

ANALISIS PROTOKOL MAXPROP DAN PROPHET PADA SIMULASI
JARINGAN DTN (*DELAY TOLERANT NETWORK*)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana
Komputer

Disusun Oleh:

Giwang Rudira Sugiyanto

NIM: 115060801111046



PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER

PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

PENGESAHAN

ANALISIS PROTOKOL MAXPROP DAN PROPHET PADA SIMULASI JARINGAN DTN (*DELAY TOLERANT NETWORK*)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh:

Giwang Rudira Sugiyanto

NIM: 115060801111046

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
12 November 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Aswin Suharsono, S.T., M.T.

NIK. 840919 0611 0251

Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D.

NIP. 19741118 200312 1 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Informatika/Ilmu Komputer

Drs. Marji, M.T.

NIP. 19670801 199203 1 001

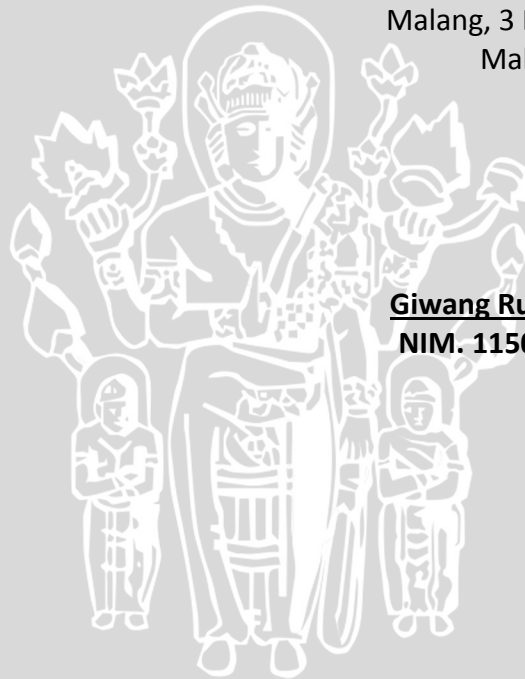
PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 3 Desember 2015
Mahasiswa,

Giwang Rudira Sugiyanto
NIM. 115060801111046



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Protokol MaxProp dan PROPHET pada Simulasi Jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*)”.

Dalam pelaksanaan penulis menyadari bahwa penyusunan makalah ini tidak berjalan lancar tanpa berbagai masukan dan bantuan yang bermanfaat dari dosen pembimbing serta teman-teman penulis. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut yang telah bersedia untuk memberikan arahan dan saran demi kelancaran penyusunan makalah ini diantaranya:

1. Bapak Aswin Suharsono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu, saran, dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu, saran dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kedua orang tua penulis, Sugiyanto dan Marsini yang telah memberi motivasi, kasih sayang, serta dukungan baik moril maupun materil.
4. Kakak dan kedua adik penulis, yang telah memberi motivasi, kasih sayang, serta dukungan baik moril maupun materil.
5. Damai Ridlo Sarihasih yang telah memberi motivasi, kasih sayang, serta dukungan baik moril maupun materil untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan kost 66, terima kasih telah memberikan segala bantuan dan dukungannya selama ini.
7. Teman-teman seperjuangan skripsi laboratorium jaringan komputer, terima kasih telah memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Teman-teman kelas G Informatika 2011, terima kasih telah memberikan segala bantuan dan dukungannya selama ini.
9. Semua teman-teman PTIIK, khususnya Informatika/Ilmu Komputer 2011 terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.
10. Segenap dosen dan karyawan PTIIK Universitas Brawijaya yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala jasa dan bantuan yang sudah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan makalah ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran.

Akhir kata, terima kasih dan semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca terutama mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.

Malang, 3 Desember 2015

Penulis
giwangrudira@gmail.com



ABSTRAK

Giwang Rudira Sugiyanto. 2015. Analisis Protokol MaxProp dan PRoPHET pada Simulasi Jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*). Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing Aswin Suharsono, S.T., M.T., dan Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D.

Saat ini Internet merupakan aspek penting penunjang kehidupan bagi masyarakat di zaman sekarang. Namun, akses Internet di Indonesia belum dapat dinikmati oleh setiap orang bahkan setiap sekolah. Alternatif dari ketidakterdediaannya jaringan Internet dapat digunakan konektivitas jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*). Jaringan berbasis DTN direalisasikan dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada, seperti angkutan transportasi publik dijadikan sebagai *router* DTN. Jaringan DTN pada penelitian ini dibuat dengan proses simulasi pada suatu daerah dengan aplikasi The ONE Simulator. Penggunaan DTN tidak bisa lepas dengan penerapan protokol *routing* yang cocok dengan kontur dan situasi pada suatu daerah.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan protokol *routing* MaxProp dan PRoPHET dalam proses pengiriman paket data pada jaringan DTN melalui sebuah simulasi. Pembentukan lingkungan simulasi pada simulator The ONE yaitu membuat suatu peta daerah dan vektor pergerakan node atau *router* bergerak dengan menggunakan bantuan aplikasi OpenJUMP. Kemudian pada daerah simulasi menggunakan pergerakan angkutan umum yang dijadikan sebagai *router* bergerak. Simulasi dilakukan berdasarkan parameter *Delivery Probability*, *Average Latency*, *Average Buffer Time*, dan *Overhead Ratio*. Hasil evaluasi kinerja protokol yang didapat berdasarkan parameter kemudian digunakan sebagai perbandingan antara protokol MaxProp dan PRoPHET.

Hasil analisis perbandingan kinerja protokol *routing* MaxProp dan PRoPHET menunjukkan bahwa MaxProp lebih baik dalam pengujian *Delivery Probability* dengan nilai terendah 1 (100%) berbanding 0.94 (94%), *Average Latency (Delay)* 3699.70(s) berbanding 3928.75(s) dan *Average Buffer Time* 3214.19(s) berbanding 12901.42(s). Sedangkan PRoPHET memiliki kinerja yang baik dalam pengujian *Overhead Ratio* daripada MaxProp yaitu nilai terendah 88.70 berbanding 97.50 nilai MaxProp.

Kata kunci : Internet, DTN, The ONE Simulator, OpenJUMP, MaxProp, PRoPHET.

ABSTRACT

Giwang Rudira Sugiyanto. 2015. Analisis Protokol MaxProp dan PRoPHET pada Simulasi Jaringan DTN (Delay Tolerant Network). *Information Technology and Computer Science Program, Brawijaya University, Malang. Advisor: Aswin Suharsono, S.T., M.T., and Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D.*

Today Internet is an important aspect of supporting life for society in this era. However, Internet access in Indonesia yet can be used by any people even every school. An alternative for the lack of available network Internet can be used connectivity DTN (Delay Tolerant Network). Network-based DTN is realized by utilizing the existing facilities and infrastructure, like transportation public can be used as a DTN router. DTN network in research was created with process simulation in an area with The ONE Simulator. The use of DTN can not be separated with the implementation of routing protocols to match the contour and the situation in an area.

This research was conducted to compare routing protocols MaxProp and PRoPHET in the process of sending or delivery data packets in the DTN network through a simulation. Making the simulation environment on the simulator The ONE hat is making a map of the area and vector movement for moving node or router using OpenJUMP application. Then in the area of simulation using the movement of transportation public that is used as a moving router. The simulation is performed based on the parameters of the Delivery Probability, Average Latency, Average Buffer Time, and Overhead Ratio. The results of the performance evaluation protocol obtained based on parameter is then used as a comparison between the protocols MaxProp and PRoPHET.

The results of routing protocol performance comparison analysis MaxProp and PRoPHET shows that that MaxProp better in testing Delivery Probability with the lowest value 1 (100%) than 0.94 (94%), Average Latency (Delay) 3699.70(s) than 3928.75(s) and Average Buffer Time 3214.19(s) than 12901.42(s). While the PRoPHET has performed well in testing Overhead Ratio than MaxProp which the lowest value is 88.70 than 97.50 value of MaxProp.

Keywords : *Internet, DTN, The ONE Simulator, OpenJUMP, MaxProp, PRoPHET.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
1.5.1 Bagi Penulis	4
1.5.2 Bagi Mahasiswa.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 1 PENDAHULUAN	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN.....	4
BAB 3 METODOLOGI	5
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	5
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	5
BAB 6 PENUTUP	5
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Landasan Kepustakaan	6
2.2 Informasi Digital	6
2.3 Internet.....	7
2.3.1 <i>Hypertext Transfer Protocol (HTTP)</i>	8

2.4	DTN (<i>Delay Tolerant Network</i>)	10
2.5	<i>Routing DTN (Delay Tolerant Network)</i>	13
2.5.1	<i>Epidemic Routing</i>	13
2.5.2	<i>First Contact Routing</i>	13
2.5.3	<i>MaxProp Routing</i>	14
2.5.4	<i>PROPHET Routing</i>	16
2.6	The ONE Simulator	18
2.6.1	Arsitektur The ONE Simulator	19
2.7	OpenJUMP	20
BAB 3 METODOLOGI		21
3.1	Studi Literatur	21
3.2	Analisis Kebutuhan	22
3.2.1	Perangkat Keras	24
3.2.2	Perangkat Lunak.....	24
3.3	Perancangan Sistem	24
3.3.1	Perancangan Peta	25
3.3.2	Perancangan Simulasi Jaringan	26
3.3.3	Perancangan <i>Routing</i>	29
3.4	Pengujian	31
3.5	Analisis Hasil Pengujian	31
3.6	Pengambilan Kesimpulan dan Saran	31
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN		32
4.1	Implementasi.....	32
4.1.1	Instalasi OpenJUMP dan Pembuatan Peta.....	32
4.1.2	Instalasi dan Konfigurasi The ONE Simulator.....	34
4.1.3	Konfigurasi Protokol <i>Routing</i> MaxProp dan PROPHET.....	35
4.2	Pengujian	37
4.2.1	Pengujian <i>Delivery Probability</i>	37
4.2.2	Pengujian <i>Average Latency (Delay)</i>	37
4.2.3	Pengujian <i>Average Buffer Time</i>	37
4.2.4	Pengujian <i>Overhead Ratio</i>	37
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38

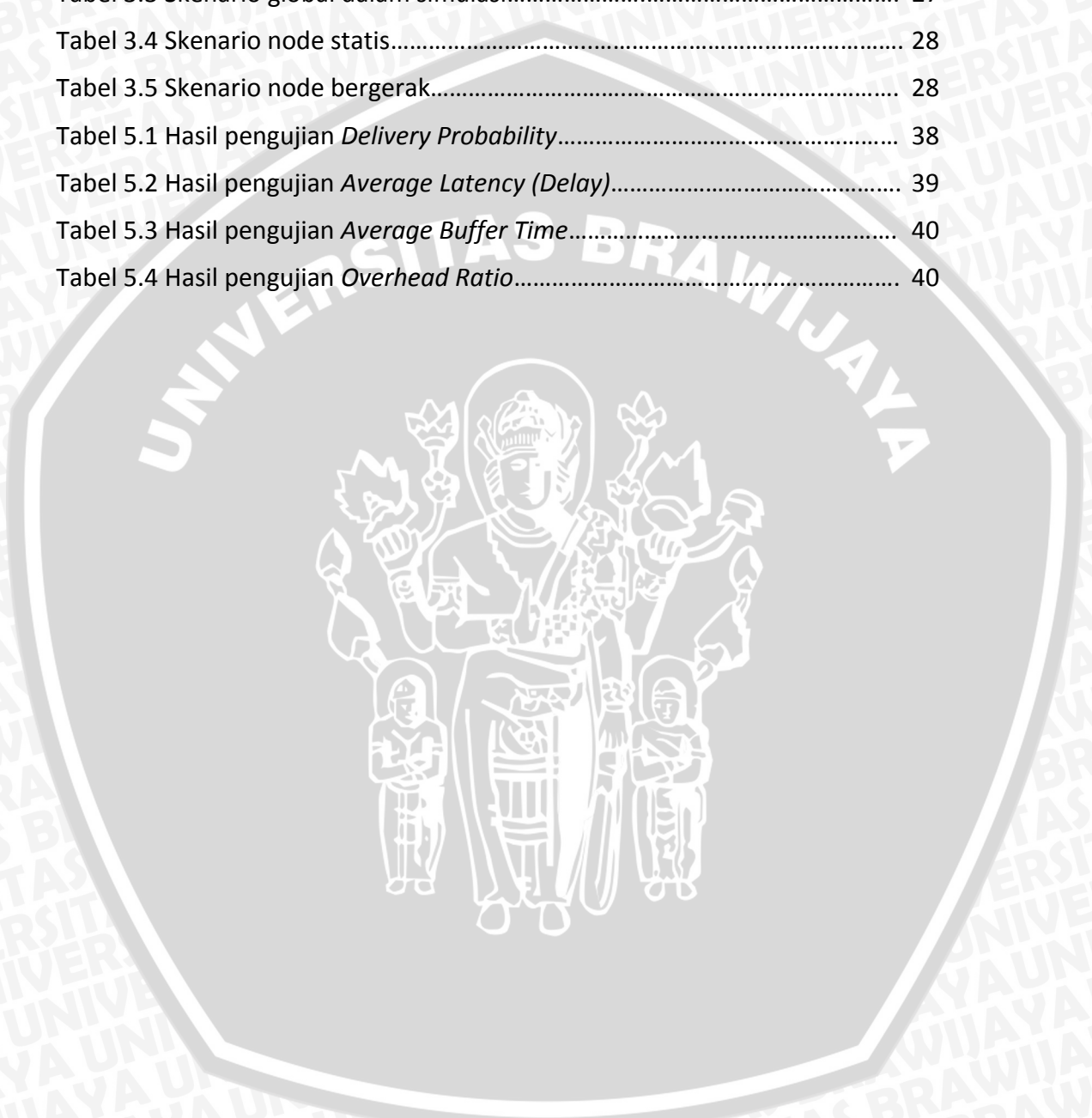


5.1	Hasil Pengujian	38
5.1.1	Hasil Pengujian <i>Delivery Probability</i>	38
5.1.2	Hasil Pengujian <i>Average Latency (Delay)</i>	39
5.1.3	Hasil Pengujian <i>Average Buffer Time</i>	39
5.1.4	Hasil Pengujian <i>Overhead Ratio</i>	40
5.2	Pembahasan	41
BAB 6 PENUTUP		46
6.1	Kesimpulan	46
6.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN		51
Lampiran A <i>File konfigurasi simulasi DTN pada The ONE Simulator</i>		51
Lampiran B <i>Konfigurasi inisialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada MaxProp</i>		59
Lampiran C <i>Konfigurasi inisialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada PROPHET</i>		61



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Angkutan Umum Kab. Magetan.....	22
Tabel 3.2 Data Sekolah SMP dan SMA/Sederajat di Kab. Magetan	23
Tabel 3.3 Skenario global dalam simulasi.....	27
Tabel 3.4 Skenario node statis.....	28
Tabel 3.5 Skenario node bergerak.....	28
Tabel 5.1 Hasil pengujian <i>Delivery Probability</i>	38
Tabel 5.2 Hasil pengujian <i>Average Latency (Delay)</i>	39
Tabel 5.3 Hasil pengujian <i>Average Buffer Time</i>	40
Tabel 5.4 Hasil pengujian <i>Overhead Ratio</i>	40

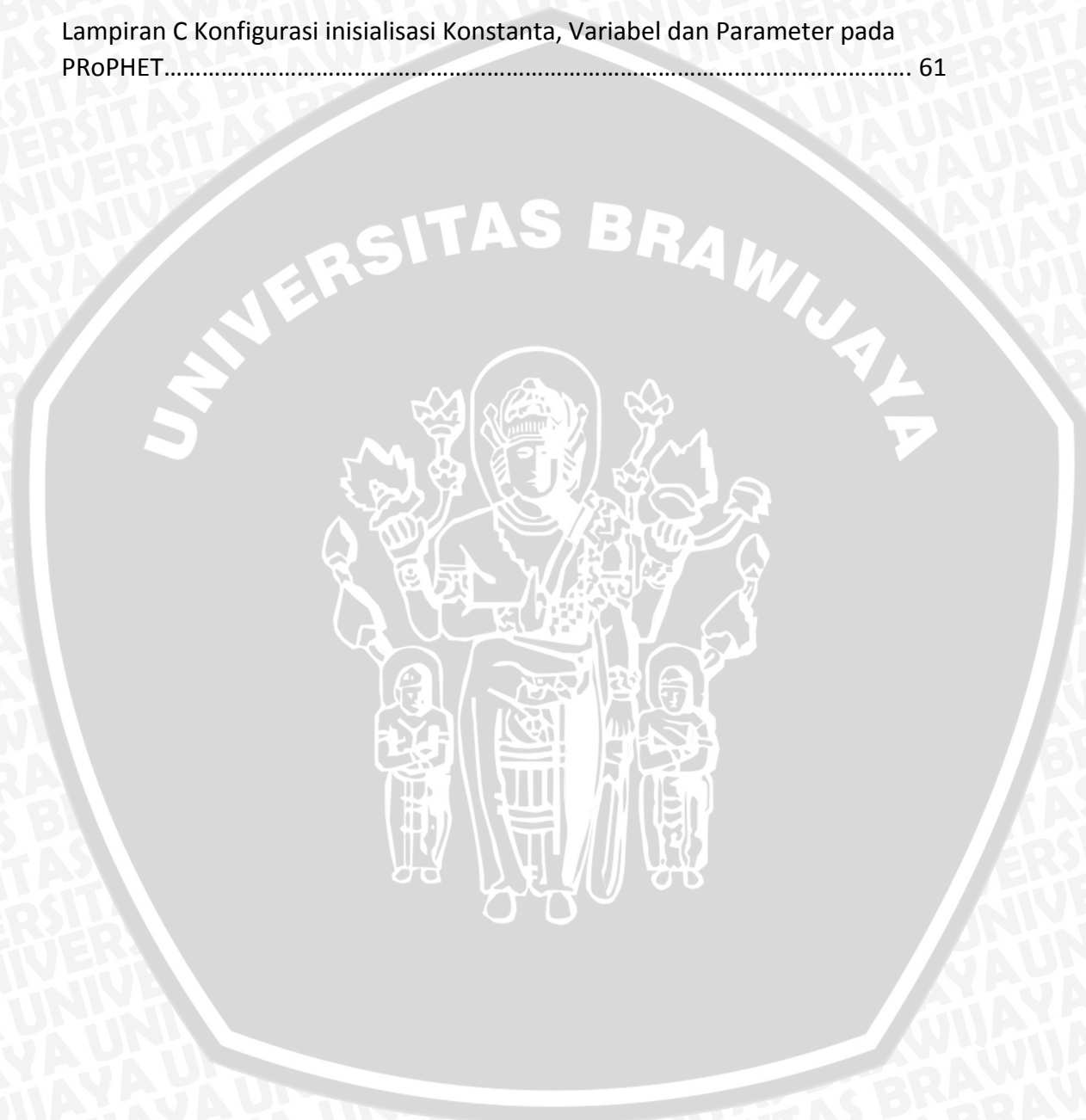


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beberapa perangkat membentuk jaringan.....	7
Gambar 2.2 Prinsip kerja TCP/IP.....	8
Gambar 2.3 Klien <i>request</i> ke web server.....	9
Gambar 2.4 Server memproses <i>request</i> klien.....	9
Gambar 2.5 Server merespon permintaan klien.....	9
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>delay</i> akibat <i>intermittent connectivity</i>	10
Gambar 2.7 DTN memiliki karakteristik <i>High Error Rates</i>	11
Gambar 2.8 Proses operasi <i>store and forward</i>	11
Gambar 2.9 Lapisan <i>Bundle</i>	12
Gambar 2.10 Prioritas paket pada <i>MaxProp Buffer</i>	14
Gambar 2.11 Ilustrasi <i>path cost</i> MaxProp.....	15
Gambar 2.12 Tampilan GUI The ONE Simulator.....	18
Gambar 2.13 Arsitektur paket The ONE Simulator.....	19
Gambar 2.14 Tampilan <i>user interface</i> dari OpenJUMP.....	20
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Magetan.....	25
Gambar 3.2 Sekolah mengirim pesan melalui angkutan umum.....	29
Gambar 3.3 Pengiriman pesan ke tujuan dari <i>router</i> terakhir.....	30
Gambar 4.1 Proses ilustrasi instalasi OpenJUMP.....	32
Gambar 4.2 Peta pusat Kabupaten Magetan dari <i>maps</i> google.....	33
Gambar 4.3 Peta pusat Kabupaten Magetan dengan OpenJUMP.....	33
Gambar 4.4 Proses integrasi The ONE Simulator dengan Eclipse.....	34
Gambar 4.5 Modifikasi konfigurasi untuk peta.....	34
Gambar 4.6 Implementasi skenario pada The ONE Simulator.....	35
Gambar 4.7 Ilustrasi konfigurasi global <i>routing</i> MaxProp.....	36
Gambar 4.8 Ilustrasi konfigurasi global <i>routing</i> PRoPHET.....	36
Gambar 5.1 Grafik perbandingan <i>Delivery Probability</i>	41
Gambar 5.2 Grafik perbandingan <i>Average Latency (Delay)</i>	43
Gambar 5.3 Grafik perbandingan <i>Average Buffer Time</i>	44
Gambar 5.4 Grafik perbandingan <i>Overhead Ratio</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A File konfigurasi simulasi DTN pada The ONE Simulator.....	51
Lampiran B Konfigurasi inialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada MaxProp.....	59
Lampiran C Konfigurasi inialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada PRoPHET.....	61



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini Internet merupakan aspek penting penunjang kehidupan bagi masyarakat di zaman sekarang, seperti Internet untuk akses sebuah *website*, untuk mendapatkan buku tentang informasi pengetahuan dan untuk berkomunikasi dengan pengguna Internet lain (media sosial). Internet juga dapat digunakan sebagai penunjang informasi atau ilmu pengetahuan di bidang pendidikan, kesehatan dan sosial. Keberadaan Internet di bidang pendidikan sangat membantu guru dan murid untuk mencari literatur atau informasi tentang suatu mata pelajaran di sekolah. Namun, akses Internet di Indonesia belum dapat dinikmati oleh setiap orang bahkan setiap sekolah atau tempat belajar mengajar secara merata. Tidak merata akses Internet, disebabkan oleh pembangunan infrastruktur yang tidak merata. Letak geografis yang sulit dijangkau juga menjadi faktor ketidakmerataan infrastruktur (Bappenas, 2013).

Akses Internet di daerah yang infrastruktur minim akan sangat sulit didapatkan, karena pada daerah tersebut letak geografis yang sulit dijangkau dan memiliki keterbatasan prasarana komunikasi maupun transportasi. Oleh karena itu, data pengguna Internet di Indonesia pada akhir 2014 hanya mencapai 88,4 juta pengguna (APJII, 2015) atau sekitar 35% dari jumlah penduduk di Indonesia tahun 2014 yang berjumlah 252.164.800 penduduk (BPS, 2010). Serta ketimpangan pengguna Internet di Indonesia masih sangat terasa antara pengguna di kota dan di desa. Remaja di perkotaan sekitar 87% sudah menikmati akses Internet, sedangkan di pedesaan hanya 13% remaja yang sudah menikmati Internet (Kominfo, 2014).

