

IMPLEMENTASI QUALITY OF SERVICE, LIMIT BANDWIDTH DAN LOAD BALANCING DENGAN MENGGUNAKAN FIRMWARE DD-WRT PADA ROUTER BUFFALO WHR-HP-G300N

Januardi nasir

Fakultas Teknik dan Komputer, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Putera Batam
Email: januardinasir@gmail.com

Eric Andrianto

Program Studi Teknik Informatika
Universitas Putera Batam
Email: eric_andrianto@outlook.com

ABSTRAK

Internet di era sekarang menjadi sebuah keharusan dalam melakukan segala hal. Begitu pula di PT. LFC Teknologi Indonesia, semua kegiatan diperlukan akses internet, baik dari pengaksesan *database*, berkomunikasi antar konsumen dan *supplier* melalui aplikasi *chat* dan *e-mail*. Pada penelitian ini akan dilakukan optimalisasi jaringan internet dengan mengimplementasikan *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing* menggunakan *firmware* DD-WRT pada *router* Buffalo WHR-HP-G300N. Hasil pengukuran akan diolah untuk dianalisis nilai *throughput*, *delay*, *packet loss*, *jitter*, *latency* dan *bandwidth* guna untuk mengetahui kualitas jaringan internet sebelum dan sesudah optimalisasi serta ditampilkan dalam bentuk tabel beserta grafik perbandingan dan dibagi dalam dua (2) tahapan analisis. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jaringan sesudah optimalisasi lebih stabil, cepat dan optimal dengan nilai *throughput*, *delay*, *jitter*, *latency* dan *packet loss* terendah. Sedangkan nilai kecepatan *bandwidth* sesudah optimalisasi mengalami kenaikan.

Kata kunci: *quality of service*, *limit bandwidth*, *load balancing*, *DD-WRT*, *router buffalo*.

ABSTRACT

Internet in the current era becomes a necessity in doing everything. As well as in PT. LFC Teknologi Indonesia, all activities required internet access, either from accessing the database, communicating between consumers and suppliers through chat and e-mail application. This research will be carried out to optimize the Internet by implementing Quality of Service, Bandwidth Limit and Load Balancing using DD-WRT firmware on Buffalo router WHR-HP-G300N. The results of measurement will be processed to analyze the value of throughput, delay, packet loss, jitter, latency and bandwidth in order to know the quality of internet network before and after optimization. The results will also presented in form of tables along with comparison graph and divided in two (2) analysis phase. From the results of the research can be concluded that the network after optimization is more stable, fast and optimal with the lowest throughput, delay, jitter, latency and packet loss. While the value of the bandwidth speed increased after optimization.

Keywords: *quality of service*, *limit bandwidth*, *load balancing*, *DD-WRT*, *router buffalo*.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari International Telecommunication Union [1], menyatakan bahwa terhitung sampai bulan Juli tahun 2017, total pengguna internet di dunia telah mencapai 48% dari total seluruh penduduk di dunia. Dengan bertambahnya pengguna internet setiap harinya, maka kebutuhan akan *bandwidth* pun semakin tinggi. Untuk organisasi besar atau perusahaan seperti PT. LFC Teknologi Indonesia sangat membutuhkan *bandwidth* yang besar untuk melancarkan proses kerjanya.

PT. LFC Teknologi Indonesia merupakan sebuah perusahaan PMA yang bergerak dibidang distribusi, pemeliharaan dan penyedia solusi di bidang metrologi, pemotongan, laser dan mesin industri berat. PT. LFC Teknologi Indonesia juga bekerja sama dengan sejumlah *principal* yang berasal dari berbagai negara seperti Jepang, Italia, Jerman, Belanda, Taiwan, China dan lain-lain. Tentunya untuk berkomunikasi jarak jauh dengan *principal* membutuhkan komunikasi antar *e-mail*, *video call*, maupun di

remote dengan *teamviewer* secara langsung. Maka itu, dibutuhkan koneksi internet untuk melancarkan semua proses komunikasi baik antar *principal* maupun antar pelanggan.

