakukan plot dengan membaca dua buah kolom data pada file \*.tr. Kolom pertama akan diplot menjadi sumbu X dan kolom kedua akan diplot menjadi sumbu Y.

## 2.5 Parameter dalam kinerja protokol ruting

Dalam menganalisa kinerja sebuah ruting protokol biasanya terdapat beberapa parameter yang dijadikan acuan untuk mengukur tingkat kualitas dari ruting protokol tersebut. Parameter-parameter ini biasanya disebut sebagai parameter QOS (*Quality Of Service*). Beberapa parameter QOS ini antara lain adalah *Throughput*, *delay*, PDR (*Packet Delivery Ratio*).

### 2.5.1 Throughput

*Throughput* merupakan suatu istilah yang mendefinisikan banyaknya bit yang diterima dalam selang waktu tertentu dengan satuan bit per *second* yang merupakan kondisi data *rate* sebenarnya dalam suatu jaringan. Secara umum *Throughput* dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah total paket yang berhasil dikirim} \times \text{ukuran paket}}{\text{total waktu pengamatan}} \quad (2.1)$$

### 2.5.2 Delay (waktu tunda)

Waktu tunda adalah jumlah total waktu pengiriman paket dalam satu kali pengamatan. Dalam hal ini satu kali simulasi dibagi dengan jumlah usaha pengiriman yang berhasil dalam satu kali pengamatan tersebut. Secara umum *delay* rata-rata dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$T_{\text{avg}} = \frac{\sum \text{waktu pengiriman paket dalam satu kali pengamatan}}{\sum \text{usaha pengiriman paket berhasil}} \quad (2.2)$$

### 2.5.3 Packet Delivery Ratio (PDR)

*Packet Delivery Ratio* merupakan perbandingan banyaknya jumlah paket yang diterima oleh *node* penerima dengan total paket yang dikirimkan dalam suatu periode waktu tertentu. Atau bisa juga dihitung dengan cara mengurangi jumlah paket keseluruhan yang dikirim dengan paket yang *loss* atau hilang.

Secara matematis *Packet Delivery Ratio* dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\text{PDR} (\%) = \left( \frac{\sum \text{Paket diterima}}{\sum \text{Paket dikirim}} \right) \times 100 \% \quad (2.3)$$

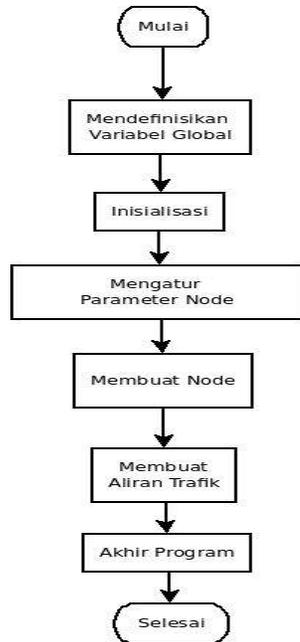
## III. PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Pemodelan Jaringan

Konfigurasi jaringan yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan konfigurasi 10 *node*, 20 *node*, 50 *node* dan 100 *node* untuk membangun MANET. Tahap awal dalam perancangan konfigurasi dan simulasi jaringan yaitu membuat perencanaan pembentukan komponen-komponen jaringan yang dibutuhkan untuk menunjang simulasi jaringan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

### 3.2 Program simulasi MANET

Program simulasi MANET memiliki beberapa tahapan utama, yaitu pengaturan parameter untuk simulasi, inisialisasi, pembuatan *node* dan pengaturan parameter *node*, pembuatan aliran trafik data dan akhir program. Secara keseluruhan tahapan perancangan program simulasi MANET dapat dilihat pada diagram alir gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir tahapan pembuatan simulasi MANET