Alternatif dari ketidaktersediaannya jaringan Internet pada suatu daerah dapat digunakan konektivitas jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*), dengan menggunakan DTN (*Delay Tolerant Network*) akses Internet di daerah seperti itu bisa direalisasikan. Jaringan berbasis DTN dapat direalisasikan dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada di sekitar daerah itu untuk memberikan layanan dengan menambahkan beberapa peralatan pendukung seperti angkutan umum yang dijadikan sebagai *router* DTN (Warthman, 2003), misalnya kendaraan umum yang menghubungkan suatu tempat yang memiliki akses Internet dengan daerah yang tidak memiliki akses Internet. Penggunaan DTN tidak bisa lepas dengan penerapan protokol *routing* yang cocok dengan kontur dan situasi pada suatu daerah. Macam-macam protokol *routing* pada DTN antara lain Epidemic, First Contact, Spray and Wait, Direct Delivery, PROPHET, MaxProp dan masih banyak lagi. Pemilihan protokol PROPHET dan MaxProp karena dua protokol tersebut menggunakan mekanisme dalam pemilihan node untuk proses *forwarding* pada pengiriman paket.

Mekanisme dalam protokol *routing* MaxProp yaitu menggunakan perhitungan *cost* dan beberapa mekanisme untuk meningkatkan tingkat pengiriman seperti memberikan prioritas tinggi untuk paket-paket baru yang telah dibuat dan paket-paket yang diteruskan ke node lain. MaxProp juga memberikan prioritas rendah untuk paket yang dibuang dalam *buffer* dan mencegah penerimaan paket yang sama dua kali (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006). Sedangkan protokol *routing* PROPHET bekerja menggunakan mekanisme *history* (pengetahuan) dari pertemuan node lain untuk menentukan pemilihan node dengan metrik probabilitas yang lebih tinggi. Nilai probabilitas pada protokol PROPHET dipengaruhi oleh intensitas node bertemu dengan node lain (Lindgren, Doria & Schelén, 2003).

Pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh Vrunda Gamit dan Hardik Patel (Gamit & Patel, 2014), protokol MaxProp dan PROPHET memiliki kinerja yang tidak jauh berbeda. Pada penelitian tersebut menggunakan proses simulasi dengan The ONE (*Opportunistic Network Environment*) Simulator dalam menghasilkan kinerja protokol-protokol *routing* DTN seperti First Contact, Direct Delivery, Epidemic, Spray and Wait, PROPHET dan MaxProp. Skenario simulasi yang digunakan oleh Gamit dan Patel hanya *Simulation time* (7200s, 10800s, 14400s, dan 18000s), *Interface* Bluetooth, Total Node 300, dan *Mobility* Random Way Point. Serta pada penelitian tersebut tidak ada indikasi menggunakan peta atau topologi yang menjelaskan tentang pergerakan jaringan selama simulasi. Untuk hasil pengujian pada penelitian tersebut adalah sebagai berikut pada hasil pengujian kinerja *Packet Delivery Probability*, MaxProp memiliki rasio 0.0248 sampai yang tertinggi 0.0493 sedangkan PROPHET 0.0041 sampai 0.027. Selanjutnya pada kinerja *Average Latency*, PROPHET memiliki waktu yang lebih rendah yaitu 1899(s) sampai 7678.929(s) daripada MaxProp dengan nilai 4390.866(s) sampai 7894.84(s). Kemudian pada kinerja *Average Buffer Time*, MaxProp memiliki waktu 912(s) sampai 2042.79(s) sedangkan PROPHET 4036(s) sampai 5799.84(s).

Pada penelitian “Analisis Protokol MaxProp dan PROPHET pada Simulasi Jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*)” ini peneliti melakukan pengujian jaringan DTN lebih lanjut dari penelitian sebelumnya oleh Vrunda Gamit dan Hardik Patel dengan menambahkan peta simulasi, pergerakan jaringan yang jelas, menggunakan node statis dan node bergerak dengan jalur yang *real* serta menggunakan mekanisme pengiriman paket dengan waktu yang presisi untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik. Pada penelitian ini juga menggunakan simulator The ONE (*Opportunistic Network Environment*) untuk proses simulasi. Pada simulator tersebut dibuat suatu peta daerah menggunakan bantuan aplikasi OpenJUMP untuk menggambar vektor. Dalam simulasi pergerakan angkutan umum digunakan sebagai *router* bergerak untuk penyampaian paket. Kemudian simulasi dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian terhadap kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET. Setelah mendapatkan hasil dari pengujian, kemudian dilakukan analisis terhadap pengujian protokol *routing* pada simulasi untuk mengetahui kinerja protokol *routing* DTN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, dapat diidentifikasi rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang lingkungan simulasi jaringan DTN.
2. Bagaimana menerapkan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada simulasi jaringan DTN.
3. Bagaimana perbandingan kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada simulasi jaringan DTN.

1.3 Batasan Masalah

Supaya pembahasan penelitian dalam tugas akhir ini lebih fokus, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembahasan diterapkan pada daerah yang minim dan bahkan tidak memiliki infrastruktur untuk akses Internet.
2. Perangkat yang digunakan dalam pemetaan, perancangan dan pengujian jaringan adalah PC (*Personal Computer*) atau Laptop.
3. Sistem operasi yang digunakan yaitu Windows 8.1 dan Ubuntu 14.04.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam membuat pemetaan daerah terpencil dengan perangkat lunak OpenJUMP dan pengujian jaringan DTN menggunakan The ONE (*Opportunistic Network Environment*) Simulator.
5. Peta yang disimulasikan dalam penelitian ini adalah Kabupaten Magetan.
6. Kasus yang digunakan adalah akses sebuah *website* untuk sekolah.
7. Node yang bergerak sebagai perantara pengirim informasi diantara node sumber dan node tujuan diasumsikan sebagai angkutan umum yang berjumlah 79 node.
8. Node tetap atau stationer yang diasumsikan sebagai sekolah-sekolah yang berjumlah 18 node.
9. Satu node digunakan sebagai *gateway* untuk akses ke Intenet.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan hasil analisis kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET dalam keberhasilan pengiriman paket data pada simulasi jaringan DTN.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini, baik bagi penulis maupun bagi pihak yang terkait adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Dapat memahami dan menerapkan simulasi jaringan DTN pada daerah terpencil atau daerah yang tidak memiliki konektivitas Internet.
2. Dapat menambah pengetahuan mengenai fungsi, keuntungan dan penerapan sistem simulasi untuk kasus mengakses informasi pada sebuah *website* dengan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET.

1.5.2 Bagi Mahasiswa

1. Dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan tentang DTN, protokol *routing* DTN dan The ONE Simulator.
2. Dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi mahasiswa yang akan melaksanakan penelitian dengan tema yang sama.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dalam penulisan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang yaitu dasar pemikiran dan alasan analisis penggunaan jaringan DTN pada suatu daerah dengan mensimulasikan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET dalam mendapatkan informasi pada sebuah *website*. Rumusan masalah yang menjelaskan masalah yang diselesaikan di penelitian ini. Batasan masalah berisikan batasan-batasan penelitian antara yang dibahas dengan tidak dibahas. Tujuan menjelaskan target atau apa yang dicapai dalam penelitian ini ketika penelitian ini selesai dilakukan. Manfaat penelitian berisikan manfaat yang diperoleh penulis dan mahasiswa yang ingin menggunakan penelitian ini sebagai acuan setelah penerapan simulasi jaringan DTN dan sistematika penulisan yang berisi sistematika penulisan penelitian tugas akhir.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini terdiri dari beberapa sub bab landasan kepastakaan dan teori. Pada bagian ini teori, bahan penelitian dan penelitian sebelumnya dijadikan dasar dalam melakukan penelitian. Pada landasan kepastakaan berisikan penjelasan singkat mengenai penelitian sebelumnya yaitu "*MaxProp: Routing for Vehicle-Based Disruption-Tolerant Networks*" (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006) dan "*Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks*" (Lindgren, Doria & Schelén, 2003). Pada tahun 2007 penelitan Ari Keränen dan Jörg Ott "*Increasing Reality for DTN Protocol Simulations*" memperkenalkan perangkat lunak simulasi The ONE (*Opportunistic Network Environment*) untuk simulasi jaringan DTN yang bisa diaplikasikan secara *real* dalam suatu daerah (Keränen &

Ott, 2007). Pada landasan kepustakaan berisi teori dan bahan penelitian untuk menunjang penyusunan dan pembahasan penelitian seperti informasi digital, Internet, DTN, *Routing* DTN, The ONE Simulator, OpenJUMP.

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab metodologi ini terdiri dari sub bab metode penelitian dan perancangan. Pada metode penelitian berisikan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian sehingga tujuan dapat dicapai. Pada perancangan terdiri dari analisis kebutuhan perangkat keras dan lunak serta perancangan pada The ONE Simulator dan berbagai skenario untuk menjalankan simulasi jaringan DTN dengan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET di daerah simulasi. Perancangan melalui beberapa tahapan untuk melakukan implementasi simulasi jaringan DTN dalam akses sebuah *website* pada sekolah-sekolah di daerah simulasi.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini berisi tentang implementasi dari penelitian yang sudah dirancang dan memiliki dasar dalam dasar teori yang sudah digunakan. Implementasi meliputi implementasi peta daerah simulasi, jalur angkutan umum yang digunakan sebagai *router* bergerak dan sekolah-sekolah yang dijadikan *router* tetap di simulasi jaringan DTN dengan menggunakan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET untuk kasus mendapatkan informasi pada sebuah *website* atau akses ke sebuah *website*. Pada bab ini berisi mengenai skenario pengujian yang dilakukan dan pengujian dilakukan sesuai dengan skenario pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan protokol *routing* MaxProp atau PROPHET pada saat pengiriman paket data atau informasi pada simulasi jaringan DTN pada daerah simulasi.

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil pengujian yang telah selesai dilakukan dan pembahasan atau analisis berdasarkan hasil pengujian. Hasil pengujian meliputi hasil pengujian protokol MaxProp dan PROPHET dalam proses simulasi. Kemudian dilakukan pembahasan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan kinerja protokol MaxProp dan PROPHET.

BAB 6 PENUTUP

Pada bab ini berisi sub bab kesimpulan dan saran, pada sub bab kesimpulan berisikan hasil analisis simulasi jaringan DTN dengan protokol *routing* MaxProp atau PROPHET dalam mengirimkan pesan untuk mendapatkan dan berbagi informasi pada sebuah *website* pada sekolah-sekolah di daerah simulasi. Saran digunakan untuk pengembang atau peneliti berikutnya untuk membuat sistem yang lebih baik dari penelitian tugas akhir ini.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai landasan kepastakaan dan dasar teori yang digunakan dalam menunjang penulisan penelitian tugas akhir ini. Pada landasan kepastakaan membahas mengenai penelitian terkait sebelumnya. Dasar teori berisikan mengenai teori-teori terkait yang digunakan untuk menunjang penyusunan dan penerapan penelitian. Dasar teori terkait yang digunakan antara lain adalah informasi digital, Internet, DTN, *routing* DTN, The ONE Simulator, OpenJUMP.

2.1 Landasan Kepustakaan

Landasan kepastakaan pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dikerjakan oleh John Burgess, Brian Gallagher, David Jensen dan Brian Neil Levine yang berjudul "*MaxProp: Routing for Vehicle-Based Disruption-Tolerant Networks*" (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006). Pada penelitian tersebut dijelaskan mengenai pengenalan *routing* protokol yang baru dalam DTN yaitu MaxProp, penggunaan *routing* protokol MaxProp disarankan dengan basis kendaraan (*Vehicle-Based*) karena Maxprop menggunakan algoritma Dijkstra (*Dijkstra Algorithm*). Sedangkan pada tahun 2003 "*Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks*" menawarkan protokol *routing* PROPHET, yang diteliti oleh Anders Lindgren, Avri Doria dan Olov Schelen (Lindgren, Doria & Schelén, 2003). Pada tahun 2007 penelitian Ari Keränen dan Jörg Ott "*Increasing Reality for DTN Protocol Simulations*" memperkenalkan perangkat lunak simulasi The ONE (*Opportunistic Network Environment*) untuk simulasi jaringan DTN yang bisa diaplikasikan secara *real* dalam suatu daerah (Keränen & Ott, 2007). Pada perangkat lunak The ONE membutuhkan peta dari suatu daerah yang untuk disimulasikan, pembuatan peta dapat menggunakan perangkat lunak OpenJUMP yang pertama dipublikasikan oleh Victor Olaya dengan *Sextante for OpenJUMP* pada tahun 2008 (Olaya, 2008).

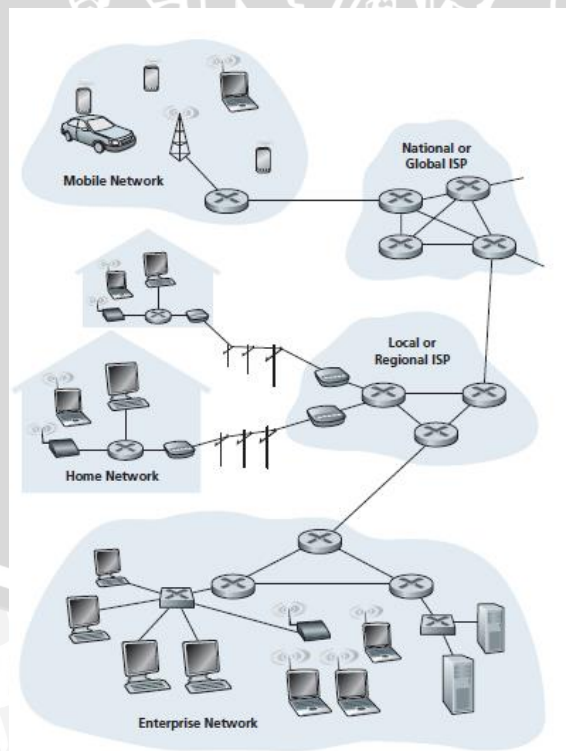
2.2 Informasi Digital

Informasi digital dalam perkembangan teknologi informasi mengalami perkembangan pesat, bahkan sekarang media sosial sudah menjadi kebutuhan bagi masyarakat yang tinggal dengan sumber daya yang memadai. Informasi digital merupakan informasi yang disimpan dan didistribusikan dalam bentuk digital (Surachman, 2013). Informasi digital dapat tersimpan dan tersebar luas melalui komputer, *gadget*, dan jaringan Internet. Internet merupakan media yang sering digunakan untuk melihat, mengunduh, mengedit dan menyebarkan informasi dalam format digital. Informasi digital yang tersebar melalui komputer, *gadget* dan jaringan Internet memiliki tipe teks atau tulisan (dokumen, jurnal, dll), gambar atau foto (karya seni, foto pribadi, dll), suara (*voice recorder*, musik, dll), maupun video yang dapat disebarkan secara elektronik maupun *online* melalui Internet.

Berbagai macam informasi digital yang diperoleh dan digunakan dengan memanfaatkan komputer, *gadget* dan Internet. Macam-macam informasi digital diantaranya *E-Book (Electronic Book)* yang berisi dokumen-dokumen atau tulisan-tulisan ilmiah maupun non ilmiah yang dapat diakses secara *online*. Informasi digital yang lain juga didapat dari *social media* seperti Facebook, Twitter, Google plus dan Path yang dapat digunakan untuk berinteraksi dengan orang lain dengan lokasi yang berbeda. Tipe selanjutnya yaitu *Online Gallery* yang merupakan wadah atau tempat untuk seseorang membagi gambar atau foto pribadi dengan orang lain melalui Internet. Web dengan tema *Online Gallery* antara lain Thumblr, Flickr, Picasa, dan Instagram. Kemudian informasi digital dari website *Video Databases* seperti Youtube, Metacafe, dan DailyMotion yang menyediakan berbagai video dari berbagai *user* atau pengguna dari seluruh dunia. Serta tipe selanjutnya adalah *Music Online* yang menyediakan musik secara *online* dan dapat dinikmati dimanapun serta masih banyak lagi.

2.3 Internet

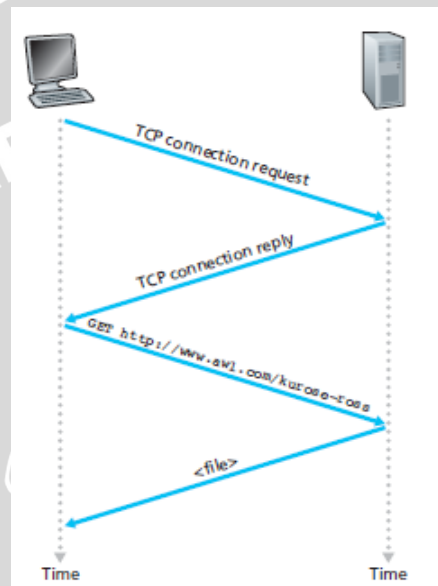
Internet merupakan jaringan yang menghubungkan jutaan perangkat komputasi di seluruh dunia seperti Gambar 2.1 (Kurose & Ross, 2013). Internet merupakan sebuah alat atau media penyebaran informasi secara global, serta mewadahi individu dengan individu yang lain untuk berinteraksi dengan memanfaatkan media yang terbentuk dalam Internet dengan hanya menggunakan komputer.



Gambar 2.1 Beberapa perangkat membentuk jaringan

Sumber: (Kurose & Ross, 2013)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, beberapa media seperti Komputer dan *smartphone* (*mobile network*) membentuk suatu jaringan yang melalui sebuah ISP (*Internet Service Provider*) lokal atau nasional untuk dapat berinteraksi dengan beberapa media lain yang berada di wilayah yang berbeda. Dalam Internet perangkat berkomunikasi menggunakan protokol, *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *Internet Protocol* (IP) atau yang lebih dikenal TCP/IP. Protokol merupakan sebuah format dan urutan pesan dari pesan-pesan yang ditukarkan antara dua atau lebih entitas dalam berkomunikasi serta mengambil tindakan pada transmisi dan melakukan penerimaan pesan (Kurose & Ross, 2013). Cara kerja protokol TCP/IP seperti ilustrasi pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Prinsip kerja TCP/IP

Sumber: (Kurose & Ross, 2013)

Pada Gambar 2.2 menunjukkan proses kerja protokol TCP/IP yang diawali dengan sebuah koneksi *request*, kemudian oleh server dibalas dengan pesan bahwa koneksi telah terjalin. Setelah itu komputer meminta akses ke suatu *website* dan server merespon dengan mengirimkan *file* ke komputer sebagai balasan dari permintaan akses sebuah *website*.

2.3.1 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) merupakan protokol yang memfasilitasi transfer informasi ke Internet antara klien dan server (Anonymous, 2011). Protokol HTTP berkomunikasi dengan TCP/IP dan pada protokol HTTP dapat melakukan *request-response* antara klien-server saat proses akses web. Pada protokol HTTP dapat mengirimkan data seperti file HTML. Klien dapat melakukan proses *request* dengan menggunakan web browser untuk terhubung ke server. Pada Gambar 2.3 merupakan proses *request* dari klien. Kemudian server HTTP memproses permintaan, seperti Gambar 2.4 dan merespon kembali ke klien HTTP seperti Gambar 2.5.

1. Klien HTTP membuat sambungan dan mengirim *request* ke web server



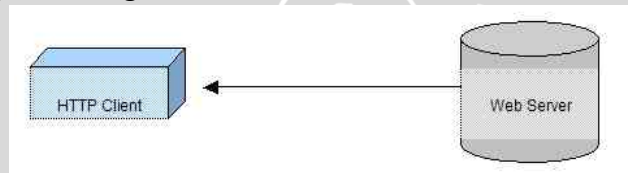
Gambar 2.3 Klien *request* ke web server

2. Server memproses permintaan klien, sedangkan klien menunggu *response*.



Gambar 2.4 Server memproses *request* klien

3. Server merespon permintaan klien dengan kode dan data kemudian menutup sambungan.



Gambar 2.5 Server merespon permintaan klien

Pesan HTTP biasanya antara lain *Request line*, *HTTP Header*, *Empty line* dan *Optional*. Metode-metode yang dilakukan saat ada *request* klien HTTP, sebagai berikut :

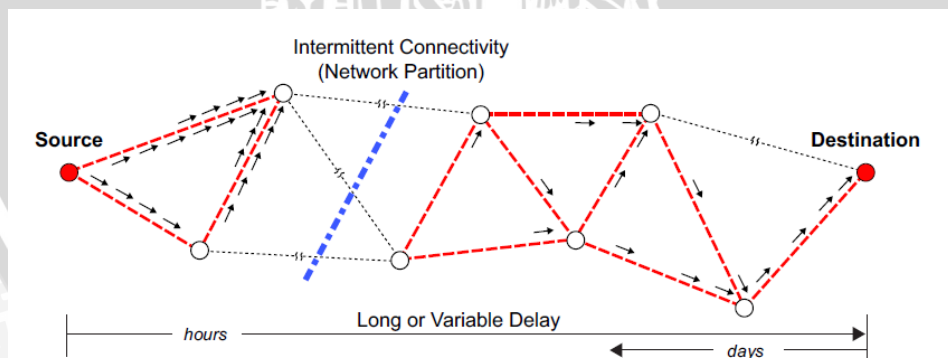
- *Head*, metode pada saat klien meminta informasi dari server.
- *Get*, metode pada saat klien meminta sumber daya dari server.
- *Post*, metode ini merupakan proses menyerahkan data ke web server untuk diproses.
- *Put*, metode ini untuk upload sumber daya tertentu ke server HTTP.
- *Delete*, metode ini untuk menghapus sumber daya tertentu dari web server.
- *Trace*, metode ini memberikan petunjuk terhadap permintaan yang diterima sehingga klien dapat melihat ketika server akan menambahkan atau mengubah permintaan.
- *Options*, metode yang membantu menentukan fungsi server seperti menentukan metode mana yang mendukung web server.
- *Connect*, metode yang mengubah permintaan koneksi ke terowongan *TCP/IP transparent*.

