

ANALISIS KINERJA ROUTING PROTOKOL SPRAY AND WAIT DI JARINGAN OPPORTUNISTIC

Maria Irmgrad Ratu¹, Bambang Soelistijanto²

¹Mahasiswa Teknik Informatika, ²Dosen Teknik Informatika USD

Jalan Afandi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

Email :¹⁾ rodriguezirmgrad@gmail.com,²⁾ b.soelistijanto@usd.ac.id

ABSTRACT

Opportunistic Network (OppNet) is a wireless network that doesn't need any infrastructure in the formation. Opportunistic Network can not guarantee a path between the source and destination at any time.

In this research, the authors tested the Epidemic Routing Protocols and Spray And Wait Routing Protocol using ONEsimulator. Performance metrics used are Delivery Probability, Overhead Ratio, Average Latency, Buffer Occupancy and Number of Drop messages. Parameters used in each test is the area that remains with the addition of the number of nodes, increasing the buffer size, the addition of the Time-To-Live (TTL), increasing the number of copies of the message (L Copy), and the increase in the number of nodes and the number of copies (%).

Epidemic Routing Protocols Tests showed an increase on the Delivery Latency Average Probability, it's because Epidemic Routing Protocol always leave copy of messages every time they met with a relay node without regard to resources. While Spray and Wait Routing Protocols is good at it because Overhead Ratio in Spray and Wait is low because of number of copies limitation. But delay in Spray and Wait is very high compared to the Epidemic, it is because Spray And Wait limits the number of copies. From the simulation that involved buffersize addition. Delivery probability in epidemic routing protocol reached an optimum number of 95%, meanwhile delivery probability in SnW protocol reached 73.24%, thus, in every 100 messages sent, 73 messages are successfully delivered.

Keywords: Opportunistic Network, Epidemic, Spray and Wait

1. PENDAHULUAN

Kecepatan perkembangan jaringan saat ini menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam dunia. Namun dengan suksesnya jaringan sebagai penyedia informasi tidak jauh dari kendala, yang dapat diatasi dengan memanfaatkan Jaringan *Opportunistic*. Dimana Jaringan *Opportunistic* dibangun tanpa menggunakan infrastruktur. Jaringan *Opportunistic* dirancang untuk digunakan pada situasi yang ekstrim dan tidak membutuhkan pengiriman yang cepat, dimana koneksi pada Jaringan *Opportunistic* tidak tersedia secara terus-menerus karena pergerakan node yang mobility. Jaringan *Opportunistic* telah dikembangkan pada berbagai kebutuhan seperti pemantauan binatang di alam bebas (*ZebraNet*), transportasi (*vehicular network*), akses Internet Pedesaan (*village network*), komunikasi antar manusia (*mobile social network*) dan penanganan pada bencana (*disaster mitigation networks*) [5].

Routing Spray and Wait pada jaringan *Opportunistic* dirancang untuk memperbaiki routing protokol Epidemic yang berbasis *multiple copy* tanpa

mempedulikan penggunaan buffer [1]. Untuk menganalisis kinerja routing pada Jaringan *Opportunistic* khususnya pada routing protokol Spray and Wait diukur dengan menggunakan parameter unjuk kerjayaitu *Delivery Probability*, *Overhead Ratio*, *Average Latency*, *Buffer Occupancy*, dan *Dropped Messages*.

Hal ini dapat dilihat dengan penambahan jumlah node, penambahan ukuran *buffer*, penambahan *Time-To-Live* (TTL), membatasi jumlah copy pada Spray And Wait yang sangat berpengaruh pada *Delivery Probability*, *Overhead Ratio*, *Average Latency*, *Buffer Occupancy*, dan *Messages Dropped*.

Penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan pengujian terhadap Protokol Spray And Wait dibandingkan dengan Protokol Source Spray And Wait untuk melihat *Trade-Off* dari masing-masing protokol.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang didapat adalah Analisis Kinerja Routing Protokol Spray And Wait di Jaringan *Opportunistic* menggunakan skenario pergerakan yaitu *Random Waypoint* dan *Working Day*.

1.2 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, masalah dibatasi sebagai berikut :

- a. Pengujian Routing Protokol Spray and Wait dibandingkan terhadap Routing Protokol Epidemic
- b. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ONESimulator
- c. Parameter unjuk kerja yang digunakan adalah *Delivery Probability*, *Overhead Ratio*, *Average Latency*, *Buffer Occupancy* dan *Dropped Messages*.
- d. Variabel yang digunakan adalah penambahan jumlah node, penambahan ukuran *buffer*, penambahan *Time-To-Live* (TTL), penambahan jumlah copy messages (L), dan penambahan jumlah Node dan jumlah *Copy message* (L Copy).