### 3.2.1 Pendefinisian variabel global

Pendefinisian variabel global memiliki tujuan untuk mendefinisikan nilai dari parameter yang akan digunakan sekaligus untuk memodelkan karakteristik pada jaringan MANET. Senarai programnya seperti dibawah ini :

```

set val(chan) Channel/WirelessChannel
set val(prop) Propagation/TwoRayGround
set val(netif) Phy/WirelessPhy
set val(mac) Mac/802_11
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue
set val(ll) LL
set val(ant) Antenna/OmniAntenna
set val(ifqlen) 50
set val(nn) 10
set val(rp) ZRP
set val(x) 1000
set val(y) 1000
set val(stop) 200
  
```

### 3.2.2 Inisialisasi

Inisialisasi adalah proses yang digunakan untuk menginisialisasikan variabel umum yang akan digunakan pada simulasi. Senarai programnya seperti dibawah ini :

```

set ns_ [new Simulator]
set tracefd [open projzrp10.tr w]
$ns_ trace-all $tracefd
set namtrace [open projzrp10.nam w]
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $val(x) $val(y)

set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
create-god $val(nn)
set chan_1_ [new $val(chan)]

proc UniformErr {} {
    set err [new ErrorModel]
    $err set rate_ 0.05 ; # per = 5 % $ns_ run
    $err unit packet
  }
  
```

```

$err ranvar [new RandomVariable/Uniform]
return $err
}
  
```

### 3.2.3 Pengaturan parameter node

Sebelum pembuatan *node* terlebih dahulu perlu melakukan pengaturan terhadap parameter-parameter dari *node*. Konfigurasi *node* yang diperlukan yaitu protokol Ad Hoc, link layer, link MAC, propagasi, ifq, layer fisik, antena, kanal, topografi, trace dan model kesalahan.

```

$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
    -llType $val(ll) \
    -macType $val(mac) \
    -ifqType $val(ifq) \
    -ifqLen $val(ifqlen) \
    -antType $val(ant) \
    -propType $val(prop) \
    -phyType $val(netif) \
    -channelType $val(chan) \
    -topoInstance $topo \
    -agentTrace ON \
    -routerTrace ON \
    -macTrace ON \
    -movementTrace ON \
    -incomingErrProc UniformErr \
    -outgoingErrProc UniformErr \
  
```

### 3.2.4 Pembuatan node

Setelah melakukan pengaturan pada parameter-parameter *node* selanjutnya adalah membuat *node*. Senarai program yang digunakan adalah :

```

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    set node_($i) [$ns_ node]
    $node_($i) random-motion 0
}
  
```

### 3.2.5 Pembuatan aliran trafik

Aliran trafik digunakan untuk mensimulasikan proses terjadinya pengiriman dan penerimaan data dari suatu *node* ke *node* yang lain. Pada aliran trafik ini juga dapat ditentukan jenis transport agent yang digunakan

### 3.2.6 Mengakhiri program

Untuk menghentikan program simulasi maka waktu henti yang menandakan simulasi telah berakhir harus ditetapkan dan selain itu *node* juga harus diatur ulang (*reset*). Senarai program yang digunakan adalah seperti dibawah ini :

```

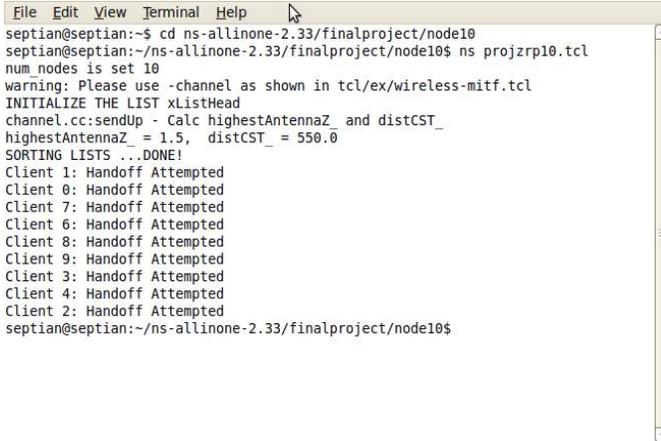
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
}

proc stop {} {
    global ns_ tracefd namtrace
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    close $namtrace
    exec nam projzrp10.nam &
    exec awk -f throughputfinal.awk projzrp10.tr &
    exec awk -f delayfinal.awk projzrp10.tr &
    exec awk -f pdrfinal.awk projzrp10.tr &
    exec xgraph delay10.tr &
    exec xgraph pdr10.tr &
    exec xgraph throughput10.tr &
    exit 0
}
  
