

Analisis Performansi Algoritma *Routing First Contact* dengan *Stationary Relay Node* pada *Delay Tolerant Network*

LEANNA VIDYA YOVITA, JODI NUGROHO RESTU

Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro
Email:leanna@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Algoritma routing pada jaringan klasik dapat berjalan jika hubungan end-to-end selalu ada. Algoritma routing ini bekerja dengan menggunakan informasi mengenai seluruh jalur yang tersedia. Untuk itu, pada jaringan dengan kondisi ekstrim seperti ini diperlukan algoritma routing yang sesuai. Salah satu algoritma routing yang dapat dijalankan pada Delay Tolerant Network (DTN) adalah First Contact. Algoritma ini akan melakukan penggandaan pesan yang dibawanya untuk kemudian diberikan kepada node lainnya yang pertama kali ditemui. Dalam penelitian ini ditambahkan stationary relay node untuk meningkatkan delivery probability. Dengan penambahan stationary relay node diperoleh peningkatan delivery probability 2 hingga 6% dibandingkan dengan jaringan tanpa stationary relay node. Parameter overhead ratio meningkat sebesar 7-18% dibandingkan jaringan tanpa Stationary relay node. Algoritma First Contact dengan tambahan Stationary relay node juga memberikan tambahan average latency, 118 – 171 detik. Nilai ini berbanding lurus dengan jumlah mobile node DTN yang ada pada area tersebut.

Kata kunci: *Delay Tolerant Network, first contact, Stationary relay node, routing algorithm, delivery probability, overhead ratio, average latency.*

ABSTRACT

Classical routing algorithms only works if there is end to end connection. This algorithms uses the information about every available path, and then choose the best path related to spesific metric.. For the networks with the extreme condition, it is needed the suitable routing alorithms. One of the routing algorithms that is able to be applicated in Delay Tolerant Network (DTN) is First Contact. This algorithm will make a single copy message and then forward it to the first encountered node. In this research, the stationaryrelaynodes were added to improve delivery probability. The effect of adding stationary relay node is increasing the delivery probability about 2-6%, compared to networks without stationary relay node. The overhead ratio increased about 7-18% compared to networks without stationary relay node. First Contact algorithm with stationary relay node gives bigger average latency, 118 – 171 second. This value is directly proportional to the number of mobile DTN nodes that exist in the area.

Keywords: *Delay Tolerant Network, first contact, Stationary relay node, routing algorithm, delivery probability, overhead ratio, average latency..*

1. PENDAHULUAN

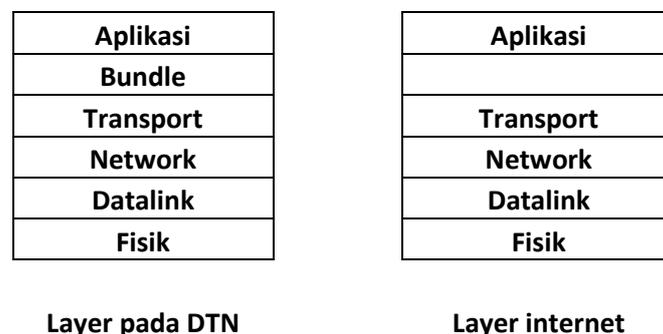
Algoritma *routing* pada jaringan klasik dapat berjalan bila hubungan end to end selalu ada. Algoritma ini bekerja dengan cara mengumpulkan informasi mengenai semua jalur yang tersedia, dan kemudian memilih jalur terbaik dari seluruh pilihan jalur yang sudah ada tersebut. Pada jaringan *wireless*, hubungan *end-to-end* ini tidak selalu ada. Untuk jaringan dengan kondisi ekstrim dimana hubungan *end-to-end* tidak selalu ada, algoritma *routing* klasik tidak dapat berjalan dengan baik. Diperlukan algoritma lainnya yang dapat mengakomodasi kondisi tersebut.

