

**ANALISIS KINERJA ROUTING MAXPROP DAN PROPHET  
PADA DELAY TOLERANT NETWORK**



**TUGAS AKHIR**

*Disusun dalam rangkai memenuhi salah satu persyaratan  
Untuk menyelesaikan program Strata-1 Teknik Informatika  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Makassar*

**Disusun Oleh:**

**NUR ARIFA ISNAENI NAWIR**

**D421 15 509**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**  
**ANALISIS KINERJA ROUTING MAXPROP DAN PROPHET PADA**  
**DELAY TOLERANT NETWORK**


**Disusun dan diajukan oleh**  
**NUR ARIFA ISNAENI NAWIR**  
**D42115509**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas  
Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 23 Agustus 2022 dan dinyatakan  
telah memenuhi syarat kelulusan.

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping,**

  
**Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.IT.**  
**Nip. 197309221999031001**

  
**Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT.**  
**Nip. 197310101998021001**



**Pi. Ketua Program Studi,**

  
**Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT.**  
**Nip. 197310101998021002**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NUR ARIFA ISNAENI NAWIR

NIM : D421 15 509

Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### ANALISIS KINERJA ROUNTING MAXPROP DAN PROPHET PADA DELAY TOLERANT NETWORK

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 Agustus 2022

Yang Menyatakan



NUR ARIFA ISNAENI NAWIR

## ABSTRAK

Internet adalah jaringan komunikasi yang menghubungkan satu perangkat dengan perangkat lainnya dan juga merupakan salah satu media pertukaran informasi yang paling banyak digunakan. Pertukaran informasi dapat diakses jika menggunakan konektivitas yang stabil dan memadai. Pada saat pengiriman data digital, salah satu faktor yang mencegah pesan diterima adalah *delay* yang besar. Pada permasalahan tersebut, salah satu teknologi yang bisa diterapkan adalah jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*). *Delay Tolerant Network* (DTN) merupakan jaringan yang *tolerant* atau jaringan yang tidak memperlakukan *delay* atau waktu tunda, gangguan, dan koneksi yang terputus dari jaringan internet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kinerja *routing* DTN mana yang lebih optimal dalam pengiriman data. Pada penelitian ini pengujian kinerja *routing* dilakukan menggunakan aplikasi *The ONE Simulator* dengan menggunakan *routing maxprop* dan *prophet* pada pergerakan *random waypoint* dan *shortest path map based movement*. Hasil pada pengujian yang dilakukan menggunakan parameter *delivery probability*, *overhead ratio* dan *average latency* dengan menggunakan node sebanyak 50, 70, 90 dan 110 dan jumlah pesan sebesar 100 kb, 250 kb, 500 kb dan 1 mb. Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa *routing ProPHET* memiliki kinerja yang baik pada *random waypoint* dengan menghasilkan nilai *overhead ratio* dan *average latency* yang lebih tinggi dibandingkan *routing Maxprop*. Sedangkan pada pergerakan *shortest path map based movement*, *routing maxprop* menghasilkan nilai *delivery probability*, *overhead ratio* dan *average latency* yang lebih tinggi daripada *routing ProPHET*.

**Kata Kunci:** *Delay Tolerant Network, Maxprop, ProPHET, The ONE Simulator*

## ABSTRACT

Internet Internet is a communication network that connects one device to another and also one of the most widely used information exchange media. Information exchange can be accessed if using stable and sufficient connectivity. When sending digital data, one of the factors that prevent messages from being received is a large delay. In this problem, one of the technologies that can be applied is DTN network (Delay Tolerant Network). Delay Tolerant Network (DTN) is a tolerant network or a network that does not care about delays, interruptions, and disconnected connections from the internet network. The purpose of this study is to compare the performance of DTN routing which is more optimal in data transmission. In this study, routing performance testing was carried out using The ONE Simulator application using Maxprop and Prophet routing on random waypoint movements and shortest path map based movements. The results of the tests were carried out using the parameters of delivery probability, overhead ratio, and average latency using nodes as many as 50, 70, 90, and 110 and the number of messages of 100 kb, 250 kb, 500 kb, and 1 Mb. From the results of tests and analyzes that have been carried out, it can be concluded that Prophet routing has good performance on random waypoints by producing higher overhead ratio and average latency values than Maxprop routing. While on shortest path map based movements, maxprop routing produces a higher probability of delivery, overhead ratio, and average latency than Prophet routing.

