

ANALISIS KINERJA DAN PERFORMANSI PENGIRIMAN FILE HASIL TANGKAPAN KAMERA DENGAN IBR-DTN

Abid Hidayat¹, Eko Sakti P, S.Kom, M.Kom², Ari Kusyanti, S.T, M.Sc³

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Brawijaya, Malang 65145 Indonesia

E-mail: abid.lepank@gmail.com¹⁾, ekosakti@ub.ac.id²⁾, kusyanti.ari@gmail.com³⁾

Abstrak

Informasi adalah data yang telah diolah menjadi suatu bentuk lain yang lebih berguna seperti teks, gambar, suara dan video. Seiring perkembangan teknologi, pertukaran informasi dilakukan dengan berbagai macam cara. Salah satunya adalah dengan media internet. Internet adalah jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan standar sistem global *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite* (TCP/IP). Pada pengiriman paket dalam jaringan TCP/IP waktu yang dibutuhkan tidak terlalu lama (*short round trips*). Apabila waktu pengiriman data terlalu lama, maka paket data akan di *drop*. Untuk memperbaiki jaringan TCP/IP, maka diperlukan jaringan yang tidak memperlama *delay*. *Delay Tolerant Network* (DTN) adalah arsitektur jaringan untuk menyediakan solusi bagi jaringan yang memiliki konektivitas yang terputus-putus, *long delay*, kecepatan data yang berbeda dan tingkat kesalahan yang tinggi. Metode komunikasi pada DTN adalah *store and forward*, yaitu metode yang menggunakan lapisan baru untuk menyimpan dan meneruskan pesan yang disebut lapisan *bundle*. Salah satu pengembangan dari DTN adalah IBR-DTN. IBR-DTN adalah perangkat lunak yang efisien untuk *embedded system*. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap kinerja dan performa pengiriman file pada IBR-DTN. Terdapat beberapa skenario pengujian yang telah dirancang sebelumnya antara lain adalah pengujian pengiriman file dengan konektivitas putus-sambung, pengujian dengan mengirimkan file dalam jumlah tertentu dan yang terakhir adalah pengiriman file selama 30 menit. Hasil dari pengujian yang didapatkan adalah simulasi yang dibangun dapat melakukan pengiriman file dengan keadaan konektivitas yang putus sambung. Pengiriman file membutuhkan waktu rata-rata selama 18.7 detik untuk tiap file yang dikirim.

Kata kunci: DTN, Bundle, Store and Forward, IBR-DTN.

Abstract

Information is data that has been processed into another form that is more useful such as text, images, sound and video. Along with the development of technology, exchange of information is done in various ways. One of them is the internet media. The Internet is a network of computers connected together using the global system standard *Transmission Control Protocol / Internet Protocol Suite* (TCP / IP). On the delivery of packets in a TCP / IP time needed is not too long (*short round trips*). If the data transmission time is too long, then the data packet will be dropped. To fix the TCP / IP network, it is necessary that the network did not make delay. *Delay Tolerant Network* (DTN) is a network architecture to provide solutions for network connectivity is intermittent, long delay, different data speeds and high error rates. This method of communication at DTN is –store and forward, a method that uses a new layer to store and forward messages called bundle layer. One is the development of IBR-DTN DTN. IBR-DTN is efficient software for embedded systems. In this research, analysis of the performance and the performance file delivery on the IBR-DTN. There are several scenarios testing that has been previously designed, among others, is testing the transmission of files with connectivity off and on, the test by sending a certain number of files and the last one is sending the file for 30 minutes. The results of the simulation tests obtained are built to perform transmission of files with broken connection connectivity state. Sending files takes on average for 18.7 seconds for every file sent.

Keywords: DTN, Bundle, Store and Forward, IBR-DTN.