1.1 Delay Tolerant Network (DTN)

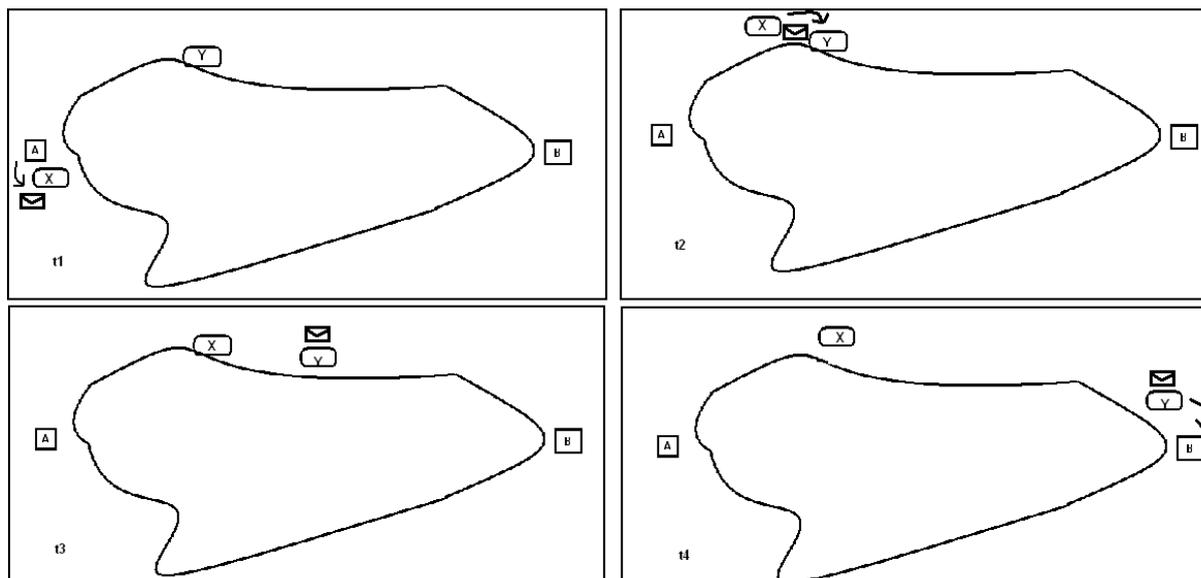
Delay Tolerant Network merupakan jaringan dimana hubungan *end-to-end* tidak selalu tersedia (Keranen, 2008). Pada mulanya konsep DTN ini dikembangkan oleh NASA untuk komunikasi antar planet, dikenal dengan nama *InterPlanetary Communication (IPN)* (Ioanis,dkk, 2009). Namun, konsep DTN dapat dikembangkan untuk komunikasi teresrial lainnya dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kondisi jaringan yang ekstrim, dimana *delay* pengiriman paket dapat saja sangat besar dan tidak ada infrastruktur yang tetap pada jaringan, misalkan pada daerah terpencil yang tidak memiliki infrastruktur jaringan. Pada kondisi ini, data dapat dibawa oleh *node* DTN yang bergerak, untuk kemudian diteruskan ke *node* DTN lain yang ditemuinya.

Pada DTN, pesan akan diteruskan ke *node* yang lainnya sampai ke tujuan dengan menggunakan konsep *routing* yang berbeda dengan *routing* klasik. Karena hubungan *end-to-end* yang tidak selalu ada ini, algoritma *routing* tidak akan menggunakan konsep lama dimana informasi mengenai seluruh path yang tersedia, akan dikumpulkan terlebih dahulu sebelum memutuskan jalur terbaik yang akan digunakan untuk mengirimkan pesan. Akan tetapi, *node* akan memutuskan untuk meneruskan atau tidak meneruskan paket ke *node* lainnya berdasarkan karakteristik algoritma *routing* itu sendiri.

DTN memiliki layer tambahan, yaitu *bundle* layer. Layer ini terletak di atas layer transport pada internet layer. *Bundle layer* memungkinkan pesan untuk disimpan dalam *node* DTN dan dibawa oleh *node*, dan kemudian diteruskan jika bertemu dengan *node* lainnya. Pada jaringan internet, hal ini tidak dapat dilakukan. Pada DTN dilakukan konsep *store, carry, and forward*.



Gambar 1. Layer pada DTN dan internet (Warthman, 2003)



