

IMPLEMENTASI METODE STORE AND FORWARD PADA Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Muhammad Gigih W¹, Aswin Suharsono S.T, M.T², Adhitya Bhawiyuga S.Kom, M.S³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No. 8 Malang, Informatika, Gedung A PTIIK-UB

Email: super.mgw@gmail.com¹, aswin@ub.ac.id²,bhawiyuga@ub.ac.id³

ABSTRAK

Perkembangan internet saat ini sangat pesat. Di Desa maupun daerah terpencil perkembangan teknologi masih minim. *Delay Tolerant Network* (DTN) merupakan sebuah solusi yang ditawarkan untuk mengatasi masalah ini. Namun karena terjadi *Internet Ossification*, teknologi DTN tidak dapat diimplementasikan pada jaringan yang ada saat ini karena dapat merubah banyak infrastruktur yang sudah ada. Untuk mengatasi hal semacam ini, perlu dibuat sebuah arsitektur baru yang dapat mengatasi hal semacam ini tanpa merubah infrastruktur yang ada. Oleh karena itu diambil metode *store and forward* yang dimiliki DTN. Metode *store and forward* ini akan bekerja pada protokol yang umum digunakan saat ini. Protokol ini adalah protokol *HTTP*, *HTTP* dianggap lebih sederhana dan dapat berjalan di banyak jenis *Transport layer* seperti *TCP* maupun *SCTP*.

Implementasi Metode *store and forward* pada *HTTP* ini dimulai dengan membuat routing yang jelas dan pasti, agar tidak ada kesalahan dalam pengiriman file. File yang di *upload* akan disimpan pada folder khusus dan tiap file memiliki *header IP* pada *filename*. *Header IP* pada *filename* ini nanti yang akan memastikan sebuah file adalah milik *node* tertentu. Implementasi ini akan diuji beberapa *OS* (*Operating System*) agar dapat digunakan secara universal, *OS* yang digunakan adalah *Windows 10*, *Linux* dan *Raspbian* untuk *Raspberry pi*. Implementasi ini diharapkan dapat menjadi solusi *Internet ossification* saat ini.

Kata kunci : *Store and Forward*, *Hypertext Transfer Protocol*, *Delay Tolerant Network*, *Raspberry pi*, *Internet Ossification*

ABSTRACT

Development of the internet is very fast. Rural and remote areas in the technological development is still minimal. Delay Tolerant Network (DTN) is a proposed solution to overcome this problem. However, due to Internet Ossification, DTN technology can not be implemented on existing networks today because it can change a lot of existing infrastructure. To fix this problem, it should be made a new architecture that can fix with this sort of thing without changing the existing infrastructure. Therefore taken a store and forward method owned by DTN. Store and forward method will work on a common protocol used today. This protocol is the HTTP protocol, HTTP is considered simple and can run on many types of transport layer such as TCP and SCTP.

Implementation Methods store and forward on this HTTP begins with made a fix and definite routing, so that there are no errors in the transmission of files. The uploaded file will be stored in a special folder and every file has an IP header on the filename. IP Header on this filename later that will ensure a file is the property of a particular node. This implementation will be tested in multiple OS (Operating System) that can be used universally, the OS used is Windows 10, Linux and Raspbian for Raspberry pi. This implementation is expected to be a solution ossification internet today.

Keywords : *Store and Forward*, *Hypertext Transfer Protocol*, *Delay Tolerant Network*, *Raspberry pi*, *Internet Ossification*

1. Latar Belakang

Internet berkembang pesat hampir diseluruh Indonesia. Warga di kota sudah menikmati akses internet dengan mudah. Kendala pengembangan akses internet ke daerah terpencil maupun di desa terdapat pada infrastrukturnya. Kendala ini menyebabkan pengembang jaringan internet tidak berani melakukan investasi. Sebuah solusi yang ditawarkan mengatasi masalah ini adalah menggunakan teknologi DTN (Delay Tolerant Network). DTN awalnya dibuat untuk mengatasi delay yang tinggi dalam proses komunikasi antar planet. Teknologi ini dirancang untuk kondisi jaringan yang menantang (Fall, 2003) serta mendukung operasi pada jaringan tanpa memperdulikan waktu tunda yang lama (Warthman, 2003). Pengiriman data-nya, DTN menggunakan konsep store and forward, dimana data yang akan dikirimkan disimpan pada sebuah perantara tertentu kemudian di teruskan ke penerima data.

Dalam perkembangan dan riset oleh Lloyd Wood, terdapat permasalahan serius pada DTN. Masalah yang terjadi pada DTN, terdapat pada cara pengiriman file yang menggunakan *Bundling/Bundle* yang dikenal dengan istilah Protokol *Bundle*. Protokol *Bundle* bermasalah karena memiliki beberapa kekurangan. Kekurangannya adalah tidak dapat mendeteksi error pengiriman file dan tidak memiliki identifikasi konten yang dikirimkan. Sehingga, walaupun DTN di implementasikan pada jaringan saat ini, hal ini akan menyebabkan masalah di kemudian hari khususnya pada proses pengiriman file-nya.