1.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini bertujuan untuk meneliti dan mengetahui *Trade-Off* dari Routing Protkol Spray and Wait terhadap Routing Protokol Epidemic yang diukur dengan parameter unjuk kerja yaitu *Delivery Probability*, *Overhead Ratio*, *Average Latency*, *Buffer Occupancy* dan *Dropped Messages* dan penambahan jumlah *copy message* (L).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan pertimbangan dalam menentukan Routing Protokol yang lebih baik untuk hubungan komunikasi pada Jaringan *Opportunistic*.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metologi penelitian dan langkah-langkah yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mengumpulkan berbagai macam referensi dan mempelajari teori-teori yang mendukung penulisan, seperti :

- a. Teori Jaringan *Opportunistic*
- b. Teori Routing Protokol Spray and Wait dan Routing Protokol Epidemic
- c. Teori tentang *Delivery Probability, Overhead Ratio, Average Latency, Buffer Occupancy* dan *Dropped Messages*.
- d. Teori ONEsimulator
- e. Tahap-tahap dalam membangun jaringan menggunakan ONEsimulator.

2. Perancangan

Dalam tahap ini penulis merancang skenario sebagai berikut :

- a. Penambahan jumlah node(*density*).
- b. Penambahan ukuran *buffer*.
- c. Penambahan *Time-To-Live* (waktu hidup sebuah message untuk sampai ke destination).
- d. Penambahan jumlah copy messages (L).
- e. Kecepatan pergerakan node (*Random Waypoint, Working Day*)

3. Pembangunan Simulasi dan Pengumpulan Data

Simulasi Jaringan *Opportunistic* pada tugas akhir ini menggunakan ONEsimulator.

4. Analisis data Simulasi

Dalam tahap ini penulis menganalisis hasil pengukuran yang diperoleh pada proses simulasi. Analisis dihasilkan dengan melakukan pengamatan dari beberapa kali pengukuran yang menggunakan skenario simulasi yang berbeda.

5. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan didasarkan pada beberapa parameter unjuk kerja yang diperoleh pada proses analisis data.

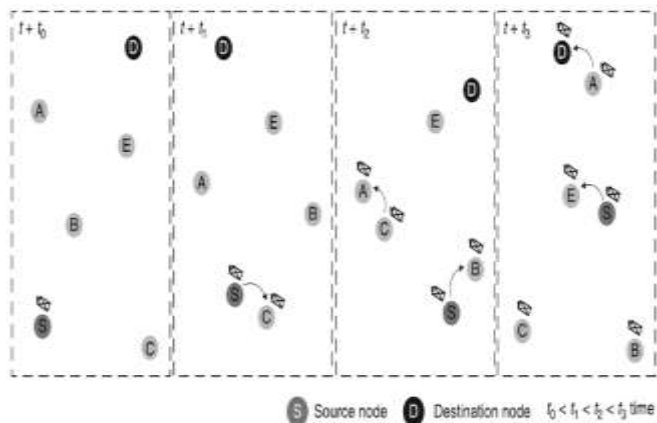
2. DASAR TEORI

2.1 Routing Protokol Epidemic

Routing Epidemic menggunakan konsep *flooding* (replikasi) di jaringan *mobile*[4] yang koneksinya tidak tersedia secara terus menerus. Hal ini merupakan salah satu strategi yang pertama kali digunakan untuk memungkinkan pengiriman messages pada Jaringan *Opportunistic*. Pada Routing Protokol Epidemic setiap node menyimpan daftar semua messages yang dibawa (ID node) yang pengirimannya tertunda. Setiap kali bertemu node lain, *relay node* saling bertukar informasi messages (*summery vector*) [4] untuk mengecek apakah node memiliki kesamaan ID. Routing Epidemic sangat boros buffer karena ketika bertemu dengan node lain, node source akan memberikan copy messages ke semua *relay node*. Karena terbatasnya kapasitas *wireless* yang merupakan tipikal dari jaringan *wireless* maka messages akan di drop dan ditransmisikan ulang (*retransmissions*).