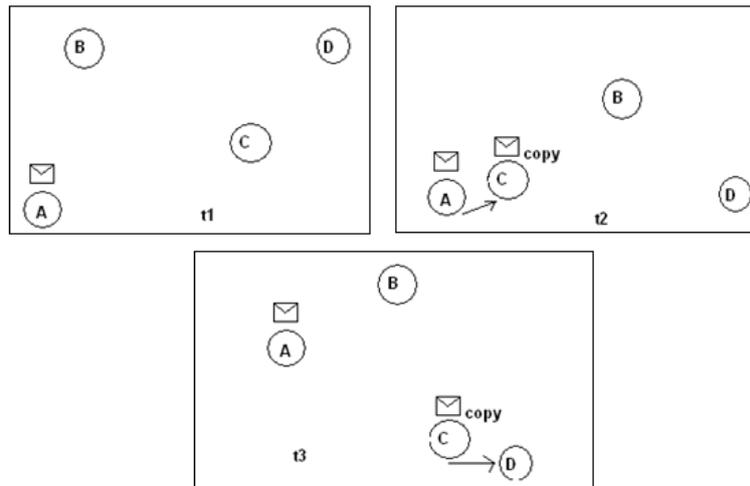
Gambar 2. Ilustrasi jaringan DTN

Pada ilustrasi di Gambar 2 terlihat bahwa *node A* dan *B* adalah *node* statis dan *node X* serta *Y* merupakan *node* yang bergerak. Misalkan tidak ada jaringan yang menghubungkan *node A* dan *B*, namun *node A* membutuhkan untuk mengirim data ke *node B*. Pada jaringan klasik, hal ini tidak mungkin dilakukan. Pada DTN, pesan dari *node A* dapat ditumpangkan ke *node X* yang berjalan melewati *node A*. Dalam perjalanannya, *node X* bertemu dengan *node Y*. Karena *node X* tidak akan berjalan melewati *node B*, maka *node X* menumpangkan pesannya ke *node Y* untuk dibawa. Pada t_3 , *node Y* bergerak menuju *node* statis *B*. Dan pada saat *node Y* melewati *node B*, pesan itu dapat disampaikan. Dengan skema ini, paket dari *A* akan dapat sampai ke *B*, walaupun waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman mungkin saja besar. Pada jaringan klasik, jika *delay* terlalu besar, paket akan di buang dari jaringan.

1.2 Algoritma *Routing First Contact*

Algoritma *routingFirst Contact* merupakan algoritma *routing* yang paling sederhana, sehingga setiap *node* DTN yang menggunakan algoritma ini tidak harus dibekali kemampuan komputasi yang tinggi. Namun demikian, algoritma *First Contact* memberikan *delivery probability* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Direct Delivery* (Mangrulkar, 2012).

Pada algoritma *First Contact*, setiap *node* akan menggandakan (*single copy*) dan meneruskan pesan yang ada padanya ke *node* lain yang pertama kali ditemui (Mangrulkar, 2012). Hal ini menyebabkan kemungkinan pesan sampai ke tujuan menjadi lebih tinggi, karena makin banyak *node* yang membawa salinan pesan tersebut. Proses ini diilustrasikan pada Gambar 3. Misalkan *node A* membawa pesan pada waktu ke t_1 . Pada waktu ke t_2 , *node A* bertemu dengan *node C*. *Node A* akan memberikan salinan pesan ke *node C*, sementara pesan yang asli masih dibawa oleh *node A*. Pada waktu ke t_3 , *node C* bertemu dengan *node D* sebagai *node* tujuan pengiriman pesan. *Node C* akan mengirimkannya kepada *node D*.



Gambar 3. Proses pengiriman paket dari *node A* ke *D* menggunakan *First Contact*

1.3 Parameter Evaluasi

Pada penelitian ini dianalisis beberapa parameter performansi, yaitu *delivery probability*, *overhead ratio* dan *average latency*. *Delivery probability* menunjukkan prosentase terkirimnya pesan sampai ke tujuan. Nilai parameter diperoleh dari perbandingan antar paket yang berhasil sampai di penerima dengan paket yang diproduksi oleh *node*. *Overhead ratio* menunjukkan jumlah seluruh paket yang merupakan salinan dari paket asli dibandingkan dengan jumlah paket asli yang diproduksi. Parameter *average latency* menunjukkan *delay* rata-rata dalam pengiriman paket dari sumber ke tujuan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sudah dianalisis perbandingan performansi antara algoritma *Direct Delivery*, *First Contact*, *Epidemic* dan *MaxProp* dengan berbagai ukuran *buffer* (Mangrulkar, 2012). Kemudian telah dianalisis pula perbandingan performansi antara *Direct Delivery* dan *First Contact* dengan berbagai kondisi kepadatan kecepatan *node* (Restu, J., N., dkk, 2015). Pada penelitian ini dilakukan analisis performansi *First Contact* dengan menambahkan *stationary relay node* pada area penelitian dan melihat dampaknya berdasarkan jarak dan letak *stationary relay node*. *stationary relay node* bertindak sebagai *nodereelay* yang memiliki kemampuan untuk meneruskan pengiriman paket ke *node* lainnya. *Stationary node* akan meningkatkan jaminan bahwa sebuah *node* akan bertemu dengan *node* lainnya sebagai *relay* atau media transfer berikutnya menuju ke tujuan.