Riset mengenai DTN yang sudah dibuat dengan judul Implementasi *web service* pada Delay Tolerant Network (Nutria, 2015). Fokus yang ingin dihasilkan dari riset miliknya ini adalah, bagaimana kerja *web service* pada DTN. Nutria menggunakan *web service*, karena merupakan sebuah API (*Application Programming Interface*) yang universal. Dengan menggunakan *web service* pengiriman *request* dan respon berupa file JSON dan lebih struktur. Teknologi ini menyebabkan data yang dikirimkan antara Klien dan server memiliki format yang lebih mudah dibaca dan diolah. Namun Riset milik Nutria ini hanya dapat mengirimkan 1 buah jenis file, yaitu jenis gambar dengan ekstensi JPEG, PNG, JPG. Hal ini disebabkan karena ia menggunakan jenis encode dan decode base64. Dalam perkembangannya Internet didunia saat ini mengalami *Internet Ossification*.

Internet ossification merupakan sebuah kondisi dimana tingginya tingkat penolakan terhadap inovasi internet (Stephen Baucke, 2007). Penolakan ini terjadi karena infrastruktur internet sudah dibangun sangat luas hampir diseluruh dunia, sehingga apabila ada teknologi baru seperti DTN sangat susah masuk karena harus merubah infrastruktur yang ada. Oleh karena itu diperlukan sebuah teknologi baru yang dapat diimplementasikan pada jaringan yang ada saat ini tanpa merubah infrastruktur internet yang ada saat ini. Solusi yang ditawarkan adalah dengan menggunakan metode store and forward.

Metode store and forward merupakan sebuah metode pengiriman file yang digunakan oleh DTN. Metode store and forward ini memastikan bahwa setiap file yang dikirim akan disimpan terlebih dahulu pada sebuah node perantara sebelum diteruskan ke penerima. Setiap node pada metode store and forward ini memiliki penyimpanan khusus yang berfungsi untuk menyimpan file yang masuk ke node tersebut. (warthman, 2012).

Berdasarkan penjelasan diatas, untuk mengatasi *Internet ossification* perlu menggunakan metode store and forward. Agar tidak terjadi perubahan infrastruktur yang banyak, maka metode store and forward ini akan diimplementasikan pada sebuah protokol umum yang sering digunakan saat ini, yaitu adalah protokol HTTP. HTTP dianggap lebih sederhana dan dapat berjalan di banyak jenis Transport layer seperti TCP maupun SCTP (Lloyd Wood, 2009). Protokol HTTP ini nanti akan menjadi penghubung antar node satu dengan node yang lainnya.

Rumusan Masalah berdasarkan paparan latar belakang tersebut, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah :

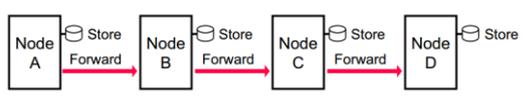
1. Bagaimana metode *store and forward* bekerja pada *HTTP* ?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *store and forward* pada *HTTP* dapat bekerja di *platform* Linux, Raspberry Pi dan Windows ?
3. Bagaimana *performa* pengiriman data dengan *store and forward* dengan menggunakan protokol *HTTP* ?

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Store And Forward

Store-Forward merupakan salah satu teknik yang dikenalkan pertama kali melalui RFC 2305 oleh Internet Engineering Task Force(IETF) dan juga sama dengan standarsisasi ITU-T.37. Dengan menggunakan metode store and forward ini dapat dilakukan beberapa konfigurasi yang dapat menciptakan teknologi alternatif dari kondisi jaringan yang sudah ada. (Achmad Subhan K).

Store and forward adalah sebuah metode yang digunakan oleh Teknologi Delay Tolerant Network untuk komunikasi antar planet. Metode store and forward ini sebenarnya sudah digunakan untuk komunikasi kuno seperti *post* maupun *pony-express*. Dalam perkembangannya metode store and forward ini dipakai di beberapa kondisi seperti pengiriman file antar server maupun file antar pc yang berbeda(warthman 2013).



Gambar 2.1 Alur Store and Forward pada DTN (warthman, 2013)

Berdasar gambar diatas metode store and forward ini dapat bekerja perlu dibuat sebuah media penyimpanan khusus pada setiap node. Media penyimpanan ini nantinya akan menjadi wadah penerimaan file dari node sebelumnya. File akan dikirimkan dan diteruskan ke node selanjutnya, apabila node selanjutnya dalam keadaan aktif atau hidup. Apabila node selanjutnya dalam keadaan mati atau tidak aktif maka file akan disimpan oleh node yang memiliki file hingga, node selanjutnya aktif berdasar jalur routing yang sudah dibuat(Warthman,2013). Metode Store and forward ini sangat cocok digunakan untuk kondisi jaringan yang memiliki tingkat latensi tinggi (warthman, 2013).