2.4 DTN (Delay Tolerant Network)

Delay Tolerant Network merupakan konektivitas *end-to-end* yang tidak normal, DTN menyediakan konektivitas silang, waktu penundaan yang besar serta berubah-ubah, dan tingkat *error* yang tinggi (Uddin, Nicol, Abdelzاهر, & Kravets, 2009), dimana hal ini sangat cocok diterapkan pada daerah terpencil. Jaringan DTN menyediakan suatu mekanisme yang dapat menghubungkan suatu daerah yang tidak memiliki koneksi Internet dengan daerah yang memiliki koneksi Internet dengan mentoleransi waktu sampai atau terdapat waktu tunda (*delay*) yang merupakan jumlah waktu yang diperlukan oleh sebuah paket data dari node sumber (*source*) ke node tujuan (*destination*). Jaringan DTN dapat dibangun dengan memanfaatkan sarana dan prasarana seperti angkutan transportasi (bus antar-kota, angkutan kota, dan angkutan umum) yang dapat dijadikan sebagai *router* DTN (Warthman, 2003). Pada jaringan DTN memungkinkan jaringan regional berinteraksi dengan berbagai karakteristik *delay* yang berbeda untuk menyediakan koneksi jaringan.

Berikut ini adalah beberapa asumsi karakteristik dan prinsip kerja yang terdapat pada arsitektur DTN (Warthman, 2003):

1. Mempunyai karakteristik *variable length message*, yang merupakan ukuran paket yang normal tidak berpengaruh dalam proses pengiriman pesan pada jaringan DTN.
2. Mempunyai sifat *Long or Variable Delay*. Karakteristik ini merupakan karakteristik utama dari jaringan DTN yaitu memiliki waktu tunda (*delay*) dalam konektivitas antara dua node (*router*) yang tidak pasti. Waktu tunda (*delay*) meliputi berapa lama konektivitas terjadi antara dua node dan berapa lama konektivitas selanjutnya terjadi, seperti ilustrasi pada Gambar 2.6.



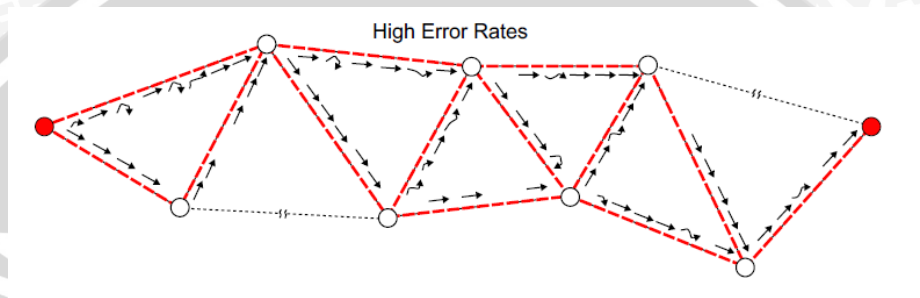
Gambar 2.6 Ilustrasi *delay* akibat *intermittent connectivity*

Sumber : (Warthman, 2003)

Seperti pada Gambar 2.6 menunjukkan ada *intermittent connectivity* yang merupakan koneksi yang tidak selalu ada atau terjadi hanya dalam waktu singkat pada jaringan DTN. Koneksi tersebut dipengaruhi oleh lama waktu

node bertemu dengan node lain dan lama waktu node melakukan transfer dengan node lain.

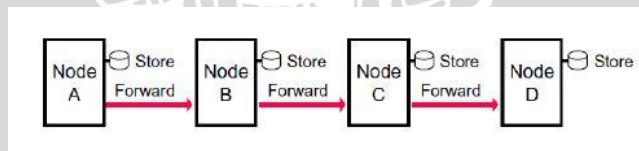
3. Mempunyai karakteristik *High Error Rates* seperti Gambar 2.7, Karakteristik *High Error Rates* merupakan suatu kekurangan dalam jaringan DTN. *Data Rate* yang rendah dalam jaringan DTN dan lama waktu node dalam melakukan proses transfer data yang tidak bisa diprediksi dapat menyebabkan kesalahan pengiriman pada bit atau tidak selesai dalam pengiriman data. Dengan kesalahan pengiriman bit ataupun tidak selesai dalam pengiriman data akan membuat node kembali untuk melakukan transfer data kembali sehingga dapat menyebabkan jaringan sibuk atau lalu lintas jaringan semakin tinggi.



Gambar 2.7 DTN memiliki karakteristik *High Error Rates*

Sumber : (Warthman, 2003)

4. Menggunakan penyimpanan dimana jaringan mendukung *operasi store and forward*. Karakteristik ini merupakan proses penyimpanan pesan yang diteruskan ke node selanjutnya namun jika pengiriman gagal maka node sebelumnya masih memiliki salinan pesan sehingga pesan dapat dikirimkan lagi setelah adanya pertemuan node kembali. Seperti pada Gambar 2.8 yang menunjukkan proses operasi *store and forward*.



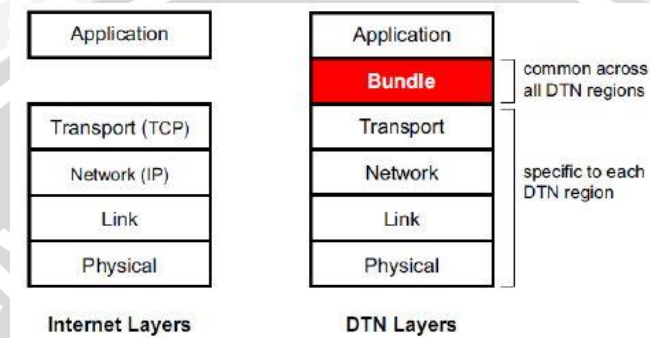
Gambar 2.8 Proses operasi *store and forward*

Sumber : (Warthman, 2003)

Beberapa alasan DTN membutuhkan penyimpanan yang tetap atau bisa diandalkan, antara lain:

- Konektivitas tidak selalu tersedia dalam waktu yang lama.
- Dalam berkomunikasi satu node dengan node lain mungkin mengirim dan menerima data atau paket lebih cepat dari node lain.
- Jika terdapat *error* pada *upstream* node tujuan saat pengiriman, maka dapat dikirimkan kembali.

Pada saat implementasi operasi *store and forward* di DTN menggunakan lapisan protokol yang baru yang disebut lapisan *bundle*. Lapisan *bundle* bekerja untuk menyatukan lapisan *layer* bagian bawah supaya aplikasi dapat berkomunikasi melalui lapisan yang berbeda-beda. Lapisan *bundle* menyimpan dan meneruskan keseluruhan pesan atau pecahan pesan (*bundle fragments*) dari satu node ke node yang lain. *Bundle* digunakan pada jaringan DTN karena diperlukan untuk penyimpanan sementara. Pada Layer *bundle* juga terdapat proses enkapsulasi dan dekapsulasi *bundle*. Gambar 2.9 menampilkan posisi lapisan *bundle* di lapisan protokol Internet.



Gambar 2.9 Lapisan *Bundle*

Sumber : (Warthman, 2003)

Dalam jaringan nyata DTN memiliki 3 (tiga) tahap operasi dalam pengiriman dan penerimaan paket, 3 (tiga) tahap tersebut yaitu:

- *Neighbor Discovery*
Proses *Neighbor Discovery* merupakan proses node mencari node lain untuk proses *Data Transfer*, namun node tidak tahu kapan bertemu dengan node selanjutnya.
- *Data Transfer*
Proses ini merupakan proses ketika node telah bertemu dengan node lain, kemudian mendapatkan kesempatan transfer data, namun node tersebut tidak tahu berapa lama waktu transfer data.
- *Storage Management*
Pada proses ini sebuah node yang telah mendapatkan paket data dari node lain, kemudian mengelola ruang *buffer* untuk memilih paket mana yang diteruskan dan paket mana yang dibuang/dihapus.

2.5 Routing DTN (Delay Tolerant Network)

Dalam DTN (*Delay Tolerant Network*) terdapat beberapa jenis protokol *routing* yang digunakan untuk membuat pengiriman paket dari *source* ke *destination* jadi lebih handal. Model *routing* pada jaringan DTN berbeda dengan model *routing* jaringan biasa, karena konektivitas pada jaringan DTN tidak menentu. *Source* dan *destination* tidak tersedia setiap waktu secara terus menerus dan mengakibatkan *delay* yang cukup panjang dalam pengiriman data. Pada umumnya *routing* jaringan biasa hanya memilih *router* dengan hop atau *cost* paling kecil, *routing* pada DTN memiliki mekanisme yang memungkinkan pesan atau data sampai ke tujuan dengan adanya toleransi terhadap *delay* yang relatif. Ketika ada pertemuan antara node atau *router* maka pesan segera dikirimkan atau diteruskan untuk secepat mungkin mencapai tujuan. Jika tidak ada pertemuan maka pesan disimpan dalam *router* yang terakhir masih membawa pesan sampai terjadi pertemuan dengan node lain.

Untuk mengurangi kegagalan pengiriman karena adanya *delay* dan koneksi yang tidak menentu antara node, maka diciptakan protokol-protokol *routing* dalam jaringan DTN. Pada DTN protokol *routing* tidak hanya menentukan hop atau *cost* terkecil dalam pengiriman, namun masih banyak pertimbangan lain seperti manajemen *buffer* atau *storage* pada *router*, menentukan *router* probabilitas pengiriman yang lebih baik, mengurangi jumlah pesan yang beredar pada *router-router*, dsb.

Pada Jaringan DTN terdapat algoritma atau protokol *routing* yang memiliki karakteristik masing-masing, antara lain:

2.5.1 Epidemic Routing

Protokol Epidemic *routing* bekerja tidak memerlukan pengetahuan jaringan sebelumnya (*history*). Setiap *router* memiliki dua *buffer* untuk pesan yang tersimpan dan pesan yang diterima dari *router* lain. *Router* atau node mereplikasi pesan dan mengirimkan ke kontak atau *router* baru yang dijumpai tidak memiliki salinan pesan. Setiap pesan memiliki ID yang unik dan setiap node membawa daftar ID pesan di *buffer*. Ketika dua node bertemu maka dilakukan proses perbandingan vektor, dan melakukan pertukaran semua pesan jika tidak memiliki kesamaan vektor (Vahdat & Becker, 2000). Setiap node memiliki pesan yang sama dalam *buffer* mereka dan semua pesan menyebar ke setiap node dalam termasuk node tujuan. Dengan banyak redundansi pesan dalam jumlah besar maka jaringan sibuk atau bahkan mengakibatkan kegagalan jaringan.

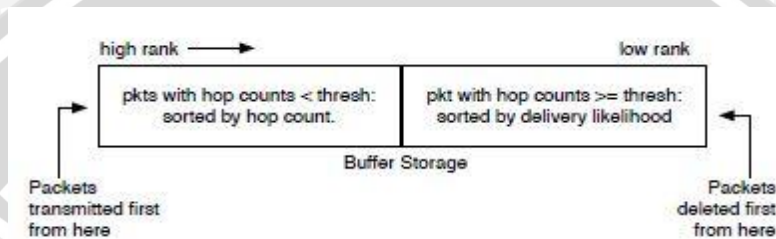
2.5.2 First Contact Routing

Protokol First Contact *routing* merupakan skema protokol *singlecopy routing* DTN. Pesan dikirim ke node yang ditemui pertama dan kemudian pesan dihapus di node pengirim kemudian diteruskan sampai ke node tujuan (Jain, Fall & Patra, 2004). Pesan diteruskan secara acak ke

node terdekat yang ditemui, dengan tidak memperhitungkan hop terbaik dalam mengirimkan pesan ke tujuan. Dalam skema *singlecopy*, jika setiap node gagal membawa pesan maka pesan tersebut hilang.

2.5.3 MaxProp Routing

Protokol MaxProp *routing* menggunakan beberapa mekanisme untuk meningkatkan tingkat pengiriman (*delivery rate*) dan mengurangi *latency* atau *delay* dalam pengiriman paket data. MaxProp didasarkan pada dua prioritas jadwal paket, prioritas tersebut merupakan prioritas jadwal paket yang dikirim dan prioritas jadwal paket yang dibuang (*drop*) (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006), seperti Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Prioritas paket pada MaxProp Buffer

Sumber : (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006)

Pada MaxProp memberikan prioritas tinggi untuk paket-paket baru yang telah dibuat atau diterima dan paket-paket yang diteruskan ke node lain. Kemudian MaxProp juga memberikan prioritas rendah untuk paket yang dibuang dari ruang *buffer*. MaxProp memiliki daftar (*list*) peringkat node yang menyimpan paket berdasarkan *cost* pengiriman untuk setiap tujuan. *Cost* dalam MaxProp merupakan estimasi dari *delivery likelihood*. Selain itu, MaxProp menggunakan pengiriman *ack* ke semua node untuk memberitahu node-node tentang pengiriman paket. Kemudian juga menggunakan *ack* untuk membersihkan paket yang berada di node-node setelah paket sampai ke tujuan. MaxProp juga melakukan pertukaran prioritas paket dengan mempertimbangkan jumlah hop dan *delivery likelihood* berdasarkan pertemuan sebelumnya.

- *Estimating Delivery Likelihood*

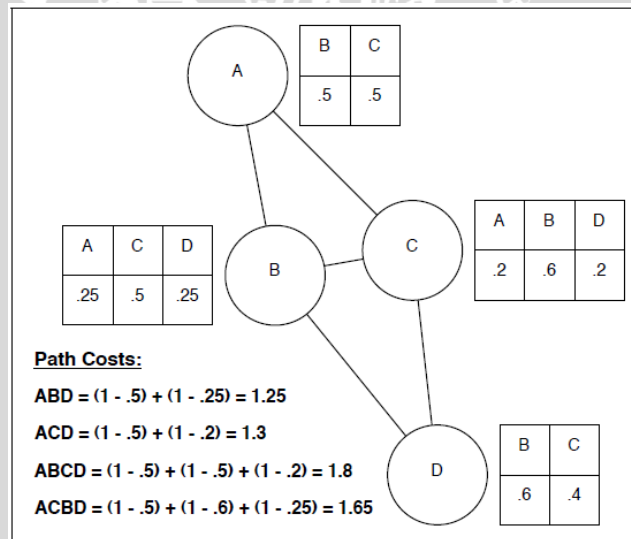
Pada penelitian Jain, Fall & Patra pada tahun 2004, telah menunjukkan bahwa jalur pengiriman optimal dalam DTN dapat ditemukan dengan membangun grafik diarahkan node. Pada MaxProp diasumsikan node dalam jaringan adalah m , node $i \in m$ dan begitu pula dengan node $j \in m$. Node i merupakan node pengirim dan node j merupakan node berikutnya atau node penerima. Untuk semua node nilai f_j^i diinisialisasikan $\frac{1}{(m-1)}$. Ketika node i bertemu dengan node j , maka nilai f_j^i node i ketika bertemu node j bertambah 1 kemudian nilai f dinormalisasi kembali.

Dengan metode *incremental averaging*, node yang tidak atau jarang bertemu dengan node lain mendapatkan nilai yang lebih rendah dari waktu ke waktu.

Pada MaxProp ketika dua node telah bertemu, maka masing-masing node bertukar nilai untuk seluruh node. Sebagai contoh, ada 3 node dan untuk nilai j dalam 3 node tersebut sebagai berikut. Nilai $f_1^i = f_2^i = f_3^i = 0.25$, ketika bertemu dengan node 2 maka nilai $f_2^i = 1.25$ dan kemudian dinormalisasi dengan harus jumlah seluruhnya jadi 1 yaitu menjadi nilai $f_1^i = f_3^i = 0.125$ dan nilai $f_2^i = 0.625$. Dengan nilai node-node lokal tersebut dapat digunakan untuk menghitung *cost*, $c(i, i + 1, \dots, d)$. Setiap jalur yang memungkinkan memiliki tujuan yaitu d . *Cost* menggunakan jalur dengan node $i, i + 1, \dots, d$ yang merupakan jumlah probabilitas koneksi jalur yang tidak memungkinkan, estimasi merupakan probabilitas ketika terjadi setiap koneksi, ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$c(i, i + 1, \dots, d) = \sum_{x=1}^{d-1} [1 - (f_{x+1}^x)] \tag{2.1}$$

Untuk ilustrasi *path cost* untuk *cost* yang terendah dari jalur yang memungkinkan dalam pengiriman paket dengan node ditunjukkan pada seperti Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Ilustrasi *path cost* MaxProp

Sumber : (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006)

Pada Gambar 2.11 menunjukkan ada 4 (empat) node, node A merupakan pengirim paket dan node D merupakan tujuan paket. Dari paket A memilih jalur dengan *cost* terendah antara jalur node B dan jalur node C. Pada informasi lokal pada node A menunjukkan *cost* ke jalur node B 0.5 dan ke jalur node C juga 0.5 yang didapat

dari nilai $1 - 0.5$. Namun pada jalur node B *cost* untuk ke node D yaitu $1 - 0.25 = 0.75$, sedangkan pada jalur node C *cost* untuk ke node D yaitu $1 - 0.2 = 0.8$. Dengan demikian jalur yang memungkinkan dari node A ke node D dengan *cost* terendah yaitu menggunakan jalur node B dengan *cost* $0.5 + 0.75 = 1.25$ dibandingkan dengan jalur node C dengan *cost* $0.5 + 0.8 = 1.3$ atau dengan jalur node B kemudian lewat jalur node C dengan *cost* 1.8 dan jalur node C kemudian lewat jalur node B dengan *cost* 1.65

- *Complementary Mechanisms*

Pada MaxProp terdapat mekanisme-mekanisme pelengkap dalam proses pengiriman paket data untuk meningkatkan *delivery rate* dan menurunkan *latency (delay)*. Mekanisme-mekanisme pelengkap pada MaxProp antara lain (Burgess, Gallagher, Jensen & Levine, 2006):

- Semua pesan yang ditujukan ke node terdekat ditransmisikan.
- Informasi *routing* seperti estimasi *cost* diberikan atau diumpun melalui pertemuan node.
- *Acknowledgements (ack)* dikirimkan ketika pesan telah dikirimkan dari sumber ke tujuan. Pemberian *ack* bertujuan untuk membersihkan *buffer* pada setiap node di jaringan yang masih memiliki salinan paket data.
- Paket-paket yang belum menjelajah jauh atau paket baru mendapatkan prioritas.
- Paket yang *untransmitted* berdasarkan nilai *cost*.
- Melakukan pencegahan penerimaan paket yang sama dua kali.

2.5.4 PROPHET Routing

PROPHET (*Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity*) routing merupakan salah satu *Probabilistic Protocol* seperti MaxProp. PROPHET bekerja menggunakan pengetahuan dari pertemuan node untuk menentukan pemilihan node dalam *forwarding* paket. Sifat lain yang dimiliki PROPHET yaitu Transitif, sifat ini ketika ada dua node yang jarang bertemu dan melakukan pertukaran vektor maka PROPHET menggunakan node yang sering ditemui untuk *forwarding* paket. Vektor atau metrik pada PROPHET disebut *Delivery Predictability (DP)*. Penggunaan *Delivery Predictability* untuk menentukan paket di *forwarding* ke node lain atau tidak (Lindgren, Doria & Schelén, 2003).

- Perhitungan *Delivery Predictability (DP)*

Setiap node atau *router* pada protokol *routing* PROPHET memiliki tabel *Delivery Predictability*, dan ketika node bertemu dengan node lain maka dilakukan proses pertukaran informasi tabel *Delivery Predictability*. Node memiliki *Delivery Predictability* ketika node sering bertemu dengan node lain. Perhitungan *Delivery Predictability* ditunjukkan pada persamaan 2.2.

$$P_{(a,b)} = P_{(a,b)old} + (1 - P_{(a,b)old}) \times P_{init} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- $P_{(a,b)}$ = *Delivery Predictability* node B yang disimpan dalam node A setelah pertemuan.
- $P_{(a,b)old}$ = *Delivery Predictability* sebelum pertemuan node.
- P_{init} = Konstanta inisialisasi, dimana $P_{init} \in [0,1]$.

Tinggi rendah *Delivery Predictability* juga ditentukan dengan intensitas pertemuan node. Jika jarang ketemu maka nilai *Delivery Predictability* menurun dan membuat node tersebut tidak mendapatkan prioritas untuk *forwarding* pesan. Pada persamaan 2.3 menunjukkan perhitungan penurunan nilai *Delivery Predictability* atau menua (lama tidak dijumpai node lain). Dimana $\gamma \in [0,1]$ yang merupakan *aging constant*, dan k merupakan unit waktu dihitung sejak metrik menua atau lama tidak dijumpai node lain.

$$P_{(a,b)} = P_{(a,b)old} \times \gamma^k \quad (2.3)$$

Delivery Predictability memiliki sifat transitif, dimana ketika node A sering bertemu dengan node B dan node B sering ketemu dengan node C, maka node C mungkin adalah node yang baik ketika ada pesan yang ditujukan ke node A. Perhitungan tersebut ditunjukkan pada persamaan 2.4.

$$P_{(a,c)} = P_{(a,c)old} + (1 - P_{(a,c)old}) \times P_{(a,b)} \times P_{(b,c)} \times \beta \quad (2.4)$$

Keterangan:

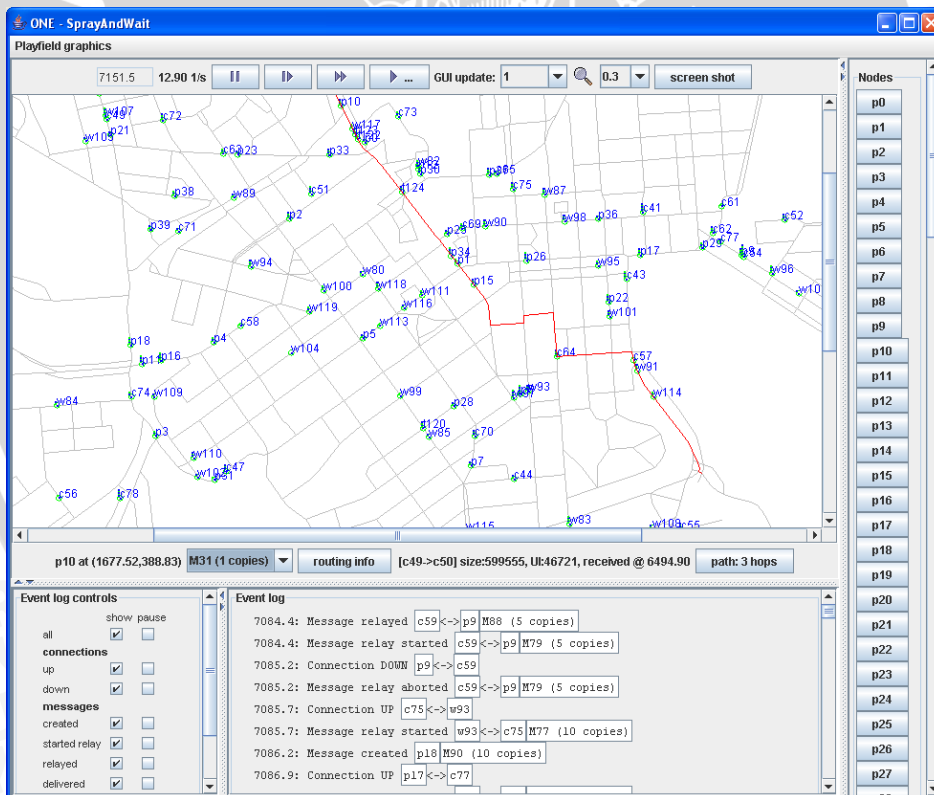
- $P_{(a,c)}$ = *Delievery Predictability* node C yang disimpan dalam node A setelah pertemuan.
- $P_{(a,c)old}$ = *Delievery Predictability* sebelum pertemuan node.
- $P_{(a,b)}$ = *Delivery Predictability* node B yang disimpan dalam node A setelah pertemuan.