1. PENDAHULUAN

Pada era ini, kebutuhan akan informasi semakin meningkat. Informasi merupakan aset yang paling bernilai dan dibutuhkan oleh semua kalangan. Informasi adalah data yang telah diolah menjadi suatu bentuk lain yang lebih berguna seperti teks, gambar, suara dan video (Siswanti, 2013). Seiring

perkembangan teknologi, pertukaran informasi dilakukan dengan berbagai macam cara. Salah satunya adalah dengan media internet. Internet adalah jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan standar sistem global *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite* (TCP/IP) sebagai protokol pertukaran paket (Wikipedia, 2016). Sebagai protokol yang paling banyak digunakan

dalam jaringan komputer, TCP/IP tidak dapat bekerja apabila terjadi delay yang cukup lama. Agar pengiriman paket dengan TCP/IP dapat bekerja, terdapat syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh jaringan. Syarat-syarat tersebut adalah adanya koneksi end-to-end, *short round trips* dan *low error rates* (Suharsono, 2012). Koneksi end-to-end adalah koneksi antara pengirim dan tujuan yang kontinyu dan bidirectional sehingga koneksi jaringan tidak boleh terputus. *Short round trips* adalah waktu pengiriman paket dari pengirim ke tujuan tidak terlalu lama. *Low error rates* adalah tingkat kesalahan pengiriman kecil.

Pada pertukaran informasi yang dilakukan di internet dengan protocol pengiriman paket adalah TCP/IP, maka harus terdapat koneksi end-to-end yang selalu tersedia. Koneksi end-to-end melewati beberapa router dari pengirim ke tujuan. Apabila koneksi terputus ditengah-tengah pengiriman, maka koneksi internet akan terputus. Biasanya, sistem akan mencari rute lain untuk sampai pada tujuan. Namun, apabila semua rute gagal dalam melakukan pengiriman, maka koneksi internet akan putus. Semua paket yang sudah dikirim, tetapi belum sampai pada tujuan akan dibuang atau di "drop". Selanjutnya, apabila koneksi sudah kembali normal, maka proses pengiriman paket akan dimulai dari awal (Suharsono, 2012). Selain itu, pada pengiriman paket dalam jaringan TCP/IP waktu yang dibutuhkan tidak terlalu lama (*short round trips*). Apabila waktu pengiriman data terlalu lama, maka paket data akan di drop. Untuk memperbaiki jaringan TCP/IP, maka diperlukan jaringan yang tidak memperlmasalahkan delay.

Delay Tolerant Network (DTN) adalah arsitektur jaringan untuk menyediakan solusi bagi jaringan yang memiliki konketivitas yang terputus-putus, *long delay*, kecepatan data yang berbeda dan tingkat kesalahn yang tinggi (Siswanti, 2013). Metode komunikasi pada DTN adalah *store and forward*, yaitu metode yang menggunakan lapisan baru untuk menyimpan dan meneruskan pesan yang disebut lapisan *bundle*. Jika koneksi terputus, DTN akan menyimpan sebagian data yang telah dikirimkan. Ketika koneksi telah kembali normal, maka proses pengiriman paket akan dilanjutkan tanpa mengulang proses dari awal. DTN merupakan sistem jaringan yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk komunikasi jaringan pada daerah terpencil yang memiliki permasalahan koneksi selama proses pengiriman data berlangsung. Dalam beberapa tahun terakhir DTN menjadi sangat populer untuk diterapkan dan banyak dikembangkan. Salah satu pengembangan dari DTN adalah IBR-DTN. IBR-DTN adalah perangkat lunak yang efisien untuk *embedded system* (Yuliandoko dkk, 2015).