Masalah yang sering terjadi di PT. LFC Teknologi Indonesia ialah ketika berkomunikasi dengan *principal* menggunakan *video call*, sering terjadi *lag* dan *packet loss*. Hal ini disebabkan karena pengalokasian *bandwidth* yang tidak maksimal. Selain itu, *bandwidth* yang tersedia juga terbatas sehingga terjadi saling tarik-menarik *bandwidth* antar sesama pengguna yang berada didalam suatu jaringan tersebut. Faktor ini dikarenakan bertambah banyaknya pengguna pada suatu jaringan tersebut, maka *bandwidth* yang ada terbagi ke semua pengguna sekaligus. Setelah ditelusuri, ternyata terdapat beberapa cara sebagai solusi yang dapat mengoptimalkan *bandwidth* yang dimiliki mencapai kinerja maksimal sehingga tidak sering terjadi *delay*, *packet loss* dan *jitter* dalam pemakaian *internet*.

Solusi yang disarankan ialah dengan menerapkan *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing* untuk memprioritaskan dan menstabilkan jaringan internet saat dipakai untuk berbagai aktifitas secara bersamaan, manajemen *bandwidth* per *user* sehingga *bandwidth* yang tersedia cukup dan pada saat *ISP* utama terdapat gangguan, jaringan internet dapat menggunakan *ISP* cadangan sehingga tidak menyebabkan gangguan pada pengguna pada saat melakukan pekerjaan.

1.1 Quality Of Service

Quality of Service (QoS) adalah teknik untuk mengelola *bandwidth*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* untuk aliran dalam jaringan [2]. *Quality of Service (QoS)* juga menempatkan beberapa batasan dalam bentuk kendala tertentu dalam perjalanan jaringan. Kendala ini meliputi *bandwidth* yang diinginkan, *delay*, variasi *delay* yang dialami oleh penerima (*jitter*), *packet loss* yang dapat ditoleransi, tidak ada loncatan dan biaya jaringan [3]. *Quality of Service* juga merupakan kemampuan elemen jaringan (misalnya aplikasi, *host* atau *router*) untuk memiliki beberapa tingkat jaminan bahwa persyaratan lalu lintas dan layanan akan terpenuhi [4].

Skema *Quality of Service* merupakan antrian menyediakan layanan jaringan yang dapat diprediksi dengan menyediakan *bandwidth* khusus, *jitter* dan *latency* terkontrol, dan karakteristik *packet loss* yang lebih baik. Ide dasarnya adalah mengalokasikan sumber daya (ruang *processor*, memori *RAM*) terlebih dahulu untuk data sensitif [5].

Kemampuan *Quality of Service* mengacu pada tingkat kecepatan dan kehandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. Kemampuannya merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis, yaitu [6]:

- a. *Throughput* yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bit/s. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada destinasi selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut.
- b. *Delay* adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya.
- c. *Jitter* merupakan variasi dari *delay end-to-end*. Level yang tinggi pada *jitter* dalam aplikasi berbasis *User Datagram Protocol (UDP)* merupakan situasi yang tidak dapat diterima dimana aplikasi merupakan aplikasi *real time*, seperti sinyal audio dan video. Pada kasus seperti itu, *jitter* akan menyebabkan sinyal terdistorsi, yang dapat diperbaiki hanya dengan meningkatkan *buffer* di antrian.
- d. *Packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut untuk mencapai tujuan dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu terjadinya *overload* trafik didalam jaringan, tabrakan (*congestion*) dalam jaringan, *error* yang terjadi pada media fisik, kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena overflow yang terjadi pada *buffer*.

1.2 Load Balancing Jaringan

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. *Load balancing* digunakan pada saat sebuah *server* telah memiliki jumlah *user* yang telah melebihi maksimal kapasitasnya [7].

Teknik yang mendistribusikan kelebihan beban kerja lokal yang dinamis secara merata di semua simpul merupakan dan berfokus pada *throughput* maksimum, menghindari *overloading* dan mengurangi konsumsi energi dengan mendistribusikan beban secara merata, meminimalkan waktu respon dan mengurangi latensi jaringan [8]. *Load Balancing* berguna untuk membagi beban jaringan (*traffic*) melalui beberapa *link network* yang tersedia untuk meningkatkan *throughput*, mengurangi *response time* maupun

menghindari penumpukan trafik yang berlebihan. Teknik *load balancing* dapat diterapkan jika *router* memiliki beberapa link untuk mencapai suatu *network* tujuan [9].