**Keyword:** *Delay Tolerant Network, Maxprop, ProPHET, The ONE Simulator*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Kinerja Routing Maxprop dan ProPHET pada Delay Tolerant Network**” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan tugas akhir. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT., atas segala rahmat serta karunia-Nya yang tak terhingga dan tak ada habisnya serta yang memberikan kekuatan, pencerahan, kelancaran, kemudahan dan hidayah-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir;
2. Orang tua dan Saudara penulis, Ibunda Dra. Hj. Aisyah Madjid, Fadliyani Nawir, Nurrachman Nawir, dan Nur Adlia Nawir yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat serta selalu sabar dalam mendidik penulis sejak kecil;
3. Bapak Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.IT., selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu dan tenaga untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir;

4. Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT., selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan dan dukungan selama masa perkuliahan penulis;
5. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. dan Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Dewiani, M.T., yang telah menyempatkan waktunya memberikan saran kepada penulis;
6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Elektro dan Teknik Informatika Universitas Hasanuddin atas bimbingan selama masa perkuliahan penulis;
7. Alfina Sulfiana, S.T., dan Dila Amalia, S.T., yang telah memberikan begitu banyak bantuan, dukungan dan motivasi kepada penulis selama penyusunan tugas akhir;
8. Saudara dan saudari LOVELY atas dukungan dan semangat yang diberikan selama ini;
9. Teman-teman Teknik Informatika 2015 – HYPERV15OR FT-UH atas dukungan, semangat serta pengalaman yang diberikan selama ini;
10. Segenap Staf Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis;
11. Dan juga seluruh pihak yang tak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan semangat kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah banyak membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu. Aamiin.

Makassar, Januari 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	ixx
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 <i>Delay Tolerant Network</i> .....	5
2.2 <i>Routing Delay Tolerant Network</i> .....	8
2.2.1 <i>Maxprop</i> .....	8
2.2.2 <i>ProPHET</i> .....	10
2.3 <i>The ONE Simulator</i> .....	12
2.4 <i>Random Waypoint</i> .....	13
2.5 <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Studi Literatur .....	15
3.2 Perancangan Skenario Pengujian .....	16
3.2.1 Analisis Kebutuhan.....	16
3.2.2 Rancangan Skenario Pengujian.....	16
3.3 Pengujian Skenario.....	17
3.3.1 Konfigurasi <i>The ONE Simulator</i> .....	17

3.3.2	Konfigurasi <i>default_settings</i> .....	22
3.4	Analisis Pengujian.....	23
3.5	Kesimpulan .....	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1	Penambahan Jumlah Node.....	25
4.1.1	<i>Random Waypoint</i> .....	25
4.1.2	<i>Shortheast Path Map Based Movement</i> .....	28
4.2	Penambahan Jumlah Pesan .....	30
4.2.1	<i>Random Waypoint</i> .....	30
4.2.2	<i>Shortheast Path Map Based Movement</i> .....	33
BAB V	PENUTUP .....	37
5.1	KESIMPULAN .....	37
5.2	SARAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA	.....	38
<a href="#">DAFTAR PUSTAKA</a>	.....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Metode <i>Store and Forward</i> pada <i>Delay Tolerant Network</i> .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Lapisan Internet dan Lapisan DTN .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Strategi Pengiriman Pesan <i>Routing Maxprop</i> .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Tampilan <i>The ONE Simulator</i> .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Tahapan Penelitian .....	15
<b>Gambar 3.2</b> <i>Setting Java Variable</i> .....	19
<b>Gambar 3.3</b> Proses <i>compile The ONE Simulator</i> .....	20
<b>Gambar 3.4</b> Proses <i>running The ONE Simulator</i> .....	21
<b>Gambar 3.5</b> Tampilan <i>default</i> aplikasi <i>The ONE Simulator</i> .....	21