2.2 Internet Ossification

Internet ossification adalah sebuah kondisi dimana kurangnya inovasi pada teknologi internet (Stephen Baucke, 2007). Internet Ossification / ossification sebenarnya adalah sebuah tahap evolusi alami dalam perkembangan teknologi yang sangat sukses. Internet ossification merupakan masalah yang serius bagi komunitas pengembang jaringan dan negara (David Taylor,2005) Internet saat ini berkembang sangat jauh dan bagus, namun banyak kendala dalam implementasi untuk kehidupan sehari-hari. Layanan pada internet saat

ini terbatas pada kebutuhan yang diperlukan. Hal ini menambahkan sebuah fakta, setiap kali fungsi tambahan sederhana seperti pengiriman paket tidak diimplementasikan pada lapisan jaringan yang rendah tetapi pada protocol lapisan yang lebih tinggi.(Schindler,Felix2010)

Kasus sederhana terhadap internet ossification ini adalah IPv6 yang sudah ditemukan. IPv6 awalnya diciptakan dengan alasan IPv4 dimasa mendatang tidak dapat mencukupi kebutuhan IP didunia. Namun, sampai kini implementasi IPv6 didunia belum maksimal.

Kasus lain terhadap internet ossification adalah kepentingan dari stakeholders dalam bersaing melakukan pengembangan teknologi internet(Jon Turner,2005). Stakeholders disini adalah para pengembang dan inovator teknologi jaringan internet

2.3 Web Server

2.3.1 Pengertian Web Server

Web Server merupakan sebuah perangkat lunak dalam server yang berfungsi menerima permintaan (request) berupa halaman web melalui HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan browser web dan mengirimkan kembali (response) hasilnya dalam bentuk halaman-halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML (Emka,2012). Dapat disimpulkan bahwa web server merupakan pelayan (pemberi layanan) bagi web client (browser)

Pada Implementasi kali ini webserver yang digunakan adalah tipe apache. Apache adalah web server yang dapat dijalankan di banyak sistem operasi (Unix,BSD, Linux, Microsoft Windows dan Novell Netware serta platform lainnya) yang berguna untuk melayani dan memfungsikan situs web. Protokol yang digunakan untuk melayani fasilitas web/www ini menggunakan HTTP(wikipedia).

2.3.2 Fungsi Web Server

Fungsi utama dari web server adalah untuk mentransfer atau memindahkan berkas yang diminta oleh pengguna melalui protokol komunikasi tertentu. (dedeerik,2015) Sebuah halaman web biasanya terdiri dari berbagai macam jenis berkas seperti gambar, video, teks, audio, file dan lain sebagainya, maka pemanfaatan web server berfungsi juga untuk mentransfer keseluruhan aspek pemberkasan dalam halaman tersebut, termasuk teks, gambar, video, audio, file dan sebagainya.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) adalah protokol yang digunakan oleh web server dan web browser untuk dapat berkomunikasi antara satu

sama lain. Sedangkan HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) adalah merupakan versi aman (secure) dari HTTP. Biasanya protokol HTTP menggunakan port 80 dan protokol HTTPS menggunakan port 443.

2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi sering disingkat dengan nama **Raspi**, adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit*; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi (Wikipedia). Raspberry pi memiliki sebuah sistem operasi khusus yang bernama raspbian, atau bisa diinstall dengan sistem operasi windows 10 IoT core maupun linux yang mendukung *32-bit ARM architecture* yaitu **ARMv7-A**.

Pada implementasi kali ini raspberry pi yang digunakan diinstall dengan Ubuntu 16.04 versi raspbian. Ubuntu digunakan dengan alasan memiliki booting yang cepat dan tidak memerlukan RAM yang tinggi untuk penggunaannya (HelpUbuntu.com). Raspberry pi pada implementasi ini digunakan sebagai *node* kurir. *Node* kurir berfungsi untuk melanjutkan pengiriman dalam metode *store and forward*.

2.5 HTTP

2.5.1 GET

Get adalah metode untuk *request-response* antara *client* dan *server*. Metode GET digunakan untuk melakukan permintaan data pada sumber tertentu. Dengan menggunakan metode *get* nilai dari variabel dapat dilihat langsung di dalam **URL** yang dikirimkan. Metode *Get* sangat cocok digunakan apabila dalam memproses form php hanya mengambil data atau sebuah variabel. Metode *Get* ini sangat sering digunakan pada sebuah website untuk mencari sebuah data pada database. (duniaikom, 2015). Metode *Get* sangat tidak cocok digunakan untuk pemrosesan data penting seperti data user, transaksi keuangan dan data sensitif lainnya. Metode ini sangat cocok untuk proses menampilkan data saja bukan pengolahan data.