Cara kerja *load balancing* ialah dengan menggunakan beberapa peralatan yang sama untuk menjalankan tugas yang sama. Hal ini memungkinkan pekerjaan dilakukan dengan lebih cepat dibandingkan apabila hanya dikerjakan oleh 1 (satu) peralatan saja dan dapat meringankan beban kerja peralatan, serta mempercepat waktu respon. *Load Balancer* bertindak sebagai penengah di antara layanan utama dan pengguna, dimana layanan utama merupakan sekumpulan *server* atau mesin yang siap melayani banyak pengguna. Keuntungan yang diperoleh dari penerapan *load balancing* sebagai berikut [10]:

- a. Waktu Respon
Meningkatkan kecepatan akses *website* saat dibuka. Dengan dua atau lebih *server* yang saling berbagi beban lalu lintas *web*, masing-masing akan berjalan lebih cepat karena beban tidak berada pada 1 (satu) *server* saja. Ini berarti ada lebih banyak sumber daya untuk memenuhi permintaan halaman *website*..
- b. Redundansi
Dengan *load balancing*, akan *mewarisi* sedikit redundansi. Sebagai contoh, jika *website* kita berjalan seimbang di 3 (tiga) *server* dan salah satu *server* bermasalah, maka dua *server* lainnya dapat terus berjalan dan pengunjung *website* kita tidak akan menyadari *downtime* apapun.

1.3 Limit Bandwidth

Bandwidth adalah besaran untuk menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah *network*. *Bandwidth* disebut juga lebar pita atau kapasitas saluran informasi yaitu kemampuan maksimum dari suatu alat untuk menyalurkan informasi dalam satuan waktu detik [11]. *Bandwidth* mengacu pada jumlah informasi yang dapat dikirim pada waktu tertentu sepanjang jalur data. Secara umum, *bandwidth* jaringan adalah ukuran *bit rate* dari sumber komunikasi data yang tersedia atau yang dikonsumsi yang dinyatakan dalam *bit per second* atau kelipatannya yaitu *kilobit per second*, *megabits per second* dan lain-lain [12].

Manajemen *bandwidth* juga merupakan seperangkat teknik dan alat yang ditujukan untuk mengurangi segmen kritis dalam jaringan yang mencakup kompresi data, prioritas *bandwidth* berdasarkan kriteria tertentu, pemblokiran, pembentukan lalu lintas, pengendalian lalu lintas, dan lain-lain. Tujuan pengelolaan *bandwidth* adalah untuk mengoptimalkan kinerja jaringan agar bisa diamankan. Di dalam dunia internet sering di dengar istilah *limiter* atau pembatasan kecepatan untuk melakukan akses ke internet. Ada beberapa jenis sistem *limiter* yang biasa diaplikasikan ke *router*, mulai dari yang *simple* hingga yang kompleks [13].

1.4 Tools Dan Software Pendukung

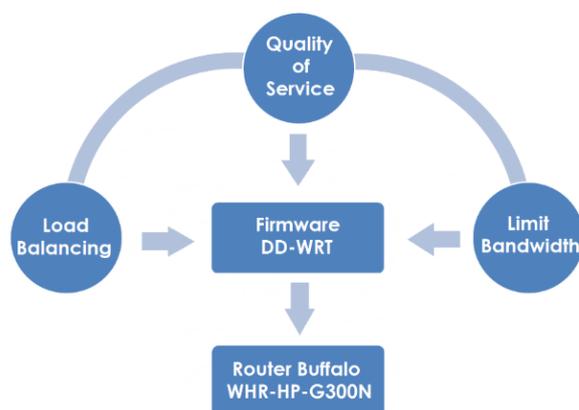
Untuk penelitian optimalisasi jaringan dengan penerapan *quality of service*, *limit bandwidth* dan *load balancing* dibutuhkan *tools dan software* sebagai berikut :