Salah satu pendekatan sederhana untuk mengurangi *overhead of flooding* adalah dengan hanya sekali memforward sebuah copy message dengan

probabilitas $P < 1$ [8]. Maka didesainlah Routing Protokol Spray And Wait. Pada Routing Protokol Epidemic, *Delivery Ratio* dan *Average Latency* bagus karena setiap kali node bertemu dengan node yang lain selalu menyebarkan copy messages atau mengcopy messages ke node tetangga yang dijumpai. Sehingga dalam hal ini Routing Protokol Epidemic sebagai *baseline* dalam pengerjaan Routing Pprotokol Spray and Wait. Contoh routing protokol Epidemic seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Ilustrasi Routing Protokol Epidemic

Konsep Routing Protokol Epidemic adalah konsep *flooding*. Apabila node S mengenerate copy messages dan bertemu dengan node C maka node S akan memberikan copy messages kepada node C. Hal yang sama akan dilakukan oleh node C ketika bertemu dengan relay node yang lain sampai salah satu node bertemu dengan node destination dan memberikan copy pesan.

Algoritma Epidemic (N_j)

```

while  $N_i$  is contact with  $N_j$  do
  send summary_vector( $N_j$ )
  receive summary_vector( $N_i$ )
  while  $\exists m \in buffer(N_j)$  do
    if  $\exists m \in buffer(N_j) \neq \exists m \in buffer(N_i)$ 
      then replicate ( $m, N_i$ )
    end if
  end while
end while
end while
    
```

2.2 Routing Protokol Spray And Wait

Routing Protokol Spray and Wait mengatasi masalah *flooding*[4] yang terjadi pada Routing Protokol Epidemic, tetapi pada Spray and Wait berusaha untuk mengontrol jumlah copy messages untuk mengurangi *cost* pada konsep *flooding* pada Epidemic. Routing Protokol Spray and Wait terdiri dari dua fase yaitu :

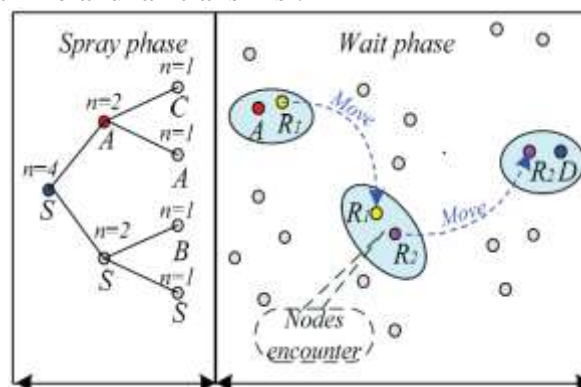
2.2.1 Fase Spray

Fase yang pertama adalah fase Spray dimana node Source mengenerate L copies untuk disebarakan ke *relay node*. Fase Spray membatasi messages yang dicopy untuk meminimalkan penggunaan sumber daya (*resource*) jaringan. Pada

fase Spray, proses *multi-cast* dilakukan untuk mengirim beberapa copy message dari source ke *relay node*. Jika *destination* tidak ditemukan dalam fase Spray maka node akan memasuki fase “wait” dimana setiap *relay node* yang memiliki copy message menunggu sampai node tujuan ditemukan untuk mentransmisikan messages.

2.2.2 Fase Wait

Fase yang kedua adalah fase *Wait*. Jika *node destination* tidak ditemukan dalam fase Spray, maka setiap *relay node* yang membawa copy L melakukan transmisi langsung ke node destination yaitu meneruskan messages hanya untuk node destination. Pada fase Wait node diperbolehkan untuk menyampaikan messages ke node destination menggunakan transmisi secara langsung (*direct transmission*) ketika *Time-To-Live*nya berakhir. Pada fase Wait sebuah node akan meneruskan messages ke *relay node* yang lain sampai tersisa satu message saja, dan *relay node* yang hanya memegang satu *copy message* akan masuk dalam fase Wait dan tidak lagi memberikan copy message apabila bertemu dengan *relay node*. Pada fase ini, *relay node* akan menunggu sampai bertemu *node destination* dan melakukan transmisi.



Gambar 2.2 Binary Spray and Wait

Pada fase Spray, copy message akan didistribusikan secara cepat ke *relay node* yang lain seperti pohon biner yang ditunjukkan pada gambar diatas. Asumsikan node S menghasilkan message dengan empat *forwarding token*, ketika node S bertemu dengan node A tanpa copy message maka node S akan *forwarding* copy messages dan memberikan dua *forwarding token* ke node A. Kemudian node S dan node A akan mengulangi operasi serupa sampai mereka hanya memiliki satu *forwarding token* dan akan masuk dalam fase kedua yaitu fase wait, dimana node S dan node A yang tidak memiliki *forwarding token* $n > 1$ [8] akan menunggu sampai bertemu dengan node destination untuk mentransmisikan messages secara langsung. Strategi Spray And Wait yang membatasi copy messages sehingga mengkonsumsi sumber daya di jaringan lebih sedikit.