Metode penelitian dibagi menjadi beberapa tahap untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu:

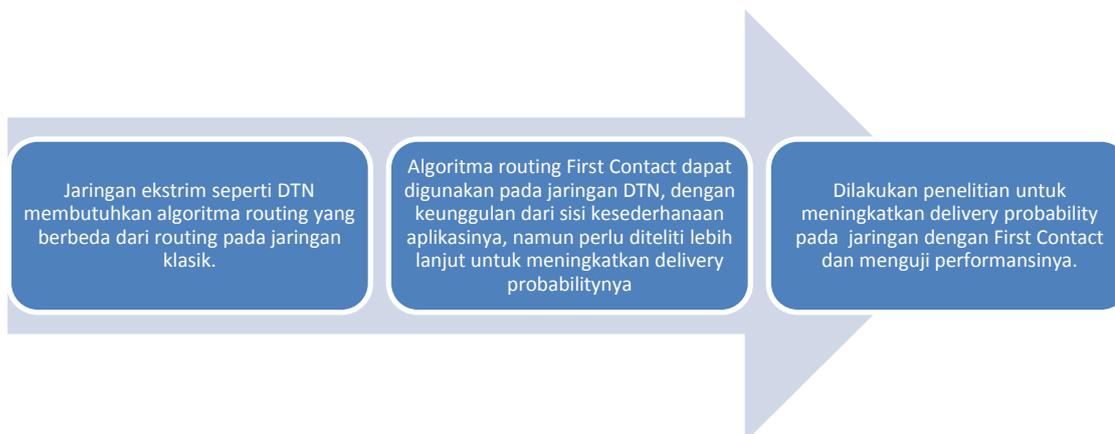
1. Identifikasi masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah, dengan membaca literature dan paper penelitian terkait yang sudah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil dari proses ini diperoleh bahwa DTN memerlukan skema routing yang sangat berbeda dengan jaringan klasik. Dari banyak algoritma routing untuk DTN yang telah diteliti sebelumnya, *First Contact* memiliki keunggulan dari sisi kesederhanaannya. Namun, perlu diteliti lebih lanjut modifikasi baik dari sisi internal algoritma maupun dari

modifikasi infrastruktur jaringannya untuk meningkatkan performansi algoritma ini. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk meneliti modifikasi yang dapat dilakukan dari sisi infrastruktur jaringan untuk meningkatkan performansi algoritma *First Contact*.

2. Desain model

Berdasarkan hasil identifikasi masalah dari tahap 1, dilakukan desain model penelitian untuk memecahkan masalah. Adapun model penelitian ini adalah sesuai gambar 4.



Gambar 4. Model Penelitian

3. Desain pemecahan masalah dan evaluasi

Untuk meningkatkan performansi *First Contact*, dilakukan pemodelan jaringan dengan menambahkan *stationary relay node*. Pemodelan dilakukan dengan area simulasi jalan tol, mulai dari gerbang tol Buah Batu sampai ke gerbang tol Cileunyi. Kemudian dilakukan pengubahan jarak letak *stationary relay node* dan menganalisis pengaruhnya terhadap performansi jaringan secara keseluruhan. Performansi jaringan akan dianalisis berdasarkan parameter *delivery probability*, *overhead ratio* dan *average latency*.

4. Pengumpulan data

Data diperoleh dari hasil simulasi menggunakan tools simulasi DTN, yaitu ONESim 1.5.0 RC2. *Node* akan dimodelkan untuk bergerak berdasarkan jalur tertentu pada peta. Peta yang digunakan adalah peta ruas jalan tol mulai dari Gerbang Tol Buah Batu sampai gerbang Tol Cileunyi. *Mobile node* DTN diatur untuk bergerak mengikuti ruas jalan tersebut. Untuk mengintegrasikan peta ke dalam simulator digunakan Open Street Map dan OpenJUMP 1.8.0. Data yang diperoleh dari simulasi tersebut kemudian akan dianalisis berdasarkan parameter *delivery probability*, *overhead ratio*, dan *average latency*.

5. Penarikan kesimpulan

Berdasarkan evaluasi data yang tersedia, akan ditarik kesimpulan terkait dengan performansi *First Contact* berdasarkan berbagai kondisi pengujian.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pada penelitian ini ditentukan terlebih dahulu parameter inisialisasi yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 1.