Penelitian terkait pengiriman data dengan jaringan DTN adalah "Perancangan Sistem Pertukaran Informasi di Pedesaan Berbasis *Delay Tolerant Network* Menggunakan Raspberry Pi"

(Prakista, 2013). Penelitian ini membahas performa dan kinerja IBR-DTN dalam sistem pertukaran informasi di pedesaan. Dalam penelitian ini dilakukan tiga buah macam pengujian untuk menganalisa performa dan kinerja dari IBR-DTN antara lain adalah pengujian konektifitas, pengujian besaran *file* yang dikirim dan pengujian pengiriman *file* dengan skema putus-sambung. Kesimpulan dari penelitain ini adalah IBR-DTN dapat diterapkan untuk melakukan pertukaran informasi pada konektivitas yang terbatas. Penelitian lain terkait kinerja dan performa infrastruktur IBR-DTN adalah "Analisis Penggunaan Protokol Routing Prophet Pada IBR-DTN untuk Sistem Berbagi Informasi Digital di Daerah Pedalaman" (Magdalena, 2014). Penelitian ini membahas performa pengiriman *file* dengan konektivitas terbatas pada IBR-DTN dengan menggunakan routing prophet.

Dari penelitian-penelitian yang telah dijelaskan, data yang dikirim berupa file statis yang dibuat atau telah disiapkan sebelumnya, belum dibahas tentang data yang dikirim berupa file dinamis contohnya file dari tangkapan kamera. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan "**Analisis Kinerja dan Performansi Pengiriman File Hasil Tangkapan Kamera dengan IBR-DTN**". Hasil dari analisi ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi dalam mengoptimalkan performa untuk pertukaran informasi berbasis gambar dalam jaringan DTN.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Delay Tolerant Network* (DTN)

Delay Tolerant Network (DTN) adalah arsitektur jaringan untuk menyediakan solusi bagi jaringan yang memiliki konketivitas yang terputus-putus, *long delay*, kecepatan data yang berbeda dan tingkat kesalahan yang tinggi (Siswanti, 2013). Metode komunikasi pada DTN adalah *store and forward*, yaitu metode yang menggunakan lapisan baru untuk menyimpan dan meneruskan pesan yang disebut lapisan *bundle*. Jika koneksi terputus, DTN akan menyimpan sebagian data yang telah dikirimkan. Ketika koneksi telah kembali normal, maka proses pengiriman paket akan dilanjutkan tanpa mengulang proses dari awal. DTN merupakan sistem jaringan yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk komunikasi jaringan pada daerah terpencil yang memiliki permasalahan koneksi selama proses pengiriman data berlangsung.

2.2 *Store and Forward*

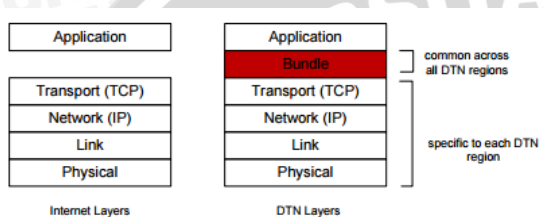
Metode *store and forward* adalah metode komunikasi dalam DTN. Metode ini menggunakan lapisan baru untuk menyimpan dan meneruskan pesan yang disebut lapisan *bundle*. Metode ini bekerja dengan meneruskan seluruh pesan atau sebagian dari pesan (*fragment*) yang disimpan di sebuah node. Pesan akan diteruskan dari satu node ke node lain apabila telah terdapat koneksi (Rahmania, 2013). Metode *store and forward* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Metode *Store and Forward*
Sumber: Ramhania (2013)

2.3 Bundle

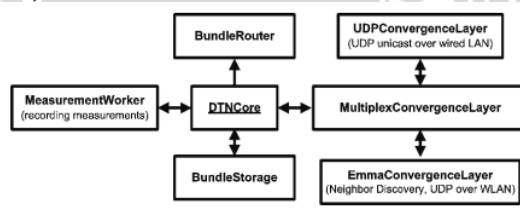
Dalam DTN, proses metode *store and forward* dilakukan pada layer tambahan yaitu *bundle layer*. Data yang tersimpan sementara disebut sebagai *bundle*. *Bundle layer* adalah sebuah layer tambahan untuk memodifikasi paket (Siswanti, 2013). *Bundle layer* terletak diantara layer aplikasi dan layer transport seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Letak *Bundle Layer*
Sumber: Siswanti (2013)

2.4 IBR-DTN

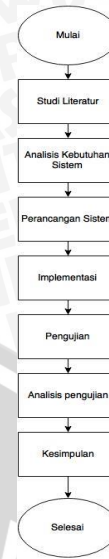
Delay Tollerant Network (DTN) merupakan sebuah jaringan yang menawarkan komunikasi untuk jaringan yang tidak selalu terdapat koneksi *end-to-end*. Dalam beberapa tahun terakhir DTN menjadi sangat populer untuk diterapkan dan banyak dikembangkan. Salah satu pengembangan dari DTN adalah IBR-DTN. IBR-DTN adalah perangkat lunak yang efisien untuk *embedded system* (Yuliandoko dkk, 2015).