- $P_{(b,c)}$ = *Delivery Predictability* node C yang disimpan dalam node B setelah pertemuan.
- β = Skala konstanta, dimana $\beta \in [0,1]$.

2.6 The ONE Simulator

The ONE (*Opportunistic Network Environment*) Simulator merupakan sebuah simulator khusus untuk simulasi jaringan DTN (*Delay Tolerant Network*). The ONE Simulator merupakan simulator berbasis java. Fungsi utama The ONE yaitu memodelkan peta suatu daerah, pergerakan node, hubungan antar node, *routing* dan penanganan pesan pada simulasi jaringan DTN (Ker' Anen, 2008). Pergerakan node diimplementasikan menggunakan beberapa model pergerakan. Terdapat beberapa model pergerakan yang sudah ada dalam simulator. Fungsi *routing* diterapkan menggunakan modul yang menentukan untuk meneruskan pesan.

Hasil simulasi jaringan DTN didapatkan dari proses simulasi berupa file laporan yang berisi *statistic report*. The ONE Simulator memvisualisasikan simulasi dengan melalui *Graphical user Interface* (GUI) seperti yang ditunjukkan Gambar 2.12.



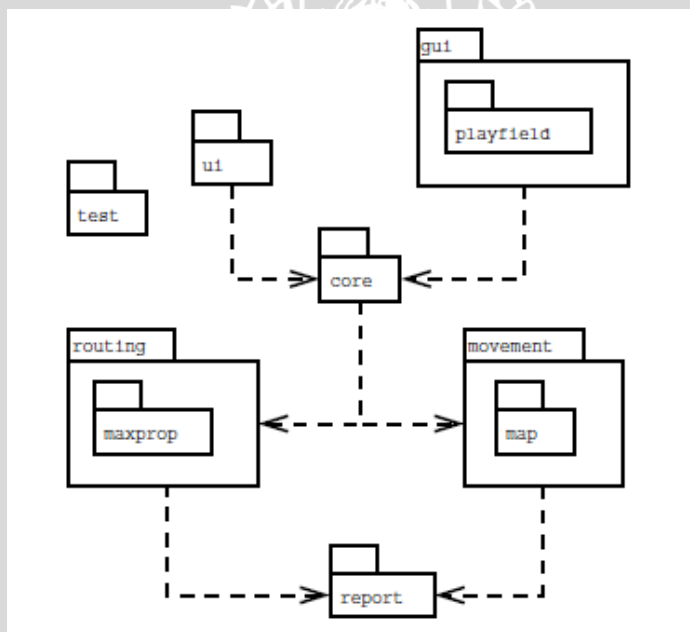
Gambar 2.12 Tampilan GUI The ONE Simulator

Sumber : (Ker' Anen, 2008)

Pada Gambar 2.12, menampilkan simulasi secara *real time*, lokasi node, jalur, hubungan antara node, jumlah pesan yang diterima oleh node, dsb. Semua divisualisasikan pada jendela utama. Jika pergerakan *map-based* yang digunakan, maka semua jalur map ditampilkan. Dalam The ONE Simulator dibutuhkan peta atau jalur node untuk perpindahan node. Peta dalam The ONE Simulator memiliki format WKT(*Well Known Text*). WKT merupakan format ASCII yang sering digunakan dalam program *Geographic Information System* (GIS). Editor *Geographic Information System* (GIS) yang dapat digunakan yaitu OpenJUMP.

2.6.1 Arsitektur The ONE Simulator

The ONE (*Opportunistic Network Environment*) Simulator ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Bagian-bagian dari program ini ditunjukkan Gambar 2.13, komponen *Core* dari simulator merupakan kelas yang digunakan *host* DTN atau digunakan untuk koneksi. Komponen GUI merupakan kelas yang digunakan untuk menampilkan grafis objek dan *playfield*. Kelas GUI dan konsol berbasis teks disimpan dalam paket UI. Sementara selama simulasi modul *routing* dan *movement* yang menghasilkan *output* pada *report*.

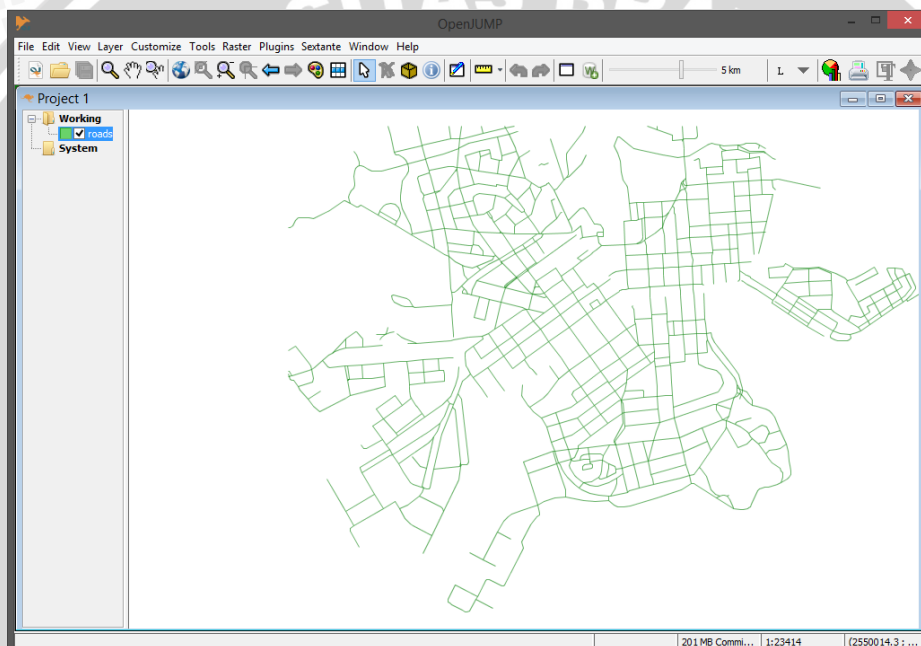


Gambar 2.13 Arsitektur paket The ONE Simulator

Sumber : (Ker Anen, 2008)

2.7 OpenJUMP

OpenJUMP merupakan sebuah program yang menggunakan platform pemetaan sebagai kerangka visualisasi dan salah satu program *Geographic Information System* (GIS) (Steiniger & Hunter, 2012). OpenJUMP dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Perangkat lunak OpenJUMP merupakan aplikasi *open source* yang dapat digunakan dan didapatkan secara mudah dan gratis. OpenJUMP bisa digunakan untuk data spasial berbasis vektor maupun data raster. Dalam The ONE Simulator memerlukan *file* peta bertipe WKT (*Well Known Text*) untuk dapat dibaca dalam simulator, *file* peta tersebut dapat dibuat dengan perangkat lunak OpenJUMP. Tampilan *user interface* dari OpenJUMP ditunjukkan Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Tampilan *user interface* dari OpenJUMP

Kelebihan-kelebihan dari OpenJUMP, antara lain:

1. Dapat membaca *Geographic Information System* (GIS) vektor dengan sangat baik.
2. Dapat digunakan di *platform* Windows, Linux dan Mac, tetapi harus bekerja di java 1.5 atau yang lebih baru.
3. Sudah menggunakan OGC standar seperti SFS, GML, WMS dan WFS.
4. Menyediakan API GIS dengan struktur *plugin* yang fleksibel, sehingga fitur baru dengan relatif mudah dikembangkan.
5. *Open Source*.

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang digunakan dalam penelitian analisis simulasi jaringan DTN kasus akses *website* dengan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET. Penelitian ini dimulai dengan mencari dan mengumpulkan studi literatur yang terkait dengan penelitian, kemudian melakukan analisis kebutuhan untuk sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem. Setelah melakukan pengujian maka didapatkan hasil pengujian, kemudian dianalisis hasil pengujian dan terakhir pengambilan kesimpulan dan saran. Adapun hal-hal yang dijelaskan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Analisis Kebutuhan
3. Perancangan Sistem
4. Pengujian
5. Analisis Hasil Pengujian
6. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk menunjang dasar teori yang dibutuhkan dalam penyusunan dan perancangan penelitian ini. Studi literatur dapat diperoleh dari buku, *paper* atau jurnal, makalah ilmiah dan berbagai informasi lain yang valid dari Internet baik artikel atau dokumen. Adapun dasar teori yang diperlukan dalam studi literatur pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Konektivitas
 - DTN (*Delay Tolerant Network*)
 1. Arsitektur dan cara kerja DTN
 2. Karakteristik DTN
 3. *Bundle layer* dan *store and forward*
 - *Routing* DTN
 1. Penjelasan *routing* pada DTN
 2. Contoh beberapa *routing* pada DTN
 3. Penjelasan *routing* MaxProp
 - Cara kerja MaxProp
 4. Penjelasan *routing* PROPHET
 - Cara kerja PROPHET
 - Perhitungan *Delivery Predictability* pada PROPHET

- b. Implementasi
 - OpenJUMP
 - The ONE Simulator
 1. Pengertian dan arsitektur The ONE Simulator
- c. Manfaat dan Kegunaan
 - Informasi Digital
 1. Pengertian dan jenis informasi digital

3.2 Analisis Kebutuhan

Hasil dari studi literatur yang didapatkan disusun menjadi dasar teori-teori dan dapat digunakan untuk menunjang penelitian dalam melakukan analisis kebutuhan sistem dan perancangan sistem. Analisis kebutuhan sistem digunakan sebagai tahapan untuk mengetahui semua kebutuhan yang diperlukan untuk membangun simulasi jaringan DTN dengan *routing* MaxProp dan PROPHET untuk kasus akses *website* pada sekolah-sekolah di daerah simulasi. Analisis kebutuhan dilakukan dari hasil studi literatur dan observasi daerah Kabupaten Magetan.

Hasil observasi daerah Kabupaten Magetan diperoleh dari proses peninjauan daerah. Hasil observasi meliputi data transportasi, pergerakan transportasi dan data sekolah yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan 3.2 :

Tabel 3.1 Data Angkutan Umum Kab. Magetan

No	Kode Angkutan	Jumlah	Jalur
1	A	17 unit	Terminal Magetan – RSUD – Alun-alun – SMK YKP – Kauman – KPR Selosari – Pasar Sayur – Terminal Magetan
2	B	17 unit	Terminal Magetan – SMK PGRI – Pasar Sayur – KPR Selosari – SMA 1 – Alun-alun – A. Yani – KPR Selosari – Terminal Magetan
3	C	18 unit	Terminal Magetan – Sukomoro – Terminal Magetan
4	D	17 unit	Terminal Magetan – B. Melati – RSUD – Jln. Kalimantan – Terung – Jl Kalimantan – RSUD – B. Melati – Terminal Magetan
5	E	10 unit	Terminal Magetan – Pasar Sayur – RSUD – Stadion – Selosari – Candirejo – Kebon Agung – Mangkujayan – Tambran – Sukowinangun – Terminal Magetan

Tabel 3.2 Data Sekolah SMP dan SMA/Sederajat di Kab. Magetan

No	Sekolah	Alamat
1	SMAN 1 Magetan	Jln. Munginsidi 24, Magetan
2	SMAN 2 Magetan	Jln. Tripandita 2, Magetan
3	SMAS Panca Bhakti Magetan	Jln. Merapi 19, Magetan
4	SMKN 1 Magetan	Jln. Kartini 6, Magetan
5	SMKN 2 Magetan	Jln. Kemasan 2, Magetan
6	SMK Bonaventura Magetan	Jln. J.A Suprpto 1, Magetan
7	SMK BPN 1 Magetan	Jln. Purabaya, Magetan
8	SMK BPN 2 Magetan	Jln. Purabaya 20, Magetan
9	SMK YKP 1 Magetan	Jln. Gorang-Gareng, Magetan
10	SMK Yosonegoro Magetan	Jln. Tripandita 4, Magetan
11	SMK PGRI Magetan	Jln. P. Tendean, Magetan
12	SMK Kesehatan PGRI Magetan	Jln. Tripandita 8, Magetan
13	SMPN 1 Magetan	Jln. Kartini 4, Magetan
14	SMPN 2 Magetan	Jln. Yos Sudarso 71, Magetan
15	SMPN 3 Magetan	Jln. Ahmad Yani 30, Magetan
16	SMPN 4 Magetan	Jln. M. Sungkono 70, Magetan
17	SMP Katolik Pancasila Magetan	Jln. J.A Suprpto 1, Magetan
18	MTS dan MAS Muro`Atuddin Magetan	Jln. Imam Bonjol 43, MAGETAN
19	SMK YKP 2 Magetan	Jln. Gorang-Gareng, Magetan
20	SMK Alqolam Magetan	Jln. Kawi 8 Bulukerto, Magetan
21	SMP Islamic International School PSM	Jln. Mungisidi No. 52 Magetan
22	SMP Muhammadiyah 1 Magetan	Jln. Raya Magetan - Panekan
23	MAN Temboro Purwosari Magetan	Desa Purwosari, Magetan

Dari hasil observasi kemudian dapat diambil skenario simulasi dari permasalahan yang didapat sehingga permasalahan bisa diatasi. Berikut kebutuhan-kebutuhan yang dapat menunjang perancangan sistem simulasi jaringan DTN:

3.2.1 Perangkat Keras

Dalam perancangan sistem ini hanya menggunakan satu buah komputer yang didalamnya terdapat OpenJUMP untuk pembuatan peta simulasi dan The ONE Simulator untuk proses simulasi. Spesifikasi komputer yang digunakan sebagai berikut:

- Prosesor : Intel Core i5 2,3GHz
- RAM : 4GB
- Hard disk : 500Gb
- Interface : Ethernet

3.2.2 Perangkat Lunak

Sistem berbagi informasi pada daerah dengan minim akses Internet merupakan sistem yang menyalurkan layanan pertukaran atau berbagi *file*. Perangkat lunak yang digunakan yaitu The ONE Simulator dan OpenJUMP, The ONE Simulator merupakan simulator yang dapat membuat simulasi jaringan DTN dengan peta atau wilayah suatu daerah dengan kendaraan sedangkan OpenJUMP merupakan aplikasi pembuat peta suatu daerah dengan basis *Geographic Information System* (GIS). Langkah pertama yaitu membuat suatu peta atau wilayah suatu daerah dengan OpenJUMP, kemudian membuat skenario simulasi pada The ONE Simulator dengan inialisasi pergerakan-pergerakan kendaraan yang melintasi daerah tersebut serta skenario pembuatan jaringan DTN lain.

Setelah membuat jaringan DTN dengan infrastruktur kendaraan yang dijadikan sebagai sebuah node atau *router* yang menghubungkan daerah yang terdapat akses Internet dengan daerah yang belum terjangkau Internet. Pergerakan kendaraan dapat mengirimkan pesan (paket) *file* atau informasi yang dikirim dari daerah yang terdapat akses Internet dengan daerah yang belum terjangkau Internet atau sebaliknya. Pada simulasi jaringan DTN tersebut dibuat dengan metode *routing* MaxProp dan PРоPHET dalam pengiriman pesan (paket).

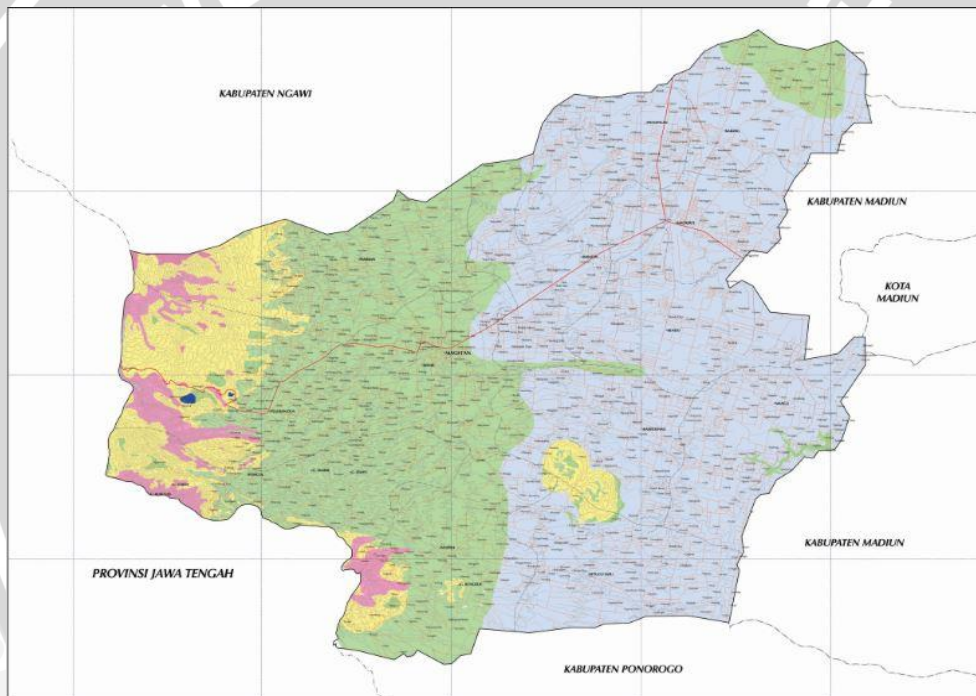
3.3 Perancangan Sistem

Tahap yang dilakukan setelah tahap analisis kebutuhan yaitu tahapan perancangan sistem atau perancangan peta dan infrastruktur jaringan. Dalam proses implementasi simulasi jaringan meliputi peta daerah simulasi, infrastruktur atau data fasilitas yang dibutuhkan, misalnya data sekolah di daerah simulasi dan data angkutan umum yang dijadikan *router* bergerak. Dibutuhkan proses perancangan yang mendefinisikan kebutuhan dalam pembuatan peta, infrastruktur dan penggunaan algoritma *routing*. Perancangan sistem terdiri dari perancangan peta daerah simulasi, perancangan jaringan dengan menggunakan angkutan umum sebagai *router* bergerak, perancangan *routing* MaxProp dan PРоPHET untuk memperoleh *routing* yang memiliki kinerja baik untuk simulasi jaringan ini.

3.3.1 Perancangan Peta

Perancangan peta pada daerah simulasi dalam perangkat lunak The ONE Simulator harus mempunyai format *file* WKT (*Well Known Text*). Tipe file tersebut dapat dibuat menggunakan perangkat lunak OpenJUMP. Pada proses simulasi di daerah simulasi ditetapkan hanya ada satu sekolah yang bisa akses Internet. Pada Gambar 3.1 merupakan peta Kabupaten Magetan yang dijadikan contoh wilayah dalam simulasi jaringan DTN dengan *routing* MaxProp dan PROPHET.

Pada daerah simulasi dibuat peta yang mirip dengan peta pusat Kabupaten Magetan serta terdapat inisialisasi sarana dan prasarana yang digunakan dalam pembuatan jaringan DTN seperti sekolah dan angkutan umum. Pada daerah tersebut dibuat pergerakan angkutan umum yang digunakan sebagai *router* bergerak untuk menyampaikan pesan atau paket informasi dari sekolah yang mempunyai akses Internet ke sekolah yang belum terdapat akses Internet.



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Magetan

Sumber : (ESDM, 2015)

Proses pengiriman paket melewati dan memilih beberapa node atau *router* untuk mengirimkan pesan ke tujuan. Node bergerak sesuai rute yang sudah dibuat dan beroperasi seperti itu setiap saat. Pertukaran informasi bisa dilakukan ketika node sedang berpapasan atau melewati node lain sehingga paket terkirim ke node lain. Setelah paket terkirim ke node lain jika rute node tersebut sudah dapat menemukan tujuan maka tidak perlu node perantara lagi untuk mengirimkan paket, dan jika node tidak menemukan tujuan maka perlu mengirimkan paket ke node yang mempunyai rute atau peluang mengirimkan paket ke tujuan.

3.3.2 Perancangan Simulasi Jaringan

Pada perancangan simulasi jaringan dilakukan untuk membuat rancangan konektivitas untuk pengiriman paket data atau informasi yang dibutuhkan pada studi kasus sekolah-sekolah di daerah simulasi untuk akses *website* dengan The ONE Simulator. Angkutan umum di daerah simulasi dijadikan *router* bergerak dalam simulasi jaringan DTN. Pergerakan setiap node atau *router* sudah memiliki jalur sesuai dengan jalur angkutan umum di daerah simulasi sehingga pergerakan node atau *router* bisa kontinyu dan tidak keluar dari rute yang telah ditentukan. Sekolah-sekolah merupakan node atau *router* tetap yang dilalui oleh *router* bergerak untuk pengiriman pesan. Daftar 18 sekolah yang dijadikan *router* statis dan masuk dalam daerah simulasi (Kemenbud, 2015), sebagai berikut:

1. SMAN 1 Magetan
2. SMAN 2 Magetan
3. SMAS Panca Bhakti Magetan
4. SMKN 1 Magetan
5. SMKN 2 Magetan
6. SMK Bonaventura Magetan
7. SMK BPN 1 Magetan
8. SMK BPN 2 Magetan
9. SMK YKP 1 Magetan
10. SMK Yosonegoro Magetan
11. SMK PGRI Magetan
12. SMK Kesehatan PGRI Magetan
13. SMPN 1 Magetan
14. SMPN 2 Magetan
15. SMPN 3 Magetan
16. SMPN 4 Magetan
17. SMP Katolik Pancasila Magetan
18. MTS dan MAS Muro`Atuddin Magetan

Dalam perancangan hanya SMAN 1 Magetan yang memiliki akses Internet dan diinisialisasi menjadi *gateway* untuk sekolah lain dapat menikmati Internet dengan mengirimkan *request* akses sebuah *website* ke SMAN 1 Magetan. Sekolah-sekolah yang ingin mengakses sebuah *website* atau menikmati Internet harus melakukan pembuatan pesan *request*, kemudian dikirim melalui angkutan umum yang dijadikan sebagai *router* bergerak untuk sampai di SMAN 1 Magetan. Begitu pula sebaliknya ketika SMAN 1 Magetan mengirimkan pesan *response* atas *request* juga mengirimkan melalui angkutan umum atau *router* bergerak. Daftar angkutan umum atau *router* bergerak di daerah simulasi, sebagai berikut:

1. Angkutan Line A, sebanyak 17 unit.
2. Angkutan Line B, sebanyak 17 unit.
3. Angkutan Line C, sebanyak 18 unit.
4. Angkutan Line D, sebanyak 17 unit.
5. Angkutan Line E, sebanyak 10 unit.