```

#### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

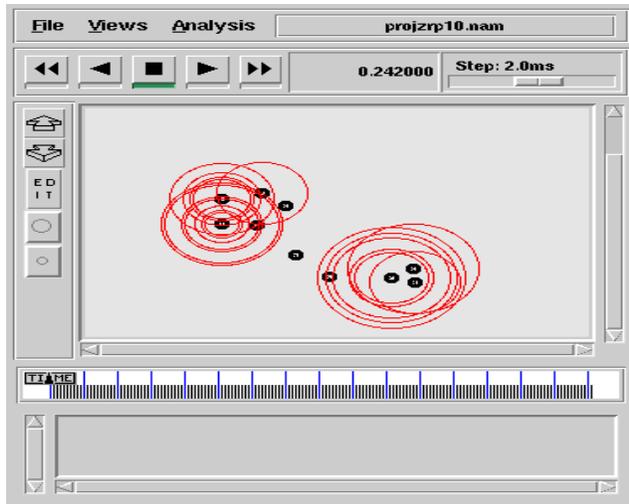
##### 4.1 Pengujian Keluaran Hasil Simulasi

Jika program simulasi yang telah dibuat sesuai maka pada program terminal akan tampak proses jalannya program, seperti pada gambar 4 dibawah ini.



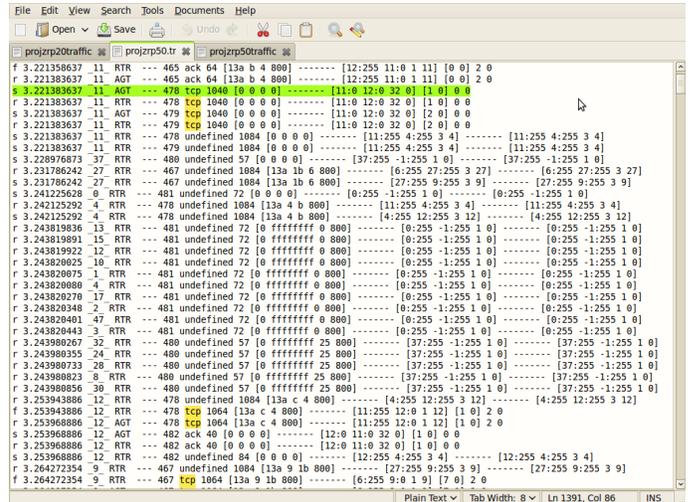
Gambar 4 Tampilan saat memulai program simulasi dimulai

Kemudian setelah program berhasil dijalankan, maka akan ditampilkan simulasi protokol ruting ZRP pada jaringan MANET didalam program *network animator* (nam), seperti tampak pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Tampilan saat simulasi dijalankan

Data *trace file* adalah salah satu hasil keluaran dari simulasi yang didalamnya terdapat informasi mengenai event atau kejadian yang terjadi selama simulasi berlangsung. Informasi tersebut ditampilkan berupa angka dan huruf yang masing-masingnya mewakili suatu kejadian dalam simulasi yang telah dijalankan. Sehingga data *trace file* keluaran dari hasil simulasi dapat digunakan untuk analisis perhitungan besaran beberapa parameter QoS. Contoh hasil data *trace file* dapat dilihat seperti pada gambar 6.