Gambar 2.3 Arsitektur IBR-DTN
Sumber: Doering, dkk (2008)

3. METODOLOGI

Metodologi akan membahas metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian, analisis kebutuhan, perancangan dan pembangunan jaringan, dan teknik yang digunakan dalam pengujian system. Gambar 3.1 menjadi gambaran sebagai diagram alir penelitian.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan didapat dari hasil studi literatur yang sudah disusun menjadi dasar teori yang menunjang penelitian. Kebutuhan dari penelitian ini dibagi menjadi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.

3.1.1 Perangkat Keras

Dalam membangun infrastruktur berbasis IBR-DTN diperlukan 2 buah raspberry pi yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima informasi (*file*) dan kamera modul yang berfungsi untuk mengangkap gambar. Dalam penelitian ini memakai 2 buah raspyberry pi yang berbeda dimana raspberrypi 2 model B sebagai Pengirim dan raspberrypi 3 model B sebagai penerima. Spesifikasi dari masing masing raspberry pi yang akan di gunakan adalah sebagai berikut:

1. Raspberrypi 2 model B:

- Processor : ARM 900MHz quad-core ARM Cortex-A7
- RAM : 1GB
- Interface : Wireless LAN
- Wifi : Ralink RT5730
- Hardisk : SD Card 8GB

2. Raspberrypi 3 model B:

- Processor : ARM 1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8
- RAM : 1GB
- Interface : Wireless LAN
- Wifi : 802.11
- Bluetooth : 4.1
- Hardisk : SD Card 32GB

Sedangkan untuk kamera modul yang di gunakan adalah kamera module v2 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Resolusi gambar : 2592 x 1944
- Resolusi video : 1080p @ 30fps, 720p @ 60 fps dan merekam 640x480p 60/90

- Interface : 15pin CSI
- Ukuran : 20x25x9mm

3.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah yang dapat menyediakan layanan pengiriman *file* dengan kondisi jaringan yang tidak selalu tersedia secara terus menerus. Delay Tolerant Network digunakan untuk mengatasi masalah konektivitas yang tidak tersedia secara terus menerus. Salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung DTN adalah IBR-DTN. Perangkat lunak lain yang dibutuhkan adalah *hostapd* dan *isc-dhcp-server*, dimana kedua perangkat lunak tersebut berfungsi untuk membuat jaringan *access point* yang akan digunakan sebagai jaringan penghubung antar node DTN.

3.2 Pengujian Dan Analisis

Pengujian yang dilakukan oleh peneliti adalah dengan menggunakan *perangkat lunak* IBR-DTN. Pengujian menggunakan IBR-DTN dilakukan untuk mengukur kinerja dan performa infrastruktur, apakah telah memenuhi spesifikasi kebutuhan yang melandasinya. Pengujian yang akan dilakukan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Evan Hardyanto Prakasita.

Terdapat tiga pengujian untuk skenario yang telah ditentukan, yaitu:

1. Pengiriman *file* dengan koneksi putus-sambung.
2. Pengiriman *file* dengan jumlah banyak.
3. Pengiriman *file* selama waktu tertentu

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan langkah langkah implementasi dan pengujian yang sesuai dengan skenario yang telah di tentukan. Pada tahap implementasi akan di jelaskan bagaimana perangkat keras ataupun perangkat lunak. Pada tahap pengujian dilakukan penujian terhadap sistem yang telah diimplementasikan.

