ANALISIS KINERJA *WIRELESS ROUTER* BERGERAK MENGGUNAKAN METODE *STORE CARRY FORWARD* PADA JARINGAN*DELAY TOLERANT NETWORK* (DTN)

TUGAS AKHIR

OLEH :

PUTRI BAIDURI

09111001008

JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

ANALISIS KINERJA *WIRELESS ROUTER* BERGERAK MENGGUNAKAN METODE *STORE CARRY FORWARD* PADA JARINGAN*DELAY TOLERANT NETWORK* (DTN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :

PUTRI BAIDURI

09111001008

JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA *WIRELESS ROUTER* BERGERAK MENGGUNAKAN METODE *STORE CARRY FORWARD* PADA JARINGAN *DELAY TOLERANT NETWORK* (DTN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

PUTRI BAIDURI
09111001008

Inderalaya, September 2016

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
Deris Stiawan, Ph.D	**Sri Desy Siswanti, M.T**
NIP. 197806172006041002	**NIPUS. 197802232015109201**

Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, ST. M. Eng
NIP: 197806112010121004

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 23 September 2016

Tim Penguji:

1. **Ketua** : **Deris Stiawan, Ph. D.**
2. **Sekertaris** : **Sri Desy Siswanti, M. T.**
3. **Anggota I** : **Ahmad Fali Oklilas, M. T.**
4. **Anggota II** : **Dr. Reza Firsandaya Malik, M. T.**

Mengetahui

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, ST. M. Eng

NIP: 197806112010121004

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Baiduri

NIM : 09111001008

Judul : Analisis Kinerja Wireless Router Bergerak Menggunakan Metode Store Carry Forward Pada Jaringan Delay Tolerant Nertwork (DTN)

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / *plagiat* dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Inderalaya, september 2016

METERAI TEMPEL 05411AEF404789171 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Putri Baiduri

KATA PENGANTAR

Alhamdullilah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul ***"Analisis Kinerja Wireless Router Bergerak Menggunakkan Metode Store Carry Forward Pada Jaringan Delay Tolerant Network (DTN)".***

Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua,baik menjadi tambahan ilmu bahan bacaan ataupun sebagai referensi bagi yang tertarik mengembangkan lebih lanjut sistem sabilisasi ini.

Dalam penyusunan laporan ini,penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak yang berupa bimbingan, saran, petunjuk, keterangan dan data, baik yang diberikan secara lisan maupun tulisan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, dengan segala ketulusan dan keikhlasan penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga apa yang telah diberikan oleh mereka kepada penulis mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Disamping itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang tuaku, Bapak Amrullah dan Ibu Rachmawati yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan menyemangati moril maupun materil.
2. Kedua Kakakku, Serka Dona Verla dan Praka Octavianus, Ayuk ipar (Novi Maria & Mira Kumala Sari, A.Md.Ft) serta seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan.
3. Keponakan-Keponakanku tercinta Andina Verla,Elvina Verla dan Mitha Anggrainie.
4. Jaidan Jauhari, M.T, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Rossi Pasarella, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Dr. Deris Stiawan, M.T, selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir penulis.
7. Sri Desy Siswanti, M.T, selalu Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir penulis.
8. IR. Bambang Tutuko, M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. dan Ahmad Fali Oklilas, M.T, selaku Dosen Penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberi banyak masukan berupa kritik dan saran serta ilmu yang bermanfaat sehingga tulisan ini menjadi lebih baik.

10. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer Fasilkom Unsri.
11. Iis Oktaria, A.Md, selaku Admin Jurusan Sistem Komputer.
12. Tim *Delay Tolerant Network* (Fitri Noviani dan Herlina) serta teman – teman Sistem Komputer angkatan 2011.
13. Civitas akademik Jurusan Sistem Komputer dan Petugas Administrasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
14. Kakak tingkat, Asisten Lab, Adik tingkat, COMNETS dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.
15. Online Shopku @new_polshop, yang sudah mendukung materil tambahan sampai dengan sekarang.
16. Kevin Hardiono Putra, S.IP.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun menjadi perbaikan untuk tugas akhir ini. Semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak terutama dalam pengembangan ilmu komputer.

Inderalaya, September 2016

Putri Baiduri

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Almost every successful person begins with two beliefs : the future can be better than the present, and I have the power to make it so."

Hampir setiap orang yang sukses dimulai dengan dua keyakinan : masa depan akan lebih baik dari sekarang, dan saya memilii kekuatan untuk membuatnya begitu.

You can't start the next chapter of your life if you keep re-reading the last one"

"Kamu tidak bisa memulai bagian berikutnya dari hidup kamu jika kamu tetap membaca kembali yang terakhir.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini Teruntuk :

1. Orang tua, Saudara, Keponakanku tercinta dan Keluarga besar
2. Dosen Pembimbing
3. Kevin Hardiono Putra, S.IP
4. Sahabat-sahabatku dan teman teman seperjuangan Sistem Komputer 2011
5. Almamaterku

Abstract

In remote areas such as in rural areas which are far from the city and do not have telecommunication infrastructure reaching the areas makes it difficult for society to communicate or exchange information. Delay Tolerant Network (DTN) is a networking concept which has a possibility communication network is built in an environment which has characteristics of long delay, high loss rate, and low connectivity level. DTN concept can be applied to the network by utilizing wireless router which serves as digital couriers to transmit data from one place to another. This network applys method of store carry and forward packet switching so data is moved first from one node to another until it reacheddestination. So that DTN network can be an alternative technology solution for the network problem. This research was conducted to analyze the quality of the performance of wireless routers in the data transfer process based on the parameters of the transmission time and throughput. Examination scenario in this study conducted in two conditions are LOS and near LOS with data test capacity from the smallest size until the data did not send again with apredetermined distance. This research results comparison of quality of data services in LOS condition is categorized better (80%), and in condition of near LOS is categorized good (60%) based on standardization of classificationthroughput value table.

Keyword: *Delay Tolerant Network (DTN), Wireless Router, Store Carry Forward, Wave Propagation.*

Abstrak

Pada daerah terpencil seperti di pedesaan yang jauh dari pusat kota serta tidak memiliki infra struktur telekomunikasi yang menjangkau daerah tersebut membuat masyarakat sulit untuk berkomunikasi atau bertukar informasi. *Delay Tolerant Network* (DTN) merupakan suatu konsep jaringan yang memungkinkan jaringan komunikasi dibangun di suatu lingkungan yang memiliki karakteristik *delay* yang panjang,tingkat loss yang tinggi, dan tingkat konektivitas yang rendah. Konsep DTN dapat diterapkan pada jaringan dengan memanfaatkan *wireless router* yang berperan sebagai kurir digital untuk menyebarluaskan data dari satu tempat ke tempat lain. Jaringan ini menerapkan metode *store carry and forward packet switching* sehingga data dipindahkan terlebih dahulu dari satu *node* ke *node* yang lain hingga akhirnya sampai ke tujuan. Sehingga jaringan DTN ini dapat menjadi solusi teknologi alternatif pada permasalahan jaringan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas kinerja *wireless router* dalam proses transfer data berdasarkan pada parameter waktu transmisi dan *throughput*. Skenario pengujian pada penelitian ini dilakukan di dua kondisi yaitu LOS dan near LOS dengan kapasitas data uji dari ukuran terkecil hingga sampai data tidak terkirim lagi dengan jarak yang telah ditentukan. Penelitian ini mendapatkan hasil perbandingan kualitas layanan data di kondisi LOS 80% dikategorikan (lebih baik) dan di kondisi *near* LOS 60% dikategorikan (baik) berdasarkan standarisasi tabel klasifikasi nilai *throughput.*

Kata kunci : *Delay Tolerant Network* (DTN), *Wireless Router*, *Store Carry Forward*, Propagasi Gelombang.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT iv
KATA PENGANTAR v
LEMBAR PERSEMBAHAN vii
ABSTRAK viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Manfaat 3
1.4 Rumusan Masalah 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Diagram Hirarkial Penelitian 7
2.2 *Delay Tolerant Network* (DTN) 7
2.2.1 Simulator DTN2 8
2.3 Metode Penelitian Umum DTN 9
2.4 *Store Carry Forward* 10
2.4.1 *Packet Switching* 11
2.5 *Wireless Router* Bergerak 12
2.6 Transmisi Data dengan *Wireless Router* 13

2.7 Propagasi Gelombang 14
2.7.1 LOS *(Line Of Sight)* 15
2.7.2 *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* 15
2.7.3 LOS *(Non Line Of Sight)* 16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
3.1 Pendahuluan 18
3.2 Kerangka Kerja Penelitian 18
3.3 Perancangan Sistem 20
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 21
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 22
3.3.3 Konfigurasi Sistem DTN 24
3.3.4 Konfigurasi Network Interfaces 25
3.3.5 Konfigurasi Server DHCP 26
3.3.6 Program Koneksi Wi-fi Otomatis 27
3.4 Mekanisme Pengiriman Data 28
3.5 Skenario Pengujian 30
3.5.1 Kondisi Pengujian 1 LOS *(Line Of Sight)* 30
3.5.2 Kondisi Pengujian 2 *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* 32
3.6 Langkah Pengujian 33
3.7 Pengambilan Data 36
3.8 Hasil dan Analisis 40

BAB IV HASIL DAN ANALISA 41
4.1 Pendahuluan 41
4.2 Sample Log Hasil Pengujian 41
4.3 Transmisi Data dengan Wireless Router 43
4.4.1 Pengujian Ke-1 Waktu Transmisi dan Throughput pada Jarak 15 m 45
4.4.2 Pengujian Ke-2 Waktu Transmisi dan Throughput pada Jarak 30 m 49
4.4.3 Pengujian Ke-3 Waktu Transmisi dan Throughput pada Jarak 50 m 53
4.4.4 Pengujian Ke-4 Waktu Transmisi dan Throughput pada Jarak 70 m 57

BAB V KESIMPULAN 64

5.1 Kesimpulan 64
5.2 Saran 65

DAFTAR PUSTAKA xv

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi penelitian..... 4
Gambar 2.1 Diagram Hirarkial Penelitian Tugas Akhir. 7
Gambar 2.2 Diagram Metode Penelitian Umum DTN. 9
Gambar 2.3 Metode *Store Carry and Forward*. 10
Gambar 2.4 Kondisi LOS *(Line Of Sight).*..... 15
Gambar 2.5 Kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight).* 16
Gambar 2.6 Kondisi NLOS *(Non Line Of Sight).* 16
Gambar 3.1 Diagram Alir *Framework* Penelitian. 18
Gambar 3.2 Topologi Sistem Jaringan DTN..... 21
Gambar 3.3 Diagram Alir Program Koneksi *Wi-fi* Otomatis..... 28
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Pengiriman Data. 29
Gambar 3.5 Topologi Sistem Jaringan DTN (LOS). 30
Gambar 3.6 Lokasi pengujian pada jarak 15 dan 30 m dikondisi LOS. 31
Gambar 3.7 Lokasi pengujian pada jarak 50 dan 70 m dikondisi LOS. 31
Gambar 3.8 Topologi sistem jaringan DTN (*near*-LOS)..... 32
Gambar 3.9 Lokasi pengujian di kondisi *near*-LOS. 33
Gambar 3.10 Daemon server DTN pada file log. 37
Gambar 3.11 Proses dtnping pada file log DTN. 37
Gambar 3.12 Proses pengiriman data server ke router pada file log DTN. 37
Gambar 3.13 Proses koneksi server ke router pada file log DTN..... 38
Gambar 3.14 Transmisi data dari server ke router pada file log DTN..... 38
Gambar 3.15 Proses koneksi router ke client pada file log DTN 39
Gambar 3.16 Transmisi data dari router ke client pada file log DTN..... 39
Gambar 3.17 Proses penerimaan data di client pada file log DTN..... 39
Gambar 3.18 Laporan data berhasil dikirim pada file log DTN. 40
Gambar 4.1 Contoh *Log Bundle* Server Data ke *Router*..... 41
Gambar 4.2 Contoh *Log Bundle Router* ke *Client*. 42
Gambar 4.3 Grafik Transmisi Data Server Data ke *Router* pada Jarak 15 m. 47
Gambar 4.4 Grafik *Throughput* Server Data ke *Router* pada Jarak 15 m..... 47
Gambar 4.5 Grafik Transmisi Data *Router* ke *Client* pada Jarak 15 m. 48

Gambar 4.6 Grafik *Throughput Router* ke *Client* pada Jarak 15 m. 48
Gambar 4.7 Grafik Transmisi Data Server Data ke *Router* pada Jarak 30 m. 51
Gambar 4.8 Grafik *Throughput* Server Data ke *Router* pada Jarak 30 m. 51
Gambar 4.9 Grafik Transmisi Data *Router* ke *Client* pada Jarak 30 m. 52
Gambar 4.10 Grafik *Throughput Router* ke *Client* pada Jarak 30 m. 52
Gambar 4.11 Grafik Transmisi Data Server Data ke *Router* pada Jarak 50 m 55
Gambar 4.12 Grafik *Throughput* Server Data ke *Router* pada Jarak 50 m 55
Gambar 4.13 Grafik Transmisi Data *Router* ke *Client* pada Jarak 50 m 56
Gambar 4.14 Grafik *Throughput Router* ke *Client* pada Jarak 50 m 56
Gambar 4.15 Grafik Transmisi Data Server Data ke *Router* pada Jarak 70 m 59
Gambar 4.16 Grafik *Throughput Server Data* ke *Router* pada Jarak 70 m 59
Gambar 4.17 Grafik Transmisi Data *Router* ke *Client* pada Jarak 70 m 60
Gambar 4.18 Grafik *Throughput Router* ke *Client* pada Jarak 70 m 60
Gambar 4.19 Grafik data *t*(trans) keseluruhan di setiap jarak..... 62
Gambar 4.20 Grafik kecepatan transfer data keseluruhan di setiap jarak 63

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Klasifikasi Nilai dari *Throughput* 14
Tabel 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras. 21
Tabel 3 Pengaturan Parameter *Hostname,Users,*dan Nama Domain..... 22
Tabel 4 Pengaturan Alamat IP. 22
Tabel 5 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak. 23
Tabel 6 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 15m di LOS 46
Tabel 7 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 15m di *near*-LOS. . 46
Tabel 8 Perbandingan Perhitungan di LOS dan *near*-LOS pada Jarak 15m..... 46
Tabel 9 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 30m di LOS 50
Tabel 10 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 30m di *near*-LOS. . 50
Tabel 11 Perbandingan Perhitungan di LOS dan *near*-LOS pada Jarak 30m..... 50
Tabel 12 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 50m di LOS 54
Tabel 13 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak50m di *near*-LOS. .. 54
Tabel 14 Perbandingan Perhitungan di LOS dan *near*-LOS pada Jarak 50m..... 54
Tabel 15 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 70m di LOS 58
Tabel 16 Perhitungan Transmisi dan *Throughput* pada Jarak 70m di *near*-LOS. . 58
Tabel 17 Perbandingan Perhitungan di LOS dan *near*-LOS pada Jarak 70m..... 58
Tabel 18 Hasil pengolahan statistik waktu transmisi dan *throughput* 62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Delay Tolerant Network (DTN) [1] merupakan suatu konsep jaringan yang memungkinkan jaringan komunikasi dibangun di suatu lingkungan yang memiliki karakteristik *delay* yang panjang, tingkat loss yang tinggi, dan tingkat konektivitas yang rendah.Konsep DTN dapat diterapkan pada jaringan dengan memanfaatkan kendaraan yang berperan sebagai kurir digital untuk menyebarluaskan data dari satu tempat ke tempat lain.

Solusi DTN ini pada daerah terpencil seperti di pedesaan yang jauh dari pusat kota serta tidak memiliki infra struktur telekomunikasi yang menjangkau daerah tersebut sehingga dapat menggunakkan protokol ini.Lain hal nya seperti internet, DTN ini pada umumnya memiliki karakteristik seperti waktu tunda yang lama,sering terjadi putus koneksi (*intermittent*), tingkat error yang tinggi dan aliran data yang tidak simetris.

Delay Tolerant Network (DTN) menerapkan metode *store and forward packet switching* [2].Dengan metode ini, keseluruhan pesan atau data dipindahkan terlebih dahulu dari satu *node* ke *node* yang lain hingga akhirnya sampai ke tujuan.Sebuah *node* harus memiliki tempat penyimpanan yang dapat menyimpan keseluruhan data dengan menggunakan sebuah *layer* baru, yaitu *bundle layer*.*Bundle layer* menyimpan dan meneruskan keseluruhan *bundle* atau sebuah frame saja antara *node-node* yang berkomunikasi dengan DTN.Sebuah *node* bisa menjadi sebuah *host*, router atau kombinasi keduanya dan berperan sebagai sumber, tujuan, atau hanya meneruskan *bundle*. Sebuah *host* hanya mengirim atau menerima *bundles* tetapi tidak meneruskannya. Sebuah *router* meneruskan *bundles* darisatu *node* ke *node* yang lain. Dalam berkomunikasi antar *host*, bisa melewati satu atau lebih *router*.

Pada penelitian [3], dibahas suatu sistem layanan Internet berbasis DTN dibangun dengan memanfaatkan sistem transportasi publik kereta api sebagai perantara transmisi data atau DTN *router* dan jaringan area lokal nirkabel atau *wi-fi* sebagai perangkat koneksi. Untuk mekanisme pengiriman dan penerimaan data berdasarkan protokol DTN, digunakan perangkat lunak DTN2. Layanan Internet yang dapat disajikan menggunakan DTN antara lain adalah layanan layanan surat elektronik atau *email* dan info berita atau portal berita.

Disisi lain [4], membangun sebuah aplikasi untuk mengantarkan data hasil perhitungan suara dan daftar pemilih dari setiap TPS melalui DTN sampai ke KPUD yang memiliki akses jaringan, yang kemudian diteruskan ke KPU yang menggunakan program pertukaran file berbasis TCP yaitu *Secure Copy Protocol* (SCP).Aplikasi penyampaian hasil pilkada yang dibangun menggunakan DTN dan program penggabungan PHP, *Shell* dan dtn-2.6.0 sehingga dapat mengubah data hasil pilkada menjadi *bundle*.Dari beberapa ulasan diatas,jaringan DTN dengan memanfaatkan kendaraan yang berperan sebagai *wireless router* yang menerapkan metode *store carry forward packet switching* dapat menjadi solusi telekomunikasi alternatif dalam hal transfer data pada *rural areas*.

1.2 . Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Merancang sebuah *wireless router* bergerak pada jarinngan DTN.
2. Mengimplementasikan sebuah *wireless router* dengan menggunakkan metode *store carry forward* bergerak pada jarinngan DTN.
3. Menganalisis kinerja DTN *wireless router* bergerak berdasarkan parameter perhitungan waktu transmisi dan *throughput.*

1.3 . Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan solusi alternatif teknologi pada jaringan koneksi yang lama,sering terjadi putus koneksi (*intermittent*), tingkat *error* yang tinggi dan aliran data yangtidak simetris.
2. Dapat digunakan pada daerah yang tidak memiliki infra struktur internet dan telekomunikasi kabel maupun nirkabel yang menjangkau daerah tersebut.

1.4 . Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang arsitektur jaringan DTN dengan menggunakkan metode *store carry forward.*
2. Bagaimana cara metode *store carry forward* dalam proses transfer data memanfaatkan *wireless router.*

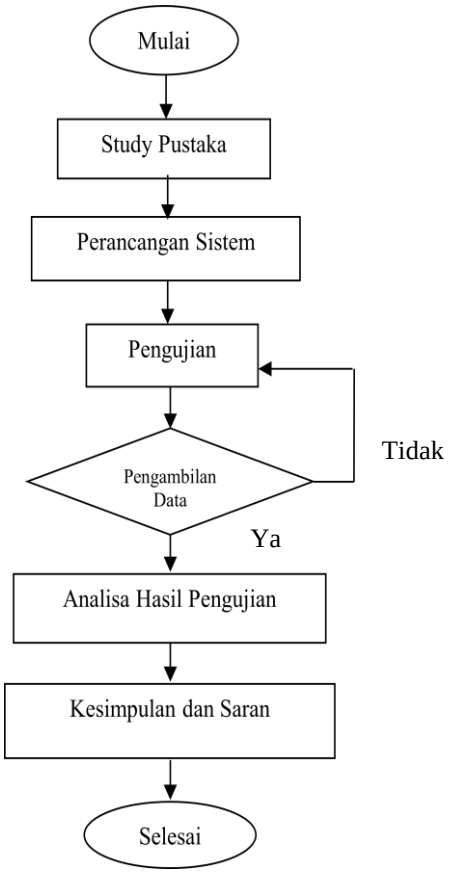
1.5 . Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Menekankan pada sisi analisis kinerja DTN *wireless router* bergerak pada ukuran data dan jarak berapa *server client* masih dapat terkoneksi dengan baik untuk mengirim data.Kapasitas data uji penelitian dari 5 MB sampai 2000 MB dengan jarak 15,30,50 dan 70 (meter).
2. Analisis dilakukan berdasarkan parameter perhitungan waktu transmisi dan *throughput* diamati dari *file log* DTN2.
3. Pengujian penelitian dilakukan di kondisi LOS (*Line Of Sight)* dan *near*-LOS (*near-Line Of Sight*)

1.6 . Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap seperti pada blog diagram berikut :



Gambar 1.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

1. Tahap Pertama (Perumusan Masalah)

Tahap ini dilakukan dengan cara menentukan permasalahan apa saja yang muncul pada penelitian sebelumnya tentang *Delay Tolerant Network (DTN)* menggunakan *wireless router* yang kemudian membatasi perumusan masalah yang akan dicari solusi dari permasalahan tersebut.

2. Tahap Kedua (Studi Pustaka / Literatur)

Tahap ini dilakukan dengan cara mencari dan membaca literatur dan referensi tentang *keyword* yang diangkat dari judul sehingga dapat menunjang dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir.

3. Tahap Ketiga (Perancangan)

Tahap ini merupakan proses perancangan sistem berdasarkan perumusan masalah dan studi literatur yang telah dilakukan.Menentukan perangkat komputer sistem operasi dan simulasi pemodelan yang sesuai dan cocok untuk merancang sebuah skenario yang menerapkan *wireless router* DTN dalam proses pengiriman data.

4. Tahap Keempat(Implementasi)

Pada tahap ini dilakukan pembuatan skenario dengan mengimplementasikan semua *device* yang ada yang menunjang simulasi pengujian untuk melihat bagaimana sistem ini dapat berjalan dengan baik.

5. Tahap Kelima (Pengujian)

Setelah semua *device* telah di implementasikan dalam perancangan skenario pada tahap sebelumnya,baru la dapat melakukan pengujian dengan menjalankan sistem yang telah dirancang sesuai dengan skenario perancangan.

6. Tahap Keenam (Analisa)

Hasil dari pengujian pada tahap sebelumnya kemudian dianalisis, dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan dengan baik atau masih ada kekurangan dan mencari faktor penyebabnya sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan secara sistematis mengenai landasan topik penelitian yang meliputi Latar Belakang, Tujuan, Manfaat, Rumusan Masalah, Batasan masalah, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar teori dari penelitian terkait mengenai *Delay Tolerant Network, Wireless Router,Store Carry and Forward Packet Switching,*Propagasi Gelombang,yang berkaitan langsung pada penelitian.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara sistematis, bagaimana proses penelitian dilakukan. Penjelasan pada bab ini meliputi tahapan perancangan sistem dan penerapan metode penelitian.

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan serta analisis dari tiap data yang diperoleh dari hasil pengujian.

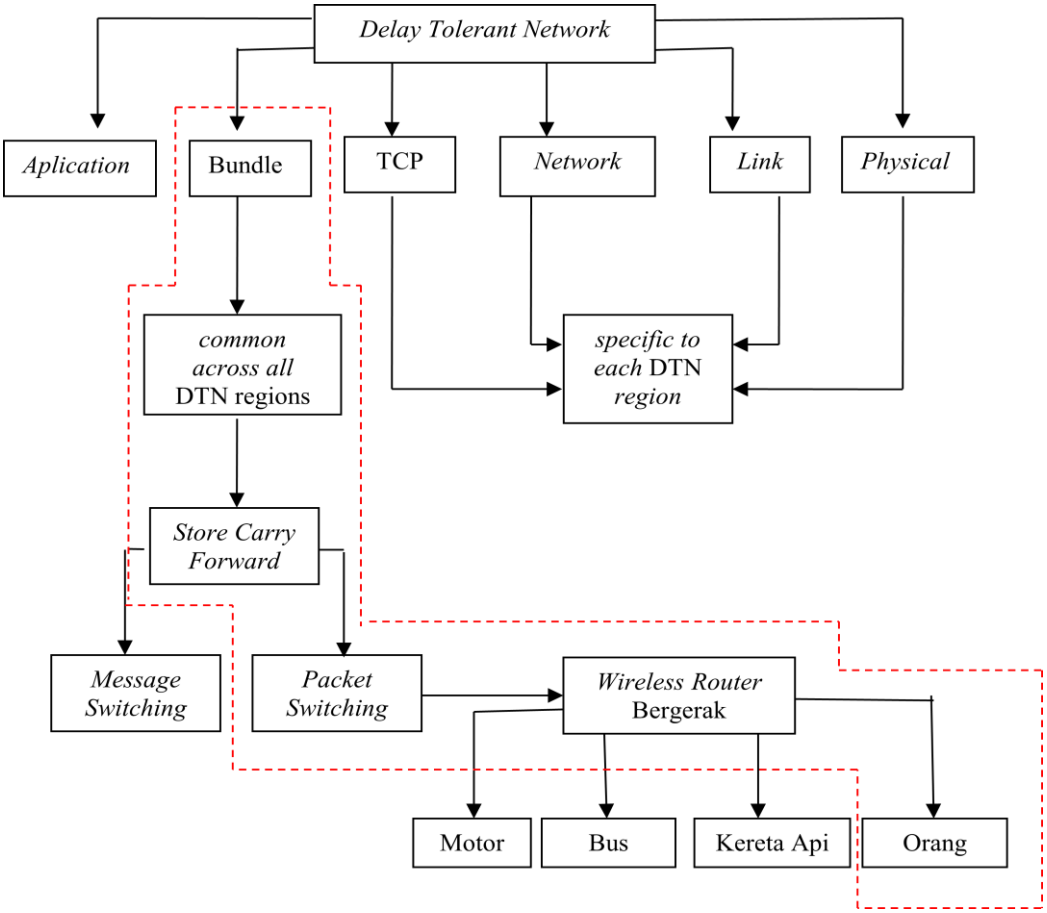
BAB V. KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan tentang hasil penelitian yang dilakukan,serta menjawab setiap tujuan yang ingin dicapai sesuai yang dijelaskan pada BAB 1(Pendahuluan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Diagram Hirarkial Penelitan



Gambar 2.1. Diagram Hirarkial Penelitian Tugas Akhir

2.2. *Delay Tolerant Network (DTN)*

Delay Tolerant Network, [5] merupakan suatu arsitektur jaringan yang dirancang untuk mampu menyajikan komunikasi di suatu lingkungan yang memiliki karakteristik *delay* yang panjang, tingkat *loss* yang tinggi, dan tingkat

konektivitas yang rendah dengan cara menerapkan suatu metode yang dinamakan *store and forward packet switching*.