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi Perangkat Keras .....	16
<b>Tabel 3.2</b> Perancangan Skenario Pengujian dengan Penambahan Jumlah Node .	17
<b>Tabel 3.3</b> Perancangan Skenario Pengujian dengan Penambahan Jumlah Pesan.	17
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian <i>Routing Maxprop</i> dengan Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	25
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengujian <i>Routing ProPHET</i> dengan Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	25
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian <i>Routing Maxprop</i> dengan Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	28
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian <i>Routing ProPHET</i> dengan Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian <i>Routing Maxprop</i> dengan Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	31
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian <i>Routing ProPHET</i> dengan Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	31
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian <i>Routing Maxprop</i> dengan Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	34
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Pengujian <i>Routing ProPHET</i> dengan Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	34

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b> Grafik Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	26
<b>Grafik 4.2</b> Grafik Penambahan Jumlah Node pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	29
<b>Grafik 4.3</b> Grafik Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Random Waypoint</i> .....	31
<b>Grafik 4.4</b> Grafik Penambahan Jumlah Pesan pada Pergerakan <i>Shortest Path Map Based Movement</i> .....	34

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada zaman modern yang berkembang pesat saat ini, pertukaran informasi adalah hal yang paling penting. Internet adalah jaringan komunikasi yang menghubungkan satu perangkat dengan perangkat lainnya dan juga merupakan salah satu media pertukaran informasi yang paling banyak digunakan. Pertukaran informasi dapat diakses jika menggunakan konektivitas yang stabil dan memadai. Akan tetapi, pada jaringan telekomunikasi masih terdapat gangguan contohnya pada proses *end-to-end*. Pada saat pengiriman data digital, salah satu faktor yang mencegah pesan diterima adalah *delay* yang besar. Dalam beberapa kasus pengiriman data di daerah terpencil yang dimana infrastruktur teknologi informasi masih terbatas, proses pengiriman data tidak dapat dilakukan karena *delay* yang besar serta *node* yang tidak dapat saling berkomunikasi. Pada permasalahan tersebut, salah satu teknologi yang bisa diterapkan adalah jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*).

*Delay Tolerant Network* (DTN) merupakan jaringan yang *tolerant* atau jaringan yang tidak mempermasalahkan *delay* atau waktu tunda, gangguan, dan koneksi yang terputus dari jaringan internet. Munculnya DTN sebagai teknologi dengan arsitektur komunikasi yang terbentuk melalui jaringan yang memiliki koneksi yang sering terputus-putus dikarenakan mobilitas *node* yang senantiasa bergerak sehingga mengakibatkan *delay* yang lama atau *latency* yaitu ukuran waktu tunda yang dialami suatu sistem ataupun berapa banyak waktu tunggu yang

diperlukan oleh paket data untuk menerima sejumlah informasi dari sumber ke tujuan dengan melalui banyak *node*.

Di dalam komunikasi jaringan DTN menawarkan sebuah solusi *routing* dan pengiriman data dengan kondisi lingkungan yang tidak dimungkinkan adanya jaringan yang *reliable*. Proses pengiriman informasi data digital antar daerah bisa disebut dengan proses *routing*. *Routing* merupakan sebuah proses untuk menentukan rute dari sumber ke sebuah tujuan dalam sebuah skema komunikasi. Penentuan model *routing* yang tepat menjadi inti dari keberhasilan sebuah pengembangan teknologi jaringan, karena pemilihan *routing* yang tepat bisa meningkatkan kinerja dari jaringan itu sendiri.

Dalam penelitian ini akan membandingkan dua buah *routing* yaitu *Maxprop* dan *ProPHET*, kemudian akan dianalisis kinerjanya dengan analisis parameternya adalah *delivery probability*, *overhead ratio* dan *average latency* dengan menggunakan dua pergerakan, yaitu *random waypoint* dan *shortest path map based movement*. Simulasinya dijalankan menggunakan aplikasi *The ONE Simulator*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Bagaimana kinerja *routing Maxprop* dan *ProPHET* dengan parameter pengujian *Delivery Probability*, *Overhead Ratio* dan *Average Latency* pada *Delay Tolerant Network*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui kinerja *routing Maxprop* dan *ProPHET* berdasarkan parameter *Delivery Probability*, *Overhead Ratio* dan *Average Latency* pada *Delay Tolerant Network*.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Dengan melakukan analisis kinerja pada dua *routing*, kita dapat mengetahui *routing* manakah yang memiliki kinerja paling optimal.
2. Bagi peneliti, dapat menambah pengetahuan dan kemampuan di bidang *Delay Tolerant Network*.
3. Bagi instansi pendidikan, dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan penelitian topik terkait.