4.1 Implentasi

Hasil dari analisis kebutuhan dan perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya menghasilkan landasan dasar implementasi. Implementasi dilakukan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang telah di siapkan. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada proses implementasi ini antara lain *access point* dan IBR-DTN.

4.1.1 Access Point

Untuk menghubungkan node-node agar saling terhubung, maka diperlukan sebuah jaringan yang akan *mengcover* node-node tersebut agar saling terhubung. Pada penelitian ini menggunakan jaringan *access point* yang akan menghubungkan node-node agar dapat melakukan pengiriman *file*.

. Perangkat lunak yang perlu di install agar *access point* ini dapat bekerja adalah *hostapd*, *isc-dhcp-server*, dan *iptables-persistent*. *Hostapd* dan *isc-dhcp-*

server adalah perangkat lunak ini yang digunakan untuk membuat *access point*.

4.1.2 IBR-DTN

IBR-DTN adalah adalah salah satu perangkat lunak pengembangan dari DTN. IBR DTN merupakan salah satu dari sekian banyak DTN yang menggunakan *bundle protocol* sebagai standar protokolnya

Instalasi IBR-DTN dilakukan pada setiap *raspberrypi* yang akan menjadi node untuk dapat saling mengirim dan menerima informasi dalam keadaan jaringan yang tidak selalu ada koneksi secara terus menerus.

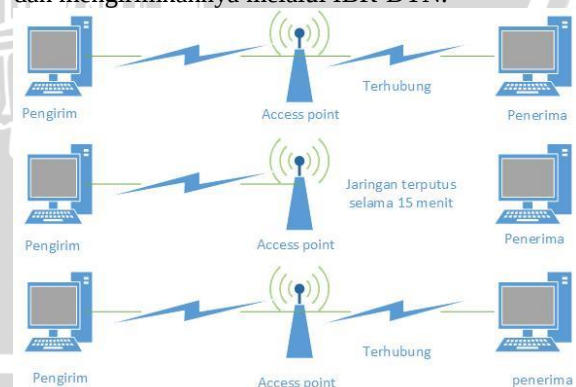
Untuk dapat menggunakan IBR-DTN sesuai kebutuhan, sebelum menjalankan perangkat lunak IBR-DTN diperlukan beberapa konfigurasi. Konfigurasi dilakukan dengan cara mengedit *file* konfigurasi *ibrdsn.conf* yang berada di */etc/ibrdsn*.

4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mngetahui performa dan kinerja dari sebuah infrastruktur yang telah dibuat. Terdapat beberapa skenario pengujian yang telah dirancang sebelumnya antara lain adalah pengujian pengiriman *file* dengan konektivitas putus-sambung, pengujian dengan mengirimkan *file* dalam jumlah tertentu dan yang terakhir adalah pengiriman *file* dengan lama waktu tertentu.

4.2.1 Pengiriman File Dengan Konektivitas Putus Sambung

Pada tahap ini dilakukan pengujian pengiriman dari *device* pengirim ke *device* penerima dengan kondisi konektivitas putus-sambung. Node IBR-DTN pertama merupakan pengirim yang telah dilengkapi dengan kamera modul untuk menangkap gambar secara *realtime*, node IBR-DTN kedua berfungsi sebagai penerima. Untuk dapat menangkap gambar dan mengirimkannya melalui IBR-DTN.



Gambar 4.1 pengujian konektivitas putus-sambung

4.2.2 Pengiriman File Dengan Jumlah Tertentu

Pada tahapan pengujian ini dilakukan pengiriman *file* dengan besaran jumlah yang bervariasi. Pada node pengirim dilengkapi dengan kamera modul yang berguna untuk menangkap

gambar secara realtime. Pengujian ini, memiliki 4 buah skenario yaitu:

1. Menangkap gambar dan mengirimkannya sampai 100 gambar,
2. Menangkap gambar dan mengirimkannya sampai 200 gambar,
3. Menangkap gambar dan mengirimkannya sampai 300 gambar,
4. Menangkap gambar dan mengirimkannya sampai 500 gambar.