Algoritma Spray And Wait (N_j)

```

 $L \leftarrow n$ 
replicate( $m, n$ )
calculate_floor( $n_m/2$ )
while  $N_i$  is contact with node  $N_j$ 
    while  $\exists m \in \text{buffer}(N_j)$ 
        while  $\exists m \in \text{buffer}(N_j) \neq \exists m \in \text{buffer}(N_i)$ 
            if  $n_m=1$  &&  $N_i$  is not final
                skip
            end if
        else
            then forward ( $m, \text{floor}(n_m)$ )
        end
    end while
end while
end while
    
```

L = copy message

n = jumlah node

m = initial copy message

calculate_floor($n_m/2$)=pembulatan kebawah apabila copy message digenerate dalam jumlah ganjil.

3. RANCANGAN PENELITIAN

Pada penelitian ini sudah ditentukan parameter unjuk kerjaringan pada Routing Protokol Epidemic terhadap Routing Protokol Spray and Wait. Ada beberapa parameter bersifat Utama dan tidak diubah-ubah dan dipakai pada setiap pengujian.

Tabel 3.1 Parameter Utama ONESimulator

Simulation time	259200 (3 hari)
Simulation Area	4500x4000(width x height; meters)
Message Generation Interval	1 Jam
Node Speed	1.5- 2.5Mbps
Transmission Speed	250kBps
Transmission Range	10Meter
Message Size	10kB
Node Mobility (pergerakan node)	Random Waypoint, Working Day Movement Model

Selain parameter utama simulasi, Tabel 3.2 merupakan parameter untuk penambahan ukuran buffer

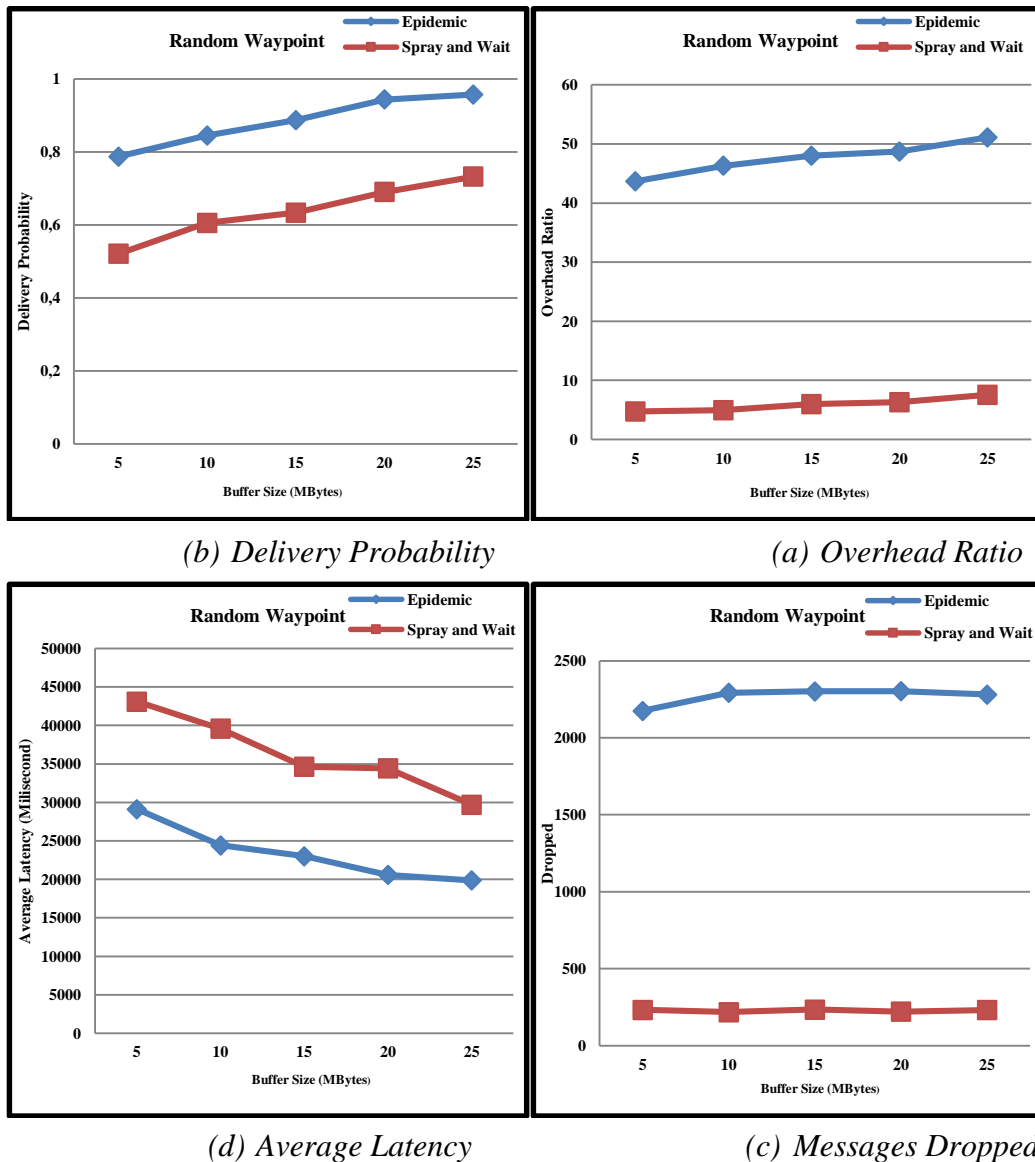
Tabel 3.2 Parameter penambahan ukuran Buffer