2.2.1. Simulator DTN2

DTN2 adalah nama perangkat lunak yang mengimplementasikan protokol DTN. DTN2 bertindak sebagai standar aplikasi DTN. DTN2 [3] juga berfungsi sebagai bahan eksperimen bagi peneliti di seluruh dunia untuk menguji apakah protokol DTN berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Meskipun DTN2 merupakan aplikasi standar dan dibuat untuk kepentingan penelitian, DTN2 juga merupakan perangkat lunak yang berkualitas tinggi, dan siap digunakan bagi aplikasi-aplikasi yang ingin memanfaatkan DTN. DTN2 telah diterapkan di India dan Kamboja sebagai bagian dari TIER *project*.

DTN2 mengimplementasikan protokol DTN sesuai spesifikasi yang tercantum pada RFC 5050. Sesuai RFC 5050, DTN mengirimkan data dalam bentuk *bundle* yang bisa saja berukuran lebih besar dari besar paket yang umum pada jaringan IP. DTN2 juga mendukung protokol *bundle security* untuk menyediakan fasilitas autentikasi pada bundle jika diperlukan oleh aplikasi. *Bundle* dapat dikirimkan melalui TCP/IP ataupun protolol lain. DTN2 juga menyediakan mekanisme *routing* sehingga *bundle* dapat dikirim baik secara langsung ke tujuan maupun melalui *router*.

DTN2 terdiri atas sebuah aplikasi utama dan beberapa aplikasi pendukung. Aplikasi utama DTN2 adalah dtnd yang berfungsi sebagai *daemon* DTN2. dtnd harus dijalankan selama penggunaan protokol DTN. Semua *bundle* yang dikirimkan maupun diterima aplikasi DTN harus melewati dtnd. *Bundle* yang dapat dikirimkan kepada dtnd melalui perantara sebuah file maupun hanya berupa parameter-parameter yang dikirimkan oleh aplikasi pendukung. Beberapa aplikasi pendukung DTN2 antara lain:

1. Dtnping

dtnping merupakan aplikasi untuk menguji koneksi antara dua *node* DTN. dtnping dapat mengirim *bundle* ke *daemon* lain. Alamat *daemon* tersebut menjadi parameter saat memanggil dtnping.

2. Dtnsend dan dtnrecv

   dtnsend dan dtnrecv merupakan aplikasi dasar pengirim dan penerima *bundle* dalam DTN2. dtnsend dan dtnrecv dapat digunakan untuk sekedar mengirim tanggal, pesan, hingga mengirim file.

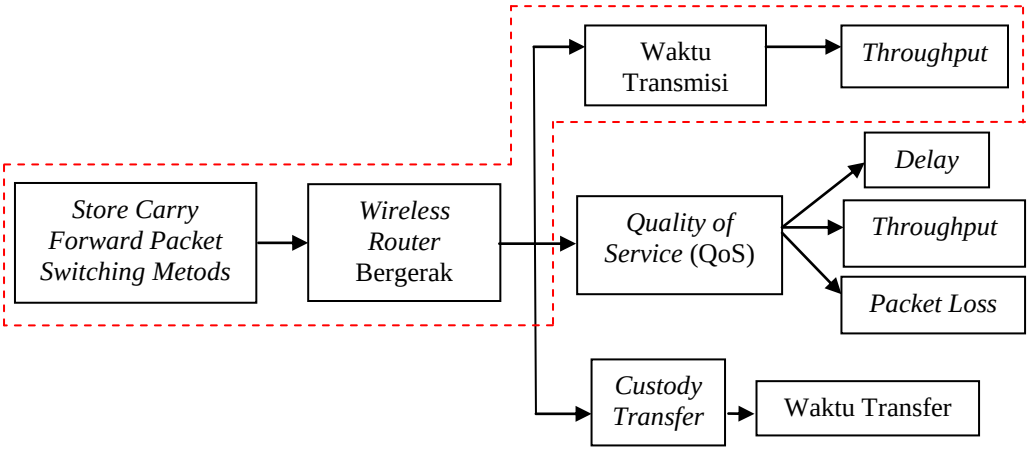
3. Dtncp dan dtncpd

   dtncp dan dtncpd merupakan aplikasi yang berfungsi untuk melakukan transfer file. dtncp mengirim file ke *daemon* lain. dtncpd menunggu file yang dikirim dtncp di tujuan. dtncpd akan meletakkan file yang diterima pada lokasi yang dimasukkan sebagai parameter saat dtncpd dipanggil.

4. Dtnperf

   dtnperf merupakan aplikasi yang berfungsi untuk menguji performa dari jaringan DTN. dtnperf melaporkan status dari *bundle* yang dikirimkan dari *client* ke *server*. dtnperf juga dapat digunakan untuk mengukur *round trip times* (RTT).

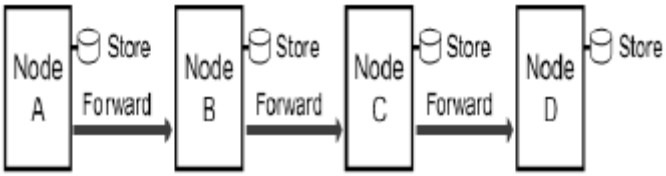
2.3. Metode Penelitian Umum DTN



Gambar 2.2. Diagram Metode Penelitian Umum DTN

2.4. *Store Carry Forward*

Metode *store and forward* merupakan metode serupa dengan yang digunakan pada jaringan pos. Dengan metode *store and forward*, keseluruhan pesan atau data dipindahkan terlebih dahulu dari satu *node* ke *node* yang lain hingga akhirnya sampai ke tujuan. Ilustrasi mekanisme *store and forward* diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Metode *store and forward* [2].

Format data dalam protokol DTN disebut dengan *bundle*. *Node* dalam DTN dapat berupa sebuah *host* atau router. *Host* merupakan suatu perangkat yang mengirimkan atau menerima *bundle*, namun tidak meneruskannya hingga ke tujuan. Router merupakan perangkat yang berfungsi untuk meneruskan *bundle* dari satu *host* ke *host* lainnya atau dari *host* sumber hingga ke *host* tujuan.

Sebuah *node* harus memiliki suatu media penyimpanan (seperti *hard disk*) yang dapat menyimpan keseluruhan data. Data dapat berada pada sebuah *node* dalam jangka waktu yang lama, berbeda dengan *packet* pada Internet yang hanya akan tersimpan dalam sebuah *router* dalam hitungan milidetik atau mikrodetik. Sebuah router DTN membutuhkan tempat penyimpan karena beberapa alasan berikut :

- jalur yang menghubungkan sebuah *node* dengan *node* yang lain mungkin tidak tersedia dalam waktu yang lama,
- komunikasi mungkin tidak dapat berlangsung secara simetris, artinya, kecepatan sebuah *node* dalam mengirim dan menerima data mungkin saja tidak sama.

DTN pada mulanya berawal dari penelitian untuk proyek penelitian komunikasi luar angkasa dan untuk memenuhi kebutuhan akan sistem komunikasi di dunia militer. Kini, DTN mulai diterapkan untuk masyarakat umum antara lain adalah untuk menyajikan sistem komunikasi dan penyajian informasi ke daerah terpencil.

Pada umumnya, daerah terpencil hanya dihuni oleh penduduk dengan jumlah yang sedikit jika dibandingkan dengan area perkotaan, sehingga untuk membangun suatu jaringan khusus hanya untuk daerah tersebut akan membutuhkan biaya yang relatif mahal. DTN dapat memberikan solusi yaitu dengan cara memanfaatkan koneksi dan layanan Internet yang telah tersedia di suatu area dan membagi koneksi tersebut ke daerah lainnya. Pemanfaatan satu koneksi Internet untuk digunakan bersama-sama oleh beberapa daerah dapat menghemat biaya operasional yang dibutuhkan untuk menyajikan layanan Internet ke daerah-daerah terpencil.

2.4.1. *Packet Switching*

Sebuah teknik yang digunakan untuk memindahkan data dalam jaringan internet.Dalam *packet switching* [2],seluruh paket data yang dikirim dari sebuah *node* akan dipecah menjadi beberapa bagian.Setiap bagian memiliki keterangan mengenai asal dan tujuan dari paket data tersebut.Hal ini memungkinkan sejumlah besar potongan–potongan data dari berbagai sumber dikirimkan secara bersamaan melalui saluran yang sama,untuk kemudian diurutkan dan diarahkan ke rute yang berbeda melalui *router.*

Data dikirim dengan menggunakkan rangkaian potongan-potongan kecil secara berurutan yang disebut paket.Masing-masing paket melewati jaringan dari satu titik ke titik lain dari sumber ke tujuan.Pada setiap titik seluruh paket diterima,disimpan dengan cepat dan ditransmisikan ke titik berikutnya.Fungsi utama dari jaringan *packet switched* adalah menerima paket dari stasiun pengirim untuk diteruskan ke stasiun ke stasiun penerima.

2.5. *Wireless Router* Bergerak

Salah satu media yang dapat dimanfaatkan sebagai perantara penyampai informasi adalah sistem transportasi publik. Dengan beberapa perangkat tambahan seperti komputer dan perangkat *wi-fi*, sistem transportasi publik dapat berperan sebagai DTN *Router* untuk menyampaikan berbagai layanan dari *server* ke para pengguna di daerah lainnya yang belum memiliki akses ke jaringan Internet secara langsung.

Salah satu proyek yang mengembangkan sistem layanan Internet berbasis DTN dengan memanfaatkan transportasi publik adalah DakNet [6]. DakNet adalah suatu jaringan yang menghubungkan para pengguna di daerah pedesaan di India ke layanan di jaringan Internet melalui perantara bus umum yang dilengkapi dengan perangkat *wi-fi* yang dinamakan *Mobile Access Point* (MAP). Jenis layanan yang disajikan oleh DaKNet adalah *Text-Messaging*, *Non-real time* Internet *searching and browsing*, FTP, *Voice Mail over IP*, dan *Wi-Fi Phones*.

Selanjutnya *kampoeng.net* [3] merupakan suatu sistem layanan Internet berbasis DTN dibangun dengan memanfaatkan sistem transportasi publik kereta api sebagai perantara transmisi data atau DTN *Router* dan jaringan area lokal nirkabel atau *wi-fi* sebagai perangkat koneksi. Untuk mekanisme pengiriman dan penerimaan data berdasarkan protokol DTN, digunakan perangkat lunak DTN2. Layanan Internet yang dapat disajikan menggunakan DTN antara lain adalah layanan layanan surat elektronik atau *email* dan info berita atau portal berita.

Pada penelitian [4] membangun sebuah aplikasi untuk mengantarkan data hasil perhitungan suara dan daftar pemilih dari setiap TPS melalui DTN sampai ke KPUD yang memiliki akses jaringan, yang kemudian diteruskan ke KPU yang menggunakan program pertukaran file berbasis TCP yaitu *Secure Copy Protocol* (SCP).Aplikasi penyampaian hasil pilkada yang dibangun menggunakan DTN dan program penggabungan PHP, *Shell* dan dtn-2.6.0 sehingga dapat mengubah data hasil pilkada menjadi *bundle.*

2.6. Transmisi Data dengan *Wireless Router*

Perhitungan waktu transmisi diperlukan untuk menentukan ukuran paket *bundle*.Pengiriman data terjadi antara *nodes server* data dengan *nodes router* dan *nodes router* dengan *client* dalam jaringan DTN. Pengujian dilakukan untuk menganalisa penggunaan *wireless router* yang diatur dalam kondisi LOS dan *near*-LOS.Pemodelan pengujian ini menggunakan satu perangkat komputer portabel *wireless router* yang disimulasikan dibawa orang bergerak.

Besar data yang diujikan berukuran Mega*Bytes*.Setelah mendapatkan hasil perhitungan waktu transmisi dengan ukuran dan jarak yang bervariasi, pengujian dilakukan pula untuk menghitung *throughput* dari hasil waktu transmisi yang nanti di dapat.Berikut rumus [7] untuk menghitung waktu transmisi dan *throughput*.

- Waktu Transmisi

  ***t* trans = *BUNDLE*_TRANSMITTED - CONTACT_UP link……. (1)**

- *Throughput*

  Throughput = Per Size Data / *t* trans……. (2)

Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* dalam jaringan DTN terbagi atas :

1. Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* antara *server* data *router*
2. Perhitungan waku transmisi dan *throughput* antara *router* dan *client.*

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh perbandingan waktu transmisi dan *throughput* antar *nodes*.Komputer router dimodelkan berada di jangkauan *wifi* dan menunggu hingga data dari komputer server data berhasil ditransmisikan dan tersimpan di *router*.

Tabel 1. Klasifikasi nilai dari *throughput* [11]

Throughput	Keterangan
0 sampai 338 Kbps	Buruk
338 sampai 700 Kbps	Cukup baik
700 sampai 1200 Kbps	Baik
1200 sampai 2.1 Mbps	Lebih baik
diatas 2.1 Mbps	Terbaik

Parameter untuk analisa pengujian dilakukan berdasarkan *log* DTN2 yang tercatat ketika terjadi transmisi data. Dalam *log* tersebut,terekam proses-proses transmisi data pada *timestamps* tertentu.

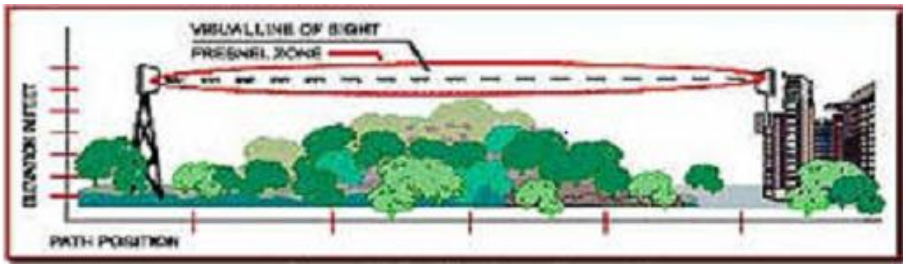
Perhitungan waktu transmisi dilakukan dengan menganalisa *log* yang dihasilkan ketika aplikasi DTN2 mengirimkan data antara *nodes*. Waktu transmisi dari *server* data ke *router* dihitung dari selisih *timestamps* BUNDLE_TRANSMITTED dan CONTACT_UP link. Perhitungan yang sama juga berlaku ketika *wireless router* mentransmisikan data ke *client.* Satuan waktu transmisi yang digunakan adalah detik.

2.7. Propagasi Gelombang

Propagasi adalah transmisi atau penyebaran sinyal dari suatu tempat ke tempat lain.Media perambatan atau biasa juga disebut saluran transmisi gelombang dapat berupa fisik dan non fisik (nirkabel).Saluran transmisi gelombang berupa fisik yaitu kabel koaksial dan sepasang kawat konduktor.Sedangkan untuk non fisik yaitu gelombang radio atau sinar laser.Kanal radio dari sistem komunikasi biasanya digambarkan dengan LOS,NLOS dan *near* LOS.

2.7.1 LOS *(Line Of Sight*)

Line of Sight [8], yaitu keadaan dimana antar point harus saling berhadapan yang bebas dari apapun yang akan menghalangi pandangan,ini bertujuan agar perangkat *wireless* dapat berkomunikasi dengan baik.Ilustrasi kondisi LOS dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.

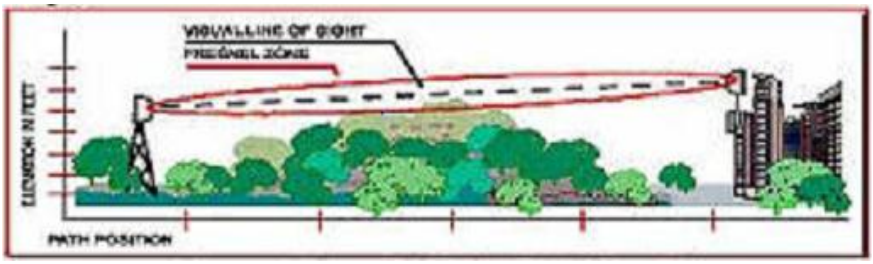


Gambar 2.4. Kondisi LOS (*Line Of Sight)* [Orthogon System]

Tipe koneksi ini biasanya lebih stabil dan dapat mengirimkan data yang cukup banyak dengan sedikit kesalahan.Koneksi jenis ini menggunakkan pita frekuensi yang cukup tinggi hingga mencapai 66 GHz,yang mana pada daerah ini memiliki interferensi yang sedikit dan *bandwidth* yang besar.Redaman ruang bebas atau *free space loss* merupakan penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas.Redaman ini dipengaruhi oleh besaran frekuensi dan jarak antara titik pengirim dan penerima.Dianggap LOS ketika 60% dari first Fresnel Zone tanpa halangan [14].

2.7.2 *near*-LOS *(near-Line Of Sight*)

Kondisi tipe ini hampir sama dengan kondisi NLOS tetapi pada kondisi ini pandangan yang sedikit terhalang sedangkan NLOS yaitu tidak ada pandangan sama sekali.Hal ini dikarenakan penghalang misalnya terjepit rumah atau terkena pohon, dsb.

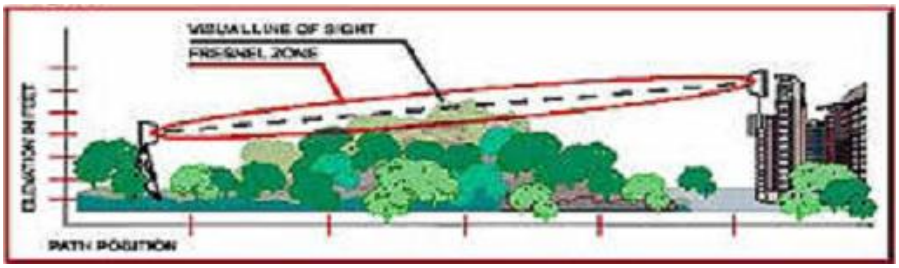


Gambar 2.5. Kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* [Orthogon System]

Kondisi *near*-LOS artinya hubungan antara pemancar dan penerima masih bisa terhububung tetapi sedikit dihalangi karena teknik transfer sinyal yang lebih baik dibandingkan NLOS.Dianggap *near*-LOS, ketika daerah terbuka dari 60% sampai 30% dari first Fresnel Zone tanpa halangan dan ada penghalang 40% sampai 70% [14].

2.7.3 NLOS *(Non Line Of Sight*)

Pada tipe ini terdapat penghalang yang berada pada lintasan sinyal antara penerima dan pemancar yang sifatnya menghalangi lintasan sinyal bebas pandang [12].Penghalang dapat bersifat buatan seperti gedung bertingkat,atau bersifat alami seperti perbukitan dan pegunungan.



Gambar 2.6. Kondisi NLOS *(Non-Line Of Sight)* [Orthogon System]

Koneksi dilakukan tanpa menghadapkan langsung pemancar dari pengguna yang ada.Dalam hal transmisi servis ini menggunakan pita frekuensi rendah yaitu 2-11 GHz.Pada jalur NLOS,sebuah sinyal mencapai penerima melalui pantulan *(reflection)*,hamburan *(scattering*) dan difraksi

(difraction).Sinyal yang sampai pada penerima terdiri dari sinyal yang langsung (*direct path),*sinyal yang mengalami banyak pantulan *(multiple reflected paths),* sinyal hamburan *(scattered paths),* sinyal yang mengalami difraksi (*difracted propagation paths).*Sinyal–sinyal ini akan mengalami perbedaan penyebaran *delay*,redaman,polarisasi dan kestabilan yang berhubungan dengan *direct path*.Fenomena *multiplepath* dapat menyebabkan polarisasi dari sinyal berubah.*Multipath* digambarkan sebagai penerima di *receiver* dari banyak jalur transmisi (*multiple path).*

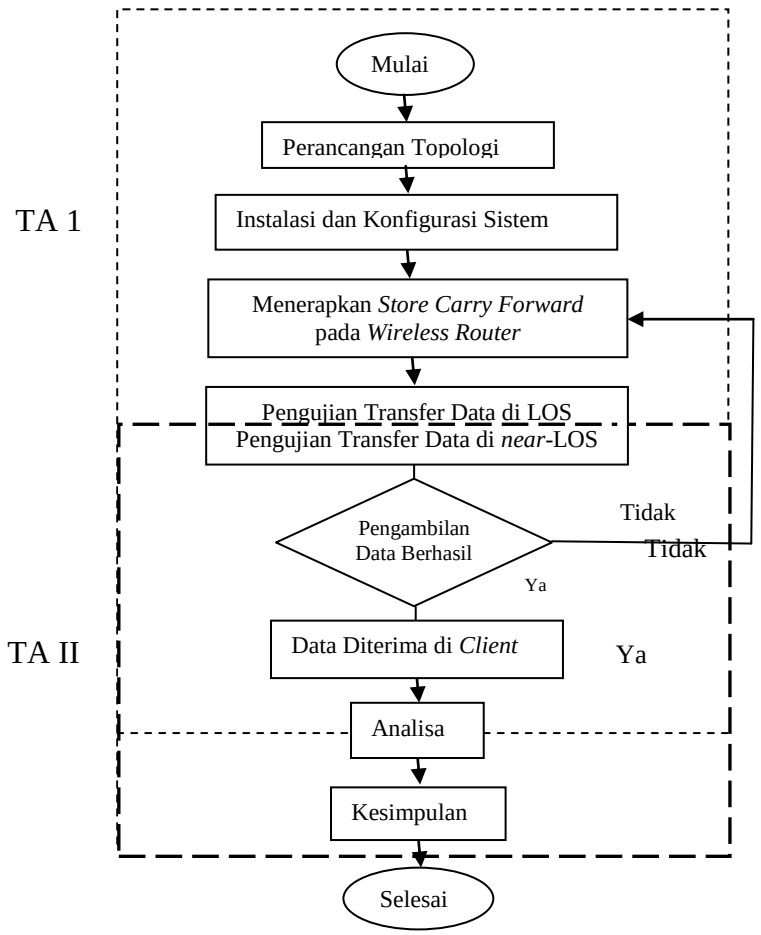
Teknologi nirkabel mengadopsi teknik-teknik mutakhir berikut untuk mengatasi kanal NLOS yaitu teknologi OFDM,subkanalisasi,antenna berarah sektoral,diversitas pengirim dan penerima,modulasi adaptif,teknikkendali kesalahan dan kendali daya.Implementasi NLOS pada teknologi nirkabel memungkinkan peningkatan diversifikasi layanan serta diversifikasi segmen pengguna layanan *broadband*.Dianggap NLOS, ketika daerah terbuka dari 30% sampai 0% dari first Fresnel Zone tanpa halangan dan ada penghalang 70% sampai 100% [14].

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Pada Bab ini berisi penjelasan mengenai metodologi penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini melalui beberapa tahapan yang direpresentasikan dalam suatu kerangka kerja.Kerangka kerja penelitian secara sistematis menjelaskan langkah penelitian yang meliputi perancangan,pengujian,dan proses analisis.

3.2. Kerangka Kerja Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir *Framework* Penelitian

Pemikiran dasar dari sistem DTN adalah merancang dan membangun suatu sistem yang bisa memanfaatkan manusia atau alat transportasi lainnya seperti kereta api,mobil dan motor seperti penelitian sebelumnya yang telah tersedia sebagai media perantara transmisi data atau DTN *Router* dan jaringan area lokal nirkabel atau *wi-fi* sebagai jaringan penghubung antara DTN *Router* dengan *client*.

Tahapan awal penelitian adalah merancang, membangun topologi kemudian melakukan instalasi dan konfigurasi *environment* yang dibutuhkan dalam membangun jaringan DTN. Dalam perancangan sistem ini, jenis file yang akan dikirimkan oleh sistem DTN adalah *Document*,PDF,MP3,Video atau film.Elemen utama penyusun arsitektur sistem dari DTN adalah sebagai berikut.