### **1.5. Batasan Masalah**

1. *Routing* yang digunakan adalah *Maxprop* dan *ProPHET*.
2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *The ONE Simulator* dengan bahasa pemrograman Java.
3. Parameter yang digunakan yaitu: *Delivery Probability*, *Overhead Ratio* dan *Average Latency*.
4. Pergerakan yang digunakan adalah *Random Waypoint* dan *Shortest Path Map Based Movement*.



## **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka diuraikan beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan mengenai dasar teori yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tahapan yang akan dilakukan dan perancangan skenario simulasi yang dikerjakan dalam tugas akhir ini.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil pengujian dan analisis yang didapatkan berdasarkan perancangan skenario yang telah dibuat pada penelitian ini.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang diperlukan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 *Delay Tolerant Network*

*Delay Tolerant Network* atau yang biasa disingkat dengan DTN merupakan sebuah jaringan yang tidak memperlakukan waktu tunda atau *delay*. Hal tersebut dikarenakan mobilitas node yang senantiasa bergerak sehingga mengakibatkan *delay* yang lama atau banyaknya waktu tunggu yang diperlukan oleh paket data untuk menerima sejumlah informasi dari sumber ke tujuan dengan melalui banyak node. DTN dirancang untuk mengatasi komunikasi pada suatu jaringan dimana tidak terdapat konektivitas yang secara terus menerus. Jaringan DTN dapat bekerja meskipun *delay* nya cukup tinggi dimana hal ini cocok diterapkan di daerah terpencil.

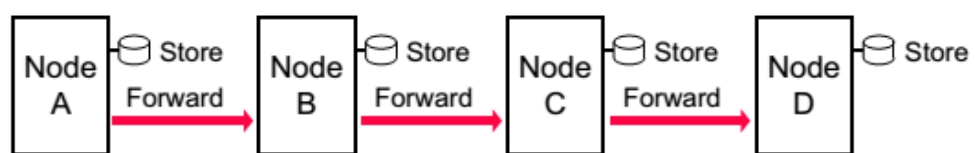
Konsep DTN pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Fall. Ia menyatakan bahwa DTN adalah arsitektur yang cocok untuk digunakan pada jaringan yang penuh dengan berbagai macam kendala, seperti *delay*, koneksi yang tidak stabil bahkan terputus, dan tingkat *error* yang tinggi. Fall menyatakan bahwa arsitektur DTN didasarkan pada sejumlah prinsip sebagai berikut:

1. Penggunaan variabel tunda (*delay*) yang panjang dalam komunikasi bertujuan membantu dan meningkatkan kemampuan jaringan dalam menyediakan penjadwalan atau keputusan pemilihan jalur yang mungkin dilalui,
2. Penggunaan sintaks penamaan yang mendukung berbagai penamaan dan konvensi pengalamatan untuk meningkatkan interoperabilitas,

3. Penggunaan penyimpanan (*storage*) dalam jaringan untuk mendukung operasi *store and forward* pada beberapa jalur dimana tidak terdapat jalur *end-to-end*, dalam rentang waktu yang panjang; dalam hal ini tidak mengharuskan kehandalan jalur *end-to-end*,
4. Menyediakan mekanisme keamanan yang melindungi infrastruktur dari penggunaan yang tidak sah dengan pemutusan lalu lintas (*traffic*) secepat mungkin,
5. Menyediakan layanan, pilihan pengiriman, dan mempertahankan umur data dan memberikan kesempatan pada jaringan agar mengirim data dengan lebih baik sehingga memenuhi kebutuhan pada aplikasi.