Movement Model	Random Waypoint, Working Day
Number of hosts	50
Node Buffer Size	5; 10; 15; 20; 25MB
TTL	1440 minutes

5. HASIL

5.1 Pergerakan Random Waypoint

Model pergerakan Random Waypoint merupakan model pergerakan yang standar, dimana node bergerak dan berpindah secara *random* (acak) untuk pergerakan pada pengguna ponsel tetapi ada *pouse time*.

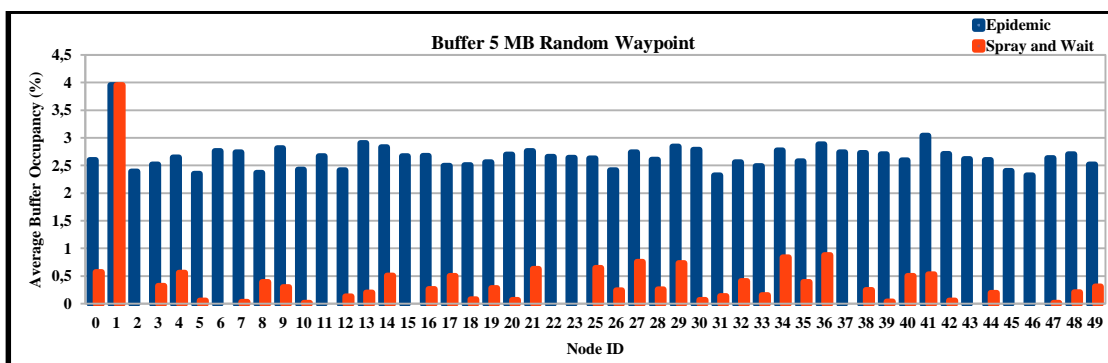


Gambar 4.1 Hasil simulasi penambahan ukuran buffer pada pergerakan Random Waypoint

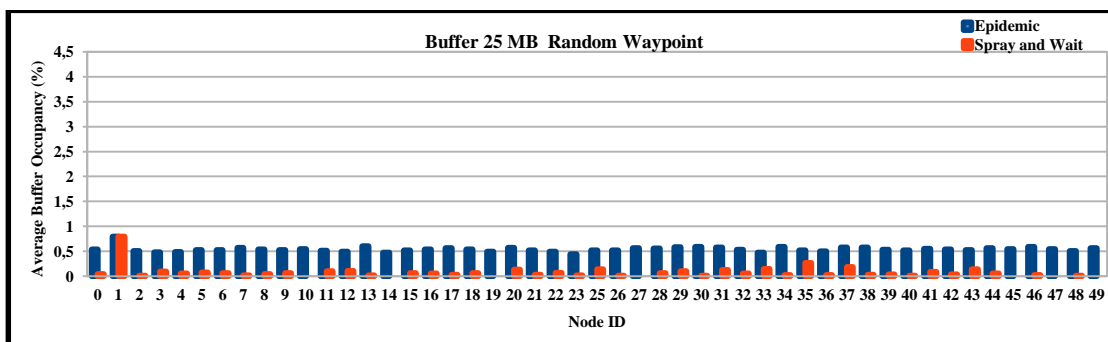
Dari hasil pengujian, grafik 4.1 menunjukkan probabilitas pengiriman (lihat grafik a) dengan kapasitas buffer yang diubah-ubah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa protokol Epidemic memiliki probabilitas pengiriman yang paling tinggi dikarenakan Epidemic memberikan copy messages kesemua *relay node* yang ditemui dan semakin besar jumlah buffer maka akan semakin banyak pula jumlah copy messages yang disimpan dalam buffer. Tetapi *cost* yang dibutuhkan oleh Epidemic juga semakin besar (lihat grafik b). Sedangkan Spray