- *Server* Data

  Server Data merupakan suatu perangkat komputer *server* yang berfungsi sebagai pusat pengelolaan data yang akan dikirim melalui jaringan *wi-fi* yang ditujukan pada *client* yang berada di jaringan berbasis DTN.

- *Wireless Router* Bergerak

  Wireless Router Bergerak merupakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat *server router* dan aplikasi DTN2, berfungsi sebagai DTN *Router* untuk meneruskan data yang diunduh dari *server* data ke *client*.Aplikasi DTN2 berfungsi untuk pengolahan, pengiriman, dan penerimaan data menggunakan protokol DTN.Dilengkapi dengan program koneksi *wi-fi* otomatis.

- *Client*

  Client merupakan perangkat komputer personal yang dilengkapi dengan Aplikasi DTN2 berfungsi untuk pengolahan dan penerimaan data menggunakan protokol DTN dengan mempunyai fasilitas folder penyimpanan data yang diterima.

Orang dimanfaatkan sebagai penunjang sistem sebagai *gateway* dalam jaringan berbasis DTN sebagai media perantara transmisi data atau *router*.Dasar pertimbangan digunakannya orang sebagai DTN *Router* adalah sebagai berikut.

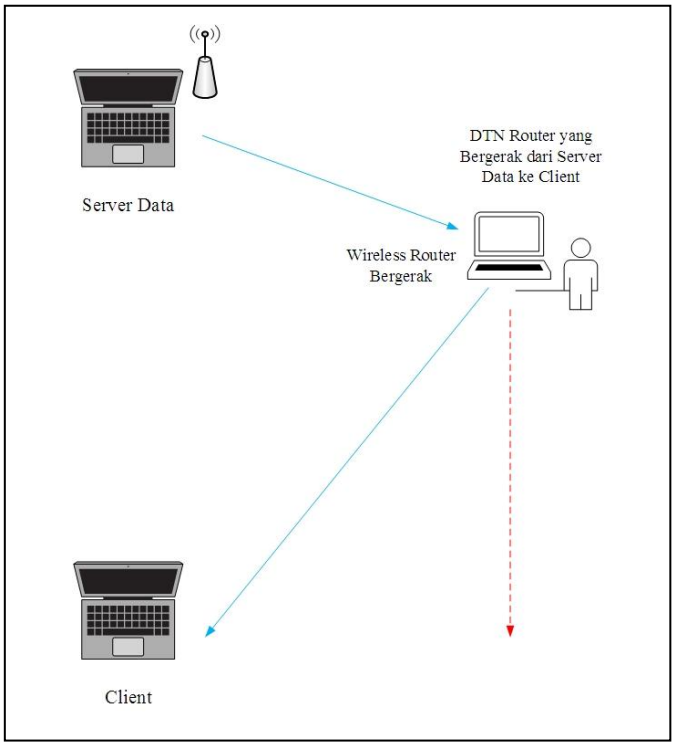
- Pengujian dilakukan di *outdoor* kondisi LOS dan *near*-LOS dengan jarak 15,30,50 dan 70 meter yang hanya memungkinkan orang sebagai sistem yang membawa *router*.

Dasar pertimbangan digunakan jaringan *wi-fi* sebagai jaringan penghubung dalam sistem ini adalah sebagai berikut.

- Jaringan *wi-fi* memiliki karakteristik penerapan yang fleksibel dan tidak memerlukan koneksi perkabelan yang rumit sehingga memudahkan proses instalasi perangkat.

3.3. Perancangan Sistem

Kegiatan penelitian awal tugas akhir dilakukan di kondisi LOS (*Line Of Sight)* untuk pengujian jarak 15 dan 30 meter bertempat di lapangan basket Perumahan Kedamaian Permai sedangkan untuk pengujian jarak 50 dan 70 meter bertempat di lapangan Sekolah SD dan SMP Pupuk Sriwijaya Palembang (PT.PUSRI). Topologi sistem yang diterapkan pada penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2 dengan menggunakan *wireless router* bergerak sebagai *gateway*.Penelitian tugas akhir selanjutnya dilakukan di kondisi *near*-LOS dengan jarak pengujian yang sama 15,30,50 dan 70 meter bertempat di area Perumahan Kedamaian Permai.Penelitian ini menggunakan 3 perangkat keras berupa komputer portabel yang difungsikan sebagai *server* data, *wireless router*, dan *client* serta komponen pendukung seperti *wi-fi* AP dan *wireless* USB *adapter.*



Gambar 3.2. Topologi sistem jaringan DTN

3.3.1. Kebutuhan Perangkat Keras

Tabel 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat/ OS	Spesifikasi	Keterangan
Ubuntu Dekstop 15.04	Intel® Core i5, 2.4 GHz, 2 GB RAM	1 unit
Ubuntu Dekstop 15.04	Intel® Core i3, 2.3 GHz, 2 GB RAM	1 unit
Ubuntu Dekstop 15.04	Intel® Atom ™, 1.8 GHz, 2 GB RAM	1 unit
Unmanage Wi-fi AP	(WRT54G) ,802.11 B/G, 54 Mbps with linux	1 unit
Unmanage Wireless USB Adapter	(TL-WN722N), 4dBi, 150 Mbps	1 unit

Komputer *server* data,*router* dan *client* menggunakan sistem operasi Ubuntu Desktop 15.04 seperti yang telah dijelaskan pada tabel diatas. Parameter utama yang perlu diperhatikan pada saat instalasi sistem operasi adalah *hostname*, *domain*, beserta *users* dan *password*. Pengaturan parameter *hostname* dan *users* serta nama *domain* untuk masing-masing komputer *server* disajikan pada Tabel 3 Setelah proses instalasi sistem operasi, perlu dilakukan konfigurasi untuk menentukan alamat IP dari masing-masing komputer. Pengaturan alamat IP dari masing-masing komputer disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3 Pengaturan parameter *hostname*, *users*, and nama *domain*

.

Komputer *Server*	***Hostname***	***Users***	**Nama *Domain***
Server Data	Fitri	Fitri	fitri.dtn
Router	Putri	Putri	putri.dtn
Client	Klien	Klient	klient.dtn

Tabel 4 Pengaturan alamat IP

Komputer Server	**Jaringan**	**Alamat IP**
Server Data	wlan0	192.168.10.2
Router	wlan0	192.168.10.1
Client	wlan1	192.168.20.12

Untuk menyimpan *file* DTN yang akan diterima dari dari setiap komputer, perlu dipersiapkan beberapa lokasi penyimpanan atau folder tambahan.Folder yang perlu dipersiapkan di masing-masing komputer adalah `/home/Document/fitri/`,`/home/Document/putri/`,`/home/Document/klien/`.

3.3.2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan dalam perancangan sistem DTN adalah sebagai berikut.

Tabel 5 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak.

Sistem	***Tools/Framework***	**Keterangan**
DTN	Aplikasi DTN2	*dtn-2.8.9*
		oasy-1.5.0.

Aplikasi DTN2 merupakan aplikasi inti dari sistem layanan berbasis DTN yang berfungsi mengatur mekanisme pengiriman dan penerimaan data menggunakan protokol DTN. Di bagian pengirim Aplikasi DTN2 akan mengubah data-data yang akan dikirim menjadi *bundle* dan mengubahnya kembali menjadi bentuk data semula di bagian penerima. Aplikasi DTN2 pula yang bertanggung jawab untuk mengatur pengiriman dan penerimaan data sesuai dengan ketersediaan koneksi. Perangkat lunak yang digunakan sebagai aplikasi DTN2 adalah *dtn-2.8.9* yang ditambahkan dengan komponen pendukung *oasy-1.5.0*.yang digunakan di komputer *server* data,*router* dan *client*. Komponen sistem operasi yang perlu ditambahkan adalah sebagai berikut.

- *build-essential*
- *libavahi-compat-libdnssd-dev*
- *libdb5.3* dan *libdb5.3-dev*
- *libxerces-c28*
- *libxerces-c3-dev*
- *libexpat1-dev*
- *mono-**
- *tcl8.4* dan *tcl8.4-dev*
- *tcllib*
- *tclreadline*
- *tclx8.4-dev*
- *tclx8.4*
- *zlib1g-dev*

3.3.3. Konfigurasi Sistem DTN

Konfigurasi aplikasi DTN2 dilakukan dengan memodifikasi file `dtn.conf` dari program dtn.Parameter konfigurasi yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut.

- *route local_eid "dtn://[info hostname]"*

  Penamaan paramenter*[info hostname]* disesuaikan dengan *hostname* diikuti dengan nama *domain* dari masing-masing komputer *server*, misalnya *local_eid* untuk komputer *client* adalah

  ```
  route local_eid "dtn://klien.dtn
  ```

- *link add <name><nexthop><type><clayer>*

  Paramenter *<name>* disikan dengan nama link, misalnya *link1*. Parameter *<nexthop>* diisikan dengan alamat IP atau nama *domain* dari *host* atau DTN *router* yang akan terhubung secara langsung dengan *host* pengirim. Parameter *<type>* dalam implementasi ini menggunakan tipe koneksi *ONDEMAND*.Parameter *<clayer>* dalam implementasi menggunakan *tcp*. Contoh penulisan atau pengaturan parameter *link add* secara lengkap adalah sebagai berikut *:*

  ```
  link add link1 192.168.10.1 ONDEMAND tcp
  ```

- *route add <dest><link|peer>*

  Parameter <dest> diisikan dengan *local_eid* yang menjadi tujuan pengiriman data *bundle* dari suatu komputer *server*. Parameter *<link|peer>* diisikan dengan parameter *<name>* dari pengaturan parameter *link add*. Contoh penulisan atau pengaturan parameter *link add* secara lengkap adalah sebagai berikut:

  ```
  route add dtn://Router.dtn/* link1.
  ```

Konfigurasi parameter pada file `dtn.conf` dari masing-masing komputer adalah sebagai berikut.

- *Server* Data

```
storage set dbname  DTN

route local_eid "dtn://fitri.dtn"

link add link1 192.168.10.1 ONDEMAND tcp

route add dtn://putri.dtn/* link1
route add dtn://klien.dtn/* link1
```

- *Router*

```
storage set dbname  DTN

route local_eid "dtn://putri.dtn"

link add link1 192.168.10.2 ONDEMAND tcp
link add link1 192.168.20.12 ONDEMAND tcp

route add dtn://server.dtn/* link1
route add dtn://klien.dtn/* link2
```

- *Client*

```
storage set dbname  DTN

route local_eid "dtn://klien.dtn"


link add link1 192.168.10.1 ONDEMAND tcp


route add dtn://Router.dtn/* link1
route add dtn://server.dtn/* link1
```

3.3.4. Konfigurasi *Network Interface*

Konfigurasi *interface* dilakukan untuk mengatur konfigurasi jaringan dalam sistem DTN tersebut. Konfigurasi *interface* ini diatur pada *server* dan *router* sesuai dengan alamat IP dari kartu jaringan secara static dengan mengetik perintah `nano/etc/network/interfaces`.Berikut pengaturan konfigurasi *interface* pada setiap perangkat *server* dan *router*.

- *Server* Data

```
auto wlan0
iface wlan0 inet static
     address 192.168.10.2
     subnetmask 255.255.255.0
     wireless-channel 11
     wireless-essid MYNETWORK
     wireless-mode ad-hoc
```

- *Router*

```
auto wlan0
iface wlan0 inet static
     address 192.168.10.1
     subnetmask 255.255.255.0
     wireless-channel 11
     wireless-essid MYNETWORK
     wireless-mode ad-hoc

auto wlan1
iface wlan1 inet static
     address 192.168.20.1
     subnetmask 255.255.255.0
     wireless-channel 11
```

3.3.5. Konfigurasi Server DHCP

DHCP adalah pengalokasian IP *Address* pada komputer di dalam sebuah jaringan secara otomatis.Komputer yang menjadi server DHCP disini adalah *router*,dalam sebuah jaringan ini *router* akan memberikan IP *Addrees* secara otomatis pada komputer *client*.Untuk mendapatkan IP *client* yang tetap dengan menambahkan *hardware ethernet* dan *fixed address client* seperti dibawah ini.

```
default-lease-time 600
 max-lease-time 7200
 option subnet-mask 255.255.255.0
 option Routers 192.168.20.1
 option domain-name-servers 192.168.20.1
 option domain-name "mydomain.example"

 subnet 192.168.20.0 netmask 255.255.255.0
 range 192.168.20.10  192.168.20.100

 host klien

        hardware ethernet 44:6D:57:A9:DE:5B;
        fixed-address 192.168.20.12;
```

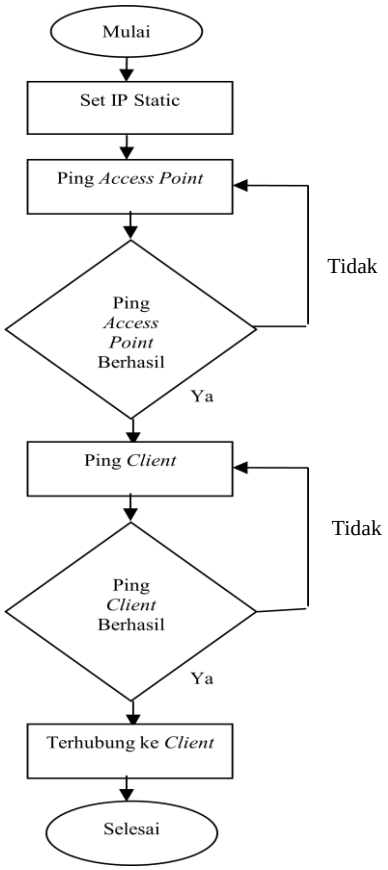
3.3.6. Program Koneksi *Wi-fi* Otomatis

Program koneksi *wi-fi* otomatis adalah suatu aplikasi atau program khusus agar dapat mendeteksi dan terhubung ke suatu jaringan *wi-fi* tertentu ketika *router* yang dibawa orang berpindah lokasi dari satu tempat ke tempat lainnya.

Program koneksi *wi-fi* otomatis merupakan suatu program yang berfungsi agar suatu komputer *server* data yang dilengkapi dengan perangkat *wi-fi access point* dapat terhubung otomatis ke suatu jaringan *wi-fi client* ketika *router* tersebut berpindah .

Prinsip kerja dari program koneksi *wi-fi* otomatis adalah menampilkan alamat IP dari kartu jaringan *router* dan alamat IP *client* di jaringan *wi-fi* yang terdaftar sebagai tujuan dalam rute perjalanan *wireless router*.Perangkat *wi-fi* dari *router* mendeteksi keberadaan *access point* dan kemudian terhubung ke *client* yang menjadi tujuan. Alamat IP saat sedang terhubung ke *client* akan dipertahankan hingga hubungan ke *client* tersebut terputus dan proses tersambung kembali alamat IP secara periodik akan kembali dilakukan sampai dengan perangkat *wi-fi* dari router mendeteksi kembali keberadaan *access point* dan kemudian terhubung ke *client* yang terdaftar sebagai tujuan.Sehingga tampilan dilayar monitor akan terlihat jelas ketika koneksi terhubung maupun terputus.Tampilan program *wi-fi* otomatis pada layar monitor dapat dilihat di gambar lampiran.

Dalam perancangan program koneksi *wi-fi* otomatis, tidak digunakan metoda pengaturan alamat IP dinamis dengan menggunakan *dhcp* melainkan dilakukan dengan metoda pengaturan alamat IP statis. Diagram alir dari program koneksi *wi-fi* otomatis sebagai berikut.



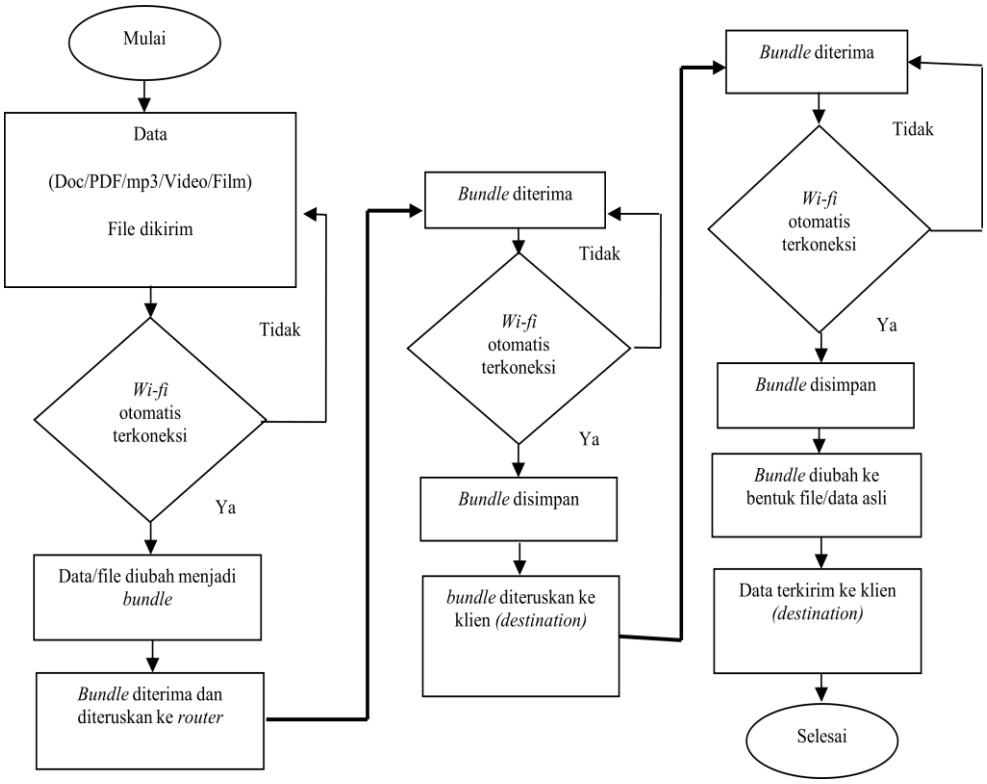
Gambar 3.3. Diagram Alir Program Koneksi *Wi-fi* Otomatis

3.4. Mekanisme Pengiriman Data DTN

Secara umum, mekanisme pengiriman data pada sistem DTN adalah sebagai berikut.

1. Pada *server* data telah disiapkan beberapa jenis file yang akan dikirimkan pada *client* melalui bantuan *wireless router* bergerak.Setelah file dipilih *server* data mengirimkan ke *router* yang alamat ditujukan ke *client*.
2. Ketika *wireless router* bergerak melewati suatu lokasi *server* data dan tercakup dalam jaringan *wi-fi* tersebut,*router* akan menerima data dari server data berupa file Doc /PDF /MP3/Video/film yang akan diubah dalam bentuk *bundle* yang ditujukan bagi *client* tersebut.

3. Setelah file lengkap diterima seuai dngan ukuran data yang dikirim,*router* akan bergerak dibawa oleh orang mendekati menuju lokasi *client* berada yang sudah terdeteksi dengan koneksi *wi-fi* otomatis di perangkat *router*.
4. *Bundle* yang berada di *router* diteruskan ke *client* secara otomatis karena *router* pada prinsip nya hanya sebagai *gateway* atau penghubung antar dua lokasi.setelah masuk secara utuh di *client,bundle* akan langsung di *convert* ke bentuk *file* asli dari *server* data yang berupa *file* Doc /PDF /MP3/Video/film.
5. *Client* akan membuka *file* dengan perintah *dtncpd /home /klien* dan pada layar monitor akan ada tampilan *file* asli yang masuk dan bisa juga langsung dilihat di folder DTN.

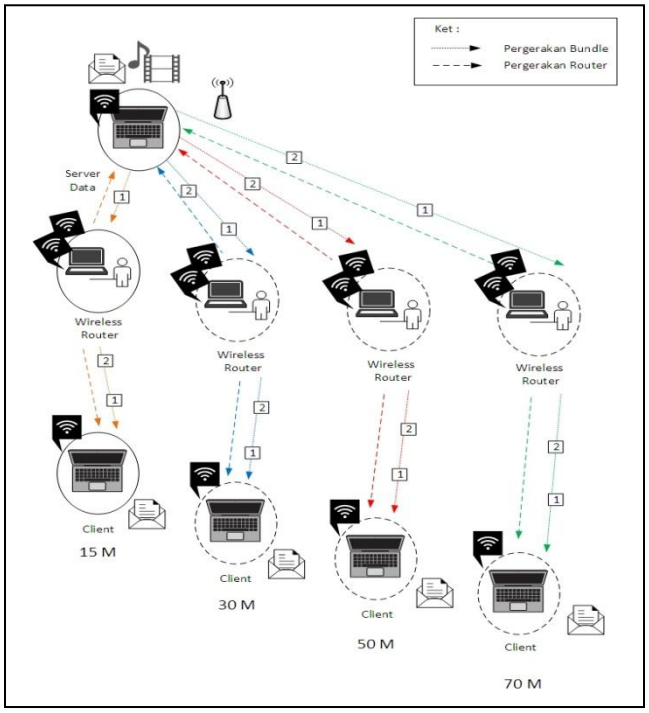


Gambar 3.4. Diagram Alir Proses Pengiriman Data

3.5. Skenario Pengujian

3.5.1 Kondisi Pengujian 1 LOS *(Line Of Sight)*

Pada bagian ini,dijelaskan langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan,bagaimana pengujian sistem *transfer* data pada DTN dan hasil pengujian yang akan didapat.Pada penelitian awal ini melakukan percobaan di kondisi LOS *(line of sight)* yaitu dimana antar *point* harus saling berhadapan bebas dari apapun yang akan menghalangi pandangan.Kapasitas data uji yang digunakan dari 5,50,200,500,700,1000,1200,1500 1700 dan 2000 dalam satuan (MB). Berikut merupakan gambaran dari skenario pengujian yang akan dilakukan



Gambar 3.5. Topologi sistem jaringan DTN (LOS)

Pada jarak 15 meter dan 30 meter lokasi pengujian di lapangan basket Perumahan Komplek Kedamaian Permai Palembang,sedangkan untuk jarak 50 meter dan 70 meter bertempat di lapangan sekolah SD dan SMP Pupuk Sriwijaya Palembang, akan diuji dengan kapasitas data uji yang sama dan melihat sampai data uji maksimum pada ukuran data berapa data tidak terkirim lagi dari *server*

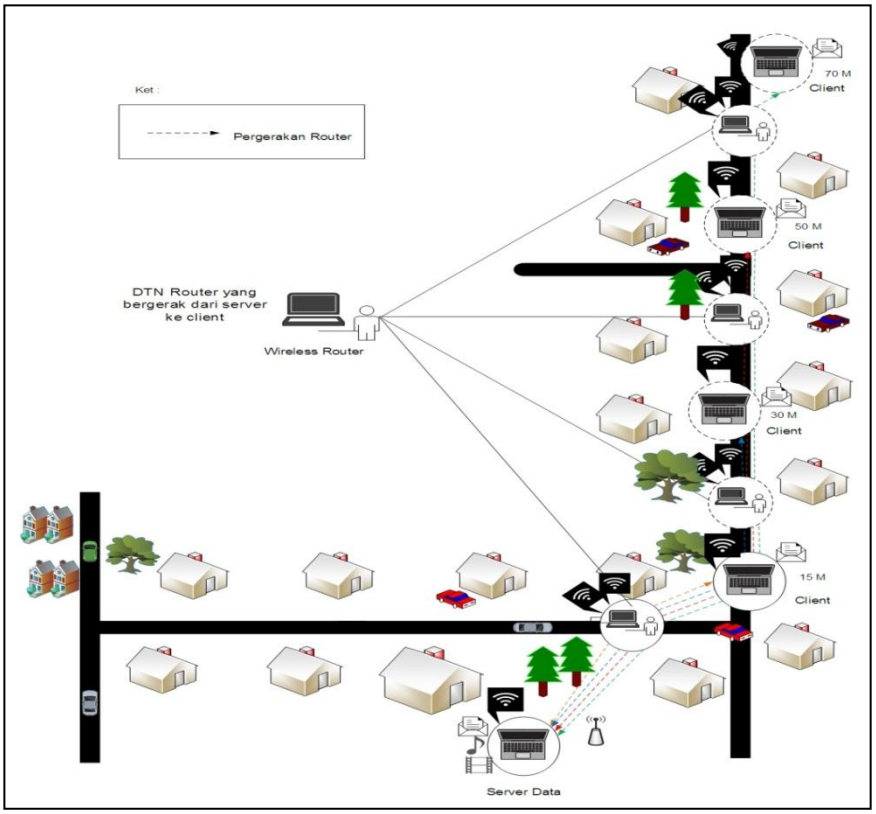
data ke *client*. Berikut merupakan peta lokasi dari skenario pengujian yang akan dilakukan.

Gambar 3.6. Lokasi pengujian pada jarak 15 dan 30 meter di kondisi LOS

Gambar 3.7. Lokasi pengujian pada jarak 50 dan 70 meter di kondisi LOS

3.5.2 Kondisi Pengujian 2 *near*- LOS *(near-Line Of Sight)*

Penelitian selanjutnya dilakukan pengujian dikondisi *near*-LOS yaitu kondisi pandangan yang sedikit terhalang seperti rumah dan pohon,dengan kapasitas data uji dan jarak yang sama dengan penelitian awal yaitu dengan kapasitas data uji yang digunakan dari 5,50,200,500,700,1000,1200,1500 1700 dan 2000 dalam satuan (MB) pada jarak 15 meter,30 meter,50 meter dan 70 meter.Berikut merupakan gambaran dari skenario pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 3.8. Topologi sistem jaringan DTN (*near*-LOS)

Lokasi pengujian bertempat di area Perumahan Komplek Kedamaian Permai Palembang , akan diuji dengan kapasitas data uji yang sama dan melihat sampai data uji maksimum pada ukuran data berapa data tidak terkirim lagi dari *server* data ke *client*..Berikut merupakan peta lokasi dari skenario pengujian yang akan dilakukan.