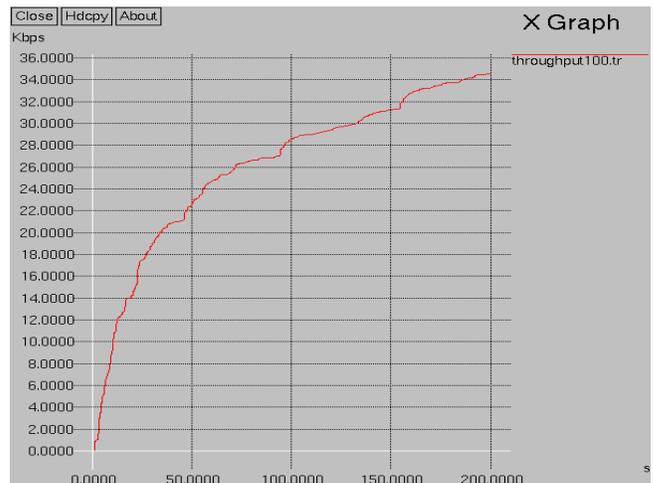
Gambar 6 Tampilan cuplikan data *trace file*

##### 4.2 Analisis Kinerja ZRP Berdasarkan Parameter QOS

Dalam tugas akhir ini dibuat 4 buah skenario jaringan berdasarkan banyaknya *node* yang terdapat dalam jaringan, yaitu 10 *node*, 20 *node*, 50 *node*, 100 *node*.

###### 4.2.1 Pengaruh Penambahan Jumlah *Node* Terhadap *Throughput*

Grafik pengaruh pertambahan jumlah *node* terhadap nilai *throughput* dari simulasi yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 6 Grafik nilai *throughput* pada skenario keempat

Hasil perhitungan pengaruh penambahan *node* terhadap nilai *throughput* dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Keempat skenario Jaringan

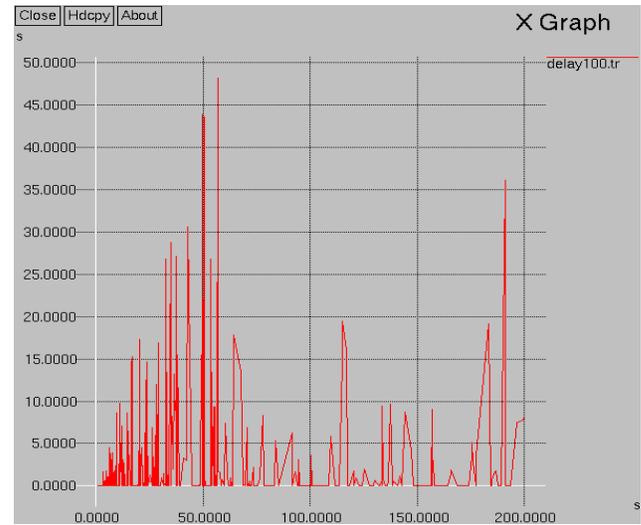
Skenario Jaringan	Jumlah Node	Nilai Throughput	Kenaikan / Penurunan
sekenario Pertama	10	727,081 Kbps	-
sekenario Kedua	20	414,106 Kbps	Turun 75,6 %
sekenario Ketiga	50	432,701 Kbps	Naik 4,5 %
sekenario Keempat	100	34,5702 Kbps	Turun 1151,7 %
Nilai <i>Throughput</i> rata-rata		402,115 Kbps	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai *throughput* rata-rata dari protokol ruting ZRP ini sebesar 402.115 Kbps, dan nilai *throughput* yang terbaik terjadi pada skenario pertama yaitu sebesar 727,081 Kbps. Hal ini dikarenakan pada skenario pertama hanya terdapat 10 *node* pada jaringan sehingga trafik yang terjadi tidak terlalu padat, terlebih kesepuluh *node* tersebut masih terdapat dalam satu zona sehingga pengiriman data dari masing-masing *node* sumber ke *node* tujuan masih dapat ditangani dengan baik oleh protokol IARP.