- a. *Wireless Router* Buffalo WHR-HP-G300N dan Asus RT-N15U dengan *firmware* DD-WRT V24
- b. Kabel *UTP Cat 5e* dan *head* RJ-45
- c. Laptop atau PC yang bisa menjalankan aplikasi *web browser* (Google Chrome, Mozilla Firefox)
- d. Internet dari *Internet Service Provider (ISP)* dan *hotspot (mobile hotspot, MiFi dan sejenisnya)*
- e. Aplikasi *Axence NetTools, NetWorx dan Internet Download Manager*
- f. Aplikasi *website speedtest.net, info.onsip.com dan sourceforget.net*

1.5 Kerangka Pemikiran

Seperti halnya dengan alat pengambilan data, rancangan penelitian juga didiktekan oleh variabel-variabel penelitian yang telah diidentifikasi serta oleh hipotesis yang akan diuji kebenarannya. Dalam menentukan rancangan penelitian yang mana akan digunakan, perlu sekali selalu diingat bahwa seluruh komponen penelitian itu harus terjalin secara serasi dan tertib [14].

Berdasarkan teori-teori yang telah diperoleh dan dijelaskan, maka kerangka berpikir dari penelitian, digambarkan pada kerangka pemikiran yang disajikan pada gambar di bawah ini.

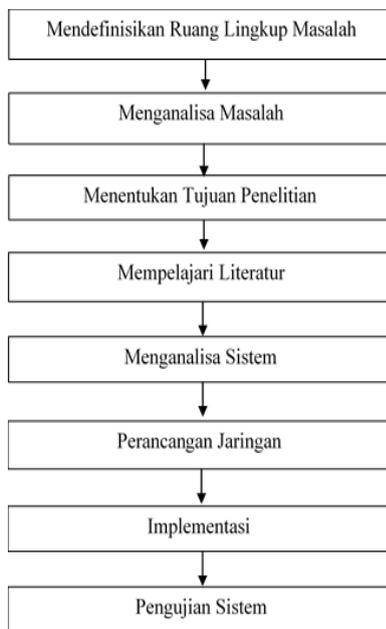


Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah [15]. Desain penelitian memberikan prosedur untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk menyusun atau menyelesaikan masalah dalam penelitian. Oleh sebab itu, desain penelitian yang baik dibagi menjadi dua tipe yaitu, eksploratif dan konklusif. Desain penelitian konklusif dibagi lagi menjadi dua tipe yaitu deskriptif dan kausal. Penelitian deskriptif memiliki pernyataan yang jelas mengenai permasalahan yang dihadapi, hipotesis yang spesifik, dan informasi detail yang dibutuhkan. Adapun rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Desain Penelitian

2.2 Operasional Variabel

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan. Variabel yang digunakan dalam penelitian dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Variabel independen yaitu variabel yang menjelaskan dan memengaruhi

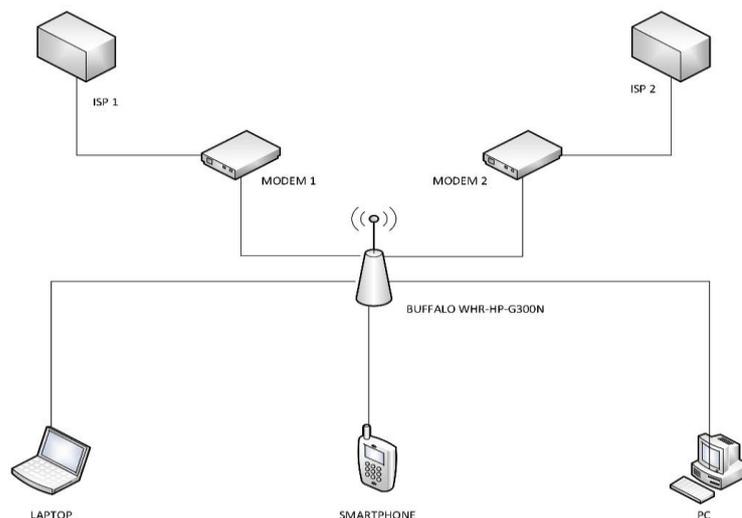
variabel lain, dan variabel dependen yaitu variabel yang dijelaskan dan dipengaruhi oleh variabel independen [16]. Variabel dependen dalam penelitian ini dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. Definisi operasional variabel dependen