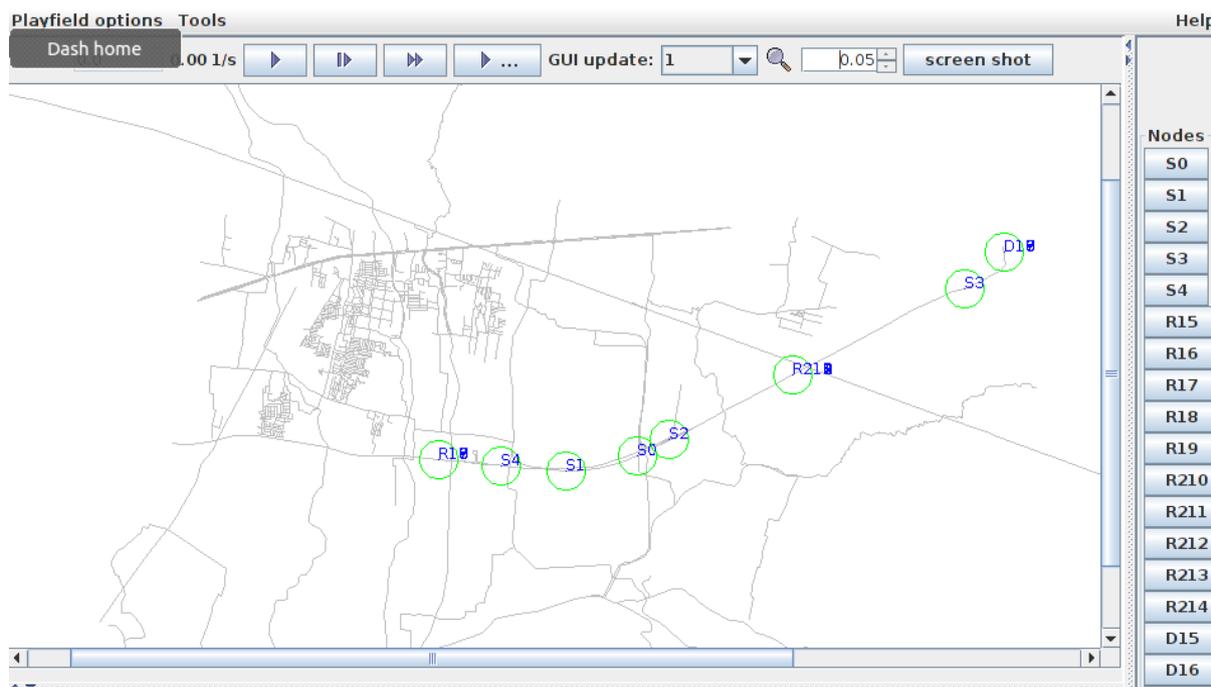
Tabel 1. Parameter Simulasi

Parameter	Skenario
Lokasi Penelitian	Ruas Tol Buahbatu-Cileunyi
Panjang Rute	14.140 Km
Kepadatan kendaraan	5 dan 25 <i>node</i>
Jarak <i>Stationarynode</i>	Tanpa stationary relay <i>node</i> , 5 km, 6 km, 7 km
Ukuran <i>Buffer</i>	10 MB
Ukuran Paket	500 KB
Kecepatan kendaraan	19.44-23.6 m/s
Waktu Simulasi	3600 detik
Kecepatan pengiriman data	1.125 MBps
Antarmuka	Wifi 802.11p
Pola pancar	<i>Omnidirectional</i>
Cakupan area	300 m
Protokol <i>Routing</i>	<i>First Contact</i>
Interval <i>Bundle</i>	10-20 detik
Model Mobilitas	<i>Map based movement , Stationary movement</i>

Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario dengan parameter umum sesuai Tabel 1, dan tambahan kondisi pengujian berdasarkan skenario 1 sampai 4 sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Skenario simulasi

No	Skenario	Penjelasan
1	Skenario 1	Disimulasikan jaringan tanpa <i>stationary relay node</i>
2	Skenario 2	Disimulasikan jaringan dengan <i>stationary relay node</i> dengan jarak tiap <i>stationarynode</i> = 5 km
3	Skenario 3	Disimulasikan jaringan dengan <i>stationarynode</i> dengan jarak tiap <i>stationarynode</i> = 6 km
4	Skenario 4	Disimulasikan jaringan dengan <i>stationarynode</i> dengan jarak tiap <i>stationarynode</i> = 7 km



Gambar 5. Jalur pergerakan *node*

Gambar 5 menunjukkan peta yang digunakan dalam simulasi. *Mobile node* akan bergerak mengikuti jalur jalan tol pada peta, sedangkan *stationary relay node* diletakkan statis di ruas jalan sesuai dengan skenario jarak peletakan. *Mobile node* akan bergerak dari gerbang Buah Batu menuju ke gerbang Cileunyi. Bentuk lingkaran pada gambar menunjukkan node beserta area cakupan sinyalnya.