2.5.2 POST

Post adalah metode untuk *request-response* antara *client* dan *server*. Metode *post* digunakan untuk menyerahkan data untuk di proses ke sumber tertentu. Metode ini tidak menampilkan isi form pada url, sehingga metode ini sesuai untuk data-data yang bersifat sensitif seperti *username* dan *password*. Metode ini sangat aman digunakan dan banyak digunakan oleh website-website masa kini.

2.6 Cron

Cron adalah sebuah aplikasi bawaan sistem operasi yang dapat mengatur sebuah penjadwalan. Biasanya digunakan untuk dalam penjadwalan dalam sistem operasi, bisa *shutdown* pada waktu tertentu, *restart* pada waktu tertentu atau lainnya. Penggunaan *cron* ini hanya bisa dilakukan apabila kita sudah men set sebuah perintah, atau *script shell* untuk menjalankan secara berkala pada waktu dan tanggal tertentu. (Wikipedia) Dalam perawatan sebuah server, *cron* sangat sering diterapkan. *Cron* sangat cocok digunakan untuk melakukan penjadwalan yang berulang-ulang. *Cron* dapat digunakan pada semua sistem operasi, termasuk android dan perangkat *Raspberry pi*. Android yang berbasis linux dapat menggunakan *cron* dengan perintah *cron* yang sama juga seperti di linux. Penggunaan *cron* pada android biasanya dilakukan untuk men set up alarm, *restart android* maupun untuk *shutdown* dan *turn on android* lagi.

Cron yang digunakan pada perangkat raspi ini sama dengan cara kerja *cron* pada linux selama menggunakan sistem operasi berbasis linux. Apabila menggunakan Windows 10 IoT core maka *cron* yang digunakan sama dengan *task scheduler* milik Windows.

2.7 Curl

Proyek perangkat lunak komputer yang menyediakan perpustakaan dan alat baris perintah untuk mentransfer data menggunakan berbagai protokol. Proyek *Curl* menghasilkan dua produk, *libcurl* dan *Curl*. Ini pertama kali dirilis pada tahun 1997. Nama awalnya dibuat nama aplikasi ini adalah "see URL" akhirnya di sederhanakan menjadi "cURL/CURL".

Secara umum, *cURL* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mentransfer data dari dan ke server. Sebenarnya ada banyak perangkat transfer data layaknya *cURL*, namun *cURL* memiliki fitur yang lebih lengkap diantara perangkat-perangkat lainnya. Diantaranya dukungan terhadap HTTP, FTP, SFTP, SOCKS, TFTP, IMAP, POP3, SMTP.

2.8 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman script server-side yang didesain untuk pengembangan web. Selain itu, PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum (Wikipedia). PHP dikembangkan pada tahun 1995 oleh Rasmus Lerdorf, dan sekarang dikelola oleh The PHP Group. Situs resmi PHP beralamat di <http://www.php.net>. PHP disebut bahasa pemrograman server side karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman client-side seperti JavaScript yang diproses pada web browser (client).

Pada awalnya PHP merupakan singkatan dari *Personal Home Page*. Awalnya PHP digunakan untuk membuat website pribadi. Dalam beberapa tahun perkembangannya, PHP menjelma menjadi bahasa pemrograman web yang powerful dan tidak hanya digunakan untuk membuat halaman web sederhana, tetapi juga website populer yang digunakan oleh jutaan orang seperti wikipedia, wordpress, joomla, dll. Saat ini PHP adalah singkatan dari PHP: Hypertext Preprocessor, sebuah kepanjangan rekursif, yakni permainan kata dimana kepanjangannya terdiri dari singkatan itu sendiri: PHP: Hypertext Preprocessor. (duniaikom,2014)

PHP dapat digunakan dengan gratis (free) dan bersifat Open Source. PHP dirilis dalam lisensi PHP License, sedikit berbeda dengan lisensi GNU General Public License (GPL) yang biasa digunakan untuk proyek Open Source

2.9 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. (Wikipedia)

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, python umumnya digunakan sebagai bahasa skrip meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Dasar teori diperoleh dari penelitian relevan yang dilakukan sebelumnya dan terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, seperti dari jurnal, *e-book*, dan situs *web* resmi yang dapat dipertanggungjawabkan, antara lain *Internet Ossification, DTN, Webserver, Raspberry Pi, Python, PHP, Cron, Curl, HTTP*.