Variabel	Indikator	Satuan (Monitoring)	Skala (Statistik)
Akses Data	Bandwidth Speed	Kb/s	Ordinal
	Data Traffic	Mb/s	Ordinal
	Throughput	Kb/s	Ordinal
	Delay	ms	Ordinal
	Jitter	ms	Ordinal
	Latency	ms	Ordinal
	Packet Loss	%	Ordinal

2.3 Object Monitoring

Object monitoring dalam penelitian ini adalah segala sesuatu yang akan dijadikan subjek atau objek penelitian yang dikehendaki peneliti. Maka yang akan dijadikan objek dalam melakukan penelitian ini seperti gambar dibawah ini dengan menampilkan proses implementasi dari dua ISP yang dikoneksikan ke dua modem internet dan digabungkan ke *wireless router* Buffalo WHR-HP-G300N dengan mengaktifkan fitur *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing*. Host seperti PC, Smartphone dan Laptop terhubung ke jaringan melalui kabel LAN atau Wi-Fi.



Gambar 3. Object Monitoring Jaringan Internet PT. LFC Teknologi Indonesia

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

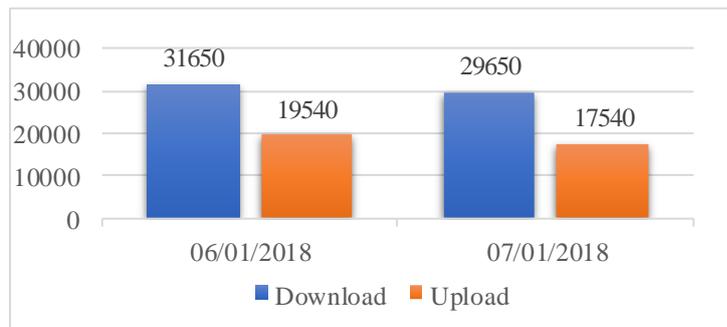
3.1 Analisis Deskriptif

Pengukuran *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing* pada jaringan internet di PT. LFC Teknologi Indonesia dipantau secara bertahap dalam jangka waktu 4 (empat) hari, terhitung dari tanggal 6 dan 7 Januari 2018 sebagai tahap 1 (satu) sebelum melakukan implementasi dan tanggal 13 dan 14 Januari 2018 sebagai tahap 2 (dua) setelah melakukan implementasi. Untuk mengimplementasikan rencana yang telah disusun, maka model dari sistem *traffic monitoring network* dan parameter *Quality of Service* yang digunakan untuk pengukuran kualitas jaringan internet adalah *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, *latency* dan *packet loss*. Sedangkan untuk *Limit Bandwidth* parameternya merupakan *bandwidth download* dengan kondisi pada saat mengunduh file secara bersamaan dengan 3 user atau lebih. *Ping* dan *request timeout (RTO)* merupakan parameter untuk pengukuran kualitas jaringan pada saat diterapkan *load balancing*. Hasil dari pengukuran akan di paparkan dalam bentuk analisis deskriptif yang hasil pengukurannya diperoleh dari aplikasi *NetWorx*, *Axence NetTools*, *Internet Download Manager* dan aplikasi website dari *speedtest.net*, *sourceforge.net* dan *info.onsip.com*.

3.2 Analisis Kecepatan Traffic Jaringan

3.2.1 Analisis Kecepatan Traffic Jaringan Tahap 1

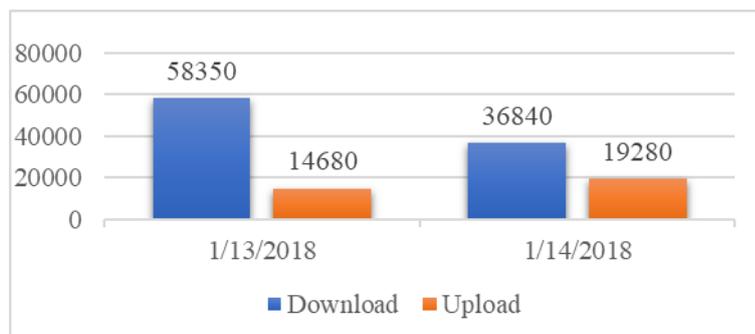
Berdasarkan hasil analisis kecepatan *traffic* jaringan tahap 1 dapat dijelaskan bahwa kecepatan rata-rata internet *Wi-Fi* di PT. LFC Teknologi Indonesia yang di ukur dengan aplikasi *Speedtest* sebesar 30650 kbps untuk *download*, sedangkan untuk *upload* memiliki kecepatan sebesar 18540 kbps, dari hasil pengamatan atau pengukuran ini dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan menggunakan aplikasi *Speedtest* dapat memperlihatkan kecepatan internet pada koneksi internet di PT. LFC Teknologi Indonesia. Untuk hasil pengukurannya dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 4. Grafik Pengukuran Kecepatan Internet Tahap 1