and Wait memiliki probabilitas pengiriman yang lebih rendah, hal ini dikarenakan pada protokol Spray and Wait membatasi jumlah copy sehingga *cost* yang dibutuhkan Spray And Wait tidak sebesar *cost* yang ada pada Epidemic (lihat grafik b). Peningkatan ukuran buffer berdampak pada probabilitas pengiriman, hal ini berarti semakin tinggi ukuran *buffer* maka akan ada banyak message yang disimpan dalam *buffer*. Dengan demikian maka semakin besar kapasitas *buffer* mengakibatkan semakin banyaknya jumlah copy message yang di drop karena Time To Live.

Hal itu dapat dilihat dari rata-rata penggunaan Buffer Occupancy seperti pada grafik dibawah.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Buffer Occupancy pada Penambahan Ukuran Buffer 5MB menggunakan Pergerakan Random Waypoint



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Buffer Occupancy pada Penambahan Ukuran Buffer 25MB menggunakan Pergerakan Random Waypoint

5.2 Working Day Movement Model (WDMM)

Model pergerakan ini dikembangkan dengan menggabungkan model gerakan yang berbeda secara bersama-sama. Pergerakan pada Working Day menggunakan *submodel* [5]. *Submodel* ini terdiri dari tiga kegiatan utama yang berbeda. Dimana Node berada di rumah, node bekerja dan node melakukan aktivitas dengan node yang lain pada malam hari.

5.2.1 Home Activity Submodel

Home Activity Submodels[5] digunakan untuk waktu malam hari sampai tengah malam. Setiap node awalnya ditugaskan titik peta pada lokasi rumahnya.

5.2.2 Office Activity Submodel

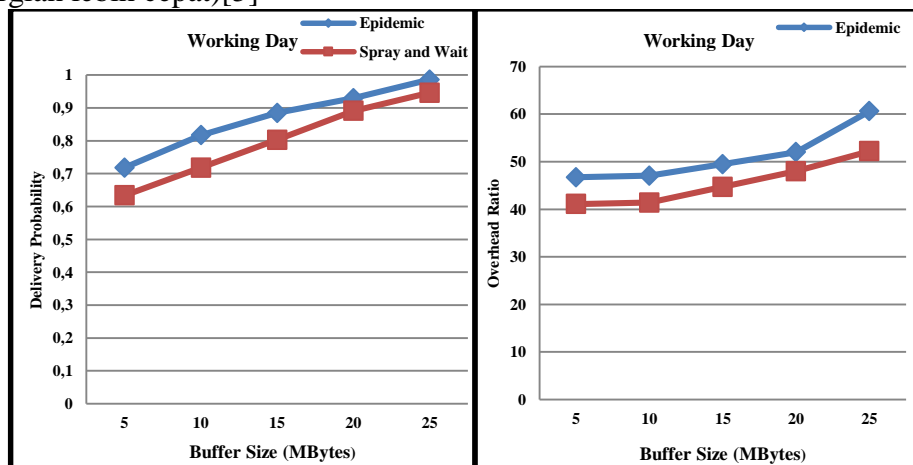
Office Activity Submodel[5] adalah model gerakan didalam kantor dimana karyawan memiliki meja dan kadang-kadang perlu berjalan ke tempat-tempat lain untuk pertemuan atau kadang hanya untuk berbicara singkat dengan seseorang.

5.2.3 Evening Acitivity Submodel

Evening Activity Submodel[5] adalah model kegiatan yang dilakukan pada malam hari setelah bekerja. Kegiatan ini dilakukan dalam kelompok. Model kegiatan ini dapat diartikan sebagai belanja, berjalan di jalan, pergi ke restoran atau bar.