Sedangkan pada skenario yang melibatkan 100 *node* penurunan nilai *throughput* yang cukup besar terjadi. yaitu turun sebesar 1151,7 % jika dibandingkan dengan nilai *throughput* pada skenario ketiga. Hal ini karena trafik pada skenario keempat ini dibuat dengan menghubungkan antar beberapa *node* sumber ke *node* tujuan dengan jarak yang cukup jauh yang melibatkan banyak zona ruting. Karena informasi mengenai *node* – *node* yang terhubung hanya diperoleh berdasarkan zona pada *node* yang bersangkutan, sehingga ketika data dikirim dan melibatkan beberapa wilayah penzonaan akan menyebabkan beberapa data tidak akan bisa mendapatkan rute dan menyebabkan data tersebut drop. Selain itu penambahan jumlah trafik / *source* dan koneksi, juga akan menyebabkan jaringan menjadi lebih sibuk dan akan menurunkan kemampuan jaringan.

#### 4.2.2 Pengaruh Penambahan Jumlah Node Terhadap Nilai Waktu Tunda

Grafik pengaruh penambahan jumlah *node* terhadap nilai waktu tunda dari simulasi yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7 Grafik nilai waktu tunda pada skenario keempat

Hasil perhitungan pengaruh penambahan *node* terhadap nilai waktu tunda dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Keempat skenario Jaringan

Skenario Jaringan	Jumlah Node	Nilai Waktu Tunda	Kenaikan / Penurunan
sekenario Pertama	10	0,606597 s	-
sekenario Kedua	20	0,908846 s	Naik 49,83 %
sekenario Ketiga	50	0,810535 s	Turun 12,13 %
sekenario Keempat	100	2,00939 s	Naik 147,9 %
Nilai waktu tunda rata-rata		1,083842 s	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai waktu tunda rata-rata pada protokol ZRP sebesar 1,083842 s, dan pada skenario pertama memiliki nilai waktu tunda yang terbaik, yaitu sebesar 0,606597 s.

Sementara kenaikan waktu tunda yang sangat mencolok terjadi pada skenario keempat dengan jumlah *node* sebanyak 100, yaitu naik sebesar 147,9 % dari nilai waktu tunda skenario ketiga. Kenaikan nilai waktu tunda protokol ZRP menjadi meningkat sangat besar pada jumlah *node* yang lebih banyak, hal ini disebabkan karena beban protokol IARP untuk melakukan pemeliharaan informasi rute menjadi lebih berat. Protokol IARP harus memperbaharui informasi rute untuk zona rutingnya dan juga harus memberitahukan ke IERP untuk layanan ruting ke luar zona. Sehingga pengiriman data memerlukan waktu yang lebih lama.

### 4.2.3 Pengaruh Penambahan Jumlah *Node* Terhadap Nilai PDR

Hasil perhitungan pengaruh penambahan *node* terhadap nilai *Packet Delivery Ratio* dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Keempat skenario Jaringan

Skenario Jaringan	Jumlah <i>Node</i>	Nilai PDR	Kenaikan / Penurunan
sekenario pertama	10	80,439 %	-
sekenario kedua	20	75,175 %	Turun 7 %
sekenario ketiga	50	77,1893 %	Naik 2,7 %
sekenario keempat	100	71,6509 %	Turun 7,7 %
Nilai PDR rata-rata		76,114 %	

Dari tabel diatas terlihat bahwa protokol ruting ZRP memiliki nilai PDR rata-rata sebesar 76,114 % dan nilai PDR terbaik terdapat pada skenario pertama, sebesar 80,439 %. Selanjutnya terus menurun, namun penurunannya tidak terlalu banyak. Adapun terjadi perubahan tren pada skenario ketiga yang nilai PDRnya meningkat sebesar 2,7 % jika dibandingkan skenario kedua, yang nilai PDRnya turun sebesar 7 % ini disebabkan karena pola trafik dan letak *node* pada jaringan skenario kedua dan ketiga. Dimana pada skenario kedua antara *node* sumber dan *node* tujuan tidak terdapat *node* penghubung, sehingga hal ini menyebabkan ruting IERP kesulitan untuk mencari jalur pengiriman, dan menyebabkan protokol IERP harus menunggu adanya pergerakan *node* yang membuat masing – masing antara *node* sumber dan *node* tujuan ini dapat saling terhubung. Sementara pada skenario ketiga letak *node* – *node* tambahan dibuat berada diantara *node* – *node* pada skenario kedua, sehingga membuat protokol IERP dapat segera menentukan *node* penghubung antara sumber dan tujuannya. Hal ini tentunya sangat mempengaruhi kinerja dari ruting protokol ZRP secara keseluruhan, sehingga nilai PDR skenario ketiga terdapat kenaikan jika dibandingkan pada skenario kedua.