4.2.3 Pengiriman File Dengan Lama Waktu Tertentu

Pada tahapan pengujian ini dilakukan pengiriman *file* dengan besaran jumlah yang bervariasi. Pada node pengirim dilengkapi dengan kamera modul yang berguna untuk menangkap gambar secara *realtime*. Untuk pengujian ini, memiliki 2 buah skenario yaitu:

1. Menangkap gambar dan mengirimkannya selama 30 menit.
2. Menangkap gambar dan mengirimkannya selama 1 jam.

5. HASIL DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan terhadap sistem dengan melakukan pengujian pengiriman *file* dengan konektivitas putus-sambung, pengujian dengan mengirimkan *file* dalam jumlah tertentu dan yang terakhir adalah pengiriman *file* dengan lama waktu tertentu. Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa dan kinerja dari IBR-DTN.

5.1 Hasil Pengujian Pengiriman File Dengan Konektivitas Putus Sambung

Pada pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan *file* sebanyak 50 *file* dengan jeda waktu selama 2 menit dari node pengirim ke node penerima. Pada awalnya node pengirim dan penerima saling terhubung dan melakukan pengiriman *file*. Dilakukan perlakuan kepada node penerima dengan memutuskan jaringan pada node penerima selama 15 menit, kemudian setelah 15 menit node pengirim di sambungkan lagi ke jaringan *access point*.

Pada saat node pengirim dan penerima saling terhubung, node pengirim dapat mengirim *file* ke node penerima, sewaktu node penerima tidak terhubung ke jaringan *access point*, node pengirim tidak menemukan node penerima maka *file* yang akan dikirim disimpan terlebih dahulu di dalam sebuah bundle. Bundle akan disimpan pada node pengirim sampai batas waktu *lifetime* yang telah di atur di dalam *ibrdsn.conf*.

Pada saat perlakuan node penerima diputuskan jaringannya dengan cara mematikan paksa raspberry pi, maka terdapat 1 *file* yang rusak dan tidak dapat dibuka dikarenakan *file* mengalami kegagalan pada saat melakukan render gambar, berbeda dengan

perlakuan pemutusan jaringan dengan menjauhkan raspberry pi dari jaringan *access point*, dimana tidak adanya *file* yang mengalami kerusakan maupun tidak dapat dibuka.

5.2 Hasil Pengujian Pengiriman File Dengan Jumlah tertentu

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan beberapa skenario berbeda dengan mengirimkan *file* sebanyak 100, 200, 300 dan 500 *file* dengan ukuran tiap *file* sama. Pada saat pengiriman *file* tidak diberikan waktu tunggu untuk penangkapan gambar oleh kamera modul, sehingga pada saat *file* telah dikirim kamera pada saat itu juga langsung mengambil gambar kembali dan melakukan pengiriman kembali.

Pada Tabel 5.1 terdapat hasil pengujian jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menangkap gambar dan jumlah waktu menerima data gambar dari pengirim

Tabel 5.1 Jumlah waktu penangkapan gambar dan penerima

No	Jumlah File	Waktu Penangkapan	Waktu Penerima	Selisih
1	100	53 Detik	1:08	15 detik
2	200	01:43	02:16	33 detik
3	300	02:35	02:52	13 detik
4	500	04:18	04:38	20 detik

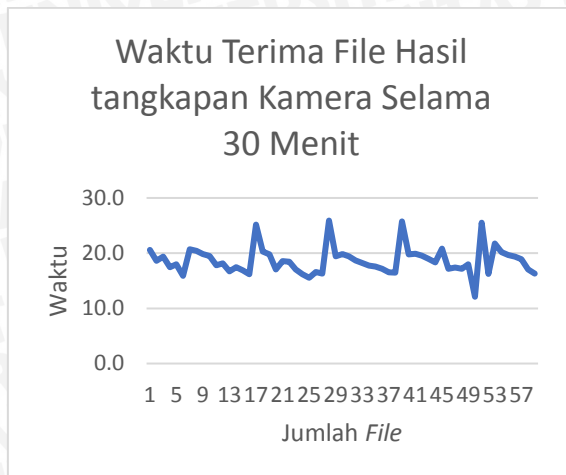
5.3 Hasil Pengujian Pengiriman File Dengan Lama Waktu Tertentu