3.1 Hasil pengujian

Pada simulasi digunakan jalur peta mulai dari gerbang tol Buah Batu sampai gerbang tol Cileunyi dengan panjang jalur total 14,140 km. Di sepanjang jalur ini *node* akan bergerak. Simulasi dilakukan dengan menjalankan *First Contact* sebagai algoritma *routing* bagi *node-node* DTN tersebut dan mengatur kondisi sesuai parameter umum dan skenario pengujian pada Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil performansinya dijelaskan berikut ini.

3.1.1 *Delivery probability*

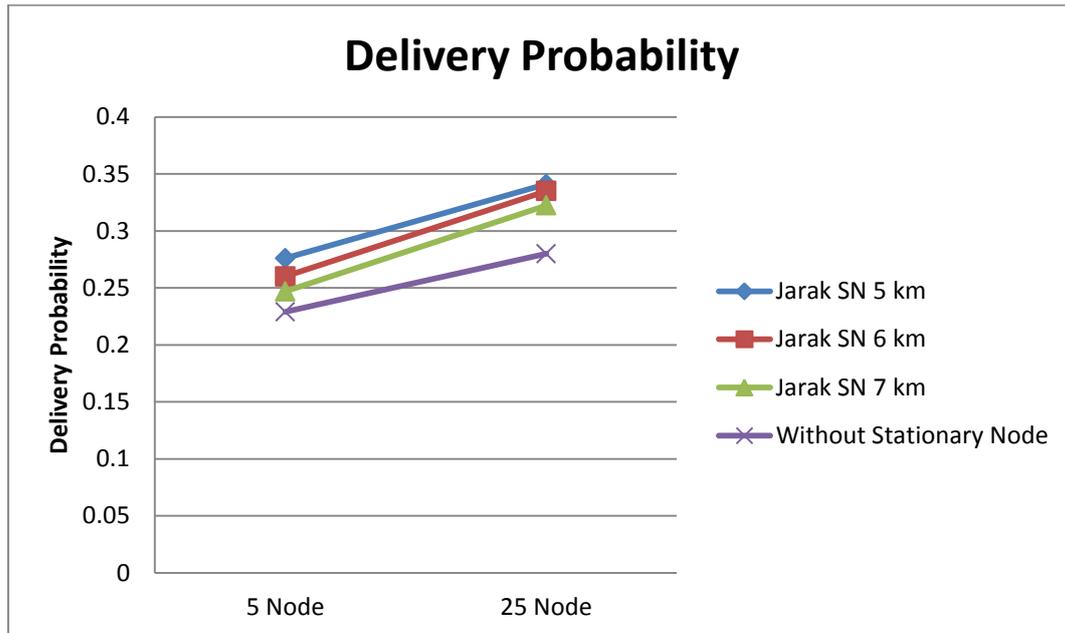
Delivery probability menunjukkan probabilitas pesan sampai ke tujuan. Parameter ini diperoleh dari formula :

$$Delivery\ probability = \frac{Jumlah\ pesan\ yang\ sukses\ diterima\ oleh\ node\ tujuan}{Jumlah\ pesan\ yang\ diproduksi} \quad (1)$$

Dari hasil simulasi terlihat bahwa terdapat peningkatan *delivery probability* saat ditambahkan *stationary relay node*. Perubahan jumlah *mobile node* DTN yang ada pada area tersebut juga mempengaruhi *delivery probability*.

Tabel 3. Delivery probability

Keterangan	5 Node	25 Node
Jarak SN 5 km	0,276	0,341
Jarak SN 6 km	0,2601	0,335
Jarak SN 7 km	0,2469	0,3224
Without <i>Stationary Node</i>	0,229	0,28

**Gambar 6. Grafik Delivery probability**

Dari grafik pada Gambar 6 terlihat bahwa penambahan jumlah *node* DTN dalam area meningkatkan nilai *delivery probability*. Jumlah *node* yang lebih banyak menyebabkan pesan dapat diantarkan melalui lebih banyak pilihan jalur sehingga *delivery probability* meningkat 2-6% daripada tanpa *stationary relay node*. Jaringan dengan tambahan *stationary relay node* akan meningkatkan pula nilai *delivery probability*. Ketika *node* DTN *mobile* bertemu dengan *stationary relay node* pada jalur yang dilaluinya sebagai *node* pertama, maka *node* tersebut akan mengirimkan pesannya ke *stationary relay node*. Hal ini menyebabkan DTN *mobile node* memperoleh kepastian bahwa selalu ada *node relay* yang bisa dimanfaatkan sebagai perantara menuju ke destinasi.