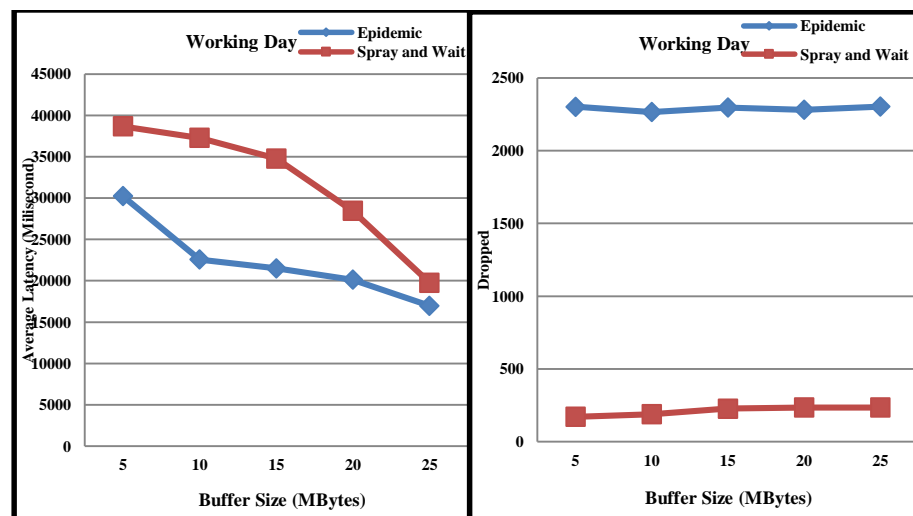
5.2.4 Transport Submodel

Node bergerak dirumah, kantor dan aktivitas di malam hari menggunakan submodel transportasi. Model transportasi dibagi menjadi tiga bagian : *Walking Submodel* (node yang berjalan kaki dengan kecepatan konstan), *Car Submodel* (node yang berjalan menggunakan mobil dengan kecepatan yang lebih tinggi, dan *Bus Submodel* (node yang tidak memiliki mobil dapat menggunakan bus untuk bepergian lebih cepat)[5]