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan beberapa skenario berbeda dengan mengirimkan *file* selama 30 menit, diberikan waktu tunggu untuk penangkapan gambar selama 30 detik oleh kamera modul, sehingga pada saat *file* telah dikirim dibutuhkan waktu selama 30 detik untuk kamera mengambil gambar kembali dan melakukan pengiriman *file*.

IBR-DTN mampu mengirimkan *file* sebanyak 59 *file* tanpa adanya *file* yang hilang maupun terjadinya duplikasi *file*. Tools IBR-DTN membutuhkan rata-rata waktu pengiriman tiap *file* gambar hasil tangkapan dari kamera selama 18.7 Detik dengan waktu yang paling tinggi sebesar 25.9 detik dan waktu terendah selama 12.1 detik seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 waktu pengiriman file

	Waktu
Rata Rata	18.7 Detik
Max	25.9 Detik
Min	12.1 Detik



Gambar 5.1 Pengiriman File selama 30 Menit

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Simulasi infrastruktur dapat mengatasi masalah ketidak tersediannya jaringan untuk melakukan pertukaran file.
2. Terdapat kerusakan file apabila *hardware* pada node penerima mengalami mati mendadak, berbeda apabila IBR-DTN hanya kehilangan jaringan yang tidak berakibat pada kerusakan file yang telah diterima.
3. Untuk pengiriman file tangkap gambar sekaligus tanpa jeda waktu terdapat perbedaan waktu tangkap gambar dengan selisih rata-rata 20.25 detik untuk menerima keseluruhan file tangkap gambar.
4. *Tools* dari ibr DTN membutuhkan waktu untuk mengirimkan file hasil tangkap dengan rata-rata 18.7 detik untuk melakukan pengirim 1 buah file hasil tangkap dari kamera menuju node pengirim.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan infrastruktur ini adalah:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, infrastruktur ini dapat dikembangkan dengan mengkonfigurasi isi dari perangkat lunak agar lebih mudah digunakan.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut, dapat ditambahkan beberapa skenario pengujian guna mendapatkan hasil performa dan kinerja IBR-DTN

7. DAFTAR PUSTAKA

- Doering, dkk. 2008. *IBR-DTN: An Efficient Implementation for Embedded Systems*.
- Fall, Kevin. 2003. *A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets*.
- Magdalena. 2014. Analisis Penggunaan Protokol Routing Prophet Pada IBR-DTN untuk Sistem Berbagi Informasi Digital di Daerah Pedalaman. Universitas Brawijaya.
- Prakista, Evan, Hardyanto. 2013. Perancangan Sistem Pertukaran Informasi di Pedesaan Berbasis *Delay Tolerant Network*. Univeristas Brawijaya.
- Rahmania, Lidya Amalia. 2013. Penerapan *Delay Tolerant Network* (DTN) untuk Sistem Konsultasi Kesehatan Jarak Jauh Berbasis Web. Universitas Brawijaya.
- Raspberry Pi Foundation, 2012. Help: What Is A Raspberry Pi. [Online] Tersedia di: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/> [Diakses 13 Januari 2017].
- Siswanti, Sri, Desy. 2013. Pengembangan Sistem Aplikasi Pengiriman Data Daerah Terpencil Berbasis *Delay Tolerant Network*. Universitas Sumatera Selatan.
- Wikipedia. 2016. Internet. [Online] Tersedia di: <https://id.wikipedia.org/wiki/Internet> [Diakses 12 Januari 2017].
- Yuliandoko, dkk. 2015. *Performance of Implementation IBR-DTN and Batman Adv Routing Protocol in Wireless Mesh Networks*. Institut Politeknik Surabaya.