Gambar 3.9. Lokasi pengujian di kondisi *near*-LOS

3.6. Langkah Pengujian

Pengujian dilakukan dengan implementasi arsitektur jaringan DTN dengan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dijelaskan pada parameter perangkat keras dan perangkat lunak diatas.Pengujian dengan membuat pemodelan sistem, orang dimodelkan sebagai pembawa *router* yang menjadi perantara pengiriman data menggunakan DTN.Pengujian dilakukan di dua kondisi LOS (*Line Of Sight*) dan *near*-LOS *(near-Line Of Sight)*

Perangkat yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah sebagai berikut.

1. Satu Server Data dengan IP 192.168.10.2 telah diinstal Simulator DTN2.
2. Satu *Router* yang telah diinstal Simulator DTN2 dengan IP192.168.10.1,dengan program koneksi *wi-fi* otomatis disesuaikan dengan *subnet* alamat IP komputer *client* dari jaringan *wi-fi* di lokasi yang menjadi tujuan *router*.
3. Satu *Client* yang telah diinstal Simulator DTN2 dengan IP adalah 192.168.20.12.
4. Perangkat *Wi-fi* sebagai perangkat *wi-fi access point* untuk di *server* data

5. *Wireless USB Adapter* sebagai perangkat *wi-fi client* di komputer *router*.
6. Sumber daya listrik (AC) untuk perangkat *wi-fi access point* untuk di *server* data

Prosedur pengujian yang dilaksanakan di *server* data adalah sebagai berikut.

1. Buka terminal *command-line* sistem operasi Linux (terminal T1) dan jalankan aplikasi DTN2 dengan perintah sebagai berikut.

```
/dtnd –c etc dtn.conf

/dtnd –t –c /etc/dtn.conf –l  info –o /home/fitri/
dtn/log/521koma630m.log
```

2. Buka terminal baru (terminal T2) dan lakukan pengiriman data dengan tujuan *client* dengan perintah sebagai berikut.

```
/dtnping –c 6 dtn://klien.dtn/ping

/dtncp--expiration3600/home/fitri/Documents/KIRIMDATA/
521KOMA6MB.mkv dtn://klien.dtn
```

3. Mengamati status pengiriman di aplikasi DTN2 di terminal T1 dengan perintah sebagai berikut.

```
Kom-2% bundle list
```

4. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

```
Kom-2% bundle list

Currently Pending Bundles (521643373) :
```

maka pengiriman data ke *router* masih belum terlaksana.

5. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

```
Kom-2% bundle list

Currently Pending Bundles (0) :
```

maka pengiriman data ke *router* telah selesai dilaksanakan.

Prosedur pengujian yang dilaksanakan di router adalah sebagai berikut.

1. Aktifkan service DHCP di terminal baru (T2) dan jalankan program koneksi *wi-fi* otomatis dengan perintah sebagai berikut.

```
/service isc-dhcp-server restart
/ifconfig
/service network-manager stop
/etc/init.d/networking restart
/ifconfig
```

2. Buka terminal *command-line* sistem operasi Linux (terminal T1) dan jalankan aplikasi DTN2 dengan perintah sebagai berikut.

```
/dtnd –c etc dtn.conf
/dtnd –t –c etc/dtn.conf –l info –o /home/putri/log/
5.3mb30m.log
```

3. Mengamati tampilan keluaran dari program koneksi *wi-fi* otomatis pada T2. Jika status menunjukkan bahwa *router* telah terhubung ke *client* maka penerimaan data dari *router* ke *client* telah selesai dilaksanakan sambil mengecek *bundle* yang tersimpan dengan perintah sebagai berikut.

```
Kom-1 dtn% bundle list
```

6. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

```
Kom-1% bundle list

Currently Pending Bundles (2126847) :
```

maka pengiriman data ke *client* masih belum utuh terkirim.

7. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

```
Kom-1% bundle list

Currently Pending Bundles (0) :
```

maka pengiriman data telah selesai diterima oleh client.

Prosedur pengujian yang dilaksanakan di *client* adalah sebagai berikut.

1. Buka terminal *command-line* sistem operasi Linux (terminal T1) dan jalankan aplikasi DTN2 dengan perintah sebagai berikut.

```
/dtnd –c etc dtn.conf
```

```
/dtnd -t -c /etc/dtn.conf -l info -o/home/putri/
log/5.3mb30m.log
```

2. Mengamati status pengiriman di aplikasi DTN2 di terminal T1 setelah *router* terhubung *client*, dengan perintah sebagai berikut.

   ```
   Klien dtn% bundle list
   ```

3. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

   ```
   Klien dtn% bundle list

   Currently Pending Bundles (389367114) :
   ```

   maka penerimaan data dari *router* ke *client* masih belum terlaksana.

4. Jika stasus yang tertera pada terminal T1 adalah sebagai berikut,

   ```
   Klien dtn% bundle list

   Currently Pending Bundles (0) :
   ```

   maka penerimaan data dari *router* ke *client* telah selesai dilaksanakan.

   Jika penerimaan data telah selesai, buka terminal baru (T2) dan lakukan pemindahan data dari aplikasi DTN2 ke folder dengan perintah sebagai berikut.

   ```
   /dtncpd/home/klien/
   ```

3.7. Pengambilan Data

Pada subbab diatas telah diuraikan bagaimana proses pengujian pengiriman data terjadi menggunakan aplikasi DTN2 .memperlihatkan tampilan *wi-fi* otomatis pada *router* yang berfungsi sebagai koneksi otomatis pada IP *client* yang dituju dan memperlihatkan apakah koneksi tersambung dengan baik atau tidak.Setelah *daemon* dijalankan pada *server* DTN dan melakukan proses pengiriman dtnping ke *router* dan *client* untuk mengecek *server* sudah siap melakukan proses kirim data.

```
[1451219961.476789 /dtnd notice] random seed is 476771

[1451219961.476972 /dtnd notice] DTN daemon starting up... (pid
1983)
[1451219961.497992 /dtnd info] parsing configuration file
/etc/dtn.conf...
[1451219961.506694 /dtnd info] dtnd parsing configuration...
[1451219961.522022 /dtn/interface/table info] adding interface
tcp0 (tcp)
[1451219961.522425 /dtn/link/link1 info] new link link1
[192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1451219961.522627 /dtnd info] dtnd configuration parsing complete
```

Gambar 3.10. *Daemon server* DTN pada *file log*

Setelah koneksi pengiriman data sudah terkoneksi dengan baik dengan mengecek melalui perintah dtnping,selanjutnya memilih salah satu data yang telah disiapkan di folder *server* data untuk dikirimkan ke *client* melalui *router* dengan mengetik perintah.

```
12:39:26,1451219966.272845,dtn://fitri.dtn,STARTING,0,,,,,,,,,0.00
0000,,0,
[1451219966.273811 /dtn/bundle/daemon notice] loading bundles from
data store
[1451219966.273935 /dtn/bundle/daemon info] REGISTRATION_ADDED 0
dtn://fitri.dtn
[1451219966.274028 /dtn/bundle/daemon info] REGISTRATION_ADDED 2
dtn://fitri.dtn/ping
```

Gambar 3.11. Proses dtnping pada *file log* DTN.

```
[1451219992.012258 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_ACCEPT_REQUEST:
bundle bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA
/734KOMA3MB.avi -> dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/734KOMA3MB.avi
734322688 byte payload] accepted (reason no additional
information)
[1451220027.554389 /dtn/apiclient/25 info] DTN_SEND bundle bundle
id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA
/734KOMA3MB.avi -> dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/734KOMA3MB.avi
734322688 byte payload]
```

Gambar 3.12. Proses pengiriman data *server* ke *router* pada *file log* DTN.

Selama proses pengiriman berlangsung setiap *log* di setiap *nodes* akan tersimpan sampai *file* terkirim dan sampai di *client*.Pada *log* sever akan memperlihatkan status pengiriman data dari *server* data ke *router*.Pada gambar. Status CONTACT _UP LINK 1 yang berarti mulai melakukan koneksi ke link 1 atau *router* untuk mengirim data sampai status pengiriman berubah menjadi BUNDLE TRANSMITTED yang berarti semua *bundle* dari *server* telah berada di *router* dan akan di teruskan kembali ke client seperti yang terlihat pada gambar. dibawah ini.

```
[1451220028.492225 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link1
[192.168.10.1 dtn://putri.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING]
(contact 0x7f2828005eb0)
[1451220028.492285 /S10 info] 2015-12-27
12:40:28,1451220028.492272,dtn://fitri.dtn,CONTUP,0,,,,,,192.168
.10.1,,,0.000000,ONDEMAND,0,
```

Gambar 3.13. Proses koneksi *server* ke *router* pada *file log* DTN.

```
[1469610594.478105 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_TRANSMITTED
id:0 (51097941 bytes_sent/51097941 reliable) -> link1
(192.168.10.1)
[1469610594.478203 /S10 info] 2016-07-27
09:09:54,1469610594.478183,dtn://fitri.dtn,TX,51097785,dtn://fitri
.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA/51KOMA1MB.m
kv,522925754.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?
```

Gambar 3.14. Transmisi data dari *server* ke *router* pada *file log* DTN.

Bundle yang diteruskan dari *router* ke *client* sedang dalam proses pengiriman ditandai dengan status pengiriman di *log router* yaitu CONTACT_UP LINK 2 berarti mulai melakukan koneksi ke link 2 atau *client* dengan IP tujuan yang tertera adalah 192.168.20.12 *(client)* sampai status pengiriman berubah menjadi BUNDLE TRANSMITTED yang berarti proses transmisi *bundle* yang dtransmisikan dari *router* telah berada di *client* seperti yang terlihat pada gambar. dibawah ini.

```
[1451220419.256474 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link2
[192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING]
(contact 0x7f2ef00066c0)
[1451220419.256539 /S10 info] 2015-12-27
12:46:59,1451220419.256526,dtn://putri.dtn,CONTUP,0,,,,,,192.168.2
0.12,,,0.000000,ONDEMAND,0,
```

Gambar 3.15. Proses koneksi *router* ke *client* pada *file log* DTN.

```
[1469585444.673645 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_TRANSMITTED
id:0 (51097941 bytes_sent/51097941 reliable) -> link2
(192.168.20.12)
[1469585444.673682 /S10 info] 2016-07-27
02:10:44,1469585444.673672,dtn://putri.dtn,TX,51097785,dtn://fitri
.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA/51KOMA1MB.m
kv,522925754.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?
```

Gambar 3.16. Transmisi data dari *router* ke *client* pada *file log* DTN.

Setelah proses BUNDLE TRANSMITTED,*log client* akan memperlihatkan proses penerimaan data di *client* dengan status BUNDLE RECEIVED.

```
[1469585465.234435 /S10 info] 2016-07-27
02:11:05,1469585465.234386,dtn://klien.dtn,RX,51097785,dtn://fitri
.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA/51KOMA1MB.m
kv,522925754.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/51KOMA1MB.mkv,3600
,,192.168.20.1:40982,,,0.000000,,0,link
[1469585465.234547 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_RECEIVED bundle
id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDATA
/51KOMA1MB.mkv -> dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/51KOMA1MB.mkv
51097785 byte payload] prevhop dtn://putri.dtn (51097941 bytes
recvd)
```

Gambar 3.17. Proses penerimaan data di *client* pada *file log* DTN.

Dan laporan data berhasil dikirim secara sukses di aktifitas *log client*,seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

```
[1469585465.363017 /dtn/registration/10 info] deliver_bundle:
queuing bundle id 0 for active delivery to
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*
[1469585465.813550 /dtn/apiclient/25 info] DTN_RECV: successfully
delivered bundle 0 to registration 10
[1469585465.814069 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_DELIVERED id:0
(51097785 bytes) -> regid 10 (dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*)
[1469585465.814343 /S10 info] 2016-07-27
02:11:05,1469585465.814271,dtn://klien.dtn,DELIVERED,51097785,dtn:
//fitri.dtn/dtncp/send?
```

Gambar 3.18. Laporan data berhasil dikirim pada *file log* DTN.

3.8. Hasil dan Analisis

Hasil dan Analisis diperoleh setelah proses pengujian dilakukan. Data tersebut akan disajikan pada bab lanjutan berupa tabel dan grafik. Selain Data secara kuantitatif yang disajikan, data tersebut juga dianalisis sesuai batasan permasalahan penelitian.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1. Pendahuluan

Pada penelitian sebelumnya [3], [4] telah dilakukan pengujian secara berkelanjutan terhadap sistem jaringan DTN menggunakkan *wireless router* bergerak yang diterapkan di berbagai bidang, serta bagaimana pengujian tersebut dilakukan. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pada *wireless router* yang menghubungkan antar *nodes* server dan *client* untuk proses *transfer* data pada jaringan DTN yang diujikan secara berulang sebanyak 10 paket data dengan maksimal paket data 2000 MegaByte batas toleransi selama ± 3600 detik dan pada jarak 15 meter,30 meter,50 meter dan 70 meter.Setelah proses pengujian yang dilakukan tahap demi tahap,selanjutnya data secara kuantitatif yang diperoleh dianalisis dan diklasifikasikan berdasarkan jarak uji, yang kemudian dilakukan perhitungan terhadap waktu transmisi data dan *throughput* dari hasil transmisi. .

4.2. Sample Log Hasil Pengujian

Analisa pengujian dilakukan berdasarkan *log* DTN2 yang tercatat ketika terjadi transmisi data. Dalam *log* tersebut, terekam proses-proses transmisi data pada *timestamps* tertentu.Berikut contoh *log* hasil pengujian di *nodes server* data ke *router*.

```
[1454422004.238676 /dtn/registration/table info] removing
registration 10
[1454422004.253701 /dtn/bundle/daemon info] REGISTRATION_DELETE 10
[1454422004.253871 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link1
[192.168.10.1 dtn://putri.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING] (contact
0x7f464c005e20)
```

1

```
[1454422004.254535 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling finalize() on all blocks
[1454422004.254558 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: end
[1454422950.975836 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_TRANSMITTED  → 2
id:0 (2045884236 Bytes_sent/2045884236 reliable) -> link1  → 3
(192.168.10.1)
```

Gambar 4.1. Contoh *log bundle* server data ke *router*

Untuk menghitung waktu transmisi dilakukan dengan menganalisa *log* yang dihasilkan ketika aplikasi DTN2 mengirimkan data antara *nodes*. Waktu transmisi dari *server* data ke *router* dihitung dari selisih *timestamps BUNDLE-TRANSMITTED* dan *CONTACT_UP link.*Perhitungan yang sama juga berlaku ketika *wireless router* mentransmisikan data ke *client*. Berikut contoh *log* hasil pengujian di *route*r ke *client.*

```
[1451391112.292696 /dtn/contact/link2 info] new contact contact
192.168.20.12 (started 1451391112.292693)
[1451391112.308340 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link2  → 4
[192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING]
(contact 0x7f93500066c0)

[1451391561.899040 /S10 info] 2015-12-29
12:19:21,1451391561.899017,dtn://putri.dtn,CONTDOWN,0,,,,,,192.168
.20.12,,,1451391112.292693,ONDEMAND,449,
[1451391561.899138 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_TRANSMITTED  → 5
id:0 (576864232 Bytes_sent/575705088 reliable) -> link2  → 6
(192.168.20.12)
```

Gambar 4.2. Contoh *log bundle router ke client*

Dari gambar 4.2 diatas dapat kita jelaskan sebagai berikut :

1. Bagian pertama menunjukkan nilai parameter CONTACT_UP link1 pada *log bundle server* data ke *router* yang akan digunakkan untuk perhitungan waktu transmisi dan *throughput.*
2. menunjukkan nilai parameter BUNDLE_TRANSMITTED pada *log bundle server* data ke *router* yang akan digunakkan untuk perhitungan waktu transmisi dan *throughput.*

3. Mendeskripsikan bahwa *bundle* dari *server* data ditransmisikan ke *router*.
4. Bagian keempat menunjukkan nilai parameter CONTACT_UP link2 pada *log bundle router* ke *client* yang akan digunakkan untuk perhitungan waktu transmisi *throughput.*
5. menunjukkan nilai parameter BUNDLE_TRANSMITTED pada *log bundle router* ke *client* yang akan digunakkan untuk perhitungan waktu transmisi dan *throughput.*
6. Mendeskripsikan bahwa *bundle* dari *router* ditransmisikan ke *cliet.*

4.3. Transmisi Data dengan *Wirerless Router*

Pengiriman data terjadi antara *nodes server* data dengan *nodes router* dalam jaringan DTN. Pengujian dilakukan untuk menganalisa penggunaan *wireless router* di LOS *(Line Of Sight) dan near*-LOS *(near-Line Of Sight).*Pemodelan pengujian ini menggunakan satu perangkat komputer portabel *wireless router* yang disimulasikan dibawa orang bergerak.

Analisa dilakukan pada pengiriman data berukuran MegaBytes.Data yang dikirimkan adalah sejumlah 10 paket data dengan masing-masing ukuran ukuran data adalah 5,50,200,500,700,1000,1200,1500 1700 dan 2000 dalam satuan (MB).Ukuran data tersebut didapatkan dari variasi *file* di *server* data yang ada. Selain transmisi data dengan ukuran yang bervariasi, pengujian dilakukan pula untuk menghitung *throughput* dari hasil waktu transmisi yang nanti di dapat .Berikut rumus [7] untuk menghitung waktu transmisi dan *throughput*.

- Waktu Transmisi

  ***t* trans = *BUNDLE*_TRANSMITTED - CONTACT_UP link……. (1)**

- *Throughput*

  Throughput = Per Size Data / *t* trans……. (2)

Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* dalam jaringan DTN terbagi atas :

1. perhitungan waktu transmisi dan *throughput* antara *server* data dan router,
2. perhitungan waku transmisi dan *throughput* antara *router* dan *client.*

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh perbandingan waktu transmisi dan *throughput* antar *nodes*.

Wireless Router dimodelkan berada di jangkauan *wifi* dan menunggu hingga data dari Komputer *server* data berhasil ditransmisikan dan tersimpan di *router.* Analisa pengujian dilakukan berdasarkan *log* DTN2 yang tercatat ketika terjadi transmisi data. Dalam *log* tersebut, terekam proses-proses transmisi data pada *timestamps* tertentu.

Perhitungan waktu transmisi dilakukan dengan menganalisa *log* yang dihasilkan ketika aplikasi DTN2 mengirimkan data antara *nodes*. Waktu transmisi dari *server* data ke *router* dihitung dari selisih *timestamps BUNDLE-TRANSMITTED* dan *CONTACT_UP link.*Perhitungan yang sama juga berlaku ketika *wireless router* mentransmisikan data ke *client*. Satuan waktu transmisi yang digunakan adalah detik.Berikut contoh perhitungnan manual waktu transmisi dan *throughput* dengan ukuran data 5 (MB) pada jarak 15 meter di LOS.

Nodes Server Data ke *Router*

- Waktu Transmisi

  ***t* trans = *BUNDLE*_TRANSMITTED - CONTACT_UP link……. (1)**

  ***t* trans =** *1.450.701.412,03 -1.450.701.408,98*

  = 3,04 (detik)

- *Throughput*

  Throughput = Per *Size* Data / *t* trans……. (2)

Throughput = 5.259.258 / 3,04

= 1.686,73 (Kbps)

Nodes Router ke *Client*

- Waktu Transmisi

***t* trans = *BUNDLE*_TRANSMITTED - CONTACT_UP link……. (1)**

***t* trans =** *1.450.701.465,77-1.450.701.457,72*

= 8,04 (detik)

- *Throughput*

Throughput = Per *Size* Data / *t* trans……. (2)

Throughput = 5.259.258 / 8,04

= 638,04 (Kbps)

4.3.1. Pengujian ke-1 waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 15 m.

Dari pengujian dengan skenario diatas dihasilkan *log* yang mencatat aktivitas pengirimana data dengan parameter yang dianalisa yaitu ***BUNDLE*_TRANSMITTED** dan **CONTACT_UP link** sehingga mendapatkan hasil perhitungan waktu transmisi dan *throughput* antar *nodes*,dengan besar data yang diujikan adalah 5,50,200,500,700,1000,1200,1500,1700 dan 2000 dalam satuan (MB). Berikut tabel perhitungan dan grafik waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 15 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS (*near-Line Of Sight).*

Tabel 6 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 15 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*Line Of Sight* (LOS)			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.450.701.408,98*	*1.450.701.457,72*	*1.450.701.412,03*	*1.450.701.465,77*	3,04	8,04	1.686,73	638,04
50	51.097.941	*1.450.701.646,18*	*1.450.701.717,50*	*1.450.701.671,81*	*1.450.701.762,81*	25,63	45,30	1.946,47	1.101,37
200	209.696.471	*1.450.701.832,52*	*1.450.701.979,46*	*1.450.701.933,78*	*1.450.702.201,39*	101,25	221,93	2.022,37	922,71
500	521.643.373	*1.450.701.802,52*	*1.450.702.671,54*	*1.450.702.030,79*	*1.450.703.162,97*	228,27	491,42	2.231,62	1.036,60
700	734.322.847	*1.450.703.559,88*	*1.450.703.950,11*	*1.450.703.904,46*	*1.450.704.540,34*	344,57	590,22	2.081,12	1.214,97
1000	1.048.097.309	*1.450.704.806,57*	*1.450.705.342,49*	*1.450.705.296,81*	*1.450.706.298,05*	490,24	955,56	2.087,81	1.071,12
1200	1.366.835.981	*1.451.391.878,72*	*1.451.392.557,08*	*1.451.392.516,34*	*1.451.393.916,41*	637,62	1.359,32	2.093,40	981,95
1500	1.458.950.014	*1.451.223.964,21*	*1.451.224.703,40*	*1.451.224.660,88*	*1.451.226.287,39*	696,66	1.583,99	2.045,10	899,47
1700	1.721.254.543	*1.451.394.167,03*	*1.451.395.002,42*	*1.451.394.961,51*	*1.451.396.675,73*	794,48	1.673,30	2.115,73	100,.54
2000	2.045.884.236	*1.454.422.004,25*	*1.454.422.980,14*	*1.454.422.950,97*	*1.454.425.321,98*	946,72	2.341,83	2.110,37	853,14

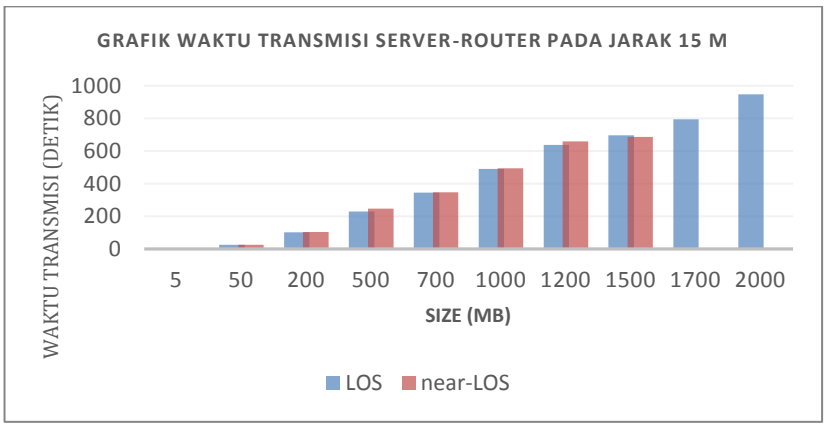
Tabel 7 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 15 meter di kondisi *near*-LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*near-Line Of Sight*			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.464.678.951,46*	*1.464.678.960,40*	*1.464.678.954,23*	*1.464.678.964,23*	2,77	3,83	1.853,64	1.340,18
50	51.097.941	*1.464.679.083,70*	*1.464.679.304,03*	*1.464.679.108,36*	*1.464.679.364,50*	24,661	60,47	2.023,17	825,14
200	209.696.471	*1.450.701.832,52*	*1.464.679.605,80*	*1.450.701.935,78*	*1.464.679.828,88*	103,25	223,07	1.983,20	917,97
500	521.643.373	*1.464.680.007,25*	*1.464.680.260,82*	*1.464.680.254,27*	*1.464.680.992,75*	247,01	731,93	2.062,27	695,99
700	734.322.847	*1.464.681.288,72*	*1.464.681.641,77*	*1.464.681.635,62*	*1.464.682.270,22*	346,90	628,45	2.067,18	1.141,07
1000	1.048.097.309	*1.464.682.706,62*	*1.464.683.206,70*	*1.464.683.200,50*	*1.464.684.258,74*	493,88	1.052,03	2.072,40	972,90
1200	1.366.835.981	*1.464.684.571,73*	*1.464.685.235,71*	*1.464.685.229,55*	*1.464.687.328,61*	657,82	2.092,89	2.029,12	637,77
1500	1.458.950.014	*1.464.687.661,87*	*1.464.688.354,99*	*1.464.688.348,89*	*1.464.690.490,02*	687,02	2.135,03	2.073,81	667,32
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

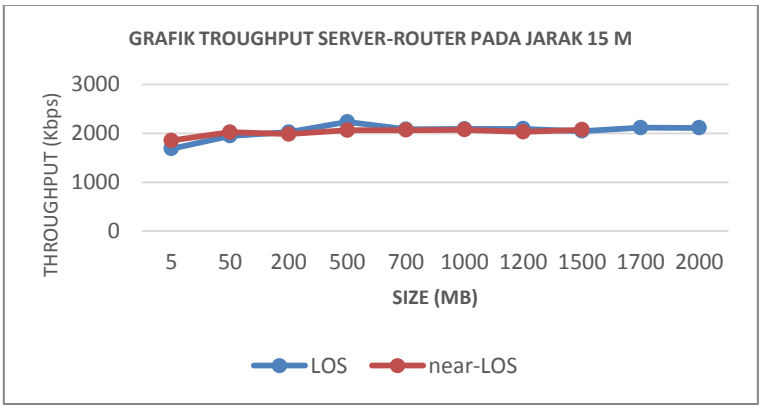
Tabel 8 Perbandingan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 15 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS

Ukuran Data (MB)	*Line Of Sight* (LOS)				*near-Line Of Sight*			
	Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)		Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	3,04	8,04	1.686,73	638,04	2,77	3,83	1.853,64	1.340,18
50	25,63	45,30	1.946,47	1.101,37	24,661	60,47	2.023,17	825,14
200	101,25	221,93	2.022,37	922,71	103,25	223,07	1.983,20	917,97
500	228,27	491,42	2.231,62	1.036,60	247,01	731,93	2.062,27	695,99
700	344,57	590,22	2.081,12	1.214,97	346,90	628,45	2.067,18	1.141,07
1000	490,24	955,56	2.087,81	1.071,12	493,88	1.052,03	2.072,40	972,90
1200	637,62	1.359,32	2.093,40	981,95	657,82	2.092,89	2.029,12	637,77
1500	696,66	1.583,99	2.045,10	899,47	687,02	2.135,03	2.073,81	667,32
1700	794,48	1.673,30	2.115,73	100,.54	-	-	-	-
2000	946,72	2.341,83	2.110,37	853,14	-	-	-	-

Berdasarkan *timestamps* yang diperoleh dari *log*, maka dapat dianalisa waktu transmisi untuk menghitung *throughput* antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client.* Tabel 6 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* untuk ukuran data yang bervariasi, yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* pada jarak 15 meter di kondisi LOS (*Line Of Sight).*Tabel 7 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* di kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight).*Kemudian dari Tabel 6 dan Tabel 7 menghasilkan tabel perbandingan waktu transmisi dan *throughput* di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* pada Tabel 8.