### V. KESIMPULAN

1. Protokol ruting ZRP memiliki *throughput* rata-rata sebesar 402,115 Kbps.
2. Nilai *throughput* memiliki kecenderungan menurun seiring dengan pertambahan jumlah *node* dengan nilai tertinggi sebesar 727,081 Kbps pada skenario pertama dengan *node* berjumlah 10 dan paling rendah bernilai 34,5702 Kbps pada skenario keempat.

3. Protokol ruting ZRP memiliki waktu tunda rata-rata sebesar 1,083842 s.
4. Nilai waktu tunda ruting protokol ZRP mengalami kecenderungan meningkat dari 0,606597 s pada skenario pertama dan pada skenario keempat mencapai 2,00939 s.
5. Protokol ruting ZRP memiliki nilai *Packet Delivery Ratio* rata-rata sebesar 76,114 %.
6. Perbedaan nilai parameter performansi protokol ruting yang cukup tajam tidak terjadi pada hasil perhitungan nilai PDR, dimana rata-rata penurunannya hanya sebesar 5.8 %.

### SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dibuat skenario jaringan yang lebih baik lagi, sehingga dapat memperlihatkan hasil perhitungan kinerja protokol ruting ZRP dengan baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian perbandingan kinerja protokol ruting ZRP dengan protokol ruting lain sehingga dapat memperlihatkan kelebihan dan kekurangan masing-masing protokol ruting.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk analisa pemakaian ruting protokol manet pada jaringan zigbee.
4. Untuk penelitian selanjutnya dimungkinkan pula untuk pengujian penggunaan ruting protokol pada beberapa tipe jaringan yang terhubung menjadi satu (jaringan *Hybrid*).
5. Pengujian dengan menggunakan sumber trafik yang lain, seperti CBR, VOIP dan sebagainya.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Bayu Wirawan, Andi dan Indarto, Eka. “Mudah Membangun Simulasi dengan Network Simulator-2 (NS-2)”. ANDI. Yogyakarta. 2004.
2. Fall, K. and K. Varadhan. “ns Notes and Documentation”. 2000.
3. Greis, Marc. “Tutorial For The Network simulator ‘ns.’”. 2000.
4. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R,Samar, P. “Bordercast Resolution Protocol (BRP)”. 2001. IETF internet Draft.
5. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R,Samar, P. “Interzone Routing Protocol (IERP)”. 2001. IETF internet Draft.
6. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R,Samar, P. “Intrazone Routing Protocol (IARP)”. 2001. IETF internet Draft.
7. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R. “The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks”.1997. IETF internet Draft.

8. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R. "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks".1998. IEFT internet Draft.
9. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R. "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks".1999. IEFT internet Draft.
10. Haas, Zygmunt J, Pearlman, Marc R. "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks". 2000. IEFT internet Draft.

### **BIODATA PENULIS**



**Septian Aji Sasongko**

Lahir di kota kendal pada tanggal 5 September 1988. Penulis mengawali pendidikannya di TK Melati di Semarang, kemudian SD Plamongan Sari 01 Semarang selama 6 tahun. Kemudian melanjutkan ke SMPN 15 Semarang selama 3 tahun. Setelah

itu melanjutkan ke SMAN 15 Semarang dan sekarang penulis masih menyelesaikan studi kesarjanaan di Fakultas Teknik jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro dan mengambil konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui ,  
Dosen Pembimbing I

Sukiswo, S.T., M.T.  
**NIP. 196907141997021001**

Dosen Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, S.T., M.T.  
**NIP. 197107191998022001**