3.2.2 Analisis Kecepatan Traffic Jaringan Tahap 2

Berdasarkan hasil analisis kecepatan *traffic* jaringan tahap 2 dapat dijelaskan bahwa kecepatan rata-rata internet *Wi-Fi* di PT. LFC Teknologi Indonesia sesudah diimplementasi *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing* yang di ukur dengan aplikasi *Speedtest* sebesar 95190 kbps untuk *download*, sedangkan untuk *upload* memiliki kecepatan sebesar 16980 kbps. Dari hasil pengamatan atau pengukuran ini dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan menggunakan aplikasi *Speedtest* dapat memperlihatkan kecepatan internet di PT. LFC Teknologi Indonesia yang sesudah diimplementasi *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing*. Untuk hasil pengukurannya dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 5. Grafik Pengukuran Kecepatan Internet Tahap Dua

3.3 Analisis Quality of Service (QoS) dengan Axence NetTools

Pengukuran *Quality of Service* dilakukan dengan cara mencoba alamat *website* pada alat ukur yang digunakan yaitu *Axence NetTools*. Alamat *website* yang dijadikan percobaan ada empat *website* yang kemudian dijadikan percobaan dalam *monitoring Quality of Service*. Diantaranya adalah www.lfc.co.id, www.lfc.com.sg, www.yakinmaju.com dan server.lfc.local. Keempat *website* tersebut digunakan untuk mengukur nilai *throughput*, *delay*, *latency* dan *jitter*.

3.3.1 Analisis Pengukuran Nilai Throughput

Pada saat transmisi data yang telah dimonitoring oleh *Axence NetTools* dan di-*capture*, maka hasil *throughput* adalah *bits per second*. Peneliti merubah satuan *bits per second* ke *kilo bits per second*.

Setelah mengetahui kecepatan *throughput*, maka peneliti menganalisis kecepatan yang dibutuhkan dalam satu paket dalam setiap *website* hingga data diterima. Dapat dilihat hasil analisis *throughput* menunjukkan bahwa tahap 1 yaitu jaringan internet di PT. LFC Teknologi Indonesia yang sebelum diimplementasi memiliki *throughput* paling tinggi yaitu mencapai 6808,77 Kbit/s. Sedangkan di tahap 2 yang sesudah diimplementasi mencapai maksimal *throughput* 6666,51 Kbit/s.

Tabel 5. Hasil pengukuran *throughput*

<i>Tahapan Analisis</i>	<i>Website</i>	<i>Throughput</i>		
		<i>Max (Kbit/s)</i>	<i>Min (Kbit/s)</i>	<i>Avg (Kbit/s)</i>
1	192.168.1.200	6808,77	91,87	4431,32
	www.lfc.com.sg	3609,8	26,58	2502,34
	www.lfc.co.id	3533,46	72,29	2601,82
	www.yakinmaju.com	3617,76	70,95	2531,38
2	192.168.1.200	6666,51	23,7	4281,62
	www.lfc.com.sg	3602,72	22,3	2211,25
	www.lfc.co.id	3289,11	25,10	2144,74
	www.yakinmaju.com	3276,21	186,3	2602,8

3.3.2 Analisis Pengukuran Nilai Delay

Delay dalam penelitian ini merupakan waktu yang dibutuhkan saat transmisi data yang berupa paket untuk mencapai komputer yang dituju dalam satuan *milisecond* (ms). Hasil pengukuran *delay* dapat disimpulkan bahwa yang memiliki *delay* tertinggi adalah pada saat koneksi jaringan di tahap 1 (sebelum diimplementasi), dengan rata-rata waktu *delay* sebesar 23 ms pada saat koneksi ke *www.lfc.com.sg*, *www.lfc.co.id*, *www.yakinmaju.com* dan rata-rata *delay* 18 ms pada *server.lfc.local*. Sedangkan di tahap 2, rata-rata waktu *delay* pada saat koneksi ke *www.lfc.com.sg*, *www.lfc.co.id* dan *www.yakinmaju.com* sebesar 13 ms dan 10 ms pada *server.lfc.local*.