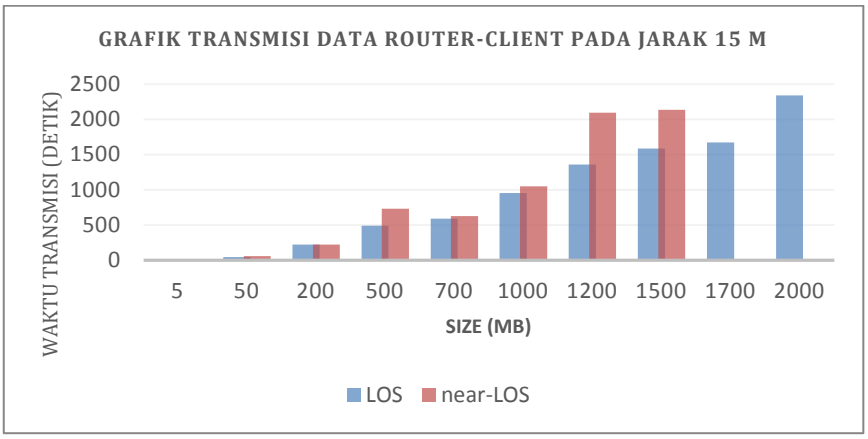
Gambar 4.3. Grafik transmisi data *server* data ke *router*



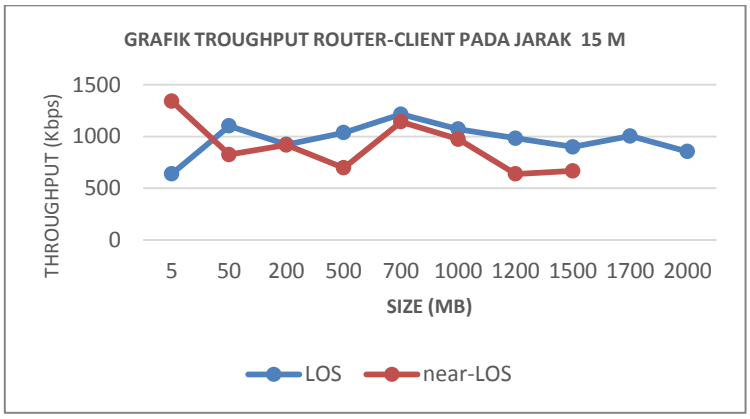
Gambar 4.4 Grafik *throughput server* data ke *router*

Dari Tabel 8 diperoleh grafik perbandingan waktu transmisi di dua kondisi seperti pada Gambar 4.3 pada *nodes server* data ke *router* dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.4.dan grafik perbandingan waktu transmisi *nodes router ke client* pada Gambar 4.5 dan dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.6.

Gambar 4.3 dan 4.5 memperlihatkan laju transmisi yang menaik seiring semakin besar data dan laju kecepatan data atau *troughput* pada Gambar 4.4 di *nodes* server data ke router cukup stabil dilihat di grafik karena komunikasi yang digunakan pada *nodes* ini menggunakan *wireless ad-hoc.*



Gambar 4.5 Grafik transmisi data *router* ke *client*



Gambar 4.6 Grafik *throughput router* ke *client*

Lain hal nya pada Gambar 4.6 di *nodes* router ke *client* tidak begitu stabil dikarenakan komunikasi yang digunakan pada *nodes* ini menggunakan koneksi *wifi* dari *access point* yang berada di sekitar area *server* data dan dipancarkan melalui *wireless USB adapter* yang dipasangkan di *router* kemudian *client* akan menangkap sinyalnya kestabilan kecepatan dalam proses transfer data tentu saja dipengaruhi oleh jarak *client* yang semakin jauh dari *server* data.

Nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes server* data ke *client* yang dicapai pada LOS *(Line Of Sight)* adalah 2.231,62 Kbps dengan waktu transmisi 228,27 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 638,04 Kbps dengan waktu transmisi 8,04 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.507,23 Kbps di kondisi LOS.

Sedangkan nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes server* data ke *client* yang dicapai pada *near*-LOS adalah 2.073,81 Kbps dengan waktu transmisi 687,02 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 637,77 Kbps dengan waktu transmisi 2.092,89 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.460,20 Kbps di kondisi *near*-LOS.

4.3.2. Pengujian ke-2 waktu transmisi dan throughput pada jarak 30 m.

Pada pengujian ke-2 pada jarak 30 meter data yang terkirim hanya sampai ukuran data 1700 MB di kondisi LOS dan 1200 MB di *near*-LOS dari data yang diujikan sampai 2000 MB.Tabel 9 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* pada jarak 30 meter di kondisi LOS (*Line Of Sight).*Tabel 10 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* di kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight).*Kemudian dari Tabel 9 dan Tabel 10 menghasilkan tabel perbandingan waktu transmisi dan *throughput* di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* pada Tabel 11.

Tabel 9 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 30 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*Line Of Sight* (LOS)			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.451.223.634,86*	*1.451.223.679,96*	*1.451.223.637,51*	*1.451.223.684,39*	2,65	4,43	1.936,99	1.159,24
50	51.097.941	*1.451.223.452,62*	*1.451.223.520,47*	*1.451.223.478,02*	*1.451.223.577,31*	25,39	56,84	1.964,96	877,88
200	209.696.471	*1.451.222.968,34*	*1.451.223.112,63*	*1.451.223.070,16*	*1.451.223.343,38*	101,82	230,75	2.011,15	887,44
500	521.643.373	*1.451.221.352,96*	*1.451.221.644,48*	*1.451.221.601,17*	*1.451.222.322,23*	248,20	677,75	2.052,40	751,62
700	734.322.847	*1.451.220.028,49*	*1.451.220.419,25*	*1.451.220.376,73*	*1.451.221.198,62*	348,24	779,36	2.059,23	920,12
1000	1.048.097.309	*1.451.217.380,59*	*1.451.217.943,08*	*1.451.217.900,50*	*1.451.219.729,64*	519,91	1.786,56	1.968,66	572,90
1200	1.366.835.981	*1.453.957.502,77*	*1.453.958.222,35*	*1.453.958.189,56*	*1.453.960.602,62*	686,78	2.380,26	1.943,55	560,77
1500	1.458.950.014	*1.454.416.005,36*	*1.454.416.714,22*	*1.454.416.684,93*	*1.454.418.270,05*	679,57	1.555,83	2.096,52	915,75
1700	1.721.254.543	*1.454.418.589,08*	*1.454.419.419,17*	*1.454.419.389,93*	*1.454.421.507,67*	800,85	2.088,50	2.098,91	804,83
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

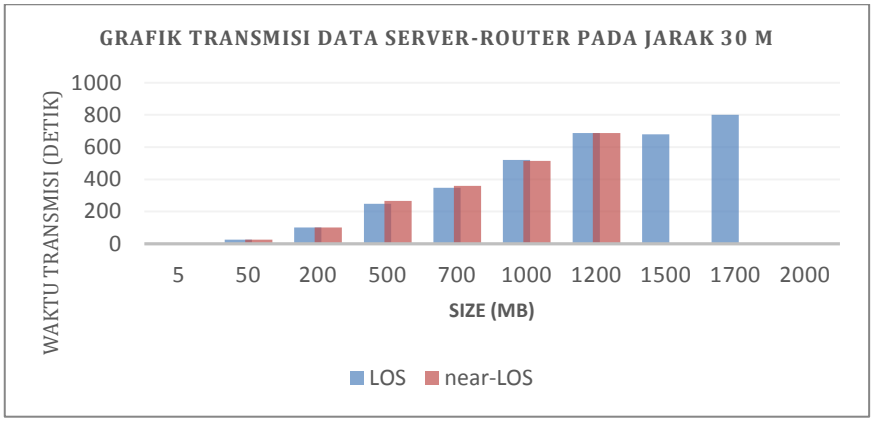
Tabel 10 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 30 meter di kondisi *near*-LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*near-Line Of Sight*			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.464.744.042,63*	*1.464.744.050,41*	*1.464.744.045,40*	*1.464.744.097,98*	2,77	47,56	1.850,78	107,97
50	51.097.941	*1.464.744.344,52*	*1.464.744.552,00*	*1.464.744.370,12*	*1.464.744.853,58*	25,60	301,57	1.949,18	165,46
200	209.696.471	*1.451.222.968,34*	*1.464.745.920,04*	*1.451.223.070,16*	*1.464.746.254,28*	101,82	334,23	2.011,15	612,67
500	521.643.373	*1.464.747.874,44*	*1.467.172.672,76*	*1.464.748.140,34*	*1.467.173.352,84*	265,90	680,07	1.915,80	749,06
700	734.322.847	*1.464.752.266,83*	*1.467.246.331,06*	*1.464.752.626,52*	*1.467.247.260,88*	359,68	929,82	1.993,72	771,23
1000	1.048.097.309	*1.467.247.553,99*	*1.467.249.411,92*	*1.467.248.068,07*	*1.467.250.999,10*	514,08	1.587,17	1.990,98	644,87
1200	1.366.835.981	*1.453.957.502,77*	*1.467.252.080,57*	*1.453.958.189,56*	*1.467.253.874,35*	686,78	1.793,78	1.943,55	744,12
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

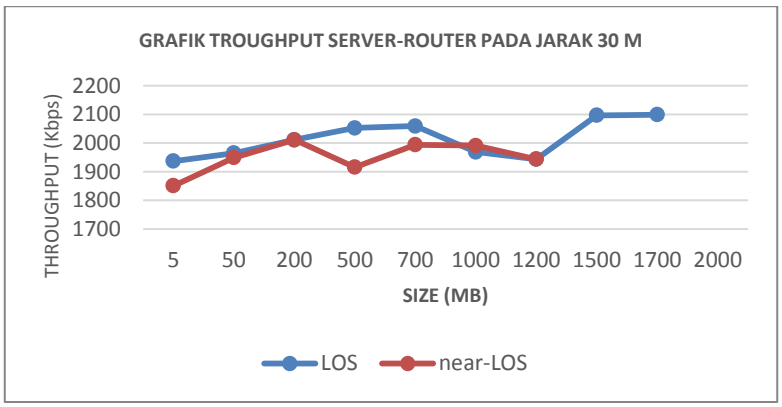
Tabel 11 Perbandingan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 30 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS

Ukuran Data (MB)	*Line Of Sight* (LOS)				*near-Line Of Sight*			
	Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)		Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	2,65	4,43	1.936,99	1.159,24	2,77	47,56	1.850,78	107,97
50	25,39	56,84	1.964,96	877,88	25,60	301,57	1.949,18	165,46
200	101,82	230,75	2.011,15	887,44	101,82	334,23	2.011,15	612,67
500	248,20	677,75	2.052,40	751,62	265,90	680,07	1.915,80	749,06
700	348,24	779,36	2.059,23	920,12	359,68	929,82	1.993,72	771,23
1000	519,91	1.786,56	1.968,66	572,90	514,08	1.587,17	1.990,98	644,87
1200	686,78	2.380,26	1.943,55	560,77	686,78	1.793,78	1.943,55	744,12
1500	679,57	1.555,83	2.096,52	915,75	-	-	-	-
1700	800,85	2.088,50	2.098,91	804,83	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari Tabel 11 diperoleh grafik perbandingan waktu transmisi di dua kondisi seperti pada Gambar 4.7 pada *nodes server* data ke *router* dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.8.dan grafik perbandingan waktu transmisi *nodes router ke client* pada Gambar 4.9 dan dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.10.



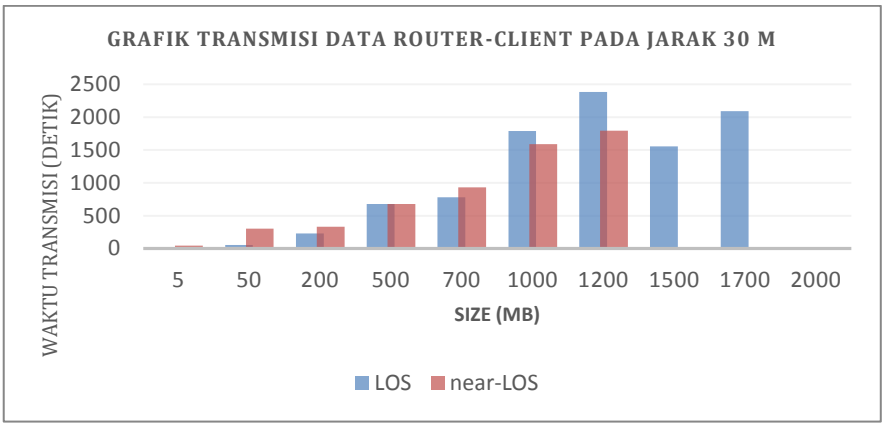
Gambar 4.7. Grafik transmisi data *server* data ke *router*



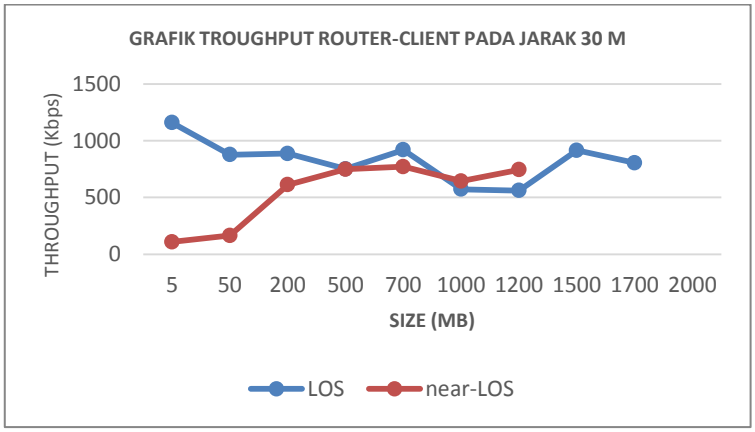
Gambar 4.8. Grafik *throughput server* ke *router*

Pada jarak 30 meter nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada nodes *server* data ke *client* yang dicapai pada LOS *(Line Of Sight)* adalah 2.096,52 Kbps dengan waktu transmisi 679,57 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 560,77 Kbps dengan waktu transmisi 2.380,26 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.421,27 Kbps di kondisi LOS.

Sedangkan nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes* server data ke *client* yang dicapai pada *near*-LOS adalah 2.011,15 Kbps dengan waktu transmisi 101,82 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 107,97 Kbps dengan waktu transmisi 47,56 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.246,47 Kbps di kondisi *near*-LOS .



Gambar 4.9. Grafik transmisi data *router* ke *client*



Gambar 4.10. Grafik *throughput router* ke *client*

Dari grafik terlihat bahwa semakin besar data waktu untuk mentransmisikan data semakin lama juga.Nilai *throughput* yang turun naik atau tidak stabil mengindikasi bahwa pengukuran dilakukan pada jaringan DTN yang

mana merupakan konsep jaringan yang memiliki karakteristik koneksi yang lama sering terjadi dan terputus putus koneksi *(intermittent*),tingkat error yang tinggi dan aliran data yang tidak simetris tetapi proses transfer data tetap terkirim dari server data sampai ke *client.*

4.3.3. Pengujian ke-3 waktu transmisi dan throughput pada jarak 50 m.

Pada pengujian ke-2 dengan skenario yang sama dihasilkan *log* yang mencatat aktivitas pengirimana data dengan parameter yang dianalisa yaitu ***BUNDLE*_TRANSMITTED** dan **CONTACT_UP link** sehingga mendapatkan hasil perhitungan waktu transmisi dan *throughput* antara *server ke router* dan *router* ke *client* dengan besar data yang diujikan adalah 5,50,200,500,700,1000,1200, 1500, 1700 dan 2000 dalam satuan (MB).

Pada jarak 50 meter data yang terkirim hanya sampai ukuran data 1000 MB di kondisi LOS dan 700 MB di *near*-LOS dari data yang diujikan sampai 2000 MB.Tabel 12 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* pada jarak 50 meter di kondisi LOS (*Line Of Sight).*Tabel 13 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* di kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight).*Kemudian dari Tabel 12 dan Tabel 13 menghasilkan tabel perbandingan waktu transmisi dan *throughput* di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* pada Tabel 14.

Tabel 12 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 50 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*Line Of Sight* (LOS)			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.453.343.823,52*	*1.453.343.865,58*	*1.453.343.826,37*	*1.453.343.875,24*	2,85	9,65	1.802,04	531,87
50	51.097.941	*1.453.347.237,40*	*1.453.347.300,83*	*1.453.347.262,38*	*1.453.347.354,29*	24,97	53,46	1.998,18	933,35
200	209.696.471	*1.453.347.521,60*	*1.453.347.664,17*	*1.453.347.626,06*	*1.453.348.007,64*	104,46	343,46	1.960,34	596,21
500	521.643.373	*1.453.348.187,62*	*1.453.348.490,57*	*1.453.348.452,45*	*1.453.349.906,45*	264,83	1.415,88	1.923,53	359,78
700	734.322.847	*1.453.350.144,70*	*1.453.350.545,89*	*1.453.350.507,82*	*1.453.352.376,88*	363,11	1.830,98	2.022,26	391,65
1000	1.048.097.309	*1.453.689.166,30*	*1.453.689.709,50*	*1.453.689.673,83*	*1.453.692.480,88*	507,53	2.771,38	2.016,68	369,32
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

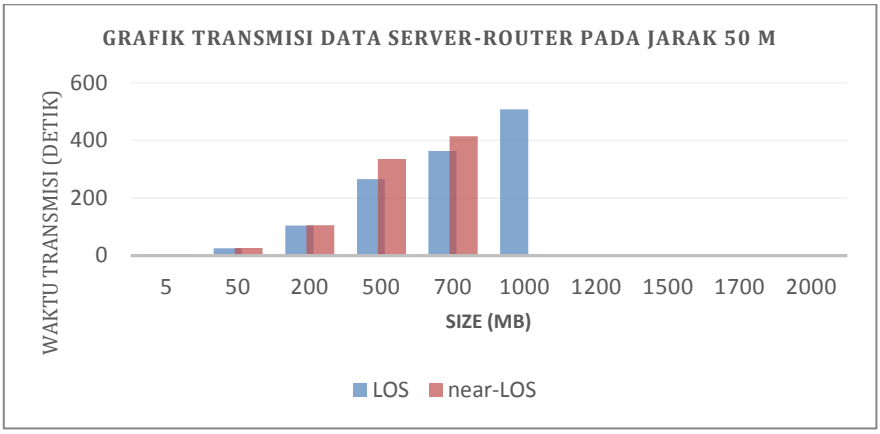
Tabel 13 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 50 meter di kondisi *near*-LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*near-Line Of Sight*			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.467.174.535,43*	*1.467.174.855,47*	*1.467.174.538,25*	*1.467.175.012,38*	2,81	156,90	1.821,35	32,73
50	51.097.941	*1.467.176.463,54*	*1.467.175.615,11*	*1.467.176.489,89*	*1.467.175.724,41*	26,35	109,29	1.893,43	456,56
200	209.696.471	*1.467.181.425,92*	*1.467.181.475,63*	*1.467.181.530,68*	*1.467.182.498,18*	104,76	1.022,54	1.954,71	200,26
500	521.643.373	*1.467.182.754,65*	*1.467.183.034,31*	*1.467.183.089,47*	*1.467.184.613,91*	334,82	1.579,59	1.521,46	322,49
700	734.322.847	*1.467.184.975,20*	*1.467.185.334,57*	*1.467.185.389,69*	*1.467.187.616,52*	414,48	2.281,94	1.771,63	314,25
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

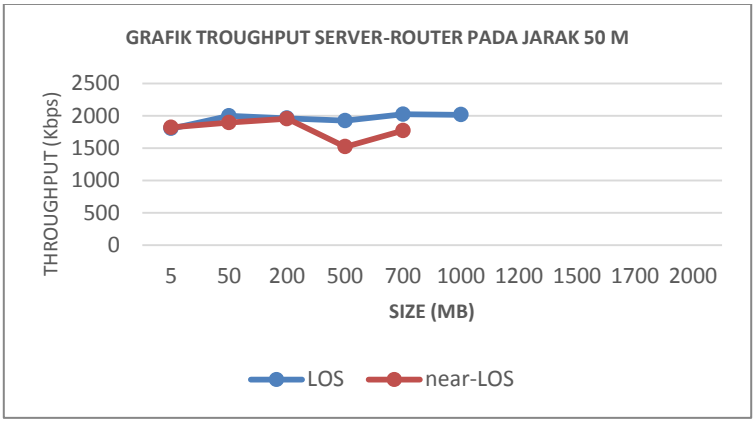
Tabel 14 Perbandingan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 50 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS

Ukuran Data (MB)	*Line Of Sight* (LOS)				*near-Line Of Sight*			
	Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)		Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	2,85	9,65	1.802,04	531,87	2,81	156,90	1.821,35	32,73
50	24,97	53,46	1.998,18	933,35	26,35	109,29	1.893,43	456,56
200	104,46	343,46	1.960,34	596,21	104,76	1.022,54	1.954,71	200,26
500	264,83	1.415,88	1.923,53	359,78	334,82	1.579,59	1.521,46	322,49
700	363,11	1.830,98	2.022,26	391,65	414,48	2.281,94	1.771,63	314,25
1000	507,53	2.771,38	2.016,68	369,32	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari Tabel 14 diperoleh grafik perbandingan waktu transmisi di dua kondisi seperti pada Gambar 4.11 pada *nodes server* data ke *router* dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.12 dan grafik perbandingan waktu transmisi *nodes router ke client* pada Gambar 4.13 dan dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.14.



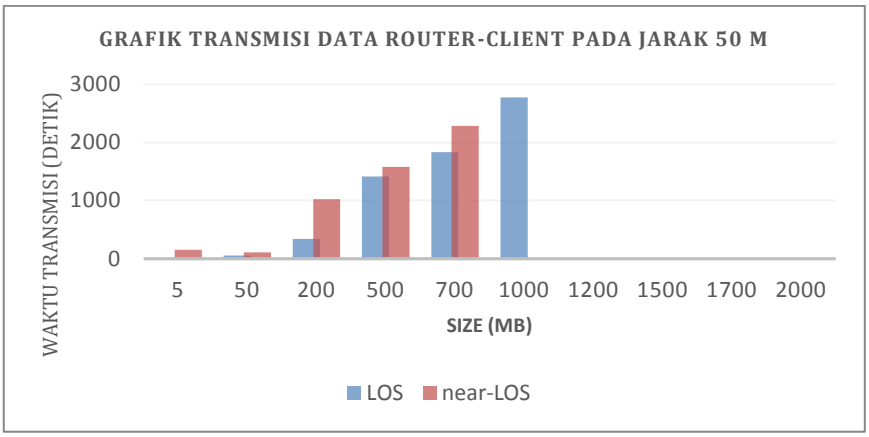
Gambar 4.11. Grafik transmisi data *server* data ke *router*



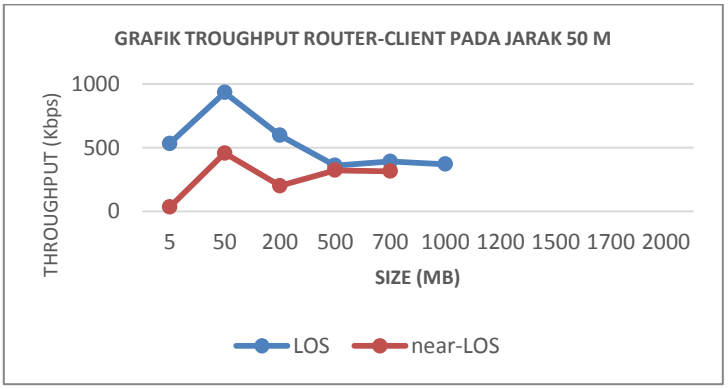
Gambar 4.12. Grafik *throughput server* data ke *router*

Nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes server* data ke *client* yang dicapai pada LOS *(Line Of Sight)* adalah 2.022,26 Kbps dengan waktu transmisi 363,11 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 359,78 Kbps dengan waktu transmisi 1.415,88 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.242,10 Kbps di kondisi LOS.