Pembuatan simulasi memerlukan beberapa pengaturan skenario untuk menjalankan proses simulasi jaringan DTN dengan peta daerah simulasi berbasis angkutan umum. Pengaturan skenario waktu simulasi, pengaturan *router* tetap, pengaturan *router* bergerak, dsb. Pada Tabel 3.3 merupakan skenario global yang digunakan dalam simulasi jaringan DTN, pada Tabel 3.4 merupakan skenario atau pengaturan node statis dan pada Tabel 3.5 merupakan skenario untuk node bergerak.

Tabel 3.3 Skenario global dalam simulasi

<i>Scenarios</i>	<i>Values</i>
<i>Simulation Time</i>	43200s – 432000s
Total Node Statis	18
Total Node Bergerak	79
Total Group Node	23
<i>Routing Protocols</i>	<i>MaxProp</i> dan <i>PRoPHET</i>
<i>Interface</i>	WiFi80211
<i>Interface Transmit</i>	2Mbps
<i>Transmit Range</i>	30 Meter
<i>Message Size</i>	8kB
<i>Movement World Size</i>	6500m, 5000m

Tabel 3.4 Skenario *node* statis

<i>Scenarios</i>	<i>Values</i>
<i>Group Router</i>	MaxPropRouter dan ProphetRouter
<i>Number of Hosts</i>	18
<i>Message TTL</i>	300 Menit
<i>Movement Node Statis</i>	<i>StationaryMovement</i>
<i>Buffer Size</i>	1GB
<i>Node Location</i>	<i>Customized location of school</i>

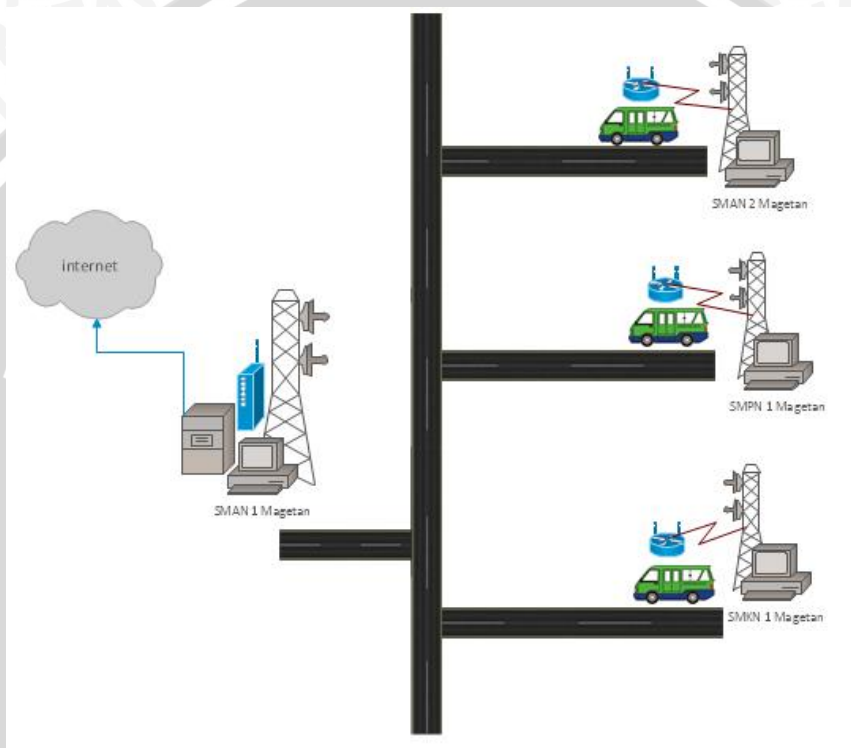
Tabel 3.5 Skenario *node* bergerak

<i>Scenarios</i>	<i>Values</i>
<i>Group Router</i>	MaxPropRouter dan ProphetRouter
<i>Number of Hosts</i>	79
<i>Group ID</i>	A,B,C,D dan E
<i>Message TTL</i>	300 Menit
<i>Movement Node Bergerak</i>	<i>MapRouteMovement</i>
<i>Buffer Size</i>	1GB
<i>Speed Movement</i>	10-50Km/Jam
<i>Wait Time After Reaching Destination</i>	30-50s

Penggunaan *MaxPropRouter* dan *ProphetRouter* bergantung protokol yang digunakan untuk mendapatkan hasil simulasi antara protokol MaxProp atau PROPHET. Simulasi dilakukan interval 43200s atau 12 jam sampai 432000s atau 120 jam waktu simulasi, dengan kecepatan node bergerak 10-50Km/Jam. Terdapat 79 node bergerak dengan jalur yang berbeda sesuai dengan kode angkutan umum, sedangkan node statis ada 18 node yang terdiri dari 1 node sebagai *gateway* dan 17 node sebagai node tanpa koneksi Internet.

3.3.3 Perancangan *Routing*

Dalam perancangan jaringan simulasi pada daerah simulasi dibutuhkan sebuah konektivitas jaringan DTN untuk proses pengiriman *file* atau informasi yang disampaikan. Ketika sebuah sekolah ingin mengakses *website* maka sekolah tersebut mengirimkan *request* sebuah halaman *website* ke sekolah yang dijadikan *gateway* melalui angkutan umum yang bergerak melewati sekolah-sekolah. Gambar 3.2 merupakan ilustrasi sekolah melakukan koneksi dengan angkutan umum untuk menyalurkan pesan ke *gateway*.

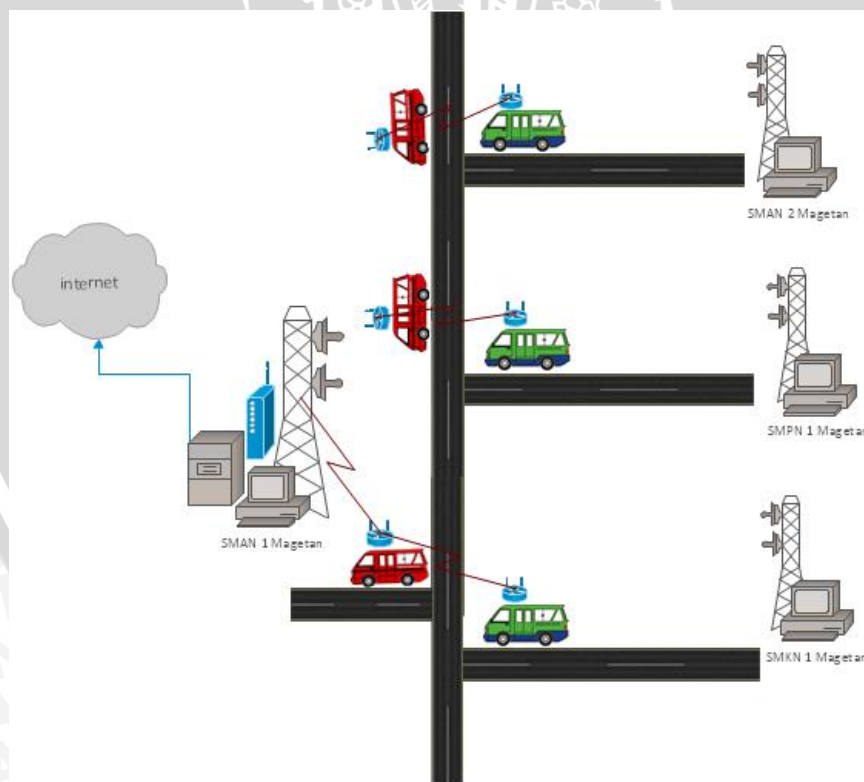


Gambar 3.2 Sekolah mengirim pesan melalui angkutan umum

Angkutan umum bergerak sesuai rute angkutan umum daerah simulasi, serta jumlah angkutan juga disesuaikan dengan jumlah nyata yaitu sebanyak 79 unit. Angkutan umum membawa semua *request* atau pesan dari seluruh sekolah di daerah simulasi untuk ditujukan ke sekolah yang diinisialisasikan dalam simulasi mempunyai akses Internet satu-satunya sekolah di daerah simulasi. Untuk mempercepat pengiriman, meminimalkan paket hilang dan memperbesar keberhasilan pengiriman pada jaringan DTN dapat menggunakan algoritma atau protokol *routing*. Dalam penelitian ini ada dua algoritma atau protokol *routing* yang diuji yaitu MaxProp dan PROPHET. Semua protokol *routing* memiliki tujuan yang sama untuk meningkatkan keberhasilan pada pengiriman paket di jaringan DTN.

Pesan bergerak dari sumber ke tujuan dengan diterapkan protokol *routing* maka pergerakan pesan lebih cepat dan handal atau sampai ke tujuan. Dengan menggunakan protokol *routing* ada proses pemilihan node atau *router* yang digunakan untuk meneruskan (*forwarding*) pesan. Pada MaxProp dan PROPHET memiliki inti yang sama dalam pemilihan node atau *router* selanjutnya yang meneruskan pesan yaitu dengan *cost* dan *Delivery Predictability* yang memiliki tujuan sama untuk mencari node yang cepat dan handal dalam mengirimkan pesan ke tujuan. Pada The ONE Simulator setiap *router* dibuat skenario menjadi *Group* yang dalam 1(satu) *Group* bisa terdapat 1(satu) *router* atau lebih. Setiap *router* dapat memiliki pengaturan berbeda, termasuk untuk penerapan protokol *routing*.

Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka pengaturan dibuat sama pada setiap *router* untuk pengiriman pesan dari atau ke sekolah yang jadi *gateway*. Pengiriman paket diteruskan ketika node atau *router* pada angkutan umum bertemu dengan angkutan umum yang memiliki peluang meneruskan pesan ke tujuan. Pesan diteruskan sampai bertemu dengan angkutan yang memiliki jalur sesuai dengan tujuan paket. Gambar 3.3 menunjukkan ilustrasi pengiriman dari *router* terakhir ke tujuan yaitu *gateway*.



Gambar 3.3 Pengiriman pesan ke tujuan dari *router* terakhir

3.4 Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk menguji kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada sistem simulasi. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan pesan dari satu node ke *gateway* dan sebaliknya pesan dari *gateway* ke node. Pengiriman pesan ditransmisikan melalui node bergerak (angkutan umum). Skenario simulasi yang dijelaskan pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 merupakan pengaturan simulasi global maupun pengaturan node.

Pengujian dilakukan setelah proses perancangan simulasi, untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan interval waktu 12 jam (43200s) untuk interval 5 pesan *request* dan 5 pesan *response*. Parameter-parameter pengujian yang digunakan pada untuk mengetahui kinerja protokol MaxProp dan PROPHET antara lain:

- *Delivery Probability*
- *Average Latency*
- *Average Buffer Time*
- *Overhead Ratio*

3.5 Analisis Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian terhadap kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada sistem simulasi jaringan DTN, langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis dari hasil pengujian. Hasil kinerja protokol *routing* MaxProp dan PROPHET dapat dilakukan perbandingan dan kemudian dianalisis sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan dari penelitian ini. Parameter-parameter yang dibandingkan antara dua protokol *routing* yaitu sesuai yang dijelaskan pada Sub bab 3.4. Analisis hasil pengujian juga dapat digunakan untuk mengetahui keunggulan dan kelemahan protokol *routing*.

3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir pada penelitian. Pada tahap ini dilakukan setelah semua tahap perancangan, pengujian dan analisis hasil pengujian selesai dilakukan, Pengambilan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil dari pengujian dan analisis hasil pengujian. Kesimpulan dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan pada Sub bab 1.2. Pengambilan saran juga dilakukan pada tahap ini. Pengambilan saran dilakukan berdasarkan kekurangan-kekurangan yang terdapat pada sistem, hasil pengujian dan analisis hasil pengujian dalam penelitian ini. Saran juga digunakan untuk perbaikan atas kekurangan sistem yang ada dan untuk penyempurnaan penulisan, serta dapat menjadi bahan acuan atau pertimbangan untuk peneliti lain dalam melakukan pengembangan sistem lebih lanjut.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

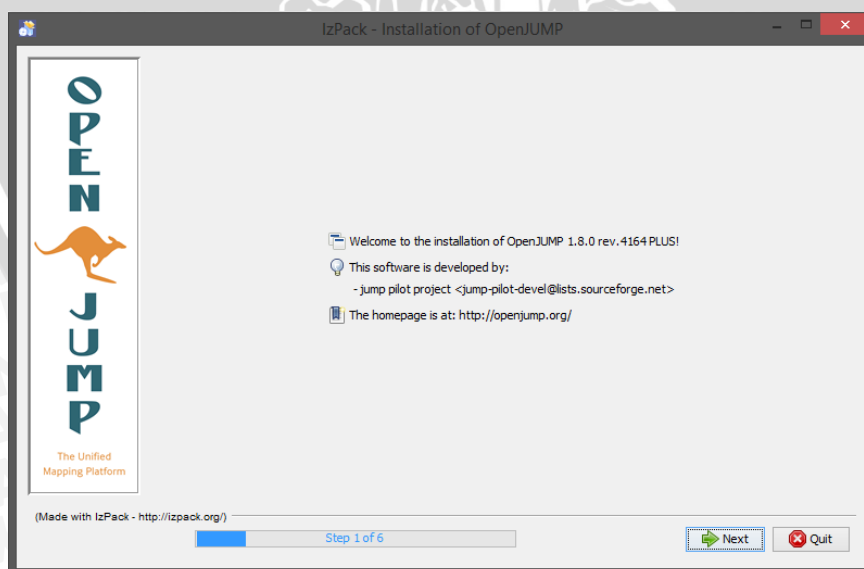
Pada bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah implementasi sistem simulasi serta pengujian terhadap penggunaan protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada jaringan simulasi DTN untuk kasus Internet di sekolah-sekolah. Implementasi terdiri dari instalasi pada perangkat keras, pembuatan peta daerah simulasi dengan perangkat lunak dan konfigurasi pada perangkat lunak simulasi. Pada tahap pengujian dilakukan pengujian hasil dari simulasi terhadap kinerja protokol *routing*.

4.1 Implementasi

Hasil analisis kebutuhan dan perancangan sistem yang sudah dilakukan digunakan sebagai dasar dalam proses implementasi. Implementasi dilakukan dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang sudah disiapkan. Tahap-tahap yang sudah dilakukan dalam proses implementasi terdiri dari instalasi OpenJUMP dan pembuatan peta, instalasi dan konfigurasi dengan peta simulasi DTN pada The ONE Simulator, konfigurasi protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada simulator.

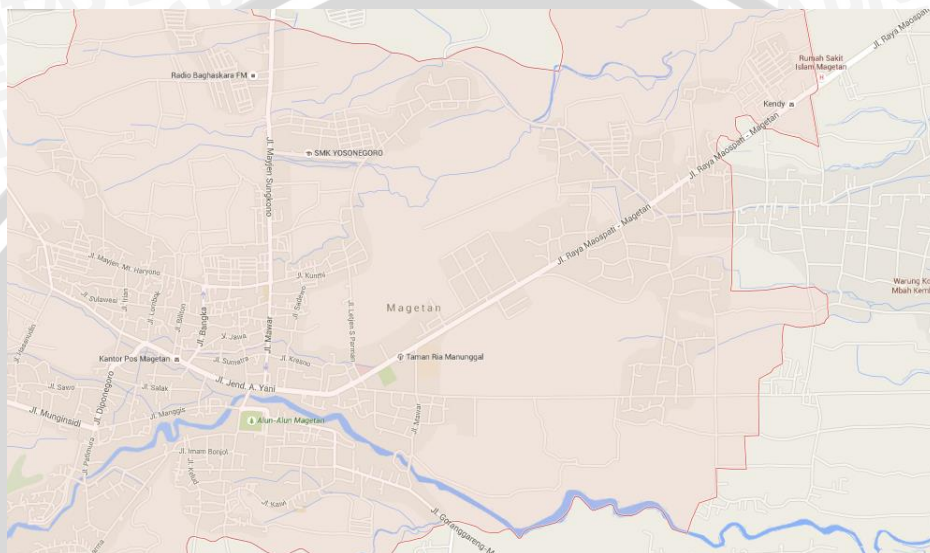
4.1.1 Instalasi OpenJUMP dan Pembuatan Peta

Pada tahap ini digunakan perangkat lunak OpenJUMP untuk pembuatan peta yang digunakan dalam sistem simulasi. Peta dibutuhkan untuk jalur pergerakan *router* pada simulasi jaringan DTN dengan The ONE Simulator. OpenJUMP merupakan perangkat lunak berbasis java dan mudah dalam penggunaan. Proses ilustrasi instalasi perangkat lunak OpenJUMP ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan dilakukan sampai instalasi selesai.



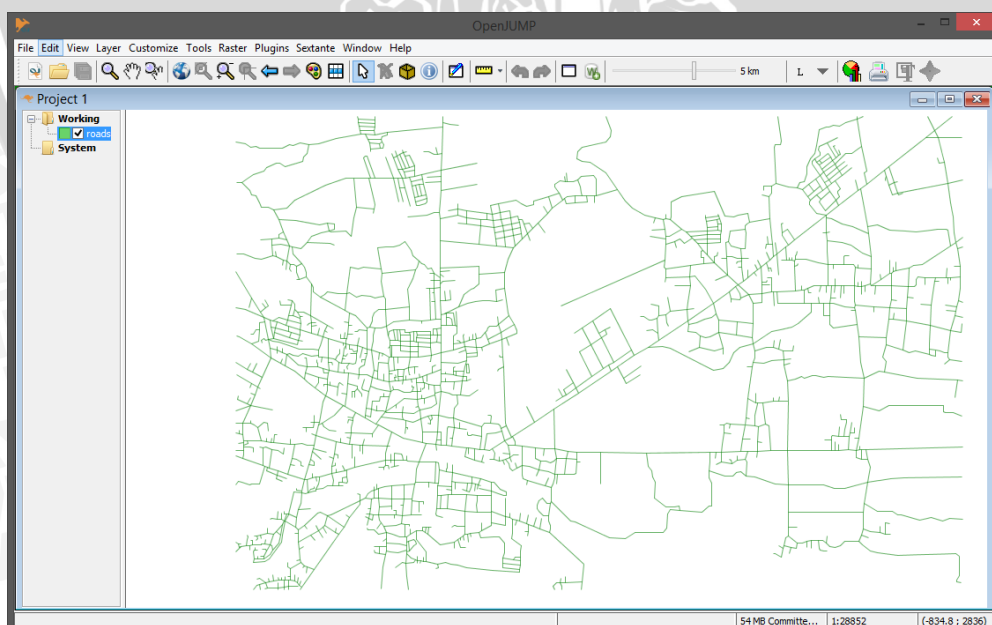
Gambar 4.1 Proses ilustrasi instalasi OpenJUMP

Pada tahap pembuatan peta atau jalur yang dilalui *router* bergerak, peta diambil dari *maps* milik google dengan pembesaran beberapa kali. Setelah mendapatkan peta jalur dari Internet, maka tahap selanjutnya membuat *linestring* dari peta jalur tersebut di perangkat lunak OpenJUMP. *Linestring* merupakan *curve* dengan interpolasi linier antara titik – titik. Pada Gambar 4.2 merupakan peta yang diambil dari *maps* milik google yang dijadikan *linestring* pada perangkat lunak OpenJUMP dan Gambar 4.3 merupakan peta yang dijadikan *linestring* dengan OpenJUMP.



Gambar 4.2 Peta pusat Kabupaten Magetan dari *maps* google

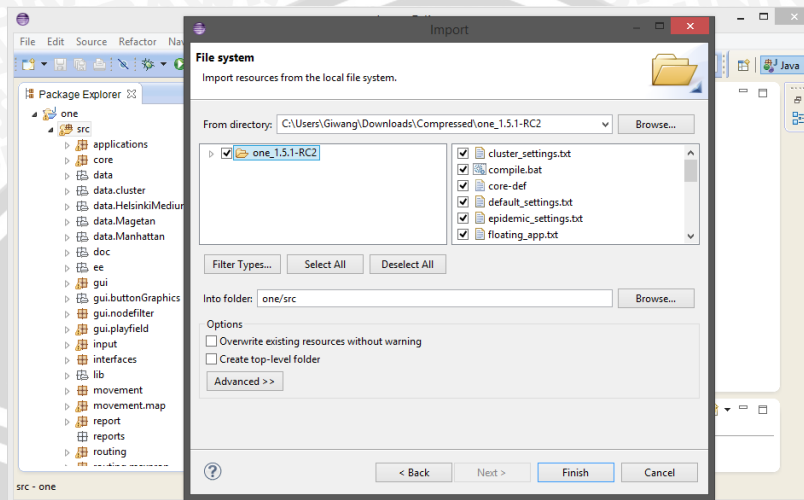
Sumber : (Google, 2015)



Gambar 4.3 Peta pusat Kabupaten Magetan dengan OpenJUMP

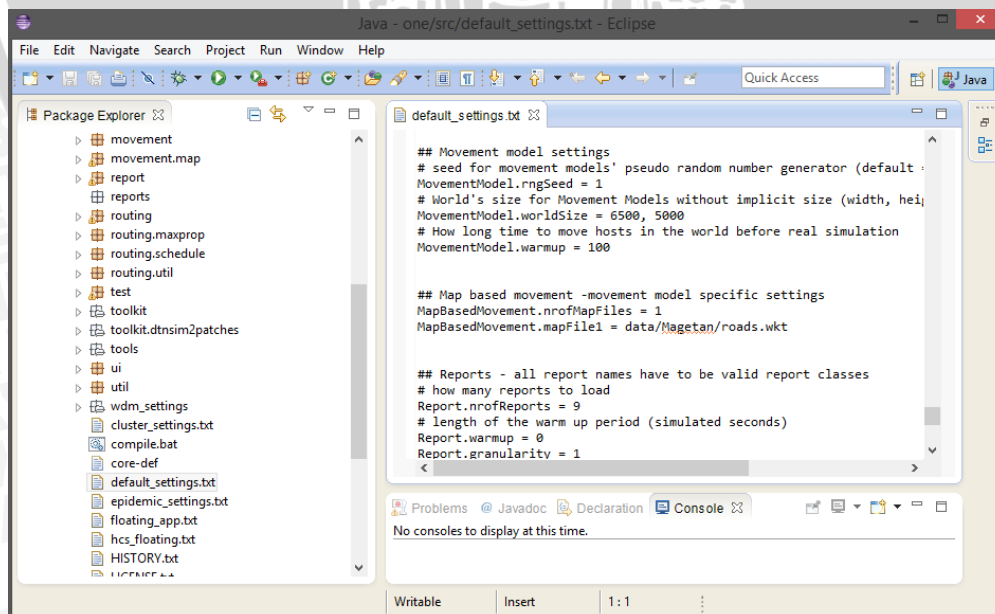
4.1.2 Instalasi dan Konfigurasi The ONE Simulator

Pada tahap ini dilakukan instalasi The ONE Simulator dengan integrasi *editor* Eclipse dikarenakan The ONE Simulator merupakan program berbasis java. Dengan *editor* perangkat lunak The ONE Simulator dapat diubah sesuai dengan skenario yang diinginkan, termasuk perubahan peta pada proses simulasi. Pada Gambar 4.4 merupakan proses integrasi The ONE Simulator dengan *editor* Eclipse.