3.2 Lingkungan Penelitian

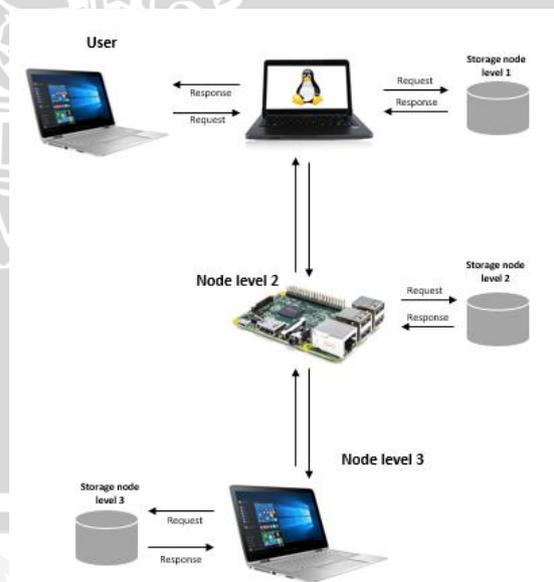
Lingkungan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan beberapa mesin pendukung dan beberapa *tools* atau *software* untuk proses implementasi dan pengujian metode store and forward. Berikut merupakan routing dari sistem yang dibuat pada penelitian ini :



Gambar 3.1 Routing sistem

Routing yang dibuat berdasarkan topologi tree. Terdapat 3 level node yang dibuat. Node level 1 adalah node utama yang diakses oleh user. Node level 1 ini hanya ada 1 buah. Node level 2 adalah node kurir. Terdapat 2 node pada level ini dan tiap node memiliki routing sendiri yang menuju node level 3. Node level 3 ini adalah node akhir dan terdapat 4 buah. Seluruh IP tiap node merupakan IP statis.

Setelah membahas routing berikut merupakan gambaran lingkungan penelitian yang digunakan pada penelitian ini :



Gambar 3.2 Lingkungan penelitian

Gambar 3.2 diatas menjelaskan secara detail lingkungan sistem dan bagaimana alur sistem. User mengakses node level 1 untuk upload file, dimana file ini nanti akan dikirimkan ke node

tujuan akhir (node level 3). Node level 1 adalah node utama tempat file pertama kali di upload. Node level 2 adalah node kurir. Node kurir disini berarti ia adalah node yang bertugas untuk melanjutkan paket yang sampai pada dirinya menuju node level 3. Node level 3 adalah node tujuan akhir, node ini adalah node yang menjadi tujuan akhir file yang diupload oleh user.

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian Implementasi metode store and forward pada HTTP ini melalui beberapa langkah yaitu analisis kebutuhan, pembuatan sistem, pengujian dan *report*.

3.3.1 analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan apa saja yang dapat dilakukan oleh sistem. Pada tahap awal analisis adalah memahami batasan sistem yang dibuat untuk sebagai acuan dalam pembangunan sistem. Tahap selanjutnya setelah memahami batasan sistem yang akan dibuat adalah memahami cara kerja metode yang digunakan serta apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sistem. Metode store and forward adalah metode yang ada pada DTN, sehingga kita perlu memahami lebih jelas bagaimana cara kerja DTN. Apabila sudah paham dengan cara kerja metode store and forward kita perlu memahami protokol yang digunakan oleh sistem. Pada implementasi kali ini protokol yang digunakan adalah protokol HTTP. Apa saja yang dibutuhkan agar dapat membangun sistem dengan menggunakan protokol HTTP. Kemudian kita juga perlu melakukan analisis untuk pengiriman file. File apa saja yang dapat dikirim dan berapa besar file yang akan dikirim dengan menggunakan implementasi kali ini. Langkah terakhir adalah setelah memahami metode store and forward dan protokol HTTP, kita perlu merancang arsitektur jaringannya. Pada penelitian ini arsitektur jaringan yang digunakan adalah Topologi *tree* dengan IP statis untuk tiap nodenya. Analisis yang sudah dibuat dihubungkan serta disatukan untuk proses selanjutnya yaitu pembuatan sistem.

3.3.2 Pembuatan sistem

Pada tahap ini sistem dibuat berdasarkan dari analisis kebutuhan yang telah dibuat. Pembuatan sistem meliputi proses implementasi topologi jaringan, proses implementasi routing dan proses implementasi dari awal hingga akhir berdasar batasan masalah dan analisis kebutuhan yang telah dibuat.

3.3.3 Pengujian sistem

Pengujian sistem dimulai dengan melakukan uji coba metode store and forward. Tahap awal untuk melakukan pengujian adalah dengan menyiapkan seluruh sistem yang sudah diimplementasikan. Antara lain Node level 1, node level 2 dan node level 3. Kemudian, kita perlu membangun jaringan loka sehingga diperlukan router dan kabel LAN untuk raspberry pi di node level 2. Apabila seluruh alat sudah lengkap, maka bisa dilanjutkan ke proses pengujian. Proses pengujiannya adalah dengan melakukan pengiriman file antar node berdasar routing yang sudah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mencari seberapa baik kinerja metode store and forward dalam melakukan pengiriman file, serta bagaimana performa pengiriman file dengan menggunakan metode store and forward.