DTN mengatasi masalah yang terkait dengan koneksi yang selalu tidak ada, waktu tunda yang panjang, kecepatan data asimetris, dan tingkat kesalahan yang tinggi dengan menggunakan metode *Store and Forward*. DTN menyediakan model komunikasi *store-carry-forward*, yaitu model komunikasi yang dapat mengirimkan data berupa *bundle* yang dapat disimpan dan diteruskan oleh DTN. Cara kerja metode *Store and Forward* yaitu paket data yang melewati *node-node* perantara akan disimpan di *node* terlebih dahulu sebelum diteruskan (*store*) ke *node* lain. Hal dilakukan jika *node* berikut tidak dapat dijangkau (mati) atau ada kendala yang lain. Kemudian *node* akan membawa paket sesuai dengan pergerakannya, pada saat *node* bertemu dengan *node* lain maka pesan akan diteruskan kembali. Metode *Store and Forward* berbeda dengan proses pengiriman data pada *TCP/IP*. Pada *TCP/IP*, *router* hanya menerima data dan langsung mem-*forward*. Akibatnya, jika koneksi putus di suatu tempat, data yang sedang dalam proses pengiriman tersebut akan

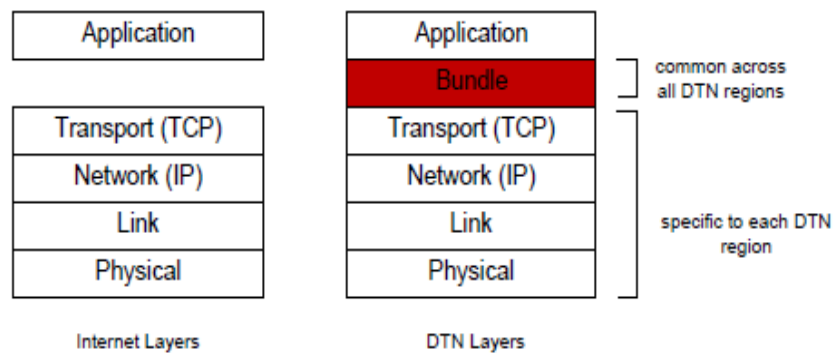
hilang. Metode *Store and Forward* memiliki konsekuensi yaitu setiap *node* harus memiliki media penyimpanan (*storage*). *Storage* digunakan untuk menyimpan data apabila koneksi dengan *node* berikutnya belum tersedia. Oleh karena itu, *router* yang hanya terdiri atas *router board* seperti yang biasa dipakai dalam jaringan *TCP/IP* tidak dapat digunakan dalam jaringan DTN. Durasi penyimpanan pesan atau data pada setiap *node* DTN, secara signifikan lebih lama dari durasi penyimpanan pada *router TCP/IP*. Jadi semua DTN *node* yang berada pada suatu jaringan, perlu mempunyai kapasitas penyimpanan yang cukup besar. Media yang dapat digunakan yaitu *hard disk* dan *flash memory* sebagai tempat penyimpanan sementara. Pada gambar 2.1 menunjukkan proses pengiriman data dari *node A* dengan tujuan akhir *node D*. Saat melewati *node B* dan *node C* sebagai perantara, data disimpan terlebih dahulu sebelum dikirimkan apabila koneksi dengan *node* berikutnya telah siap. Berikut ilustrasi konsep metode *Store and Forward* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Metode *Store and Forward* pada**

Layer *bundle* atau *bundle* protokol merupakan protokol utama yang digunakan dalam DTN. *Bundle* merupakan unit dasar data berupa ukuran variabel dan signal yang diperlukan untuk melintasi jaringan DTN. Layer *bundle* berada di antara lapisan *transport* dan *application* dalam lapisan OSI. Layer *bundle* bertugas

menyimpan dan meneruskan keseluruhan atau sebagian pesan yang ada pada *bundle* di antara node. Suatu lapisan *bundle* protokol digunakan pada saat melintasi semua jaringan (*region*) dalam DTN. Sebaliknya, lapisan di bawah lapisan *bundle* (lapisan *transport, network, link, physical*), dipilih sesuai dengan lingkungan komunikasi pada setiap *region*.