(a) Delivery Probability

(b) Overhead Ratio

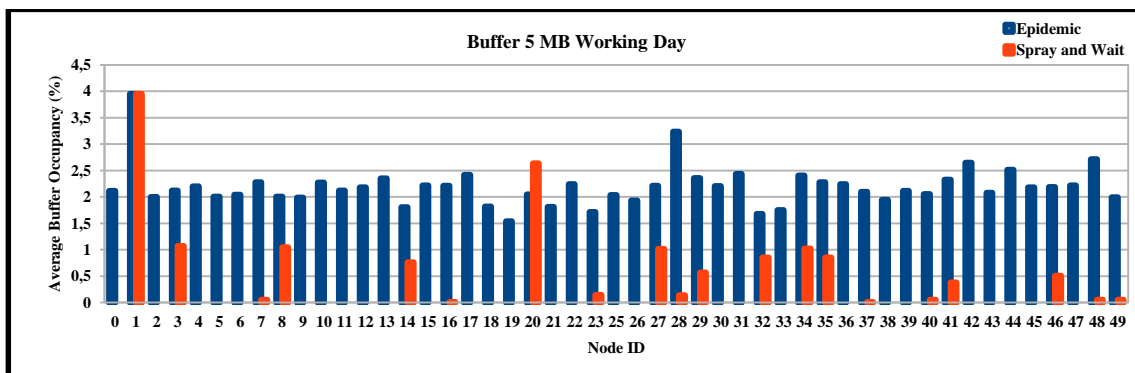


(c) Average Latency

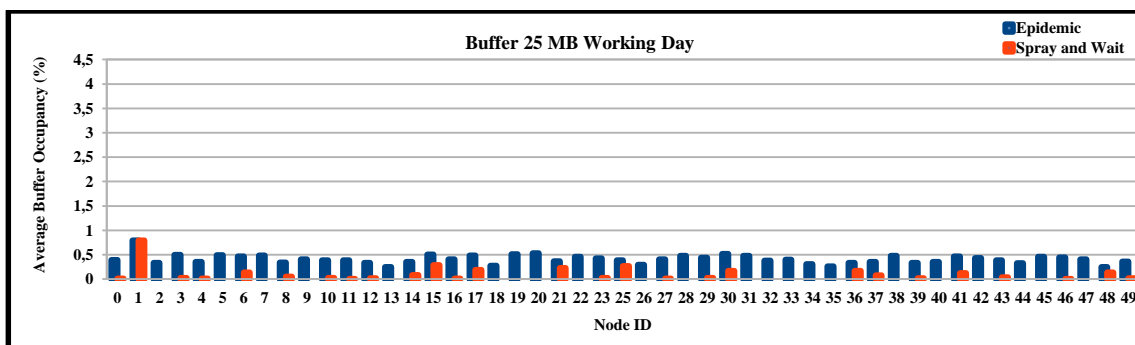
(d) Messages Dropped

Gambar 4.4 Hasil simulasi penambahan ukuran buffer pada pergerakan Working Day

Dari hasil penelitian, grafik menunjukkan Delivery Probability pada Epidemic semakin meningkat, dikarenakan ketika penambahan ukuran *buffer* maka semakin banyak pula copy message yang akan tampung dalam *buffer*, sehingga probabilitas message sampai ke node destination besar. Hal ini berpengaruh pada *cost* di Epidemic yang juga terus meningkat, karena copy message disimpan dalam *buffer* sebelum bertemu dengan node destination. Drop pada kedua protokol semakin meningkat dikarenakan *time to live*. Hal itu dapat dilihat dari penggunaan buffer pada setiap node di jaringan ketika buffer ditambahkan pada seperti pada Buffer Occupancy dibawah ini:



Gambar 4.5 Rata-rata Penggunaan Buffer Occupancy Pada Penambahan Ukuran Buffer 5 MB menggunakan Pergerakan Working Day



Gambar 4.6 Penggunaan Buffer Occupancy Pada Penambahan Ukuran Buffer 20 MB menggunakan Pergerakan Working Day

6. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Konsep *flooding* pada Routing Protokol Epidemic menghasilkan tingkat Delivery Probability yang tinggi dan Latency yang rendah, tetapi Routing Protokol Epidemic memerlukan *storage (node buffer)* yang lebih besar. Routing Protokol Epidemic semakin baik jika ukuran buffer ditambahkan. Hal itu akan berpengaruh pada Delivery Probability yang semakin meningkat dan Latency yang semakin bagus, tetapi Overhead Ratio menjadi sangat tinggi karena semakin banyak copy message maka *cost* yang dibutuhkan akan semakin besar pula.

2. Routing Protokol Spray and Wait baik dalam hal memperbaiki *cost* pada Routing Protokol Epidemic, karena Spray and Wait membatasi jumlah copy messages sehingga *cost* yang dibutuhkan Spray and Wait tidak sebesar *cost* pada Epidemic, tetapi Delivery Probability menjadi rendah dan Latency pada Spray and Wait semakin tinggi.

7. REFERENSI

- [1] Schiller, Jochen H, *Mobile Communications, Great Britain 2000, Second Edition*, 2003.
- [2] Aprillando, A. 2007. *Cara Kerja dan Kinerja Protokol Optimized Link State Routing (OLSR) pada Mobile Ad hoc networks (MANET)*, Tugas Akhir. Jakarta: Fakultas Teknik Unika AtmaJaya
- [3] A. Vahdat and D. Becker. Epidemic routing for partially connected ad hoc networks. Technical Report CS-200006, Duke University, Apr. 2000.
- [4] T. Spyropoulos, K. Psounis, C.S. Raghavendra, "Spray and Wait: An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks", *IEEE ACM SIGCOMM Workshops on Delay-Tolerant Networking 2007*. White Plains, New York, March 2007.
- [5] Ekman.F., Keranen.A., Jouni Karvo and Jorg Ott, "Working Day Movement Model", Helsinki University TKK, Dept. of Communications and Networking. May 26, 2008, Hong Kong SAR, China.
- [5] Gao. L, Yu. Shui, Luan. T.H, Zhou. W, *Delay Tolerant Networks*, Spinger Cham Heidelberg, New York Dordrecht London 2015. (L. Gao et al., *Delay Tolerant Networks*, SpingerBrief in Computer Science, DOI 10.1007/978-3-319-18108-0_1)
- [6] Sanjeev.C, M., &Mukane.S.M.(2003). Impact Of Relay Nodes On Performance Of DTN Using Spray And Wait Protocol. *International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, 1(-9), 57-61.
- [7] H.Huang, Zhang.Z, Zhou.W, "Spray And Wait Routing Based on Position Prediction in Opportunistic Networks," Department of Electrical Engineering and Informartion Science, University of Science and Technology of China. Hefei, China. ISBN: 978-1-61284-840-2, IEEE-2011
- [8] Patel.B., Dave.K., Pandya.V., "Spray And Wait Routing Protocol in Delay Tolerant Network" *International Journal of Enggineering Technology and Advanced Engineering (IJETAE)* ISSN: 225002459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Vol.4 Issue 5, May 2004)
- [9] Y.-C. Tseng, S.-Y NI, Y.-S. Chen, and J.-P. Sheu. The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network. *Wirel. Net.*, 8(2/3):153-167, 2002.