Pengujian sistem dilakukan dengan beberapa skenario :

- Skenario pertama : apabila node level 1 dalam keadaan mati dan node level 2 dan node level 3 dalam keadaan hidup
- Skenario kedua : apabila node level 1 dalam keadaan hidup, node level 2 dalam keadaan mati dan node level 3 dalam keadaan hidup.
- Skenario ketiga : apabila node level 1 dan node level 2 dalam keadaan hidup sedangkan node level 3 dalam keadaan mati.
- Skenario keempat : apabila node level 1, 2 dan 3 dalam keadaan hidup semuanya.

Pada proses implementasi ini, suatu node dikatakan hidup apabila webserver dalam keadaan hidup. Sehingga apabila node tertentu menyala, namun webserver dalam keadaan mati, maka file tidak akan terkirim ke tujuan.

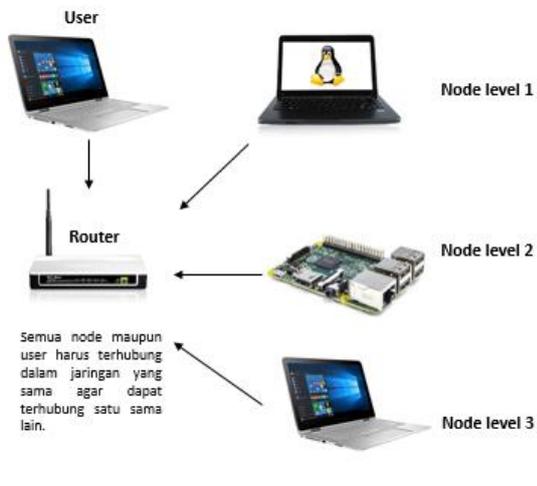
Pengujian selanjutnya adalah pengujian untuk mengetahui seberapa cepat pengiriman file antar node. Pengujian pengiriman file adalah menghitung total size file yang dikirim dengan lama waktu sampai pengiriman file.

Skenario yang di buat diharapkan dapat menjadi acuan dalam penarikan kesimpulan serta hasil dari penelitian.

4. IMPLEMENTASI SISTEM

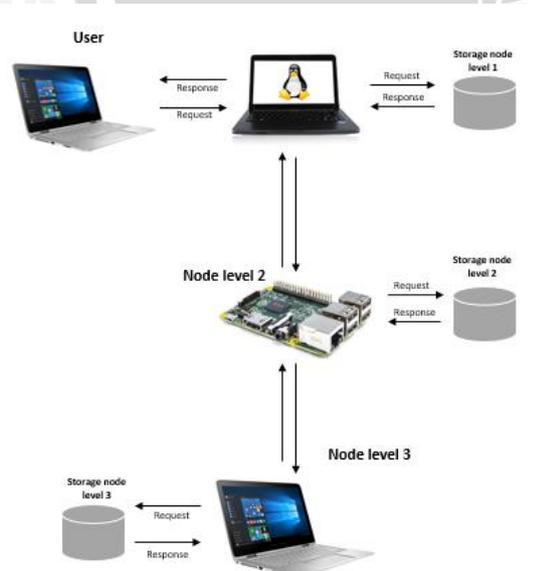
Setelah dilakukan analisis kebutuhan serta memahami lingkungan penelitian, dibuatlah implementasi sistem. Implementasi ini memerlukan beberapa hardware dan software. Diperlukan total 7 node, yang terbagi menjadi 1 node level utama, 2 node level tengah (kurir) dan

4 node level 3 (akhir). Router dan kabel LAN diperlukan untuk menghubungkan seluruh node kepada 1 jaringan yang sama.



Gambar 4.1 Seluruh node terhubung di jaringan yang sama

Apabila hardware sudah tersedia semua, hal selanjutnya yang diperlukan adalah software dan beberapa script pendukung. Software yang diperlukan adalah OS Linux untuk PC dan Raspbian serta Windows. Langkah berikutnya adalah melakukan konfigurasi di tiap node serta memasang Script pendukung. Script pendukung ini digunakan untuk membuat proses upload file dan pembuatan sistem metode store and forward. Proses berjalannya sistem seperti gambar berikut :



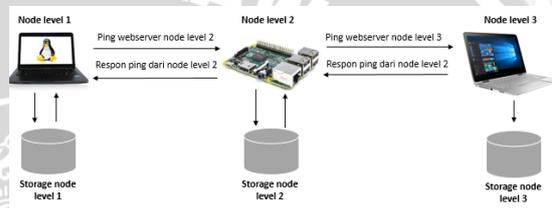
Gambar 4.2 Pengiriman file pada Implementasi metode store and forward

5. Pengujian

5.1 Pengujian Fungsional

Pengujian merupakan tahap vital dalam proses implementasi ini. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah metode store and forward berjalan dengan baik atau tidak.