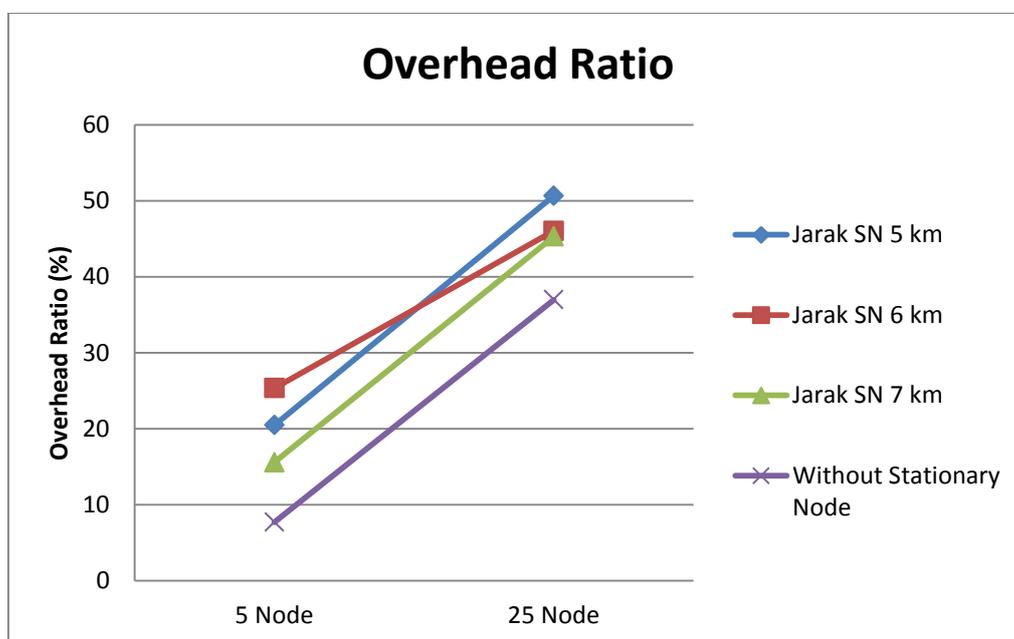
3.1.2 Overhead ratio

Overhead ratio merupakan parameter performansi yang perlu dianalisis terkait dengan penambahan beban jaringan. Pada penambahan *stationary relay node*, *overhead ratio* akan meningkat pula 7-18% karena ada tambahan *node* yang mungkin oleh *mobile node* DTN dan berakibat ada tambahan salinan pesan yang akan dibuat oleh *node* dalam jaringan tersebut.

Tabel 4. Overhead ratio (%)

Keterangan	5 Node	25 Node
Jarak SN 5 km	20,4587	50,6475
Jarak SN 6 km	25,3293	46,0226
Jarak SN 7 km	15,5612	45,2891
Without <i>StationaryNode</i>	7,6813	36,9699

Perubahan jumlah *mobilenode* DTN juga mempengaruhi parameter ini. Hal ini disebabkan karena jumlah hop yang dilalui oleh pesan sampai ke *node* tujuan akan bertambah. Jumlah salinan pesan yang beredar di jaringan juga akan makin banyak. Pertambahan jumlah *mobile node* dari 5 *node* menjadi 25 *node* meningkatkan *overhead ratio* 20 – 30%, seperti diperlihatkan oleh grafik pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Overhead ratio