**Gambar 2.2 Lapisan Internet dan Lapisan DTN**

## 2.2 Routing Delay Tolerant Network

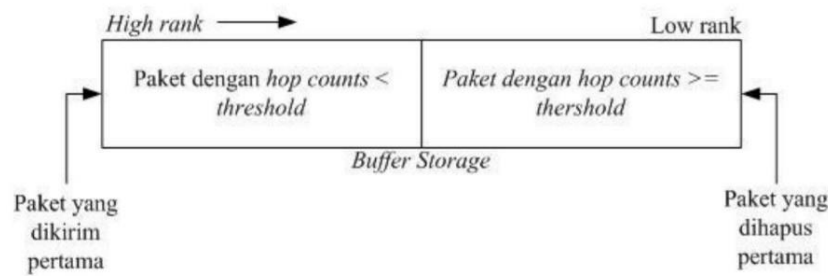
### 2.2.1 Maxprop

*MaxProp* merupakan *forwarding based routing protocol*. *Routing maxprop* menggunakan beberapa mekanisme untuk menentukan paket mana saja yang dapat dikirim dan dihapus, mekanisme tersebut yaitu dengan memberikan prioritas yang tinggi terhadap paket yang telah dibuat dan memberikan prioritas yang rendah terhadap paket yang buang dalam *buffer* dan mencegah penerimaan paket yang sama dua kali. Setiap *node* awalnya menetapkan probabilitas bertemu dengan *node* lain dalam jaringan dan juga melakukan pertukaran nilai probabilitas ke *node* tetangga. Nilai probabilitas digunakan untuk menghitung jarak menuju tujuan. Setiap *node* meneruskan pesan melalui jalur terpendek. *Routing Maxprop* mengirimkan *Acknowledgement* ke setiap *node* untuk

memberitahu setiap *node* agar *node* mengetahui status pengiriman pesan *Acknowledgement* dikirimkan agar seluruh salinan paket yang ada di setiap *node* dihapus setelah paket sampai di tujuan.

*MaxProp* mempunyai performansi yang buruk dengan *buffer* yang kecil, bisa dikatakan *MaxProp* akan lebih baik digunakan pada *buffer* yang tinggi. *MaxProp* memiliki kinerja yang buruk ketika *node* memiliki ukuran *buffer* kecil karena perhitungan *adaptive threshold*. Pada *maxprop* terdapat *adaptive threshold* yang berperan untuk memprioritaskan paket yang baru dan meningkatkan kinerja jalur berdasarkan *routing* dan juga memiliki daftar peringkat *node* yang menyimpan paket berdasarkan *cost* pengiriman untuk tiap tujuan. *Cost* adalah perkiraan kemungkinan pengiriman pesan ke *node*. Berikut adalah bagian untuk mempresentasikan estimasi *cost* tujuan, mekanisme lainnya, dan manajemen *buffer*:

1. *Estimating delivery likelihood*: variasi dari algoritma Dijkstra dapat menentukan jalur terpendek jika tersedia.
2. *Complementary mechanisms*: *Maxprop* melibatkan beberapa mekanisme lain untuk meningkatkan *delivery rate* dan mengurangi *latency*.
3. *Managing buffer*: perbedaan antara mengelola penyimpanan terbatas dan transmisi terbatas adalah pada paket yang dikirimkan dalam satu kesempatan transfer dapat dikirim lagi dalam peluang berikutnya. Sebaliknya, jika paket di drop dari *buffer*, pesan tidak pernah dikirimkan. *Maxprop* memberikan paket baru sebuah *head start* pada jaringan dengan prioritas yang lebih tinggi.



**Gambar 2.3 Strategi Pengiriman Pesan *Routing Maxprop***

### 2.2.2 *ProPHET*

*ProPHET* (*Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity*) adalah protokol *routing* yang bekerja menggunakan pengetahuan dari pertemuan *node* untuk menentukan pemilihan *node* dalam *forwarding* paket. *Prophet* memiliki karakteristik yang bersifat transitif, dimana sebuah *node* akan menjadi *relay* atau perantara untuk menyampaikan pesan ke *node* lain.