Sebelum masuk ke pengujian, sistem ini memastikan sebuah node dalam keadaan aktif, apabila webserver pada node tersebut dalam keadaan aktif. Sistem akan melakukan ping ke webserver node berikutnya. Apabila webserver merespon dengan nilai HTTP 200, maka webserver dalam keadaan menyala. Pada Pengujian kali ini Node level 1 memiliki IP 192.168.1.2, Node level 2 memiliki IP 192.168.1.3 dan node level 3 memiliki IP 192.168.1.5.



Gambar 5.1 Ping antar webserver

Pengujian metode store and forward dilakukan dengan beberapa skenario :

Skenario pertama : apabila node level 1 dalam keadaan mati dan node level 2 dan node level 3 dalam keadaan hidup

Pada skenario pertama ini File di *node* level 1 tidak akan terkirim karena webserver *node* level 1 dalam keadaan mati, sehingga file yang diupload tetap akan tersimpan pada *node* level 1. Pengujian skenario pertama ini menarik kesimpulan bahwa Apabila webserver node utama mati, file yang terupload tidak akan terkirim. Karena node level 1 tidak dapat melakukan eksekusi script untuk pengiriman file. File yang terupload akan tetap disimpan oleh node level 1. File akan terkirim ke node selanjutnya apabila node level 1 dan node level 2 webserver-nya dalam keadaan aktif.

Skenario kedua : apabila node level 1 dalam keadaan hidup, node level 2 dalam keadaan mati dan node level 3 dalam keadaan hidup.

Proses pengiriman file yang sudah terupload di *node* level 1 menuju *node* tujuan akhir tidak terkirim. Hal ini disebabkan *node* level 2 dalam keadaan mati. Pada sistem routing jaringan, semua file yang diupload dengan tujuan ke IP 192.168.1.5 akan dikirim melalui *node* level 2 dengan IP 192.168.1.3. Metode *Store and forward* dan *routing* pada pengujian dua ini berhasil. File yang siap

dikirim ke tujuan akhir tidak akan terkirim karena *node* level 2 pada (IP 192.168.1.3) dalam keadaan mati, sehingga *file* tetap disimpan pada *node* level 1 (IP 192.168.1.2). Kesimpulan dari percobaan ini adalah Apabila *node* selanjutnya dalam keadaan mati, maka *file* yang akan dikirim tetap tersimpan di *node* dimana *file* berada. *File* hanya akan dapat terkirim apabila ke dua *node* terhubung. Sebuah *node* dinyatakan dalam keadaan hidup apabila *webserver* dalam keadaan hidup juga. Metode *store and forward* berhasil di terapkan pada pengujian ke dua ini.

Skenario Ketiga : apabila node level 1 dan 2 dalam keadaan hidup dan node level 3 dalam keadaan mati.

Karena *webserver* pada *node* level 1 (IP = 192.168.1) dan 2 (IP = 192.168.1.3) dalam keadaan hidup maka *file* yang dikirimkan menuju *node* 192.168.1.5 tersimpan dahulu di *node* level 2 (IP = 192.168.1.3). *File* akan dilanjut dikirim ke *node* level 3 (IP = 192.168.1.5) apabila *node* level 3 dalam keadaan hidup (*Webserver* Hidup). Metode *Store and forward* pada pengujian 3 ini berhasil. Pengiriman *file* yang terupload di *node* level 1 tidak akan terkirim langsung ke tujuan apabila *node* tujuan mati. Metode *store and forward* pada pengujian ke tiga ini berhasil.

Skenario keempat : apabila node level 1, 2 dan 3 dalam keadaan hidup semuanya.

File yang di upload dapat terkirim ke tujuan akhir apabila *webserver node* utama , *node* level 2 dan *node* level 3 semua terhubung. Apabila tidak terhubung ketiganya, maka otomatis metode *store and forward* akan bekerja. Kesimpulan pengujian ini adalah *File* dapat terkirim dengan baik dan metode *store and forward* berjalan dengan baik

Pada 4 skenario diatas, kesimpulan yang dapat diambil adalah apabila tidak ada *node* yang terhubung secara langsung *file* tidak akan terkirim. *File* hanya akan terkirim apabila ada *node* yang terhubung secara langsung, apabila tidak ada *node* yang terhubung secara langsung *file* akan disimpan terlebih dahulu hingga *node* berikutnya dalam keadaan hidup.

5.2 Pengujian waktu transfer file

Pengujian waktu *transfer file* dilakukan untuk mengetahui seberapa lama pengiriman *file* antar *node* apabila tanpa menggunakan metode *store and forward*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 15 kali dengan melakukan pengiriman *file* sebesar 1MB, 5MB, 10MB, 15MB, 20MB.