Sedangkan Nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes* server data ke *client* yang dicapai pada *near*-LOS adalah 1.954,71 Kbps dengan waktu transmisi 104,76 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 32,73 Kbps dengan waktu transmisi 156,90 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 1.028,89 Kbps di kondisi *near*-LOS.



Gambar 4.13. Grafik transmisi data *router* ke *client*



Gambar 4.14. Grafik *throughput router* ke *client*

Pada jarak 50 meter ini data yang terkirim hanya sampai ukuran data 1000 MB di LOS dan 700 MB di *near*-LOS.Terakhir Pada jarak 70 meter data yang terkirim hanya sampai ukuran data 700 MB di LOS dan 200 MB di *near*-

LOS.Berikut penjabaran perhitungan dan analisis untuk pengujian pada jarak 70 meter.

4.3.4. Pengujian ke-4 waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 70 m.

Pada pengujian ke-4 dengan skenario yang sama pada sebelumnya dihasilkan *log* yang mencatat aktivitas pengirimana data dengan parameter yang dianalisa yaitu ***BUNDLE*_TRANSMITTED** dan **CONTACT_UP link** sehingga mendapatkan hasil perhitungan waktu transmisi dan *throughput* antara *server* ke *router* dan *router* ke *client* dengan besar data yang diujikan adalah 5,50,200,500,700,1000,1200, 1500, 1700 dan 2000 dalam satuan (MB).

Pada jarak 70 meter data yang terkirim hanya sampai ukuran data 700 MB di kondisi LOS dan 200 MB di *near*-LOS dari data yang diujikan sampai 2000 MB.Tabel 15 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* pada jarak 70 meter di kondisi LOS (*Line Of Sight).*Tabel 16 menunjukkan penjabaran perhitungan waktu transmisi dan *throughput* yang terjadi antara *nodes server* data ke *router* dan *router* ke *client* pada jarak 70 meter di kondisi *near*-LOS *(near-Line Of Sight).*Kemudian dari Tabel 15 dan Tabel 16 menghasilkan tabel perbandingan waktu transmisi dan *throughput* di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS *(near-Line Of Sight)* pada Tabel 17.

Tabel 15 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 70 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*Line Of Sight* (LOS)			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.469.610.356,59*	*1.469.585.097,34*	*1.469.610.361,52*	*1.469.585.105,50*	4,92	8,15	1.042,81	629,78
50	51.097.941	*1.469.610.557,25*	*1.469.585.330,29*	*1.469.610.594,47*	*1.469.585.444,67*	37,22	114,38	1.340,56	436,26
200	209.696.471	*1.469.585.783,48*	*1.469.585.905,84*	*1.469.585.920,59*	*1.469.586.402,12*	137,10	496,28	1.493,57	412,63
500	521.643.373	*1.469.586.695,26*	*1.469.587.030,28*	*1.469.587.045,00*	*1.469.589.010,82*	349,74	1.980,54	1.456,55	257,21
700	734.322.847	*1.453.350.507,82*	*1.469.589.792,37*	*1.453.350.144,70*	*1.469.591.568,80*	363,11	1.776,42	2.022,26	403,68
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

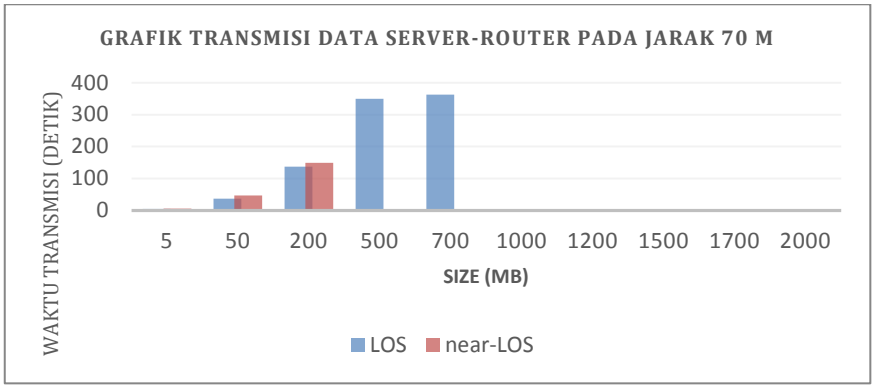
Tabel 16 Perhitungan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 70 meter di kondisi *near*-LOS *(Line Of Sight)*

Ukuran Data		Parameter CONTACT_UP link		Parameter BUNDLE_TRANSMITED		*near-Line Of Sight*			
						Waktu Transmisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
MB	Bytes	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	5.259.258	*1.467.269.505,04*	*1.467.269.773,95*	*1.467.269.510,83*	*1.467.269.903,23*	5,79	129,27	886,88	39,72
50	51.097.941	*1.467.270.993,76*	*1.467.270.982,36*	*1.467.271.040,96*	*1.467.272.432,01*	47,20	1449,65	1.057,05	34,42
200	209.696.471	*1.467.273.154,20*	*1.467.273.049,35*	*1.467.273.004,51*	*1.467.275.823,13*	149,68	2.773,77	1.368,05	73,82
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

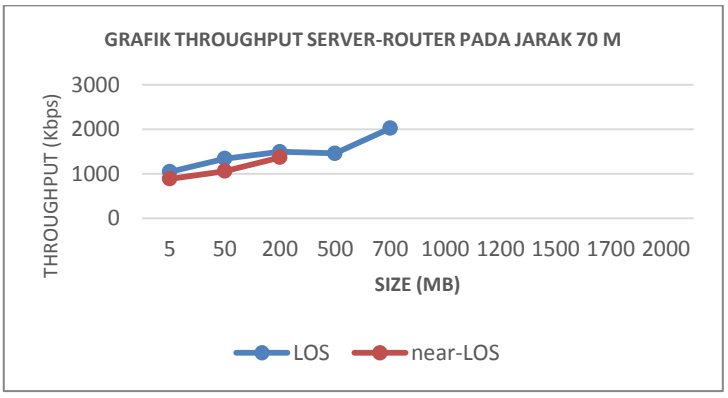
Tabel 17 Perbandingan waktu transmisi dan *throughput* pada jarak 70 meter di kondisi LOS *(Line Of Sight)* dan *near*-LOS

Ukuran Data (MB)	*Line Of Sight* (LOS)				*near-Line Of Sight*			
	Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)		Waktu Tranmsisi (detik)		*Throughput* (Kbps)	
	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C	S-R	R-C
5	4,92	8,15	1.042,81	629,78	5,79	129,27	886,88	39,72
50	37,22	1.14,38	1.340,56	436,26	47,20	1.449,65	1.057,05	34,42
200	137,10	496,28	1.493,57	412,63	149,68	2.773,77	1.368,05	73,82
500	349,74	1.980,54	1.456,55	257,21	-	-	-	-
700	363,11	1.776,42	2.022,26	403,68	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari Tabel 17 diperoleh grafik perbandingan waktu transmisi di dua kondisi seperti pada Gambar 4.15 pada *nodes* server data ke *router* dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.16 dan grafik perbandingan waktu transmisi *nodes router* ke *client* pada Gambar 4.17 dan dan grafik *throughput* nya seperti pada Gambar 4.18.



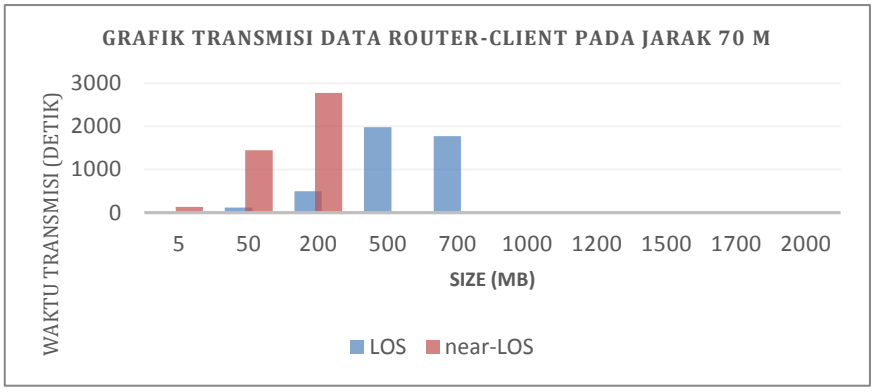
Gambar 4.15. Grafik transmisi data *server* data ke *router*



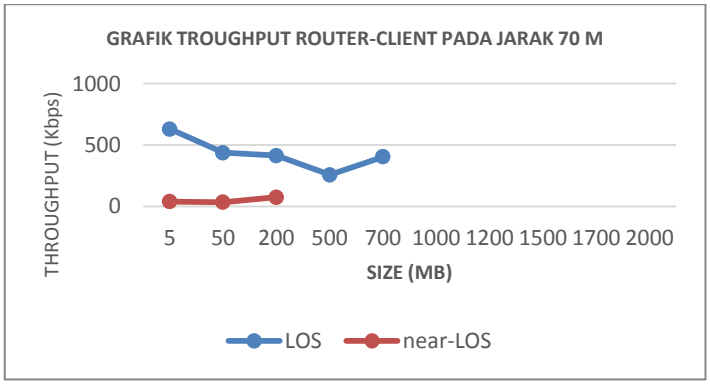
Gambar 4.16. Grafik *throughput server* data ke *router*

Dari hasil pengujian terakhir pada jarak 70 meter nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes* server data ke *client* yang dicapai pada LOS *(Line Of Sight)* adalah 2.022,26 Kbps dengan waktu transmisi 363,11 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 257,21 Kbps dengan waktu transmisi 1.980,54 detik. Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 949,53 Kbps di kondisi LOS .

Sedangkan nilai *throughput* terbesar dari proses transfer data pada *nodes server* data ke *client* yang dicapai pada *near*-LOS adalah 2.773,77 Kbps dengan waktu transmisi 149,68 detik dan untuk nilai *throughput* terkecil 34,42 Kbps dengan waktu transmisi 1.057,05 detik.Dengan hasil bahwa kualitas *throughput* rata-rata 576,66 Kbps dikondisi *near*-LOS.Untuk grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.17. Grafik transmisi data *router* ke *client*



Gambar 4.18. Grafik *throughput router* ke *client*

Sesuai pada standarisasi nilai *throughput* yang didapat dari hasil perhitungan waktu transmisi,nilai *throughput* yang diperoleh dari jarak 15,30,50 dan 70 meter di dua kondisi yaitu LOS dan *near*-LOS dimana berada pada rentang 338 sampai 700 Kbps (cukup baik),700 sampai 1200 Kbps (baik) dan 1200 sampai 2.1 Mbps (lebih baik).

Jika disesuaikan dengan gerakan suatu gelombang yaitu panjang gelombang yang dilambangkan dengan (λ) dengan satuannya adalah meter dan selang waktu identik dengan periode (T = 1/f) atau frekuensi (f = 1/T) yang dilambangkan dengan (f) dengan satuannya adalah Hertz.
Dengan demikian rumus kecepatan gelombang [13] :

$$v = \lambda \times f$$

Maka, untuk kecepatan gelombang dari pengiriman wireless router adalah :

$$\lambda = \frac{c \rightarrow v}{f}$$

$$= \frac{3 \,.\, 10^{8}\ m/s}{2{,}4 \,.\, 10^{9}\ Hz}$$

$$= 1{,}25 \,.\, 10^{-1}\ \text{m}$$

$$v = \lambda \,.\, f$$

$$= 1{,}25 \,.\, 10^{-1}\ \text{m} \,.\, 2{,}4 \,.\, 10^{9}\ \text{Hz}$$

$$= 3 \,.\, 10^{8}\ \text{m/s}$$

Sedangkan untuk mengetahui kecepatan pengiriman alat, pengukuran menggunakan rumus *throughput.Throughput* yaitu kecepatan transfer data atau kemampuan suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data.Biasanya *throughput* berkaitan dengan *bandwidth.*Semakin besar nilai *throughput* nya akan menunjukan semakin bagus pula kemapuan jaringan dalam mentransmisikan data.Berikut rumus dari *throughput* [7] :

$$\text{Throughput} = \frac{Per\ Size\ Data}{t\ (trans)}$$

$$\downarrow$$

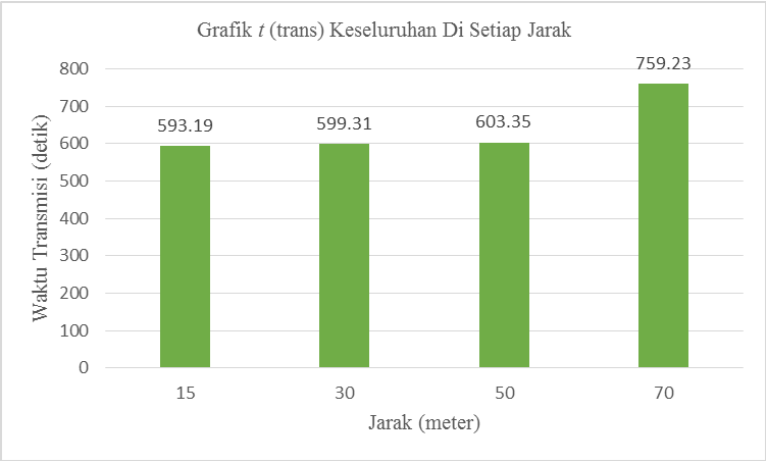
$$t\ (\text{trans}) = \text{BUNDLE TRANSMITTED} - \text{CONTACT_UP link}$$

Dimana BUNDLE TRANSMITTED didapat dari file log DTN yaitu waktu sampai nya data selama proses ppengiriman dan CONTACT_UP link yaitu waktu saat mulai terkoneksi.Dari rumus *throughput* tersebut menghasilkan pengolahan data Per *Size* Data di setiap kondisi dan disetiap jarak pada analisis tabel dan grafik pada bab IV, kemudian dari sana didapat kecepatan rata-rata pengiriman data keseluruhan di setiap jarak.Berikut tabel dan hasil pengolahan statistik waktu transmisi dan kecepatan pengiriman data atau *throughput.*

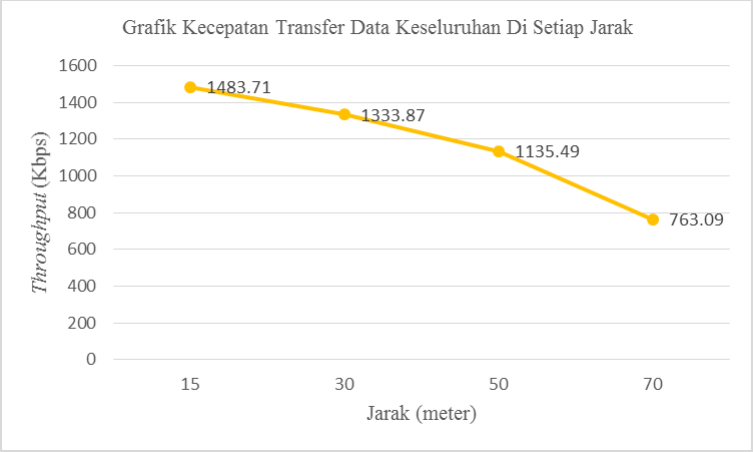
Tabel 18. Hasil pengolahan statistik waktu transmisi dan *throughput.*

Jarak (m)	Waktu Transmisi (detik)	*Throughput* (Kbps)
15	593.19	1483.71
30	599.31	1333.87
50	603.35	1135.49
70	759.23	763.09

Kemudian dari tabel diatas menghasilkan grafik waktu transmisi di setiap jarak dan grafik pengiriman data atau *throughput*.Berikut grafik waktu transmisi dan grafik *throughput* di setiap jarak.



Gambar 4.19. Grafik data *t*(trans) keseluruhan di setiap jarak



Gambar 4.20. Grafik kecepatan transfer data keseluruhan di setiap jarak

Dari grafik waktu transmisi tersebut terlihat menaik seiring jarak yang semakin jauh.Kondisi lainnya juga ditunjukan pada grafik *throughput*, semakin jauh jarak kecepatan pengiriman data akan semakin menurun.Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak kecepatan pengiriman data semakin menurun dan membuat waktu yang diperlukan untuk mentrasnmisikan data akan semakin lama.Dimana $d \uparrow t \uparrow$ dan $d \downarrow t \downarrow$.

Jadi, dalam kecepatan perpindahan gerak wireless router dan kecepatan alat dalam proses pengiriman data hanya dipengaruhi oleh jarak dan waktu transnmisi saja. Sementara cepat rambat gelombang dan frekuensi tidak mempengaruhi karena nilainya tetap walau jarak berbeda beda sebagaimana telah dibuktikan pada perhitungan cepat rambat gelombang sebelumnya.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis data yang diperoleh dari pengujian skenario penelitian DTN, dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem DTN mampu mempertahankan proses transfer data meskipun ada gangguan pada jaringan yang menyebabkan koneksi terputus *(intermittent*) dengan menerapkan metode *store carry forward* yang diimplementasi kan pada *wireless router* bergerak, ini menjadi solusi komunikasi alternatif pada daerah terpencil seperti di *rural areas.*
2. Nilai *throughput* rata-rata dari proses transfer data *server* data ke *client* yang dicapai pada jarak 15 meter di kondisi LOS adalah 1.507,23 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (lebih baik),sedangkan dikondisi *near*-LOS adalah 1.460,20 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (lebih baik).Kemudian, pada jarak 30 meter di kondisi LOS adalah 1.421,27 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (lebih baik), sedangkan dikondisi *near*-LOS adalah 1.246,47 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (lebih baik).Selanjutnya, pada jarak 50 meter di kondisi LOS adalah 1.242,10 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (lebih baik),sedangkan dikondisi *near*-LOS adalah 1.028,89 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (baik).Terakhir, pada jarak 70 meter di kondisi LOS adalah 949,53 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (baik),sedangkan dikondisi *near*-LOS adalah 576,66 Kbps dikategorikan dengan kualitas layanan (cukup baik).
3. Berdasarkan hasil pengukuran di semua jarak dengan kapasitas data uji dari 5 MB sampai 2000 MB di kedua kondisi pengujian yaitu LOS *(Line Of Sight)* dan *near-LOS* dapat disimpulkan bahwa kualitas layanan data yang diberikan dalam proses transfer data dari *server* data ke *client* dengan

menggunakkan *wireless router* bergerak sebagai kurir digital pada jaringan DTN dengan perbandingan di kondisi LOS 1.280,03 Kbps dapat dikategorikan sebagai kualitas layanan data yang (lebih baik) dan di kondisi *near*-LOS 1.078,05 Kbps dapat dikategorikan sebagai kualitas layanan data (baik).

5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa hal dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan kualitas layanan dari sistem jaringan DTN, antara lain sebagai berikut.

1. Jarak yang digunakan dalam pengujian sebaiknya realistis dengan konsep DTN
2. Penambahan perangkat *wi-fi* di *wireless router* dengan menggunakan aki sebagai alat yang dapat menyimpan energi listrik ketika di *outdoor* atau penambahan antena *outdoor* untuk memperjauh jarak pengujian.
3. Sebaiknya menggunakan transportasi publik seperti mobil sebagai *wireless router* untuk mempermudah pengujian di jarak yang jauh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Fall and K. Fall, “A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets,” 2003.

[2] F. Warthman, V. Cerf, S. Burleigh, A. Hooke, L. Torgerson, R. Durst, K. Scott, K. Fall, H. Weiss, D. N. Architecture, and D. T. N. Re-, “Delay-Tolerant Networks (DTNs),” Maret, 2003.

[3] E. Husni, “Rural Internet Service System based on Delay Tolerant Network (DTN) Using Train System,” Juli, 2011.

[4] J. Generic, S. D. Siswanti, S. Komputer, F. I. Komputer, and U. Sriwijaya, “Pengembangan Sistem Aplikasi Pengiriman Data Daerah Terpencil Berbasis Delay Tolerant Network,” vol. 8, no. 2, pp. 238–253, 2013.

[5] E. Husni, “Delay Tolerant Network Based Internet Services for Remote Areas Using Train Systems,” pp. 47–52, 2011.

[6] Pentland, A., Fletcher, and R., Hasson, A., DakNet: Rethinking Connectivity in Developing Nations, *IEEE Computer*, **vol. 37**, No. 1, pp. 78–83, Jan. 2004.

[7] E. Husni, A. R. Sumarmo, "Delay Tolerant Network Utilizing Train for News Portal and Email Services,"vol. 5, 2011.

[8] Wireless, N., Pada, M., Rural, D., & Harinitha, D. (2012). VOL . 5 NO . 1 MARET 2012, *5*(1), 107–121.

[9] A. Kinerja, P. Tcp, M. Naisuty, A. Urip, A. Wibowo, R. Suhatman, and H. D. A. N. Pembahasan, “Pada Jaringan Multi Jalur,” vol. 1, September, pp. 1–6, 2012.

[10] Farahmand, A. N. Patel, J. P. Jue, V. G. Soares, and J. J. Rodrigues, “Vehicular Wireless Burst Switching Network : Enhancing Rural Connectivity,” pp. 1–7, 2008.

[11] H. Susandi and M. Pinem, “Analisi Kualitas Layanan Data Pada Jaringan

Telekomunikasi Berbasis CDMA EVDO Rev . A," vol. 6, no. 2, pp. 93–98, 2014.

[12] D. Harinitha, "NLOS Wireless 300-400 Mhz Pada Daerah Rural," vol. 5, no. 1, pp. 1–15, 2012.

[13] Giancoli. 2001. Fisika. Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.

[14] Solectek White Paper, "Non-Line Of Sight: Technology & Implementation," pp. 1–7.

Lampiran 1. Lokasi Pengujian

Lampiran 1.1

Lokasi Pengujian Kondisi LOS

Gambar. Lokasi Pengujian 15 dan 30 (meter) kondisi LOS

Gambar. Lokasi Pengujian 50 dan 70 (meter) kondisi LOS

Lampiran 1.2

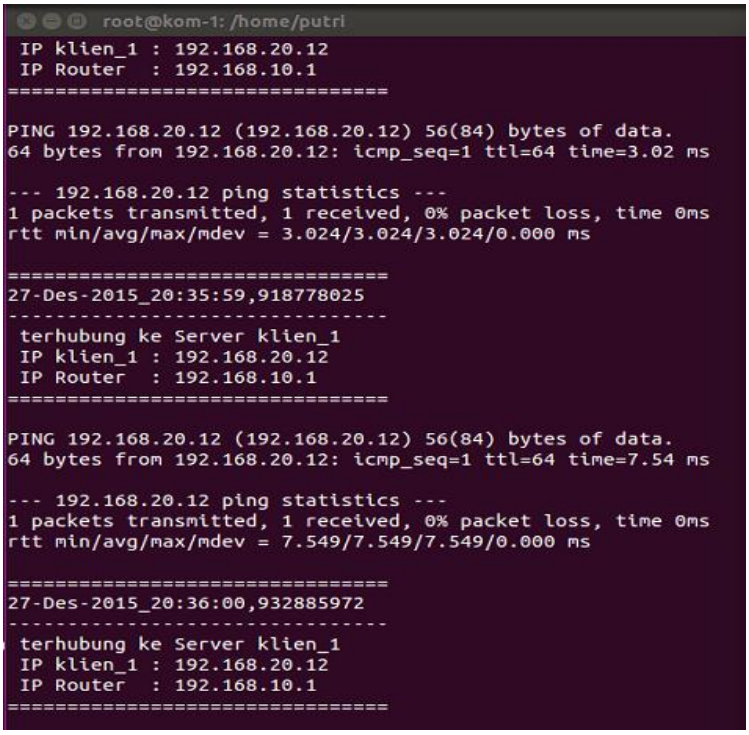
Lokasi Pengujian Kondisi *near*-LOS

Gambar. Lokasi server data pengujian kondisi *near*-LOS

Gambar. Lokasi pengujian kondisi *near*-LOS

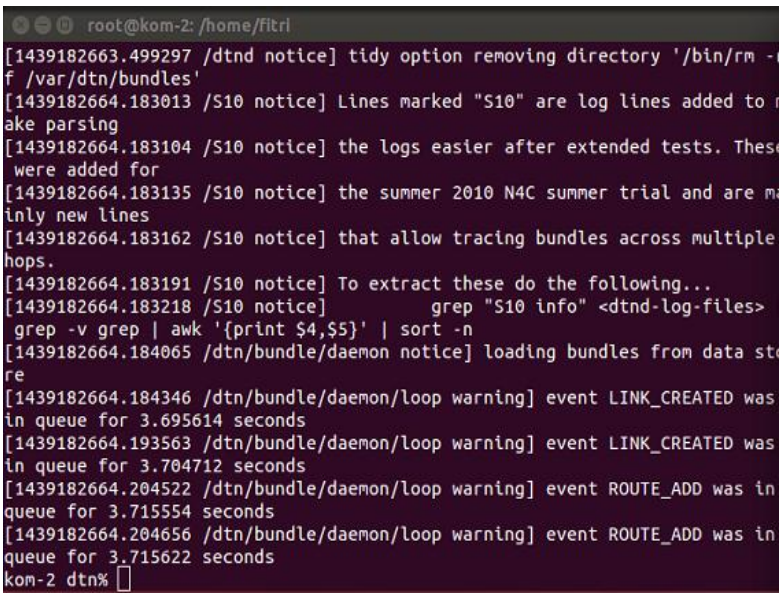
Lampiran 2.