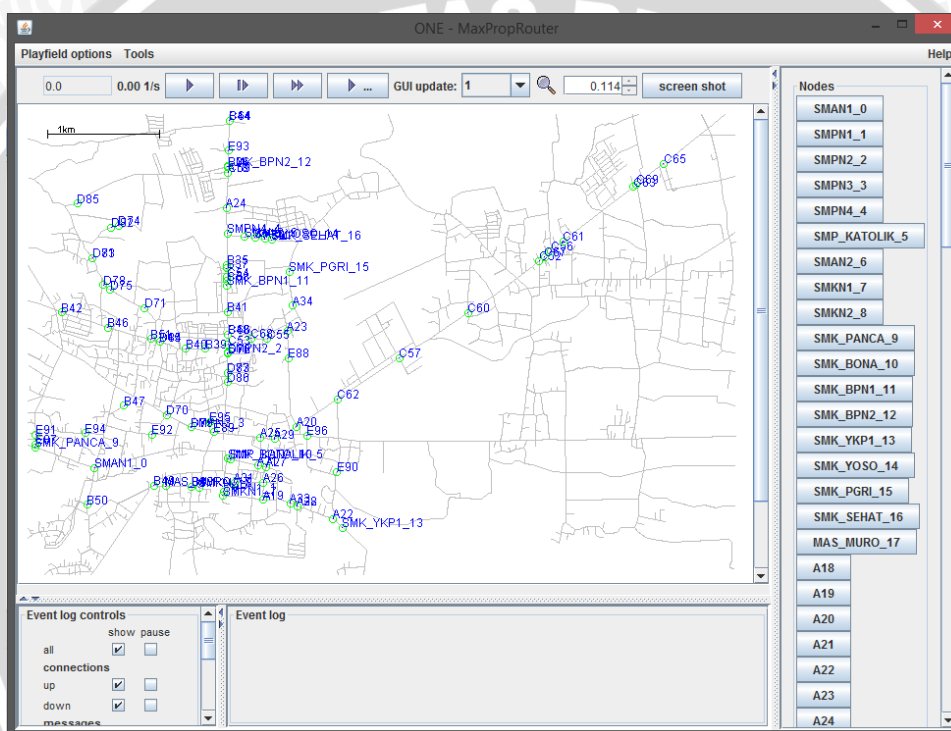
Gambar 4.4 Proses integrasi The ONE Simulator dengan Eclipse

Untuk memasukkan peta yang dibuat pada OpenJUMP dengan format WKT (*Well Known Text*), dalam konfigurasi simulasi diubah pada *file* `default_settings.txt`. Bagian yang diubah dalam *file* `default_settings.txt` yaitu `MapBasedMovement`, dengan sebelumnya peta dimasukkan dalam direktori perangkat lunak simulasi. Modifikasi bagian peta seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Modifikasi konfigurasi untuk peta

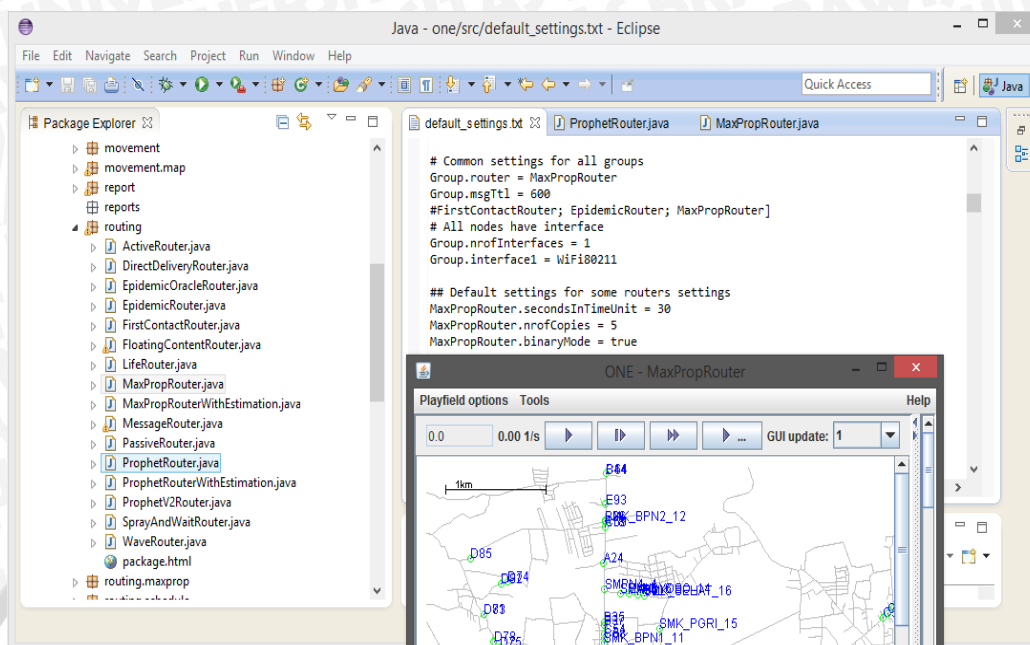
Penambahan skenario dalam pembuatan simulasi jaringan DTN, meliputi skenario global, skenario node statis, skenario node bergerak seperti perancangan simulasi jaringan pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5. Skenario global terdiri dari *Simulation Time*, *Total Node*, *Total Group Node*, *Routing Protocol*, *Interface*, *Interface Transmit*, *Transmit Range*, *Message Size*, *Movement World Size*, dsb. Skenario node statis terdiri dari *Group Router*, *Number of Hosts*, *Message TTL*, *Movement Node*, *Buffer Size* dan *Node Location*. Sedangkan skenario node bergerak meliputi *Group Router*, *Number of Hosts*, *Group ID*, *Message TTL*, *Movement Node*, *Buffer Size*, *Speed Movement*, dan *Wait Time*. Setelah disesuaikan dengan *values* dari masing-masing skenario kemudian dijalankan seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Implementasi skenario pada The ONE Simulator

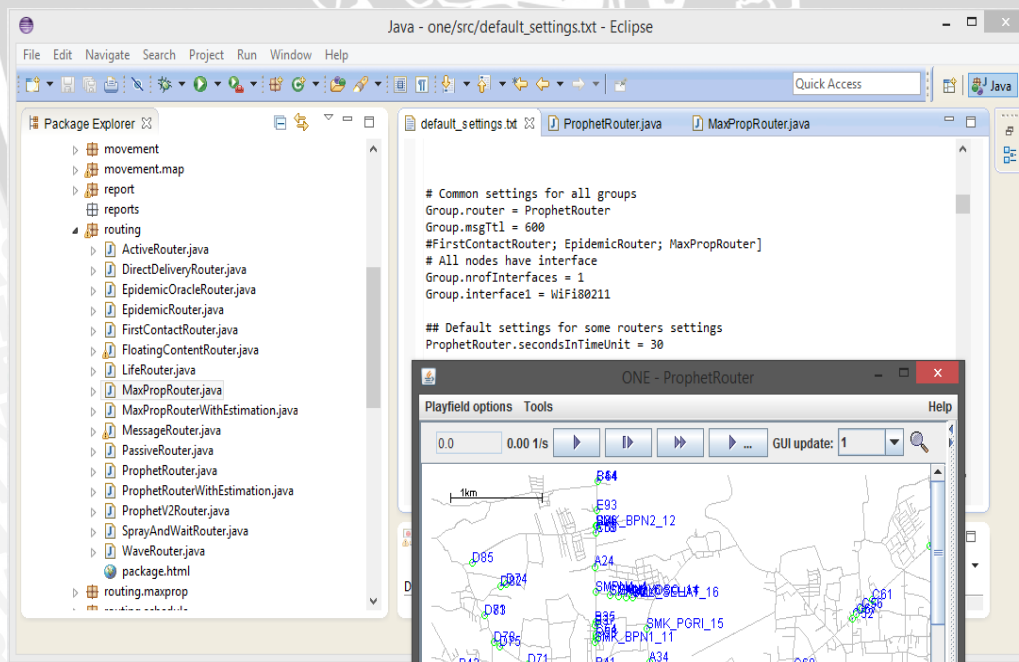
2.1.3 Konfigurasi Protokol *Routing* MaxProp dan PROPHET

Dalam jaringan DTN memerlukan sebuah protokol *routing* untuk mekanisme pengiriman sebuah paket dari sumber (*source*) ke tujuan (*destination*). Penggunaan *routing* berguna untuk pengiriman yang lebih baik, pada penelitian ini simulasi menggunakan 2 (dua) protokol *routing* yaitu MaxProp dan PROPHET. Implementasi 2 (dua) protokol pada simulasi dapat menggunakan skenario global pada konfigurasi *router*, sedangkan untuk konfigurasi parameter pada MaxProp berupa nilai atau ukuran *probability maximum* yaitu 50 dan Alpha (α) bernilai 1. Konfigurasi pada skenario global untuk *routing* MaxProp ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Ilustrasi konfigurasi global *routing* MaxProp

Sedangkan konfigurasi parameter pada PROPHET antara lain nilai P_{init} diinisialisasikan 0.75, *default Beta* (β) bernilai 0.25 dan Gamma (γ) mempunyai *default* nilai 0.98. Konfigurasi pada skenario global untuk *routing* PROPHET ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Ilustrasi konfigurasi global *routing* PROPHET

4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja protokol *routing* pada skema simulasi jaringan DTN dengan skenario yang telah ditetapkan pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 di Sub bab 3.3.2. Pengujian kinerja bekerja ketika ada paket atau pesan dikirim dari *host* ke tujuan. Setiap protokol *routing* disimulasikan 1 (satu) kali dalam waktu interval simulasi 12 jam untuk 5 pesan *request-response*. Pengujian dilakukan bertahap interval 5 pesan *request-response* dengan interval waktu 12 jam (43200s) sampai 50 pesan *request-response* dengan waktu simulasi 120 jam (432000s). Dalam tahap ini menggunakan parameter atau skenario yang didefinisikan pada perancangan simulasi jaringan pada Tabel 3.3, 3.4 dan 3.5 di Sub bab 3.3.2 untuk pengujian kinerja protokol *routing*.

Pengujian kinerja pada protokol *routing* antara lain Pengujian *Delivery Probability*, Pengujian *Average Latency*, Pengujian *Average Buffer Time*, dan Pengujian *Overhead Ratio*.

4.2.1 Pengujian *Delivery Probability*

Pengujian ini menghasilkan angka rasio pesan yang diterima node tujuan dari total pesan yang dikirim atau dibuat. Nilai *probability* yang semakin tinggi maka protokol *routing* dapat mengirimkan pesan yang lebih banyak atau pesan yang sampai ke tujuan semakin banyak. *Packet Delivery Probability* diperoleh dari persamaan 4.1 (Warthman, 2003) yaitu sebagai berikut.

$$Delivery\ Probability = \frac{Number\ of\ Delivered\ Messages}{Number\ of\ Created\ Messages} \quad (4.1)$$

4.2.2 Pengujian *Average Latency (Delay)*

Pengujian ini dilakukan dengan menghasilkan waktu rata-rata yang diperlukan paket untuk sampai dari *host* ke tujuan (waktu keseluruhan yang dibutuhkan paket sejak pesan berpindah dari pengirim hingga tiba penerima) (Warthman, 2003). Jika semakin rendah *Average Latency* maka semakin cepat pengiriman pesan.

4.2.3 Pengujian *Average Buffer Time*

Pengujian ini dilakukan dengan menghasilkan waktu rata-rata paket berada di setiap *buffer* node sebelum dikirim dan dibuang. Jika semakin rendah *Average Buffer Time* maka semakin baik kinerja *buffer* pada protokol *routing* (Bulut, 2011).

4.2.4 Pengujian *Overhead Ratio*

Pengujian ini merupakan banyak pesan berlebihan yang diteruskan (*forward*) untuk pengiriman satu paket. Jika semakin rendah *Overhead Ratio* maka protokol *routing* semakin baik dalam replikasi paket (Liu, 2009). *Overhead Ratio* diperoleh dari persamaan 4.2 (Alnajjar & Saadawi, 2010).

$$Overhead\ Ratio = \frac{Relayed\ Messages - Delivered\ Messages}{Delivered\ Messages} \quad (4.2)$$

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada sistem simulasi untuk pengiriman paket dari sumber ke destinasi dengan jaringan DTN dan 2 (dua) protokol *routing* yang berbeda. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah simulasi jaringan sesuai dengan fungsi dan mengetahui kinerja protokol *routing* dengan simulasi jaringan DTN. Dalam bab ini membahas mengenai hasil dari beberapa pengujian serta analisis pengujian tersebut.

5.1.1 Hasil Pengujian *Delivery Probability*

Hasil dari pengujian *Delivery Probability* untuk 2 (dua) protokol *routing* dengan simulasi jaringan DTN serta menggunakan skenario perancangan jaringan simulasi. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan sekolah yang berada di daerah simulasi mengirimkan *request file* kepada sekolah yang digunakan sebagai *gateway*. Dalam penyampaian dalam pengiriman *file* atau pesan menggunakan *router* bergerak yaitu kendaraan angkutan umum. *File* atau pesan ditransfer dan direplikasi ketika setiap *router* bertemu dengan *router* lain yang belum memiliki pesan. Pemilihan *router* ketika ingin mentransfer *file* atau pesan juga berpengaruh dengan *Packet Delivery Probability*. Dengan skenario jaringan yang sudah didefinisikan Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 pada Sub bab 3.3.2 dan metode pengujian yang sudah didefinisikan pada Sub bab 4.2. Pada Tabel 5.1 menunjukkan hasil pengujian *Delivery Probability*.

Tabel 5.1 Hasil pengujian *Delivery Probability*

<i>Messages (Request-response)</i>	<i>Created Messages</i>		<i>Delivered Messages</i>		<i>Delivery Probability</i>	
	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET
1	2	2	2	2	1	1
5	10	10	10	10	1	1
10	20	19	20	18	1	0.94
15	30	27	30	26	1	0.96
20	40	36	40	35	1	0.97
25	50	44	50	43	1	0.97
30	60	54	60	53	1	0.98
35	70	65	70	64	1	0.98
40	80	74	80	73	1	0.98
45	90	82	90	81	1	0.98
50	100	92	100	91	1	0.98

Dari Persamaan 4.1 pada Sub bab 4.2.1 diperoleh *Delivery Probability* untuk protokol *routing* MaxProp dan PRoPHET pada simulasi dengan *Delivered Messages* dibagi *Created Messages*. Setiap protokol *routing* disimulasikan 1 (satu) kali dalam waktu interval simulasi 12 jam untuk 5 pesan *request-response*.

5.1.2 Hasil Pengujian *Average Latency (Delay)*

Hasil pengujian *Average Latency (Delay)* yang merupakan waktu rata-rata yang diperlukan paket untuk sampai dari *host* ke tujuan diperoleh dengan mensimulasikan sekolah yang berada di daerah simulasi mengirimkan *request* file kepada sekolah yang digunakan sebagai *gateway*. Pengujian menggunakan 2 (dua) protokol *routing* dengan simulasi jaringan DTN serta menggunakan skenario perancangan jaringan simulasi. Dengan skenario jaringan yang sudah didefinisikan Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 pada Sub bab 3.3.2 dan metode pengujian yang sudah didefinisikan pada Sub bab 4.2. Pada Tabel 5.2 menunjukkan hasil pengujian *Average Latency (Delay)*.

Tabel 5.2 Hasil pengujian *Average Latency (Delay)*

<i>Messages (Request-response)</i>	<i>Created Messages</i>		<i>Delivered Messages</i>		<i>Average Latency (s)</i>	
	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET
1	2	2	2	2	3699.70	3928.75
5	10	10	10	10	4065.13	4061.40
10	20	19	20	18	4085.02	4512.77
15	30	27	30	26	4089.77	4745.74
20	40	36	40	35	4096.74	4854.82
25	50	44	50	43	4094.44	4917.77
30	60	54	60	53	4104.81	4753.41
35	70	65	70	64	4103.40	4622.19
40	80	74	80	73	4098.05	4674.43
45	90	82	90	81	4101.40	4739.02
50	100	92	100	91	4098.57	4683.16

Setiap protokol *routing* disimulasikan 1 (satu) kali dalam waktu interval simulasi 12 jam untuk 5 pesan *request-response*. Interval waktu simulasi dan jumlah pesan bertambah sampai 50 pesan *request-response*. Setelah itu didapat rata-rata *delay* pengiriman pesan dari node ke *gateway* dan sebaliknya *gateway* ke node.

5.1.3 Hasil Pengujian *Average Buffer Time*

Hasil pengujian *Average Buffer Time* yang merupakan waktu rata-rata paket berada di setiap *buffer* node sebelum dikirim dan dibuang dapat diperoleh dari proses simulasi pengiriman *request file* dari sekolah ke sekolah yang dijadikan *gateway* jaringan. Pengujian menggunakan 2 (dua) protokol *routing* dengan simulasi jaringan DTN serta menggunakan skenario perancangan jaringan simulasi. Dengan skenario jaringan yang sudah didefinisikan Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 pada Sub bab 3.3.2 dan metode pengujian yang sudah didefinisikan pada Sub bab 4.2. Pada Tabel 5.3 menunjukkan hasil pengujian *Average Buffer Time*.

Tabel 5.3 Hasil pengujian *Average Buffer Time*

<i>Messages (Request-response)</i>	<i>Created Messages</i>		<i>Delivered Messages</i>		<i>Average Buffer Time (s)</i>	
	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET
1	2	2	2	2	3214.19	12901.42
5	10	10	10	10	3577.57	13277.10
10	20	19	20	18	3710.69	13219.66
15	30	27	30	26	3695.09	13400.97
20	40	36	40	35	3743.10	13423.09
25	50	44	50	43	3671.51	13446.82
30	60	54	60	53	3720.29	13427.03
35	70	65	70	64	3703.93	13545.82
40	80	74	80	73	3708.60	13514.82
45	90	82	90	81	3711.94	13491.34
50	100	92	100	91	3696.69	13486.86

5.1.4 Hasil Pengujian *Overhead Ratio*

Hasil pengujian *Overhead Ratio* diperoleh dari proses simulasi pengiriman *request file* dari sekolah ke sekolah yang jadi *gateway*. Pengujian menggunakan 2 (dua) protokol *routing* dengan simulasi jaringan DTN serta menggunakan skenario perancangan jaringan simulasi. *Overhead Ratio* merupakan banyak pesan berlebihan yang diteruskan (*forward*) untuk pengiriman satu paket. Dengan skenario jaringan yang sudah didefinisikan Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 pada Sub bab 3.3.2 dan metode pengujian yang sudah didefinisikan pada Sub bab 4.2. Pada Tabel 5.4 menunjukkan hasil pengujian *Overhead Ratio*.

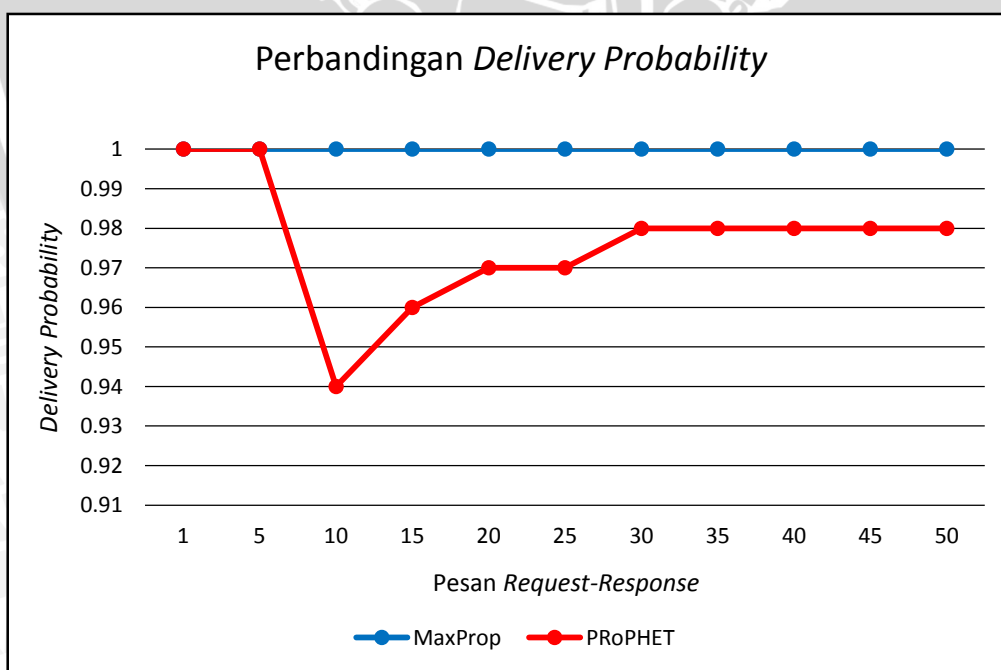
Tabel 5.4 Hasil pengujian *Overhead Ratio*

<i>Messages (Request-response)</i>	<i>Created Messages</i>		<i>Delivered Messages</i>		<i>Overhead Ratio</i>	
	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET	MaxProp	PRoPHET
1	2	2	2	2	104.00	94.50
5	10	10	10	10	97.50	88.70
10	20	19	20	18	101.1	92.33
15	30	27	30	26	103.16	93.69
20	40	36	40	35	102.32	91.88
25	50	44	50	43	102.08	92.04
30	60	54	60	53	101.66	92.62
35	70	65	70	64	102.41	92.14
40	80	74	80	73	102.17	91.15
45	90	82	90	81	102.62	91.11
50	100	92	100	91	103.13	91.15

5.2 Pembahasan

Pada penelitian ini pembahasan atau analisis hasil dilakukan dari hasil sekumpulan pengujian-pengujian yang telah didapat. Hasil pengujian meliputi hasil pengujian *Delivery Probability*, pengujian *Average Latency (Delay)*, pengujian *Average Buffer Time*, dan pengujian *Overhead Ratio*. Skenario pengujian dilakukan bertahap untuk setiap protokol *routing* disimulasikan 1 (satu) kali dalam waktu interval simulasi 12 jam (43200s) untuk 5 pesan *request-response*. Interval waktu simulasi dan jumlah pesan bertambah sampai 50 pesan *request-response*. Setelah didapat hasil pengujian langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis terhadap hasil pengujian. Analisis dari beberapa hasil pengujian akan dijelaskan berikut ini.

Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui *Delivery Probability* dari protokol *routing* MaxProp dan PROPHET. Setiap protokol *routing* disimulasikan 1 (satu) kali dalam waktu interval simulasi 12 jam untuk 5 pesan *request-response*. Pengujian dilakukan bertahap interval 5 pesan dengan interval waktu 12 jam (43200s) sampai 50 pesan *request-response*. Skenario jaringan antara lain pengiriman paket dilakukan dari sekolah untuk disampaikan ke sekolah yang dijadikan sebagai *gateway* untuk akses Internet, pengiriman menggunakan perantara *router* bergerak yang dalam kasus ini angkutan umum serta skenario yang lain sudah didefinisikan dalam bab perancangan simulasi jaringan Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 pada Sub bab 3.3.2. *Delivery Probability* didapat dari jumlah *Delivered Messages* dibagi *Created Messages* yang sesuai dengan persamaan 4.1 pada Sub bab 4.2.1. Perbandingan hasil *Delivery Probability* protokol MaxProp dan PROPHET pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.1.

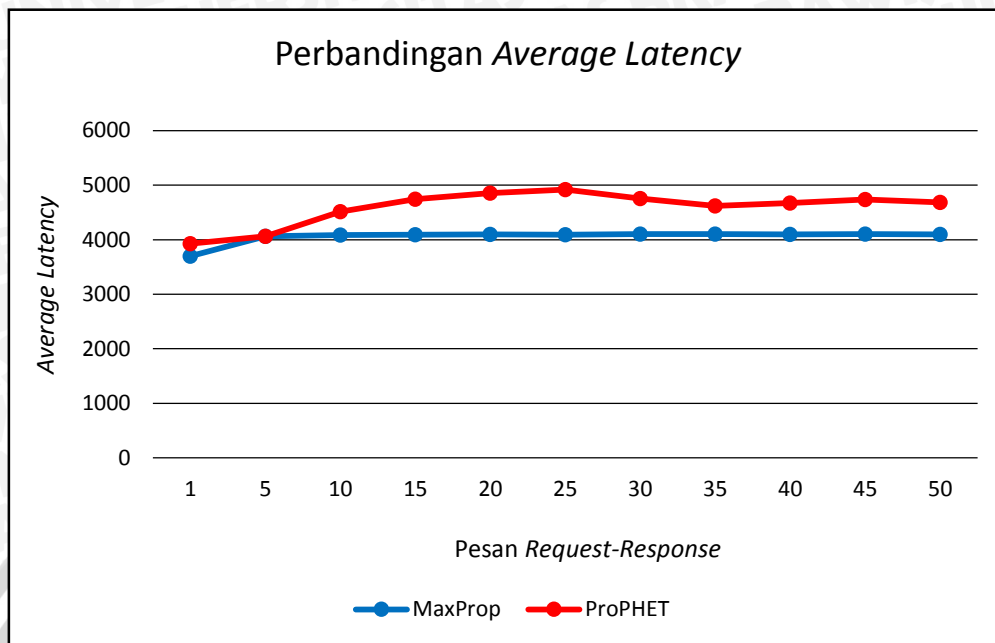


Gambar 5.1 Grafik perbandingan *Delivery Probability*

Dari hasil perbandingan *Delivery Probability*, MaxProp memiliki nilai 1 atau 100% dari setiap percobaan, dengan kata lain semua paket terkirim selama waktu yang ditentukan. Sedangkan PROPHET memiliki nilai variasi dari setiap percobaan. PROPHET mengalami penurunan ketika pesan *request-response* 10 yaitu 0.94, dikarenakan jumlah pesan terkirim total ada 18 pesan sedangkan yang dibuat ada 19 pesan dalam waktu simulasi 24 jam (86400s). Namun mulai dari pesan *request-response* 15, PROPHET mulai mengalami kenaikan *Delivery Probability* sampai pesan *request-response* 30. Kemudian konstan mulai dari 30 pesan sampai 50 *request-response* yaitu 0.98.

Walaupun konstan PROPHET mengalami penurunan dalam pembuatan pesan sehingga jika ingin mengirimkan total pesan secara utuh maka PROPHET membutuhkan waktu yang lebih dari batas waktu yang ditentukan. Untuk 30 pesan *request-response* dalam waktu 36 jam (129600s) PROPHET menciptakan pesan 54 dan terkirim ada 53, sedangkan 50 *request-response* PROPHET menciptakan pesan sebanyak 92 dan yang terkirim 91 berbanding jauh dari MaxProp yang dapat menciptakan dan terkirim 100 pesan dalam waktu 120 Jam(432000s).

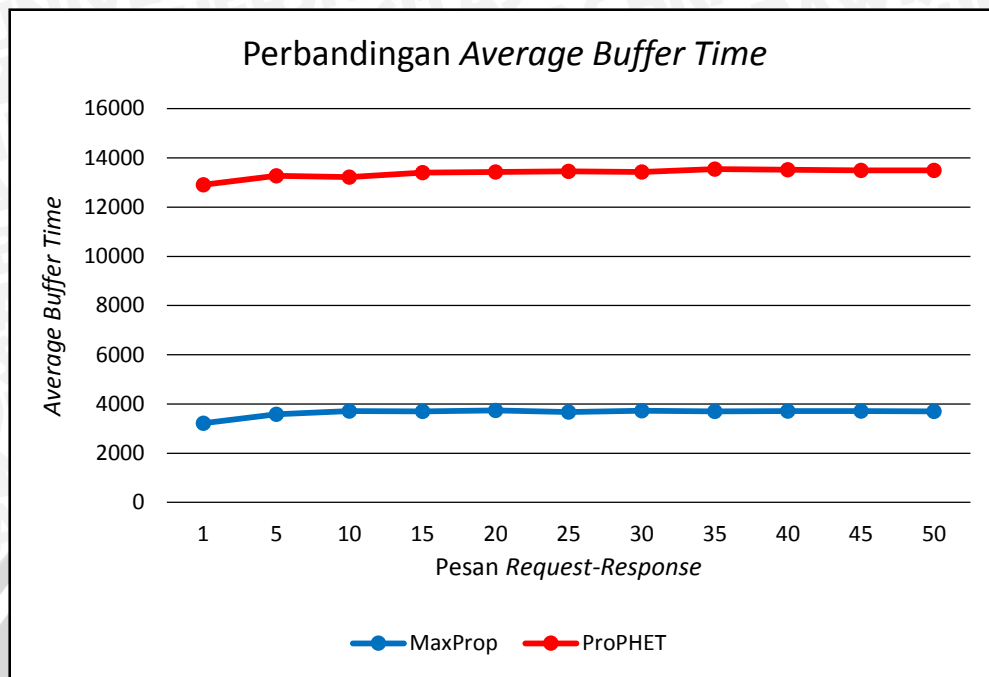
Pengujian kedua dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian *Average Latency (Delay)* untuk pengiriman paket dari sekolah ke *gateway*. *Latency (Delay)* dalam DTN merupakan waktu keseluruhan yang dibutuhkan paket sejak pesan berpindah dari pengirim hingga tiba penerima. Pengujian *Average Latency (Delay)* merupakan parameter yang utama dalam mengevaluasi kinerja protokol *routing*. Karena DTN merupakan arsitektur jaringan yang toleran terhadap *delay* namun dengan munculnya beberapa model pengiriman pesan atau paket pada DTN, sekarang rendahnya *delay* menjadi prioritas proses pengiriman dalam DTN. Protokol PROPHET dan MaxProp masing-masing menawarkan model pengiriman yang berbeda dengan tujuan yang sama yaitu paket sampai dengan *delay* yang rendah. Hasil perbandingan *Average Latency (Delay)* dari protokol MaxProp dan PROPHET ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik perbandingan Average Latency (Delay)

Dari hasil perbandingan *Average Latency (Delay)* pada Gambar 5.2, bahwa perbedaan dari protokol MaxProp dan PROPHET terjadi setelah 10 pesan *request-response*. Nilai *Average Latency (Delay)* MaxProp pada 5 pesan *request-response* sempat lebih tinggi dibanding PROPHET yaitu 4065.13s berbanding 4061.40s. Namun kemudian PROPHET mengalami kenaikan nilai *Average Latency (Delay)* yang signifikan pada pesan *request-response* 10 yang bernilai 4512.77s dari 4061.40s yang merupakan nilai dengan pesan *request-response* 5, tetapi setelah itu PROPHET mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak terlalu signifikan. Kenaikan PROPHET terjadi di interval 10-25 pesan *request-response* (4512.77s, 4745.74s, 4854.82s, dan 4917.77s) dan penurunan terjadi interval 30-35 pesan *request-response* (4753.41s dan 4622.19s). Namun mengalami kenaikan lagi pada 40 dan 45 pesan *request-response* sedangkan 50 pesan pesan *request-response* mengalami penurunan lagi. MaxProp mengalami kenaikan nilai *Average Latency (Delay)* pada pesan *request-response* 1-20 yaitu 3699.70s, 4065.13s, 4085.02s, 4089.77s, dan 4096.74s. Namun setelah itu nilai *Average Latency (Delay)* MaxProp naik turun tetapi tidak terlalu signifikan.

Pengujian ketiga merupakan pengujian *Average Buffer Time*, pengujian ini mendapatkan hasil dari waktu rata-rata paket berada di setiap *buffer* node sebelum dikirim dan dibuang. Pengiriman pesan dilakukan dari sekolah atau pesan *request* ke *gateway* dan begitu sebaliknya sebagai pesan *response* dari *gateway* ke sekolah. Pengujian *buffer* dilakukan untuk menguji manajemen *buffer* yang ada pada protokol *routing*. Pada MaxProp terdapat manajemen *buffer* yang bertugas untuk menyimpan dan membuang pesan berdasarkan prioritas. Sedangkan pada PROPHET tidak ada manajemen untuk *buffer*, oleh karena itu perbandingan *Average Buffer Time* yang signifikan. Hasil perbandingan *Average Buffer Time* dari protokol MaxProp dan PROPHET ditunjukkan pada Gambar 5.3.



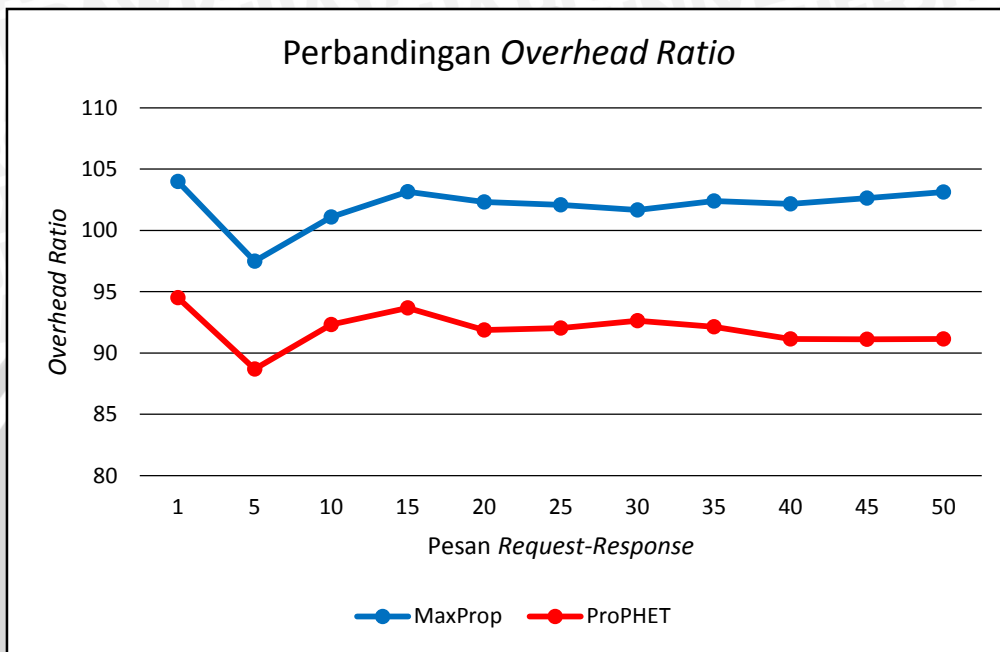
Gambar 5.3 Grafik perbandingan *Average Buffer Time*

Dari hasil perbandingan *Average Buffer Time* dapat dilihat dari Gambar 5.3 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. MaxProp memiliki nilai naik turun tetapi yang paling rendah nilai *Average Buffer Time* yaitu 3214.19s pada pesan *request-response* 1 dan nilai *Average Buffer Time* yang paling tinggi 3711.94s pada pesan *request-response* 45. Sedangkan PROPHET memiliki nilai *Average Buffer Time* yang cukup tinggi walaupun nilainya juga naik-turun. Nilai *Average Buffer Time* PROPHET hampir 4x (empat kali) lipat dari nilai *Average Buffer Time* MaxProp. Nilai *Average Buffer Time* PROPHET terendah yaitu 12901.42s pada pesan *request-response* 1 dan nilai *Average Buffer Time* tertinggi yaitu 13545.82s pada pesan *request-response* 35.

Nilai *Average Buffer Time* MaxProp lebih rendah dikarenakan adanya manajemen *buffer* yang dapat memilih paket mana yang diteruskan ke node selanjutnya dan paket mana yang dibuang. Pada MaxProp paket yang memiliki prioritas rendah maka segera dibuang dalam *buffer* sedangkan paket dengan prioritas tinggi merupakan paket-paket baru dan paket-paket yang diteruskan ke node selanjutnya. Pada PROPHET tidak ada manajemen *buffer* yang melakukan tindakan pembuangan paket yang sudah dikirim ke tujuan dengan segera dan tidak segera juga membuang pesan replika.

Pengujian keempat yaitu pengujian *Overhead Ratio*, yang merupakan hasil dari *Relayed Messages* dikurangi *Delivered Messages*, kemudian dibagi *Delivered Messages*. *Relayed Messages* merupakan pesan yang berhasil ditransmisikan antar node. *Overhead Ratio* merupakan banyak pesan berlebihan yang diteruskan (*forward*) untuk pengiriman satu paket. Walaupun MaxProp dan PROPHET merupakan protokol yang memiliki pengetahuan dalam pengiriman pesan, tetap

saja pesan yang beredar cukup banyak karena melakukan replika atau melakukan penggandaan pesan untuk mempercepat pengiriman ke tujuan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai *Overhead Ratio* antara MaxProp dan PROPHET. Hasil Perbandingan nilai *Overhead Ratio* pada protokol MaxProp dan PROPHET ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik perbandingan *Overhead Ratio*

Hasil perbandingan *Overhead Ratio* pada Gambar 5.4 terlihat perbedaan yang tidak terlalu jauh antara MaxProp dan PROPHET. Nilai *Overhead Ratio* pada MaxProp dengan nilai terendah adalah 97.50 pada pesan *request-response* 5. Sedangkan yang paling tinggi berada di pesan *request-response* 1 dengan nilai 104.00. Pada PROPHET nilai terendah *Overhead Ratio* juga berada pada pesan *request-response* 5 yaitu 88.70, begitu pula yang tertinggi di pesan *request-response* 1 yang bernilai 94.50. Pada pesan *request-response* lainnya MaxProp dan PROPHET memiliki nilai yang naik turun.

Dari serangkaian hasil pengujian didapatkan informasi bahwa MaxProp dan PROPHET mempunyai kinerja yang tidak terlalu jauh berbeda. Pada simulasi jaringan DTN yang telah dilakukan MaxProp dan PROPHET dapat digunakan untuk pengiriman paket dengan memanfaatkan node-node bergerak. Namun demikian, perlu dilakukan pengembangan untuk meningkatkan kinerja MaxProp dan PROPHET pada jaringan DTN.



BAB 6 PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis sistem simulasi dan saran untuk pengembangan penggunaan simulator, *routing* MaxProp dan *PROPHET* pada jaringan DTN untuk sistem simulasi akses Internet.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil proses simulasi, pengujian dan analisis hasil pengujian kinerja protokol *MaxPop* dan *PROPHET* pada simulasi jaringan DTN untuk simulasi akses Internet, dapat disimpulkan bahwa :

1. Simulasi jaringan DTN pada suatu daerah dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu tahap pertama adalah merancang lingkungan simulasi. Pada proses perancangan lingkungan simulasi membutuhkan data peta daerah dan sumber daya, seperti data angkutan umum dan jalur trayek sehingga angkutan umum dapat digunakan sebagai *router* bergerak dalam simulasi jaringan DTN. Tahap selanjutnya untuk skenario jaringan pada proses simulasi untuk penelitian ini menggunakan jumlah angkutan umum (node bergerak), jumlah sekolah (node statis), dan jalur setiap jenis angkutan umum. Tahap terakhir yaitu melakukan konfigurasi *default router* untuk semua *router* pada simulasi jaringan DTN.
2. Implementasi protokol *routing* MaxProp dan PROPHET pada simulasi jaringan DTN menggunakan perangkat lunak The ONE Simulator. Pada konfigurasi MaxProp dan PROPHET pada The ONE Simulator berada dibagian *Group router* dalam *file* *default_settings.txt* dengan memilih tipe *routing* *MaxPropRouter* atau *ProphetRouter*. Selain itu terdapat juga nilai konstanta dan variabel dalam konfigurasi protokol *routing*, pada MaxProp terdapat nilai *probability maximum* yaitu 50 dan Alpha (α) bernilai 1 sedangkan PROPHET nilai P_{init} diinisialisasikan 0.75, *default Beta* (β) bernilai 0.25 dan Gamma (γ) mempunyai *default* nilai 0.98. Setelah melakukan konfigurasi maka semua node atau *router* menggunakan tipe *routing* MaxProp dan PROPHET baik statis maupun bergerak dalam proses *forwarding* pesan.
3. Hasil perbandingan kinerja protokol MaxProp dan PROPHET dalam simulasi jaringan DTN dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah paket yang direplikasi, pemilihan node untuk *forwarding* pesan, dan penggunaan manajemen *buffer*. Untuk hasil lengkap perbandingan kinerja dalam beberapa pengujian adalah sebagai berikut :
 - a. Pada pengujian *Delivery Probability* menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda antara protokol MaxProp dan PROPHET. Nilai *Delivery Probability* dari MaxProp konstan yaitu 1 atau 100% dari pengiriman paket. Sedangkan nilai PROPHET turun dari 1 (100%) ke nilai terendah 0.94 (94%) dan kembali konstan pada nilai 0.98 (98%).

- b. Pada pengujian *Average Latency (Delay)* mendapatkan perbedaan hasil yang tidak signifikan antara MaxProp dengan PROPHET. Nilai tertinggi *Average Latency (Delay)* dari MaxProp adalah 4104.81s, sedangkan PROPHET mempunyai nilai 4917.77s. Sementara pada nilai *Average Latency (Delay)* MaxProp yang terendah yaitu 3699.70s dan PROPHET memiliki nilai 3928.75s.
- c. Pada pengujian *Average Buffer Time* menunjukkan hasil yang jauh berbeda, MaxProp memiliki *Average Buffer Time* terendah adalah 3214.19s dan yang tertinggi yaitu 3743.10s. Sedangkan PROPHET yang tidak memiliki manajemen *buffer*, mempunyai nilai *Average Buffer Time* terendah yaitu 12901.42s dan yang paling tinggi dengan nilai 13545.82s.
- d. Pada pengujian *Overhead Ratio* menunjukkan perbedaan hasil yang tidak terlalu signifikan, PROPHET memiliki nilai *Overhead Ratio* yang paling rendah 88.70 dan nilai tertinggi pada nilai 94.50. Sedangkan MaxProp nilai terendah berada pada nilai 97.50 dan nilai yang paling tinggi adalah 104.00.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diusulkan untuk pengembangan sistem simulasi lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan skenario tambahan pada The ONE Simulator, seperti pengelolaan pesan dan *buffer*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *Latency (delay)* yang lebih rendah untuk diterapkan pada MaxProp dan PROPHET.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi *Overhead Ratio* yang tinggi dalam *routing* MaxProp sehingga menghasilkan *Overhead Ratio* yang rendah.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang *buffer* pada *routing* PROPHET sehingga dapat disimulasikan dengan *Average Buffer Time* yang rendah dan jumlah paket yang beredar juga lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2005. *Analisis Keteringgalan Daerah di Indonesia*. [pdf] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Tersedia di :
<<http://kawasan.bappenas.go.id/images/HasilPemantauan/Analisis%20Keteringgalan%20Daerah%20di%20Indonesia%20Tahun%202005.pdf>>. [Diakses 19 Februari 2015].
- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. 2015. *Profil Pengguna Internet Indonesia 2014*. [pdf] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. Tersedia di :
<<http://www.apjii.or.id/v2/upload/statistik/Survey%20APJII%202014%20v3.pdf>>. [Diakses 21 Juni 2015].
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. 2014. *Siaran Pers Tentang Riset Kominfo dan UNICEF Mengenai Perilaku Anak dan Remaja Dalam Menggunakan Internet*. Kementerian Komunikasi dan Informatika. [online] Tersedia di :
<http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3834/Siaran+Pers+No.+17-PIH-KOMINFO-2-2014+tentang+Riset+Kominfo+dan+UNICEF+Mengenai+Perilaku+Anak+dan+Remaja+Dalam+Menggunakan+Internet+/0/siaran_pers>. [Diakses 21 Juni 2015].
- Badan Pusat Statistik. 2010. *Proyeksi Penduduk Berdasarkan Hasil Sensus Penduduk 2010*. Badan Pusat Statistik. [online] Tersedia di : <<http://www.bps.go.id/>>. [Diakses 21 Juni 2015].
- Warthman, F. 2012. *Delay-and Disruption-Tolerant Networks (DTNs). A Tutorial. V. 0*. [e-book]. Interplanetary Internet Special Interest Group. Tersedia melalui : Scholar Google <<https://scholar.google.co.id>>. [Diakses 26 Maret 2014].
- Gamit, Vrunda, and Mr Hardik Patel. 2014. *Evaluation of DTN Routing Protocols*. [e-journal]. Tersedia melalui : Scholar Google <<https://scholar.google.co.id>>. [Diakses 23 Februari 2015]
- Burgess, J., Gallagher, B., Jensen, D., & Levine, B. N. (2006). *MaxProp: Routing for Vehicle-Based Disruption-Tolerant Networks*. INFOCOM (Vol. 6, pp. 1-11). [e-journal] Tersedia melalui : Scholar Google <<https://scholar.google.co.id>>. [Diakses 22 Februari 2015].
- Lindgren, A., Doria, A., & Schelén, O. (2003). *Probabilistic routing in intermittently connected networks*. [e-journal]. ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review, 7(3), 19-20. Tersedia melalui : Scholar Google <<https://scholar.google.co.id>>. [Diakses 25 Juni 2015].

Surachman, Arif. 2013. *Literasi Informasi Digital*. [online] Tersedia di : < http://www.academia.edu/7858500/Literasi_Informasi_Digital >. [Diakses 27 Mei 2015].