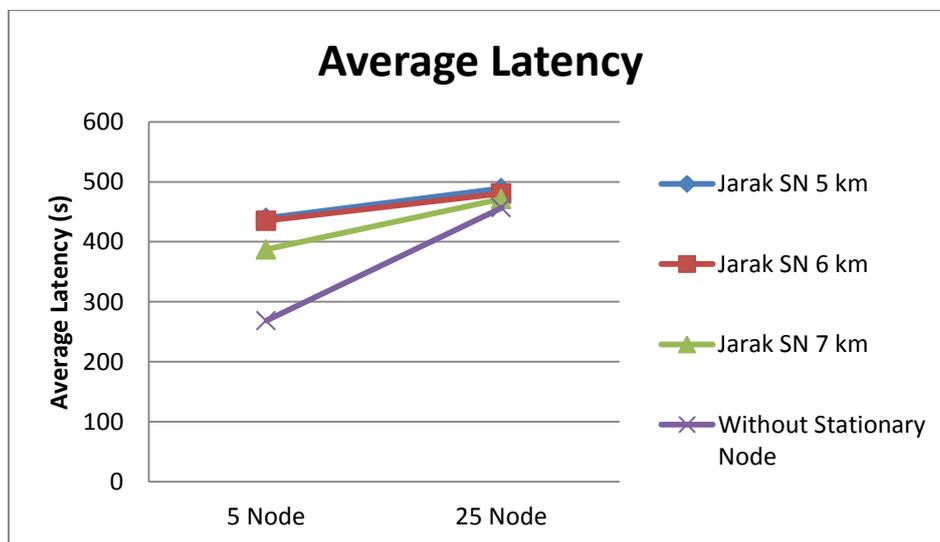
3.1.3 Average latency

Average latency dihitung mulai dari paket dikirim sampai paket tersebut diterima oleh *node* tujuan. *Average latency* meningkat sebanding dengan jumlah *mobile node* DTN, disebabkan karena semakin banyak *node* akan makin banyak menyumbang *delay* proses di dalam *node* itu sendiri. *Delay* juga meningkat jika dibandingkan antara jaringan tanpa *stationary relay node* dengan jaringan yang diberi *stationary relay node*, sebagai akibat bahwa *stationary relay node* akan menyumbangkan *delay* proses juga sebelum meneruskan paket ke *node* lainnya yang dikenali pertama kali.

Tabel 5. Average latency

Keterangan	5 Node	25 Node
Jarak SN 5 km	439,6927	489,2328
Jarak SN 6 km	435,2366	480,4532
Jarak SN 7 km	387,3051	471,3216
Without <i>Stationary Node</i>	268,5549	456,8796

Pada jumlah *mobile node* yang kecil (5 *node*), kenaikan *average latency* cukup jika dibandingkan antara jaringan tanpa *stationary relay node* dengan jaringan yang memiliki *stationary relay node*, yaitu 118 detik – 171 detik. Dengan naiknya jumlah *mobilenode* menjadi 25 *node*, *average latency* naik dalam jumlah yang lebih kecil, yaitu 14 detik – 32 detik, jika dibandingkan antara jaringan tanpa *stationary relay node* dengan jaringan yang memiliki *stationary relay node*. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 8.

**Gambar 8. Grafik Average latency**

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Algoritma *First Contact* dengan tambahan *stationary relay node* akan meningkatkan probability delivery 2-6 %.
2. Algoritma *First Contact* dengan tambahan *stationary relay node* memberikan peningkatan pula terhadap beban jaringan dimana nilai *overhead rati* meningkat sebesar 7-18% dibandingkan jaringan tanpa *stationary relay node*.
3. Algoritma *First Contact* dengan tambahan *stationary relay node* memberikan tambahan *average latency* 118 – 171 detik. Average nilai ini berbanding lurus dengan jumlah *mobilenode* DTN yang ada pada area tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- Keranen, A. (2008). Special Assignment : Opportunistic Network Environment Simulator. Finlandia : Helsinki University of Technology.
- Psaras, I., Wood, L., Taffazolli, L. (2009). Delay Disruption Tolerant Networking State of the art and Future Challenges. Center of Communication Systems Research (CCSR) Elsifier.
- Warthman, F. (2003). *Delay Tolerant Networks (DTNs) : A Tutorial Based on DTN Architecture* DTN Research Group Internet Draft. USA : Warthman Associates.
- Mangrulkar, R., S., Atique, M. (2012). Performance Evaluation of *Delay Tolerant Routing* Protocol by Variation in *Buffer Size*. *IEEE Conf. Publication* (pp. 674–678).
- Restu, J., N., Yovita, L., V., Doan P. (2015). Analisis Performansi Vehicular Ad Hoc Network Menggunakan Protokol Routing DTN *Direct Delivery* dan *First Contact*. Seminar Nasional Universitas PGRI Yogyakarta.
- Rodrigues, J.,J.,P.,C. (2014). *Advanced in Delay-tolerant Networks(DTNs) 1st Edition*. Woodhead Publishing.
- Doering, M., Pögel, T., and Wolf, L. (2010). *DTN Routing* in Urban Public Transport Systems Categories and Subject Descriptors (pp. 55–62).