*ProPHET* merupakan hasil evolusi dari *routing epidemic*. Mekanisme pengiriman pesan pada *routing ProPHET* adalah mobilitas pengiriman node yang tidak sepenuhnya acak, akan tetapi memiliki sifat deterministik yaitu dengan mengulangi pola penyampaian pesan berdasarkan data vektor yang tersimpan, misalnya dalam *routing ProPHET* kemungkinan node telah bertemu dan mengunjungi berbagai lokasi dalam beberapa waktu dapat meningkatkan data vektornya. Perbedaan signifikan *routing ProPHET* dengan *routing epidemic* ialah strategi penyampaian pesan antar node, dimana node dengan data predektabilitas vektornya terbaik akan diutamakan untuk jalur atau node pembawa pesan ke tujuan. Probabilitas data vektor pada *ProPHET* didefinisikan sebagai *delivery predictability*.

Untuk menghitung *delivery predictability* pada *ProPHET*, yang pertama ialah melakukan update terhadap data vektor prediktabilitas yang tersimpan oleh masing-masing node. Semakin sering node saling bertemu maka akan membuat data vektor prediktabilitas atau data *delivery predictability* yang tinggi. Strategi pengiriman pesan yang digunakan pada *routing ProPHET* adalah ketika ada dua node saling bertemu maka *node* akan memperbaharui dan menghitung *delivery predictability* metrik, pesan akan dikirimkan ke *node* yang lain jika *delivery predictability* lebih tinggi dari *node* pembawa pesan (pengirim). Berikut adalah cara menghitung *delivery predictability*:

- Prophet akan melakukan update terhadap metric ketika *node* bertemu, sehingga apabila node sering bertemu maka memiliki *delivery predictability* yang tinggi.  $P_{init} \in [0;1]$  adalah *initialization constant*.

$$P_{(a,b)} = P_{(a,b)old} + (1 - P_{(a,b)old}) \times P_{init}$$

- Nilai *delivery predictability* juga harus mempunyai usia, usia yang dimaksud adalah jika *node* yang pernah bertemu dan tidak bertemu Kembali satu sama lain maka mereka tidak lagi menjadi *node* yang baik untuk meneruskan pesan karena *delivery predictability* berkurang, dimana  $\gamma \in [0,1]$  adalah *aging constant*, dan  $k$  adalah jumlah unit waktu yang telah berjalan sejak terakhir kali metrik itu berkurang.

$$P_{(a,b)} = P_{(a,b)old} \times \gamma^k$$



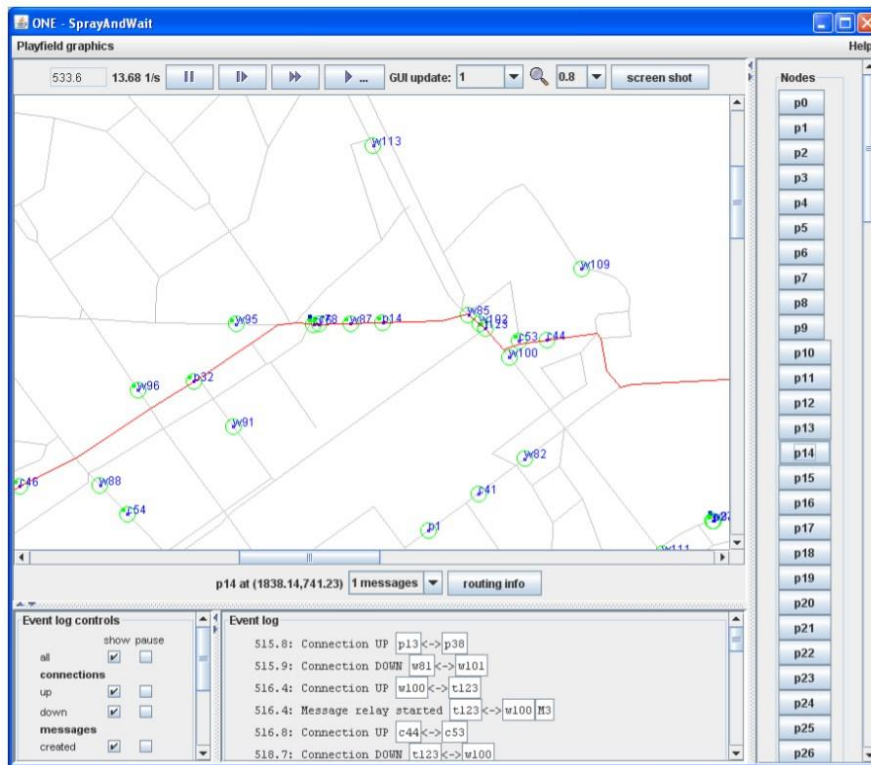
- *Delivery predictability* juga mempunyai *transitive property*, yang didasarkan pada pengamatan bahwa jika *node* A sering bertemu *node* B, dan *node* B sering bertemu *node* C, maka kemungkinan *node* C akan menjadi *node* yang baik untuk menyampaikan pesan ke *node* A. Rumus dibawah ini menunjukkan bagaimana *transitive property*.  $\beta \in [0,1]$  adalah skala konstanta yang memutuskan seberapa besar dampak transitivitas.