Kurose, J. F., & Ross, K. W. 2013. *Computer Networking: A Top-Down Approach: International Edition*. Pearson Higher Ed.

Uddin, M. Y. S., Nicol, D. M., Abdelzaher, T. F., & Kravets, R. H. 2009, December. *A post-disaster mobility model for delay tolerant networking*. In *Winter Simulation Conference* (pp. 2785-2796). [e-journal]. Winter Simulation Conference. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 29 April 2015].

Vahdat, A., & Becker, D. 2000. *Epidemic routing for partially connected ad hoc networks* (p. 18). [e-journal]. Technical Report CS-200006, Duke University. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 29 April 2015].

Keř Anen, A. (2008). Opportunistic network environment simulator. [e-book]. Special Assignment report, Helsinki University of Technology, Department of Communications and Networking. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 5 Mei 2015].

Jain, S., Fall, K., & Patra, R. (2004). *Routing in a delay tolerant network* (Vol. 34, No. 4, pp. 145-158). [e-journal]. ACM. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 11 Mei 2015].

Steiniger, S., & Hunter, A. J. (2012). *OpenJUMP HoRAE—A free GIS and toolbox for home-range analysis*. [pdf] *Wildlife Society Bulletin*, 36(3), 600-608. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].

Eyuphan, Bulut. 2011. *Opportunistic Routing Algorithms In Delay Tolerant Networks*. Doctoral dissertation, Rensselaer Polytechnic Institute. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].

Cong Liu. 2009. *Design And Implementation Of Efficient Routing Protocols In Delay Tolerant Networks*. Dissertation. Florida Atlantic University. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].

Alnajjar, F., & Saadawi, T. 2010, February. *HEPRA: History of encounters probabilistic routing algorithm in delay-tolerant network*. [pdf] In *Proceedings of the 9th IASTED International Conference* (Vol. 676, No. 046, p. 157). Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].

Anonymous. 2011. *http hypertext transfer protocol pengertian dan cara kerja http*. [online] & [image online] Tersedia di : < jaringankomputer.org/http >

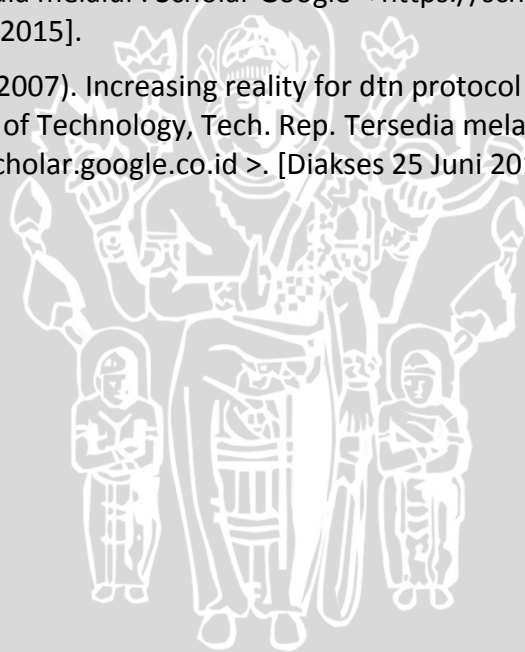
hypertext-transfer-protocol-pengertian-cara-kerja-http/>. [Diakses 10 Juli 2015].

Badan Geologi. 2015. *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Per Kota Kabupaten di Jawa Timur*. [image online] Badan Geologi. Tersedia di : <http://www.vsi.esdm.go.id/galeri/var/resizes/Peta-Zona-Kerentanan-Gerakan-Tanah1-01/Peta-Zona-Kerentanan-Gerakan-Tanah-Per-Kabupaten-Kota1/Peta-Zona-Kerentanan-Gerakan-Tanah-Per-Kota-Kabupaten-di-Jawa-Timur/KAB_MAGETAN.jpg?m=1412558363>. [Diakses 25 Juni 2015].

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2015. DAFTAR SATUAN PENDIDIKAN (SEKOLAH) PER Kec. Magetan. [online] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan . Tersedia di : <<http://referensi.data.kemdikbud.go.id/index11.php?level=3&kode=051006&id=0>>. [Diakses 25 Juni 2015].

Olaya, V. 2008. SEXTANTE, a free platform for geospatial analysis. [pdf] OSGeo J, 6(3239), 16. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].

Keränen, A., & Ott, J. (2007). Increasing reality for dtn protocol simulations. [pdf] Helsinki University of Technology, Tech. Rep. Tersedia melalui : Scholar Google < <https://scholar.google.co.id> >. [Diakses 25 Juni 2015].



LAMPIRAN

Lampiran A *File* konfigurasi simulasi DTN pada The ONE Simulator

```

1 # Default settings for the simulation
2
3 ## Scenario settings
4 Scenario.name = %%Group.router%%
5 Scenario.simulateConnections = true
6 Scenario.updateInterval = 0.1
7 Scenario.endTime = 43200
8
9 ## Interface-specific settings:
10 # type : which interface class the interface belongs to
11 # For different types, the sub-parameters are interface-specific
12 # For SimpleBroadcastInterface, the parameters are:
13 # transmitSpeed : transmit speed of the interface (bytes per second)
14 # transmitRange : range of the interface (meters)
15
16 WiFi80211.type = SimpleBroadcastInterface
17 WiFi80211.transmitSpeed = 2M
18 WiFi80211.transmitRange = 30
19
20 ## Group-specific settings:
21 # groupID : Group's identifier. Used as the prefix of host names
22 # nrofHosts: number of hosts in the group
23 # movementModel: movement model of the hosts (valid class name from
24 movement package)
25 # waitTime: minimum and maximum wait times (seconds) after reaching
26 destination
27 # speed: minimum and maximum speeds (m/s) when moving on a path
28 # bufferSize: size of the message buffer (bytes)
29 # router: router used to route messages (valid class name from routing
30 package)
31 # msgTtl : TTL (minutes) of the messages created by this host group,
32 default=infinite
33 ## Group and movement model specific settings
34 # routeFile: route's file path - for MapRouteMovement
35 # routeType: route's type - for MapRouteMovement
36
37 # Define 6 different node groups
38 Scenario.nrofHostGroups = 23
39 Group.nrofHosts = 97
40
41 # Common settings for all groups
42 Group.router = [MaxPropRouter];[ProphetRouter]
43 Group.msgTtl = 300
44 # All nodes have interface

```



```
45 Group.nrofInterfaces = 1
46 Group.interface1 = WiFi80211
47
48 #Sekolah SMAN1
49 Group1.movementModel = StationaryMovement
50 Group1.nrofHosts = 1
51 Group1.nodeLocation = 593, 3145
52 Group1.groupID = SMAN1_
53 Group1.bufferSize = 1G
54 Group1.speed = 0,0
55
56 #Sekolah SMPN1
57 Group2.movementModel = StationaryMovement
58 Group2.nrofHosts = 1
59 Group2.nodeLocation = 1738, 3360
60 Group2.groupID = SMPN1_
61 Group2.bufferSize = 1G
62 Group2.speed = 0,0
63
64 #Sekolah SMPN2
65 Group3.movementModel = StationaryMovement
66 Group3.nrofHosts = 1
67 Group3.nodeLocation = 1778, 2120
68 Group3.groupID = SMPN2_
69 Group3.bufferSize = 1G
70 Group3.speed = 0,0
71
72 #Sekolah SMPN3
73 Group4.movementModel = StationaryMovement
74 Group4.nrofHosts = 1
75 Group4.nodeLocation = 1450, 2783
76 Group4.groupID = SMPN3_
77 Group4.bufferSize = 1G
78 Group4.speed = 0,0
79
80 #Sekolah SMPN4
81 Group5.movementModel = StationaryMovement
82 Group5.nrofHosts = 1
83 Group5.nodeLocation = 1775, 1060
84 Group5.groupID = SMPN4_
85 Group5.bufferSize = 1G
86 Group5.speed = 0,0
87
88 #Sekolah SMP_KATOLIK_PANCASILA
89 Group6.movementModel = StationaryMovement
90 Group6.nrofHosts = 1
91 Group6.nodeLocation = 1800, 3068
92 Group6.groupID = SMP_KATOLIK_
```

```
93 Group6.bufferSize = 1G
94 Group6.speed = 0,0
95
96 #Sekolah SMAN2
97 Group7.movementModel = StationaryMovement
98 Group7.nrofHosts = 1
99 Group7.nodeLocation = 1930, 1091
100 Group7.groupID = SMAN2_
101 Group7.bufferSize = 1G
102 Group7.speed = 0,0
103
104 #Sekolah SMKN1
105 Group8.movementModel = StationaryMovement
106 Group8.nrofHosts = 1
107 Group8.nodeLocation = 1735, 3395
108 Group8.groupID = SMKN1_
109 Group8.bufferSize = 1G
110 Group8.speed = 0,0
111
112 #Sekolah SMKN2
113 Group9.movementModel = StationaryMovement
114 Group9.nrofHosts = 1
115 Group9.nodeLocation = 1523, 3320
116 Group9.groupID = SMKN2_
117 Group9.bufferSize = 1G
118 Group9.speed = 0,0
119
120 #Sekolah SMA_PANCA_BHAKTI
121 Group10.movementModel = StationaryMovement
122 Group10.nrofHosts = 1
123 Group10.nodeLocation = 63, 2962
124 Group10.groupID = SMK_PANCA_
125 Group10.bufferSize = 1G
126 Group10.speed = 0,0
127
128 #Sekolah SMK_BONAVENTURA
129 Group11.movementModel = StationaryMovement
130 Group11.nrofHosts = 1
131 Group11.nodeLocation = 1780, 3065
132 Group11.groupID = SMK_BONA_
133 Group11.bufferSize = 1G
134 Group11.speed = 0,0
135
136 #Sekolah SMK_BPN1
137 Group12.movementModel = StationaryMovement
138 Group12.nrofHosts = 1
139 Group12.nodeLocation = 1770, 1520
140 Group12.groupID = SMK_BPN1_
```

```
141 Group12.bufferSize = 1G
142 Group12.speed = 0,0
143
144 #Sekolah SMK_BPN2
145 Group13.movementModel = StationaryMovement
146 Group13.nrofHosts = 1
147 Group13.nodeLocation = 1778, 462
148 Group13.groupID = SMK_BPN2_
149 Group13.bufferSize = 1G
150 Group13.speed = 0,0
151
152 #Sekolah SMK_YKP1
153 Group14.movementModel = StationaryMovement
154 Group14.nrofHosts = 1
155 Group14.nodeLocation = 2800, 3680
156 Group14.groupID = SMK_YKP1_
157 Group14.bufferSize = 1G
158 Group14.speed = 0,0
159
160 #Sekolah SMK_YOSONEGORO
161 Group15.movementModel = StationaryMovement
162 Group15.nrofHosts = 1
163 Group15.nodeLocation = 2020, 1097
164 Group15.groupID = SMK_YOSO_
165 Group15.bufferSize = 1G
166 Group15.speed = 0,0
167
168 #Sekolah SMK_PGRI
169 Group16.movementModel = StationaryMovement
170 Group16.nrofHosts = 1
171 Group16.nodeLocation = 2325, 1400
172 Group16.groupID = SMK_PGRI_
173 Group16.bufferSize = 1G
174 Group16.speed = 0,0
175
176 #Sekolah SMK_KESEHATAN
177 Group17.movementModel = StationaryMovement
178 Group17.nrofHosts = 1
179 Group17.nodeLocation = 2170, 1116
180 Group17.groupID = SMK_SEHAT_
181 Group17.bufferSize = 1G
182 Group17.speed = 0,0
183
184 #Sekolah MTS&MAS_MURO`ATUDDIN
185 Group18.movementModel = StationaryMovement
186 Group18.nrofHosts = 1
187 Group18.nodeLocation = 1223, 3310
188 Group18.groupID = MAS_MURO_
```

```
189 Group18.bufferSize = 1G
190 Group18.speed = 0,0
191
192 #Angkota Line A
193 Group19.groupID = A
194 Group19.bufferSize = 1G
195 Group19.movementModel = MapRouteMovement
196 Group19.routeFile = data/Magetan/LineA.wkt
197 Group19.routeType = 2
198 Group19.waitTime = 30, 50
199 Group19.speed = 2.7, 13.9
200 Group19.nrofHosts = 17
201
202 #Angkota Line B
203 Group20.groupID = B
204 Group20.bufferSize = 1G
205 Group20.movementModel = MapRouteMovement
206 Group20.routeFile = data/Magetan/LineB.wkt
207 Group20.routeType = 2
208 Group20.waitTime = 30, 50
209 Group20.speed = 2.7, 13.9
210 Group20.nrofHosts = 17
211
212 #Angkota Line C
213 Group21.groupID = C
214 Group21.bufferSize = 1G
215 Group21.movementModel = MapRouteMovement
216 Group21.routeFile = data/Magetan/LineC.wkt
217 Group21.routeType = 2
218 Group21.waitTime = 30, 50
219 Group21.speed = 2.7, 16.7
220 Group21.nrofHosts = 18
221
222 #Angkota Line D
223 Group22.groupID = D
224 Group22.bufferSize = 1G
225 Group22.movementModel = MapRouteMovement
226 Group22.routeFile = data/Magetan/LineD.wkt
227 Group22.routeType = 2
228 Group22.waitTime = 30, 50
229 Group22.speed = 2.7, 13.9
230 Group22.nrofHosts = 17
231
232 #Angkota Line E
233 Group23.groupID = E
234 Group23.bufferSize = 1G
235 Group23.movementModel = MapRouteMovement
236 Group23.routeFile = data/Magetan/LineE.wkt
```

```
237 Group23.routeType = 2
238 Group23.waitTime = 30, 50
239 Group23.speed = 2.7, 13.9
240 Group23.nrofHosts = 10
241
242 # 10-50 km/h
243 #Group2.speed = 2.7, 13.9
244
245 ## Message creation parameters
246 # How many event generators
247 Events.nrof = 10
248
249 # Class of the first event generator
250 Events1.class = MessageEventGenerator
251 #input.MessageEvent = 97,97
252 # (following settings are specific for the MessageEventGenerator class)
253 # Creation interval in seconds (one new message every 25 to 35 seconds)
254 Events1.interval = 10,10
255 Events1.time = 0,15
256 # Message sizes (500kB - 1MB)
257 Events1.size = 8k,8k
258 # range of message source/destination addresses
259 Events1.hosts = 1,1
260 Events1.tohosts = 0,0
261 # Message ID prefix
262 Events1.prefix = F
263
264 Events2.class = MessageEventGenerator
265 Events2.interval = 4555,4555
266 Events2.time = 0,4560
267 Events2.size = 8k,8k
268 Events2.hosts = 0,0
269 Events2.tohosts = 1,1
270 Events2.prefix = G
271
272 Events3.class = MessageEventGenerator
273 Events3.interval = 7514,7514
274 Events3.time = 0,7519
275 Events3.size = 8k,8k
276 Events3.hosts = 1,1
277 Events3.tohosts = 0,0
278 Events3.prefix = F2
279
280 Events4.class = MessageEventGenerator
281 Events4.interval = 14072,14072
282 Events4.time = 0,14077
283 Events4.size = 8k,8k
284 Events4.hosts = 0,0
```

```
285 Events4.tohosts = 1,1
286 Events4.prefix = G2
287
288 Events5.class = MessageEventGenerator
289 Events5.interval = 16550,16550
290 Events5.time = 0,16555
291 Events5.size = 8k,8k
292 Events5.hosts = 1,1
293 Events5.tohosts = 0,0
294 Events5.prefix = F3
295
296 Events6.class = MessageEventGenerator
297 Events6.interval = 20338,20338
298 Events6.time = 0,20343
299 Events6.size = 8k,8k
300 Events6.hosts = 0,0
301 Events6.tohosts = 1,1
302 Events6.prefix = G3
303
304 Events7.class = MessageEventGenerator
305 Events7.interval = 25595,25595
306 Events7.time = 0,25600
307 Events7.size = 8k,8k
308 Events7.hosts = 1,1
309 Events7.tohosts = 0,0
310 Events7.prefix = F4
311
312 Events8.class = MessageEventGenerator
313 Events8.interval = 28438,28438
314 Events8.time = 0,28443
315 Events8.size = 8k,8k
316 Events8.hosts = 0,0
317 Events8.tohosts = 1,1
318 Events8.prefix = G4
319
320 Events9.class = MessageEventGenerator
321 Events9.interval = 32870,32870
322 Events9.time = 0,32875
323 Events9.size = 8k,8k
324 Events9.hosts = 1,1
325 Events9.tohosts = 0,0
326 Events9.prefix = F5
327
328 Events10.class = MessageEventGenerator
329 Events10.interval = 37034,37034
330 Events10.time = 0,37039
331 Events10.size = 8k,8k
332 Events10.hosts = 0,0
```

```
333 Events10.tohosts = 1,1
334 Events10.prefix = G5
335
336 ## Movement model settings
337 # seed for movement models' pseudo random number generator (default = 0)
338 MovementModel.rngSeed = 1
339 # World's size for Movement Models without implicit size (width, height;
340 meters)
341 MovementModel.worldSize = 6500, 5000
342 # How long time to move hosts in the world before real simulation
343 MovementModel.warmup = 0
344 ## Map based movement -movement model specific settings
345 MapBasedMovement.nrofMapFiles = 1
346 MapBasedMovement.mapFile1 = data/Magetan/roads.wkt
347
348 ## Reports - all report names have to be valid report classes
349 Report.nrofReports = 9
350 # length of the warm up period (simulated seconds)
351 Report.warmup = 0
352 Reportgranularity = 1
353 # default directory of reports (can be overridden per Report with output
354 setting)
355 Report.reportDir = reports/[MaxPropRouter];[ProphetRouter]
356
357 # Report classes to load
358 MessageLocationReport.granularity = 1
359 MessageLocationReport.messages = 1
360 Report.report1 = MessageStatsReport
361 Report.report2 = DeliveredMessagesReport
362 Report.report3 = CreatedMessagesReport
363 Report.report4 = DistanceDelayReport
364 Report.report5 = MessageGraphvizReport
365 Report.report6 = MessageDeliveryReport
366 Report.report7= MessageDelayReport
367 Report.report8 = MessageReport
368 Report.report9 = EventLogReport
369
370 ## Optimization settings -- these affect the speed of the simulation
371 ## see World class for details.
372 Optimization.cellSizeMult = 5
373 Optimization.randomizeUpdateOrder = true
374
375 # how many events to show in the log panel (default = 30)
376 GUI.EventLogPanel.nrofEvents = 100
377 # Regular Expression log filter (see Pattern-class from the Java API for RE-
378 matching details)
379 #GUI.EventLogPanel.REfilter = .*p[1-9]<->p[1-9]$
```

Lampiran B Konfigurasi inialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada MaxProp

```

1  /**
2  * Implementation of MaxProp router as described in
3  * <I>MaxProp: Routing for Vehicle-Based Disruption-Tolerant Networks</I> by
4  * John Burgess et al.
5  * @version 1.0
6  *
7  * Extension of the protocol by adding a parameter alpha (default 1)
8  * By new connection, the delivery likelihood is increased by alpha
9  * and divided by 1+alpha. Using the default results in the original
10 * algorithm. Refer to Karvo and Ott, <I>Time Scales and Delay-Tolerant Routing
11 * Protocols</I> Chants, 2008
12 */
13 public class MaxPropRouter extends ActiveRouter {
14     /** Router's setting namespace ({@value})*/
15     public static final String MAXPROP_NS = "MaxPropRouter";
16     /**
17      * Meeting probability set maximum size -setting id ({@value}).
18      * The maximum amount of meeting probabilities to store. */
19     public static final String PROB_SET_MAX_SIZE_S = "probSetMaxSize";
20     /** Default value for the meeting probability set maximum size ({@value}).*/
21     public static final int DEFAULT_PROB_SET_MAX_SIZE = 50;
22     private static int probSetMaxSize;
23
24     /** probabilities of meeting hosts */
25     private MeetingProbabilitySet probs;
26     /** meeting probabilities of all hosts from this host's point of view
27      * mapped using host's network address */
28     private Map<Integer, MeetingProbabilitySet> allProbs;
29     /** the cost-to-node calculator */
30     private MaxPropDijkstra dijkstra;
31     /** IDs of the messages that are known to have reached the final dst */
32     private Set<String> ackedMessageIds;
33     /** mapping of the current costs for all messages. This should be set to
34      * null always when the costs should be updated (a host is met or a new
35      * message is received) */
36     private Map<Integer, Double> costsForMessages;
37     /** From host of the last cost calculation */
38     private DTNHost lastCostFrom;
39
40     /** Map of which messages have been sent to which hosts from this
41     host */
42     private Map<DTNHost, Set<String>> sentMessages;
43
44

```



```
45     /** Over how many samples the "average number of bytes transferred
46     per
47     * transfer opportunity" is taken */
48     public static int BYTES_TRANSFERRED_AVG_SAMPLES = 10;
49     private int[] avgSamples;
50     private int nextSampleIndex = 0;
51     /** current value for the "avg number of bytes transferred per transfer
52     * opportunity" */
53     private int avgTransferredBytes = 0;
54
55     /** The alpha parameter string*/
56     public static final String ALPHA_S = "alpha";
57
58     /** The alpha variable, default = 1;*/
59     private double alpha;
60
61     /** The default value for alpha */
62     public static final double DEFAULT_ALPHA = 1.0;
```



Lampiran C Konfigurasi inialisasi Konstanta, Variabel dan Parameter pada PROPHET

```

1  /**
2   * Implementation of PROPHET router as described in
3   * <I>Probabilistic routing in intermittently connected networks</I> by
4   * Anders Lindgren et al.
5   */
6  public class ProphetRouter extends ActiveRouter {
7      /** delivery predictability initialization constant*/
8      public static final double P_INIT = 0.75;
9      /** delivery predictability transitivity scaling constant default value */
10     public static final double DEFAULT_BETA = 0.25;
11     /** delivery predictability aging constant */
12     public static final double GAMMA = 0.98;
13
14     /** Prophet router's setting namespace ({@value})*/
15     public static final String PROPHET_NS = "ProphetRouter";
16     /**
17      * Number of seconds in time unit -setting id ({@value}).
18      * How many seconds one time unit is when calculating aging of
19      * delivery predictions. Should be tweaked for the scenario.*/
20     public static final String SECONDS_IN_UNIT_S = "secondsInTimeUnit";
21
22     /**
23      * Transitivity scaling constant (beta) -setting id ({@value}).
24      * Default value for setting is {@link #DEFAULT_BETA}.
25      */
26     public static final String BETA_S = "beta";
27
28     /** the value of nrof seconds in time unit -setting */
29     private int secondsInTimeUnit;
30     /** value of beta setting */
31     private double beta;
32
33     /** delivery predictabilities */
34     private Map<DTNHost, Double> preds;
35     /** last delivery predictability update (sim)time */
36     private double lastAgeUpdate;

```