Tampilan Monitor Saat Program DTN Dijalankan



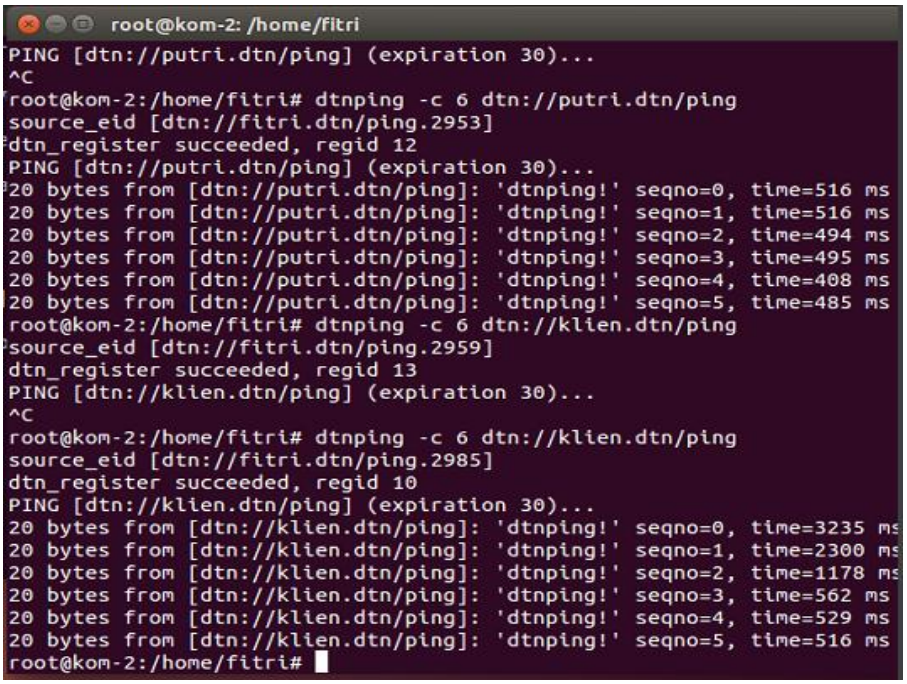
```
root@kom-1: /home/putri
 IP klien_1 : 192.168.20.12
 IP Router  : 192.168.10.1
================================

PING 192.168.20.12 (192.168.20.12) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.20.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.02 ms

--- 192.168.20.12 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.024/3.024/3.024/0.000 ms

================================
27-Des-2015_20:35:59,918778025
--------------------------------
 terhubung ke Server klien_1
 IP klien_1 : 192.168.20.12
 IP Router  : 192.168.10.1
================================

PING 192.168.20.12 (192.168.20.12) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.20.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=7.54 ms

--- 192.168.20.12 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 7.549/7.549/7.549/0.000 ms

================================
27-Des-2015_20:36:00,932885972
--------------------------------
 terhubung ke Server klien_1
 IP klien_1 : 192.168.20.12
 IP Router  : 192.168.10.1
================================
```

Gambar. Tampilan program wifi otomatis pada router

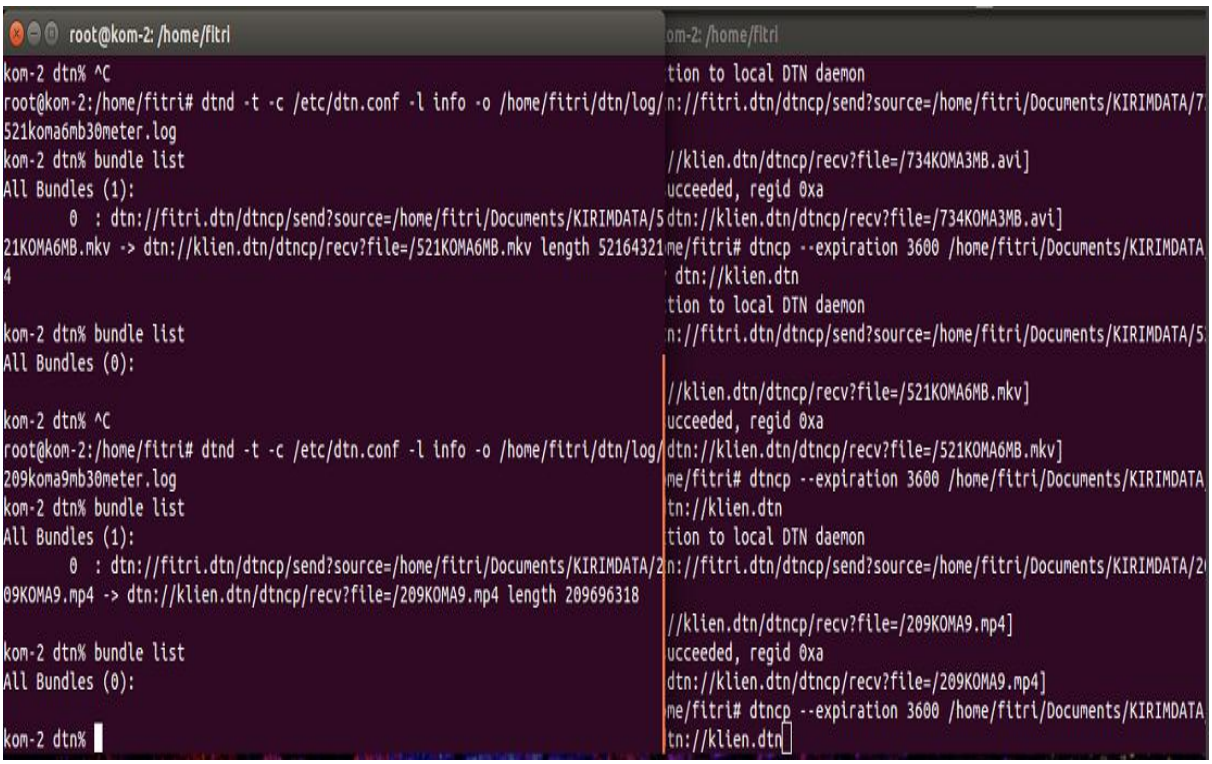


```
root@kom-2: /home/fitri
[1439182663.499297 /dtnd notice] tidy option removing directory '/bin/rm -
f /var/dtn/bundles'
[1439182664.183013 /S10 notice] Lines marked "S10" are log lines added to
ake parsing
[1439182664.183104 /S10 notice] the logs easier after extended tests. These
 were added for
[1439182664.183135 /S10 notice] the summer 2010 N4C summer trial and are m
inly new lines
[1439182664.183162 /S10 notice] that allow tracing bundles across multiple
hops.
[1439182664.183191 /S10 notice] To extract these do the following...
[1439182664.183218 /S10 notice]          grep "S10 info" <dtnd-log-files>
 grep -v grep | awk '{print $4,$5}' | sort -n
[1439182664.184065 /dtn/bundle/daemon notice] loading bundles from data st
re
[1439182664.184346 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event LINK_CREATED was
in queue for 3.695614 seconds
[1439182664.193563 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event LINK_CREATED was
in queue for 3.704712 seconds
[1439182664.204522 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event ROUTE_ADD was in
queue for 3.715554 seconds
[1439182664.204656 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event ROUTE_ADD was in
queue for 3.715622 seconds
kom-2 dtn%
```

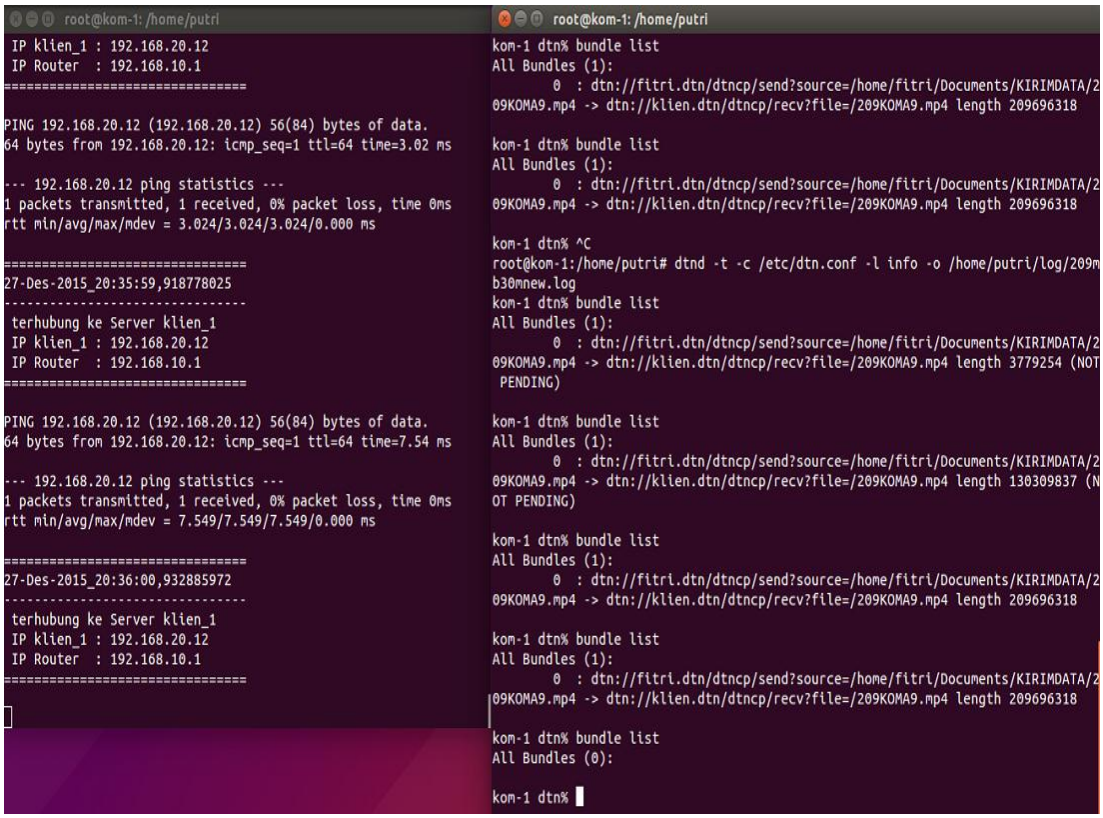
Gambar. Tampilan daemon server DTN



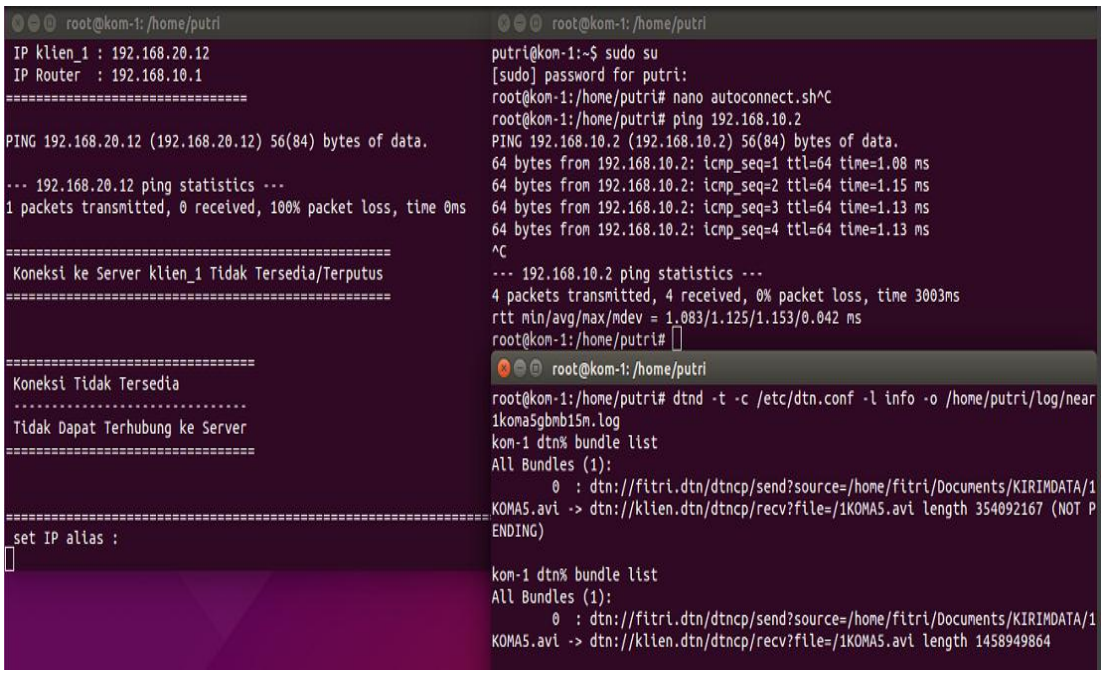
Gambar. Tampilan proses dtnping.



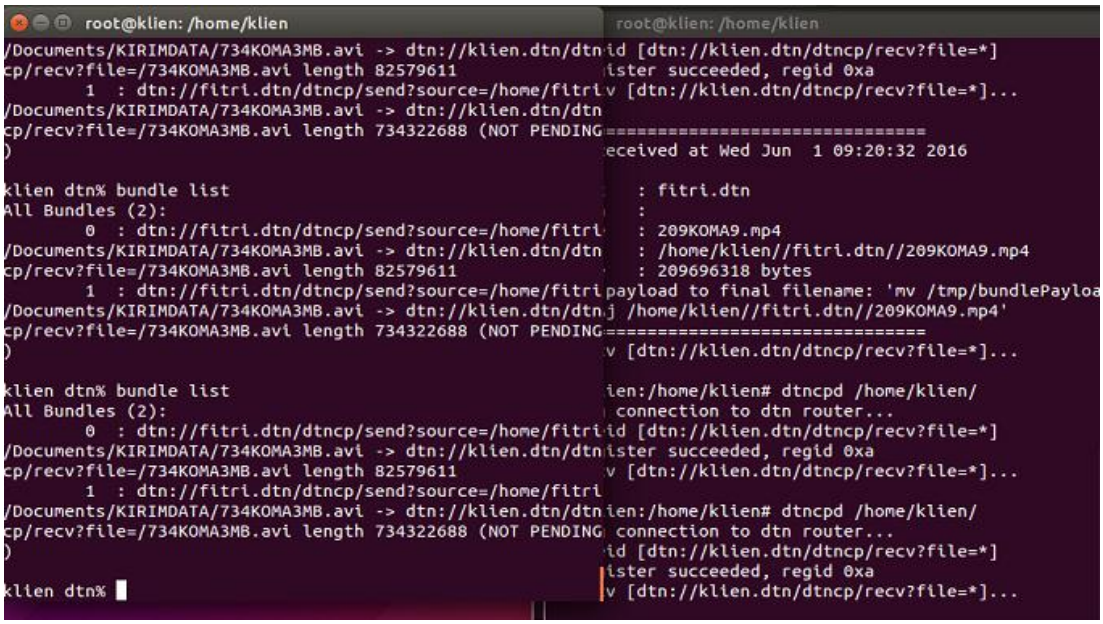
Gambar. Tampilan pengiriman data dari server data



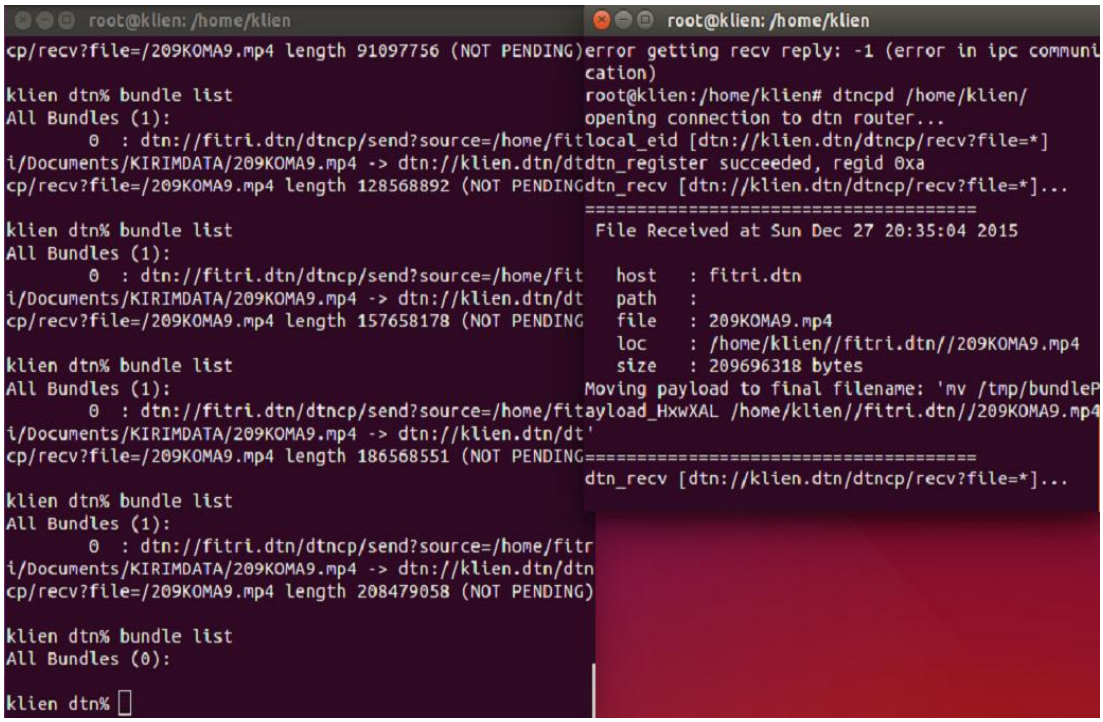
Gambar. Tampilan proses pengolahan bundle list di router



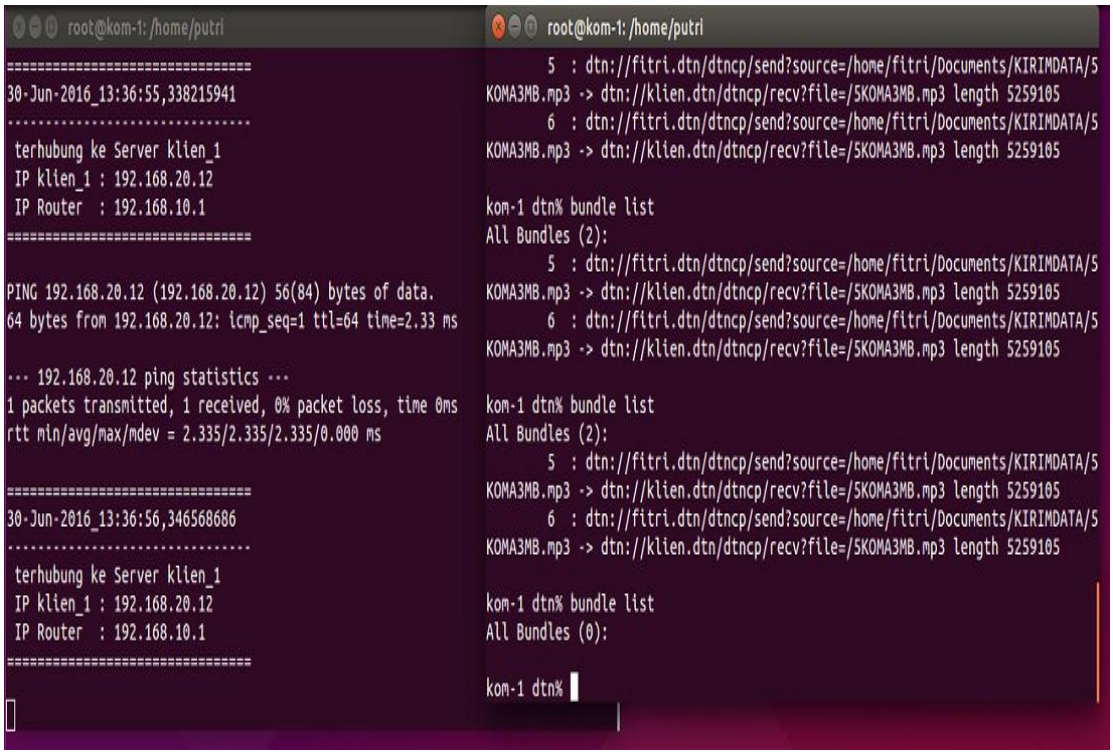
Gambar. Tampilan koneksi otomatis ketika terputus putus di wireless router



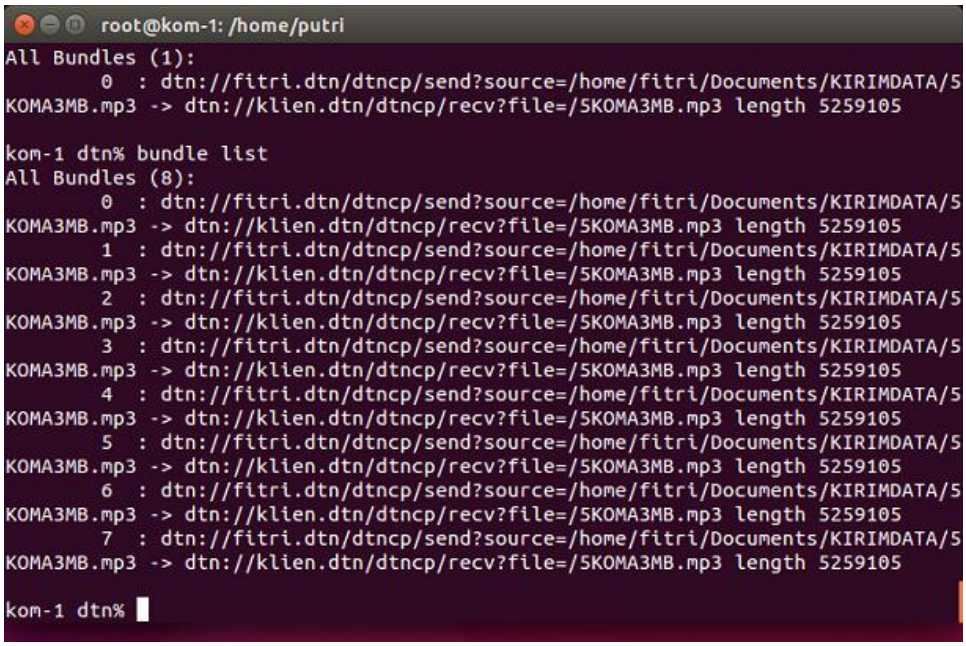
Gambar. Tampilan ketika bundle mengalami retransmisi