3

$$P_{(a,c)} = P_{(a,c)old} + (1 - P_{(a,c)old}) \times P_{(a,b)} \times P_{(b,c)} \times \beta$$

### 2.3 *The ONE Simulator*

*The ONE (Opportunistic Network Environment) Simulator* merupakan sebuah aplikasi untuk simulasi pemodelan jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*). *The ONE Simulator* dibangun menggunakan bahasa pemrograman java. Fungsi utama *The ONE Simulator* yaitu memodelkan peta suatu daerah, pergerakan node, hubungan antar node, *routing* dan penanganan pesan pada simulasi jaringan DTN. *The ONE Simulator* dapat memvisualisasikan hasil simulasi dengan dua cara; melalui tampilan interaktif *Graphic User Interface (GUI)* dan meng-generate gambar dari informasi yang dikumpulkan pada saat simulasi. Hasil simulasi jaringan DTN didapatkan dari proses simulasi berupa file laporan yang berisi *statistic report*. Berikut gambaran dari aplikasi *ONE Simulator* dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Tampilan *The ONE Simulator*

## 2.4 *Random Waypoint*

Pergerakan *random waypoint* merupakan pergerakan node yang bergerak secara random atau sesuai dengan area yang telah ditentukan. Model pergerakan *random waypoint* adalah model pergerakan yang tidak memiliki jalur. Setiap *node* akan bergerak secara acak dengan kecepatan yang sudah ditentukan. Setelah sampai tujuan, *node* akan berhenti selama waktu yang ditentukan (*pause time*). Model *random waypoint* pertama kali diperkenalkan oleh Johnson and Maltz. Pergerakan ini adalah salah satu model pergerakan yang paling populer untuk mengevaluasi protokol *routing* MANET, karena kesederhanaan dan ketersediaan yang luas. Pada simulasi dengan pergerakan random, mobile node bergerak secara random dan

bebas tanpa batasan. Secara lebih spesifik, mengenai tujuan, kecepatan dan arah dipilih secara bebas oleh node.

## **2.5 *Shortest Path Map Based Movement***

*Shortest Path Map Based Movement* adalah pergerakan *node* dengan menghitung jalur terpendek menggunakan jalur peta yang telah dibuat dan sudah memiliki probabilitas yang sama untuk menuju tujuan berikutnya. Pada saat *node* sampai di tujuan, *node* akan berhenti sejenak untuk menentukan tujuan berikutnya. SPMBM merupakan model yang lebih realistis, di mana *node* memilih titik *random* pada peta dan kemudian mengikuti rute terpendek ke titik tersebut dari lokasi mereka saat itu. Titik tersebut dapat dipilih secara *random* atau daftar dari *Point of Interest* (POI). POI ini dapat dipilih untuk mencocokkan tujuan *real-world* yang populer seperti tempat-tempat wisata, pertokoan atau restoran. Biasanya semua tempat di map tersebut memiliki probabilitas atau *Point Of Interest* (POI) yang sama untuk dipilih sebagai tujuan berikutnya. Dalam model ini *node* bergerak berikut yang telah ditentukan rute dan jalur terpendek.