Sebelum melakukan pengiriman *file*, kita perlu mengupload 5 *file* yang diperlukan. 5 *File* itu memiliki size 1 MB, 5 MB, 10 MB, 15MB, 20 MB

5.1 Tabel upload file

Ukuran File	Status upload	
	Sukses	Gagal
1 MB	Sukses	-
5 MB	Sukses	-
10 MB	Sukses	-
15 MB	Sukses	-
20 MB	Sukses	-

Tabel 5.2 Pengiriman 5 file dalam 1 waktu yang sama ke node level 2

Ukuran File	Rata-rata Waktu Transfer
1 MB	0,4201444 s
5 MB	2,121103267 s
10 MB	4,133738733 s
15 MB	6,153445333 s
20 MB	8,255388533 s

Tabel 5.3 pengiriman 5 file dalam 1 waktu yang sama ke node level 3

Ukuran File	Waktu Transfer
1 MB	0,3469098 s
5 MB	1,7240712 s
10 MB	3,513421133 s
15 MB	5,175677867 s
20 MB	6,834271133 s

Tabel 5.4 Total Rata-rata waktu transfer keseluruhan antar node

Node level 1 ke node level 2 (dalam detik)	Node level 2 ke node level 3 (dalam detik)
21.08382	17.594351

6. Kesimpulan

Implementasi metode *store and forward* pada *HTTP* berhasil dibuat. Implementasi ini berhasil berjalan di OS linux, Raspberry Pi dan



Windows. Bahasa pemrograman PHP serta Python membantu implementasi ini dapat berjalan dengan baik. Hasil implementasinya adalah metode *store and forward* pada pengiriman file dapat berjalan dengan baik selama memiliki *Routing* yang jelas dan header *file* yang jelas pada *file*.

Implementasi metode *store and forward* pada HTTP ini sangat bergantung pada sebuah *web Server*. Apabila *web Server* pada sebuah *node* tidak aktif, maka sistem menganggap *node* tersebut dalam keadaan mati.

Rata-rata Waktu tempuh yang diperlukan pada pengiriman file tanpa menggunakan metode *store and forward* dari node level 1 menuju node level 2 adalah sekitar 21,05 detik. Sedangkan rata-rata waktu tempuh file dari node level 2 menuju node level 3 adalah 17,29 detik. Secara keseluruhan pengiriman file dari node level 1 hingga node level 3 memerlukan waktu tempuh rata-rata sekitar 38.34 detik (diambil dari hasil pengujian).

7. Saran pengembangan lebih lanjut

Saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah :

- IP dinamis

Untuk pengembangan lebih lanjut, lebih baik menggunakan IP yang dinamis untuk setiap node. Hal ini bertujuan agar siapapun yang terhubung dalam satu jaringan yang sama dapat melakukan pengiriman maupun menerima file yang dikirim dalam jaringan yang sama.

- Routing otomatis

Routing otomatis adalah, sistem yang dibuat hanya membaca seluruh IP yang tergabung pada suatu jaringan lokal. Sistem yang membuat routing sendiri. Sehingga, paket bisa berada di IP yang berbeda. Hal ini akan mengurangi beban server ketika melakukan pengiriman dalam jumlah banyak ke tujuan IP yang sama ataupun berbeda

- Diimplementasikan dengan menambah perangkat yang bergerak
- Digunakan pada pengiriman file size besar antar proxy atau antar server.

Referensi

[1] Taylor, David., Turner Jonathan., 2005 Towards a Diversified Internet. Washington University in Saint Louis

[2] Schindler, Felix., 2010 Weaknesses of today's Internet architecture. Fakultas Ilmu Komputer, Teknik. Universitas Munchen

[3] Wood, Lloyd., Holliday, Peter., Floreani, Daniel., Psaras, Ioannis., 2009.

[4] Moving data in DTNs with HTTP and MIME. 2009 Centre for Communication Systems Research University of Surrey

[5] Sari, Nutria Iman., 2015. Implementasi Web Service Pada Delay Tolerant Network. S1. Teknik Informatika, Filkom, Universitas Brawijaya Malang

[6] Rahmania, Lidya Amalia. 2013 . Penerapan Delay Tolerant Network (DTN) untuk Sistem Konsultasi Kesehatan Jarak Jauh Berbasis Web. S1. Teknik Informatika, PTIIK, Universitas Brawijaya Malang

[7] Sistem Konsultasi Kesehatan Jarak Jauh Berbasis Web. S1. Teknik Informatika, PTIIK, Universitas Brawijaya Malang

[8] Baucke, Stephan., 2007. Flexible Architecture for the Future Internet. Ericsson Research/2007

[9] Metode Store and Forward [Penjelasan]

Warthman, Forest. Delay-and Disruption-Tolerant Networks (DTNs) v2.02. warthman Associates IPNSIG, 2013

[10] Subhan, Achmad KH., Harsono Nonot, Fauziyah Anik, Latifah. 2009 . Implementasi Metode Store-Forward Dengan Protokol SMTP Untuk Pengiriman Fax Pada Jaringan IP Sebagai Alternatif Migrasi Layanan Facsimile Pada Next Generation Network. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.