Gambar. Tampilan data sukses telah sampai di client



Gambar. Tampilan bundle menghilang ketika melewati batas toleransi



Gambar. Tampilan antrian pengiriman bundle ke client

Lampiran 3. Sample Log Bundle DTN

Lampiran 3.1

Log Bundle Pada Server Data

```
[1454421870.459144 /dtnd notice] random seed is 459126
[1454421870.459328 /dtnd notice] DTN daemon starting up...
(pid 2325)
[1454421870.480171 /dtnd info] parsing configuration file
/etc/dtn.conf...
[1454421870.488812 /dtnd info] dtnd parsing configuration...
[1454421870.504166 /dtn/interface/table info] adding
interface tcp0 (tcp)
[1454421870.504564 /dtn/link/link1 info] new link link1
[192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1454421870.504769 /dtnd info] dtnd configuration parsing
complete
[1454421870.504834 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 3 SECONDS
[1454421871.505014 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 2 SECONDS
[1454421872.505267 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 1 SECONDS
[1454421873.505529 /dtn/storage notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/db'
[1454421873.609522 /dtn/storage notice] creating new
database directory /var/dtn/db
[1454421873.609898 /dtn/storage info] initializing db
name=DTN (not shared), dir=/var/dtn/db
[1454421873.610840 /dtn/storage info] datastore /var/dtn/db
was cleanly shut down
[1454421873.610901 /dtnd notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/bundles'
[1454421873.770155 /dtn/storage/globals info] initializing
global table
[1454421874.178256 /S10 notice] Lines marked "S10" are log
lines added to make parsing
[1454421874.178325 /S10 notice] the logs easier after
extended tests. These were added for
[1454421874.178343 /S10 notice] the summer 2010 N4C summer
trial and are mainly new lines
[1454421874.178358 /S10 notice] that allow tracing bundles
across multiple hops.
[1454421874.178374 /S10 notice] To extract these do the
following...
[1454421874.178389 /S10 notice]   grep "S10 info" <dtnd-log-
files> | grep -v grep | awk '{print $4,$5}' | sort -n
```

```
[1454421874.178623 /S10 info]
rfc3339,time_t.usec,node,event,size,src,id,dest,expiry,flags
,peer,ob-src,ob-id,otime.ousec,conttype,duration,cmt
[1454421874.178658 /S10 info] 2016-02-02
14:04:34,1454421874.178403,dtn://fitri.dtn,STARTING,0,,,,,,,
,,0.000000,,0,
[1454421874.179318 /dtn/bundle/daemon notice] loading
bundles from data store
[1454421874.179430 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 0 dtn://fitri.dtn
[1454421874.179513 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 2 dtn://fitri.dtn/ping
[1454421874.179629 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
LINK_CREATED was in queue for 3.674984 seconds
[1454421874.188719 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link1 [192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1454421874.188953 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.684233 seconds
[1454421874.188984 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://putri.dtn/* -> link1 (FORWARD)
[1454421874.189037 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.684288 seconds
[1454421874.189058 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://klien.dtn/* -> link1 (FORWARD)
[1454421874.189132 /dtn/bundle/daemon info] LINK_AVAILABLE
link1 [192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1454421874.679266 /dtnd info] starting console on
127.0.0.1:5050
[1454421875.656742 /dtn/tclcmd info] can't load
oasys_tclreadline: can't find package oasys_tclreadline
[1454421875.656842 /dtn/tclcmd info] fall back to simple
command loop
[1454421900.583502 /dtn/apiclient/25 info] new session
127.0.0.1:5010 -> 127.0.0.1:45647
[1454421900.627917 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 10
dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRI
MDATA/1KOMA9GB.avi
[1454421900.627990 /dtn/registration/table info] adding
registration
10/dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/K
IRIMDATA/1KOMA9GB.avi
[1454421900.683658 /dtn/apiclient/25 info] spec: 0 0
[1454421900.684004 /dtn/bundle/daemon info]
BUNDLE_ACCEPT_REQUEST: bundle bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIR
IMDATA/1KOMA9GB.avi ->
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/1KOMA9GB.avi 2045884082
byte payload] accepted (reason no additional information)
```

```
[1454422001.732697 /dtn/apiclient/25 info] DTN_SEND bundle
bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIR
IMDATA/1KOMA9GB.avi ->
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/1KOMA9GB.avi 2045884082
byte payload]
[1454422004.201206 /dtn/bundle/protocol info]
handle_bundle_received: begin
[1454422004.201301 /S10 info] 2016-02-02
14:06:44,1454422004.201276,dtn://fitri.dtn,FROMAPP,204588408
2,dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KI
RIMDATA/1KOMA9GB.avi,507737100.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?
file=/1KOMA9GB.avi,3600,,dunno,,,0.000000,,0,
[1454422004.201331 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_RECEIVED
(from app) bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIR
IMDATA/1KOMA9GB.avi ->
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/1KOMA9GB.avi 2045884082
byte payload] prevhop dtn:none (0 bytes recvd)
[1454422004.201359 /dtn/bundle/expiration info] adding
bundle to pending list
[1454422004.234741 /dtn/bundle/protocol info]
BundleDaemon::handle_bundle_received: end
[1454422004.234961 /dtn/contact/link1 info] new contact
contact 192.168.10.1 (started 1454422004.234959)
[1454422004.235792 /dtn/apiclient/25 info] received
DTN_CLOSE message; closing API handle
[1454422004.238623 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_EXPIRED 10
[1454422004.238676 /dtn/registration/table info] removing
registration 10
[1454422004.253701 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_DELETE 10
[1454422004.253871 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link1
[192.168.10.1 dtn://putri.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING]
(contact 0x7f464c005e20)
[1454422004.253920 /S10 info] 2016-02-02
14:06:44,1454422004.253905,dtn://fitri.dtn,CONTUP,0,,,,,,192
.168.10.1,,,0.000000,ONDEMAND,0,
[1454422004.254099 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks begin
[1454422004.254180 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks looking for processors
[1454422004.254201 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block outbound is
DISABLED
[1454422004.254217 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block inbound support is
ENABLED
```

```
[1454422004.254233 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block zero creation is
ENABLED
[1454422004.254259 /dtn/bundle/extblock/aeb info] prepare()
begin
[1454422004.254276 /dtn/bundle/extblock/aeb info]
age_outbound_enabled != true, no AEB, returning BP_FAIL
[1454422004.254291 /dtn/bundle/extblock/aeb info] prepare()
end
[1454422004.254329 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks end
[1454422004.254346 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling generate() on each
block processor
[1454422004.254364 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x0
type 0x0) data_offset 0 data_length 0 contents length 0
[1454422004.254386 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x0
type 0x0) data_offset 0 data_length 0 contents length 0
[1454422004.254411 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x1
type 0x1) data_offset 7 data_length 2045884082 contents
length 7
[1454422004.254430 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x1
type 0x1) data_offset 7 data_length 2045884082 contents
length 7
[1454422004.254450 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling generate() on
PRIMARY block
[1454422004.254535 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling finalize() on all
blocks
[1454422004.254558 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: end
[1454422950.975836 /dtn/bundle/daemon info]
BUNDLE_TRANSMITTED id:0 (2045884236 bytes_sent/2045884236
reliable) -> link1 (192.168.10.1)
[1454422950.975933 /S10 info] 2016-02-02
14:22:30,1454422950.975912,dtn://fitri.dtn,TX,2045884082,dtn
://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDA
TA/1KOMA9GB.avi,507737100.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=
/1KOMA9GB.avi,3600,,192.168.10.1,,,0.000000,,0,
```

Lampiran 3.2

Log Bundle Wireless Router

```
[1453350136.412060 /dtnd notice] random seed is 412042
[1453350136.412221 /dtnd notice] DTN daemon starting up...
(pid 12425)
[1453350136.454222 /dtnd info] parsing configuration file
/etc/dtn.conf...
[1453350136.465649 /dtnd info] dtnd parsing configuration...
[1453350136.466800 /dtn/interface/table info] adding
interface tcp0 (tcp)
[1453350136.467139 /dtn/link/link1 info] new link link1
[192.168.10.2 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350136.467298 /dtn/link/link2 info] new link link2
[192.168.20.12 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350136.467465 /dtnd info] dtnd configuration parsing
complete
[1453350136.467527 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 3 SECONDS
[1453350137.467671 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 2 SECONDS
[1453350138.467935 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 1 SECONDS
[1453350139.468160 /dtn/storage notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/db'
[1453350139.524586 /dtn/storage notice] creating new
database directory /var/dtn/db
[1453350139.524927 /dtn/storage info] initializing db
name=DTN (not shared), dir=/var/dtn/db
[1453350139.525746 /dtn/storage info] datastore /var/dtn/db
was cleanly shut down
[1453350139.525794 /dtnd notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/bundles'
[1453350139.716033 /dtn/storage/globals info] initializing
global table
[1453350140.127834 /S10 notice] Lines marked "S10" are log
lines added to make parsing
[1453350140.127880 /S10 notice] the logs easier after
extended tests. These were added for
[1453350140.127896 /S10 notice] the summer 2010 N4C summer
trial and are mainly new lines
[1453350140.127910 /S10 notice] that allow tracing bundles
across multiple hops.
[1453350140.127923 /S10 notice] To extract these do the
following...
[1453350140.127936 /S10 notice]   grep "S10 info" <dtnd-log-
files> | grep -v grep | awk '{print $4,$5}' | sort -n
```

```
[1453350140.128063 /S10 info]
rfc3339,time_t.usec,node,event,size,src,id,dest,expiry,flags
,peer,ob-src,ob-id,otime.ousec,conttype,duration,cmt
[1453350140.128087 /S10 info] 2016-01-21
04:22:20,1453350140.127948,dtn://putri.dtn,STARTING,0,,,,,,,
,,0.000000,,0,
[1453350140.129144 /dtn/bundle/daemon notice] loading
bundles from data store
[1453350140.129261 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 0 dtn://putri.dtn
[1453350140.129355 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 2 dtn://putri.dtn/ping
[1453350140.129489 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
LINK_CREATED was in queue for 3.662274 seconds
[1453350140.138458 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link1 [192.168.10.2 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350140.138602 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
LINK_CREATED was in queue for 3.671255 seconds
[1453350140.149532 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link2 [192.168.20.12 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350140.149641 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.682235 seconds
[1453350140.149665 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://server.dtn/* -> link1 (FORWARD)
[1453350140.149757 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.682312 seconds
[1453350140.149776 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://klien.dtn/* -> link2 (FORWARD)
[1453350140.149819 /dtn/bundle/daemon info] LINK_AVAILABLE
link1 [192.168.10.2 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350140.149888 /dtn/bundle/daemon info] LINK_AVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1453350140.629122 /dtnd info] starting console on
127.0.0.1:5050
[1453350142.526049 /dtn/tclcmd info] can't load
oasys_tclreadline: can't find package oasys_tclreadline
[1453350142.526143 /dtn/tclcmd info] fall back to simple
command loop
[1453350182.707398 /dtn/link/link-0 info] new link link-0
[192.168.10.2:38297 dtn:none OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453350182.707545 /dtn/contact/link-0 info] new contact
contact 192.168.10.2:38297 (started 1453350182.707543)
[1453350182.748280 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link-0 [192.168.10.2:38297 dtn://fitri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453350182.748579 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link-
0 [192.168.10.2:38297 dtn://fitri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE] (contact 0x7f0438001400)
```

```
[1453350182.748625 /S10 info] 2016-01-21
04:23:02,1453350182.748610,dtn://putri.dtn,CONTUP,0,,,,,,192
.168.10.2:38297,,,0.000000,OPPORTUNISTIC,0,
[1453350545.792346 /dtn/bundle/protocol info]
handle_bundle_received: begin
[1453350545.792421 /S10 info] 2016-01-21
04:29:05,1453350545.792403,dtn://putri.dtn,RX,734322688,dtn:
//fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDAT
A/734KOMA3MB.avi,506665308.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file
=/734KOMA3MB.avi,3600,,192.168.10.2:38297,,,0.000000,,0,link
[1453350545.792451 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_RECEIVED
bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIR
IMDATA/734KOMA3MB.avi ->
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/734KOMA3MB.avi 734322688
byte payload] prevhop dtn://fitri.dtn (734322847 bytes
recvd)
[1453350545.792487 /dtn/bundle/daemon info]
handle_bundle_received: validating bundle: calling
BlockProcessors?
[1453350545.792503 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::validate begin
[1453350545.792520 /dtn/bundle/protocol info] validating
each individual blocks
[1453350545.792541 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::validate end
[1453350545.792565 /dtn/bundle/expiration info] adding
bundle to pending list
[1453350545.892974 /dtn/bundle/protocol info]
BundleDaemon::handle_bundle_received: end
[1453350545.893190 /dtn/contact/link2 info] new contact
contact 192.168.20.12 (started 1453350545.893188)
[1453350545.899147 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link2
[192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=OPENING]
(contact 0x7f04400066c0)
[1453350545.899217 /S10 info] 2016-01-21
04:29:05,1453350545.899203,dtn://putri.dtn,CONTUP,0,,,,,,192
.168.20.12,,,0.000000,ONDEMAND,0,
[1453350545.899390 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks begin
[1453350545.899469 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks looking for processors
[1453350545.899491 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block outbound is
DISABLED
[1453350545.899509 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block inbound support is
ENABLED
```

```
[1453350545.899526 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks age block zero creation is
ENABLED
[1453350545.899554 /dtn/bundle/extblock/aeb info] prepare()
begin
[1453350545.899572 /dtn/bundle/extblock/aeb info]
age_outbound_enabled != true, no AEB, returning BP_FAIL
[1453350545.899589 /dtn/bundle/extblock/aeb info] prepare()
end
[1453350545.899629 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::prepare_blocks end
[1453350545.899647 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling generate() on each
block processor
[1453350545.899666 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x0
type 0x0) data_offset 0 data_length 0 contents length 0
[1453350545.899688 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x0
type 0x0) data_offset 0 data_length 0 contents length 0
[1453350545.899712 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x1
type 0x1) data_offset 7 data_length 734322688 contents
length 7
[1453350545.899733 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: generated block (owner 0x1
type 0x1) data_offset 7 data_length 734322688 contents
length 7
[1453350545.899754 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling generate() on
PRIMARY block
[1453350545.899790 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: calling finalize() on all
blocks
[1453350545.899813 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::generate_blocks: end
[1453352376.884471 /dtn/bundle/daemon info]
BUNDLE_TRANSMITTED id:0 (734322847 bytes_sent/734322847
reliable) -> link2 (192.168.20.12)
[1453352376.884535 /S10 info] 2016-01-21
04:59:36,1453352376.884517,dtn://putri.dtn,TX,734322688,dtn:
//fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDAT
A/734KOMA3MB.avi,506665308.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file
=/734KOMA3MB.avi,3600,,192.168.20.12,,,0.000000,,0,
[1453352454.672464 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f04400067c0 info]
remote connection unexpectedly closed
[1453352454.672733 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPEN -> CLOSED] (connection
broken) for link link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn
ONDEMAND tcp state=OPEN]
```

```
[1453352454.672814 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.20.12 (started 1453350545.893188)
[1453352454.673091 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352454.673219 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_DOWN
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE] (connection broken) (contact
0x7f04400066c0)
[1453352454.673262 /S10 info] 2016-01-21
05:00:54,1453352454.673248,dtn://putri.dtn,CONTDOWN,0,,,,,,1
92.168.20.12,,,1453350545.893188,ONDEMAND,1909,
[1453352459.675735 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [UNAVAILABLE -> OPEN] (re-
establishing connection) for link link2 [192.168.20.12
dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=UNAVAILABLE]
[1453352459.675838 /dtn/contact/link2 info] new contact
contact 192.168.20.12 (started 1453352459.675835)
[1453352459.679096 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f04400066c0 info]
remote socket closed connection -- returned POLLHUP
[1453352459.679236 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPENING -> CLOSED] (connection
broken) for link link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn
ONDEMAND tcp state=OPENING]
[1453352459.679290 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.20.12 (started 1453352459.675835)
[1453352459.679457 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352469.682181 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [UNAVAILABLE -> OPEN] (re-
establishing connection) for link link2 [192.168.20.12
dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=UNAVAILABLE]
[1453352469.682291 /dtn/contact/link2 info] new contact
contact 192.168.20.12 (started 1453352469.682288)
[1453352469.685304 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f04400066c0 info]
remote socket closed connection -- returned POLLHUP
[1453352469.685364 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPENING -> CLOSED] (connection
broken) for link link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn
ONDEMAND tcp state=OPENING]
[1453352469.685386 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.20.12 (started 1453352469.682288)
[1453352469.685482 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352489.688278 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [UNAVAILABLE -> OPEN] (re-
establishing connection) for link link2 [192.168.20.12
dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=UNAVAILABLE]
```

```
[1453352489.688378 /dtn/contact/link2 info] new contact
contact 192.168.20.12 (started 1453352489.688376)
[1453352489.691414 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f04400066c0 info]
remote socket closed connection -- returned POLLHUP
[1453352489.691652 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPENING -> CLOSED] (connection
broken) for link link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn
ONDEMAND tcp state=OPENING]
[1453352489.691738 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.20.12 (started 1453352489.688376)
[1453352489.691901 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352529.692561 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [UNAVAILABLE -> OPEN] (re-
establishing connection) for link link2 [192.168.20.12
dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp state=UNAVAILABLE]
[1453352529.692672 /dtn/contact/link2 info] new contact
contact 192.168.20.12 (started 1453352529.692670)
[1453352529.695564 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f04400066c0 info]
remote socket closed connection -- returned POLLHUP
[1453352529.695771 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPENING -> CLOSED] (connection
broken) for link link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn
ONDEMAND tcp state=OPENING]
[1453352529.695851 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.20.12 (started 1453352529.692670)
[1453352529.696042 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link2 [192.168.20.12 dtn://klien.dtn ONDEMAND tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352546.960544 /dtn/cl/tcp/conn/0x7f0448000940 info]
remote connection unexpectedly closed
[1453352546.960771 /dtn/bundle/daemon info]
LINK_STATE_CHANGE_REQUEST [OPEN -> CLOSED] (connection
broken) for link link-0 [192.168.10.2:38297 dtn://fitri.dtn
OPPORTUNISTIC tcp state=OPEN]
[1453352546.960851 /dtn/cl/tcp info] close_contact contact
192.168.10.2:38297 (started 1453350182.707543)
[1453352546.961064 /dtn/bundle/daemon info] LINK UNAVAILABLE
link-0 [192.168.10.2:38297 dtn://fitri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE]
[1453352546.961126 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_DOWN
link-0 [192.168.10.2:38297 dtn://fitri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE] (connection broken) (contact
0x7f0438001400)
[1453352546.961176 /S10 info] 2016-01-21
05:02:26,1453352546.961147,dtn://putri.dtn,CONTDOWN,0,,,,,,1
92.168.10.2:38297,,,1453350182.707543,OPPORTUNISTIC,2364,
```

Lampiran 3.3

Log Bundle Client

```
[1467245861.606150 /dtnd notice] random seed is 606128
[1467245861.606481 /dtnd notice] DTN daemon starting up...
(pid 2541)
[1467245861.617120 /dtnd info] parsing configuration file
/etc/dtn.conf...
[1467245861.617709 /dtnd info] dtnd parsing configuration...
[1467245861.636617 /dtn/interface/table info] adding
interface tcp0 (tcp)
[1467245861.637581 /dtn/link/link1 info] new link link1
[192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1467245861.637981 /dtnd info] dtnd configuration parsing
complete
[1467245861.638094 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 3 SECONDS
[1467245862.638503 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 2 SECONDS
[1467245863.639031 /dtn/storage warning] PRUNING CONTENTS OF
/var/dtn/db IN 1 SECONDS
[1467245864.639376 /dtn/storage notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/db'
[1467245864.678814 /dtn/storage notice] creating new
database directory /var/dtn/db
[1467245864.679356 /dtn/storage info] initializing db
name=DTN (not shared), dir=/var/dtn/db
[1467245864.680506 /dtn/storage info] datastore /var/dtn/db
was cleanly shut down
[1467245864.680600 /dtnd notice] tidy option removing
directory '/bin/rm -rf /var/dtn/bundles'
[1467245864.885559 /dtn/storage/globals info] initializing
global table
[1467245865.475527 /S10 notice] Lines marked "S10" are log
lines added to make parsing
[1467245865.475786 /S10 notice] the logs easier after
extended tests. These were added for
[1467245865.475878 /S10 notice] the summer 2010 N4C summer
trial and are mainly new lines
[1467245865.475945 /S10 notice] that allow tracing bundles
across multiple hops.
[1467245865.476041 /S10 notice] To extract these do the
following...
[1467245865.476138 /S10 notice]   grep "S10 info" <dtnd-log-
files> | grep -v grep | awk '{print $4,$5}' | sort -n
[1467245865.476572 /S10 info]
rfc3339,time_t.usec,node,event,size,src,id,dest,expiry,flags
,peer,ob-src,ob-id,otime.ousec,conttype,duration,cmt
```

```
[1467245865.476695 /S10 info] 2016-06-30
00:17:45,1467245865.476226,dtn://klien.dtn,STARTING,0,,,,,,,
,,0.000000,,0,
[1467245865.478557 /dtn/bundle/daemon notice] loading
bundles from data store
[1467245865.478738 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 0 dtn://klien.dtn
[1467245865.478878 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 2 dtn://klien.dtn/ping
[1467245865.479087 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
LINK_CREATED was in queue for 3.841346 seconds
[1467245865.485497 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link1 [192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1467245865.485798 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.847913 seconds
[1467245865.485911 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://router.dtn/* -> link1 (FORWARD)
[1467245865.486471 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
ROUTE_ADD was in queue for 3.848503 seconds
[1467245865.486743 /dtn/bundle/daemon info] ROUTE_ADD
dtn://server.dtn/* -> link1 (FORWARD)
[1467245865.487084 /dtn/bundle/daemon info] LINK_AVAILABLE
link1 [192.168.10.1 dtn:none ONDEMAND tcp state=AVAILABLE]
[1467245865.978101 /dtnd info] starting console on
127.0.0.1:5050
[1467245867.017506 /dtn/tclcmd info] can't load
oasys_tclreadline: can't find package oasys_tclreadline
[1467245867.017686 /dtn/tclcmd info] fall back to simple
command loop
[1467245872.819877 /dtn/apiclient/25 info] new session
127.0.0.1:5010 -> 127.0.0.1:54834
[1467245872.841628 /dtn/bundle/daemon info]
REGISTRATION_ADDED 10 dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*
[1467245872.841781 /dtn/registration/table info] adding
registration 10/dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*
[1467246337.116464 /dtn/link/link-0 info] new link link-0
[192.168.20.1:58424 dtn:none OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE]
[1467246337.118121 /dtn/contact/link-0 info] new contact
contact 192.168.20.1:58424 (started 1467246337.118109)
[1467246339.545419 /dtn/bundle/daemon info] LINK_CREATED
link-0 [192.168.20.1:58424 dtn://putri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE]
[1467246339.546040 /dtn/bundle/daemon/loop warning] event
LINK_CREATED took 2427 ms to process
[1467246339.546234 /dtn/bundle/daemon info] CONTACT_UP link-
0 [192.168.20.1:58424 dtn://putri.dtn OPPORTUNISTIC tcp
state=UNAVAILABLE] (contact 0xb1a00b18)
```

```
[1467246339.546425 /S10 info] 2016-06-30
00:25:39,1467246339.546379,dtn://klien.dtn,CONTUP,0,,,,,,192
.168.20.1:58424,,,0.000000,OPPORTUNISTIC,0,
[1467247266.898877 /dtn/bundle/protocol info]
handle_bundle_received: begin
[1467247266.899042 /S10 info] 2016-06-30
00:41:06,1467247266.899008,dtn://klien.dtn,RX,734322688,dtn:
//fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIRIMDAT
A/734KOMA3MB.avi,520561203.0,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file
=/734KOMA3MB.avi,3600,,192.168.20.1:58424,,,0.000000,,0,link
[1467247266.899117 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_RECEIVED
bundle id 0
[dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/KIR
IMDATA/734KOMA3MB.avi ->
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=/734KOMA3MB.avi 734322688
byte payload] prevhop dtn://putri.dtn (734322847 bytes
recvd)
[1467247266.899179 /dtn/bundle/daemon info]
handle_bundle_received: validating bundle: calling
BlockProcessors?
[1467247266.899219 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::validate begin
[1467247266.899257 /dtn/bundle/protocol info] validating
each individual blocks
[1467247266.899300 /dtn/bundle/protocol info]
BundleProtocol::validate end
[1467247266.899349 /dtn/bundle/expiration info] adding
bundle to pending list
[1467247267.024143 /dtn/bundle/protocol info]
BundleDaemon::handle_bundle_received: end
[1467247267.024652 /dtn/registration/10 info]
deliver_bundle: queuing bundle id 0 for active delivery to
dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*
[1467247283.374750 /dtn/apiclient/25 info] DTN_RECV:
successfully delivered bundle 0 to registration 10
[1467247283.375253 /dtn/bundle/daemon info] BUNDLE_DELIVERED
id:0 (734322688 bytes) -> regid 10
(dtn://klien.dtn/dtncp/recv?file=*)
[1467247283.375479 /S10 info] 2016-06-30
00:41:23,1467247283.375423,dtn://klien.dtn,DELIVERED,7343226
88,dtn://fitri.dtn/dtncp/send?source=/home/fitri/Documents/K
IRIMDATA/734KOMA3MB.avi,520561203.0,dtn://klien.dtn/dtncp/re
cv?file=/734KOMA3MB.avi,3600,,dtn://klien.dtn/dtncp/recv?fil
e=*,,,0.000000,,0,
[1467247341.007238 /dtn/apiclient/25 info] IPC socket closed
while blocked in read... application must have exited
```

Lampiran 4.

Konfigurasi *Wi-fi* Otomatis

Koneksi *Wi-fi* Otomatis

```
while true
do
  sudo ifconfig wlan0:1 192.168.10.1
  echo
  echo
"==================================================================
============"
  echo " set IP alias : "
  sudo ifconfig wlan0:1 | grep "inet addr"
  echo " ---------------------------------------------------------
------------------ "
  echo " mencari Access Point        "
  echo
"==================================================================
============"
  echo
  if ping -c 1 -W1 192.168.20.11
  then
    echo
    echo "================================"
    date +%d-%b-%Y_%R:%S,%N
    echo "--------------------------------"
    echo " Access Point ditemukan"
    echo "--------------------------------"
    echo " Terhubung ke Access Point"
    echo "================================"
    echo

    echo
    sudo ifconfig wlan0 192.168.10.1
    echo
"==================================================================
============"
    echo " Set IP Router : "
    sudo ifconfig wlan0 | grep "inet addr"
    echo " ---------------------------------------------------------
-------------------- "
    echo " Cek Koneksi ke Server klien"
    echo
"==================================================================
============"
    echo
    while ping -c 1 -W1 192.168.20.12
    do
      echo
```

```
      echo "================================"
      date +%d-%b-%Y_%R:%S,%N
        echo "--------------------------------"
      echo " terhubung ke Server klien_1"
      echo " IP klien_1 : 192.168.20.12"
      echo " IP Router  : 192.168.10.1"
      echo "================================"
      echo
        sleep 2
    done
    echo "====================================================="
    echo " Koneksi ke Server klien_1 Tidak Tersedia/Terputus"
    echo "====================================================="
    echo


    echo
    echo "================================"
    echo " Koneksi Tidak Tersedia"
    echo " ------------------------------- "
    echo " Tidak Dapat Terhubung ke Server"
    echo "================================"
    echo

  else
    echo "==============================="
    echo " Access Point Tidak Ditemukan"
    echo "==============================="
    echo
  fi

  sleep 1

done
```