Tabel 6. Hasil pengukuran *delay*

<i>Tahapan Analisis</i>	<i>Website</i>	<i>Delay (ms)</i>		
		<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Avg</i>
1	192.168.1.200 (<i>server.lfc.local</i>)	953	2	18
	www.lfc.com.sg	811	5	23
	www.lfc.co.id	976	5	23
	www.yakinmaju.com	997	5	23
2	192.168.1.200 (<i>server.lfc.local</i>)	266	2	10
	www.lfc.com.sg	276	5	13
	www.lfc.co.id	279	5	13
	www.yakinmaju.com	286	5	13

3.3.3 Analisis Pengukuran Nilai Packet Loss

Packet loss dalam penelitian ini merupakan paket data yang terbuang atau paket yang tidak sampai pada tujuan. *Data packet loss* juga diambil dari pengukuran perintah *ping* yang menggunakan *software Axence NetTools*. Paket yang tidak sampai tersebut akan dihitung dan dicari jumlah dalam persentase (%). Untuk menganalisa parameter *packet loss*, data dihitung dari > 1000 paket yang dikirim dengan menggunakan perintah *ping* dalam aplikasi *Axence NetTools*. Kemudian jumlah paket yang tidak sampai tujuan akan dihitung dalam persentase (%). Hasil pengukuran *packet loss* dapat disimpulkan bahwa yang memiliki *paket loss* tertinggi ialah pada tahap 1 yang sebelum diimplementasi dengan jumlah *Packet loss* > 20 paket dengan persentase mencapai 2%, sedangkan pada tahap 2 yang sesudah diimplementasi dengan jumlah *Packet Loss* 0 paket dan persentase <= 0%.

Tabel 7. Hasil pengukuran packet loss

Tahapan Analisis	Website	Packet Loss (kbps)			
		Sent	Received	Lost	Lost (%)
1	192.168.1.200 (server.lfc.local)	991	811	18	2
	www.lfc.com.sg	877	858	19	2
	www.lfc.co.id	979	959	20	2
	www.yakinmaju.com	956	936	20	2
2	192.168.1.200 (server.lfc.local)	911	911	0	0
	www.lfc.com.sg	872	872	0	0
	www.lfc.co.id	920	920	0	0
	www.yakinmaju.com	926	926	0	0

3.3.4 Analisis Pengukuran Nilai Latency

Latency dalam penelitian ini adalah jumlah waktu yang dibutuhkan paket data untuk berpindah di seluruh koneksi jaringan dalam satuan *mili second* (ms). Perhitungan data Latency diukur dengan aplikasi website *info.onsip.com/voip-test* dan *sourceforge.net/speedtest*. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa yang memiliki latency tertinggi adalah pada tahapan analisis ke 1 dengan latency 299 ms diuji dengan aplikasi website *info.onsip.com* dan 64 ms pada aplikasi website *sourceforge.net*. Sedangkan pada tahapan analisis ke 2 memiliki hasil latency 243 ms pada website *info.onsip.com* dan 48 ms latency pada website *sourceforge.net*

Tabel 8. Hasil pengukuran latency

Tahapan Analisis	Website	Latency (ms)
1	<i>info.onsip.com</i>	299
	<i>sourceforge.net</i>	64
2	<i>info.onsip.com</i>	243
	<i>sourceforge.net</i>	48

3.3.5 Analisis Pengukuran Nilai Jitter

Jitter merupakan selisih waktu antara kedatangan paket pertama dan paket selanjutnya dalam satuan *milisecond* (ms). Perhitungan data jitter disini diukur melalui halaman website *info.onsip.com/voip-test* dan *sourceforge.net/speedtest*. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa jitter tertinggi terdapat pada tahap 1 sebelum diimplementasi dengan nilai jitter sebesar 183 ms pada website *info.onsip.com* dan 6 ms jitter pada website *sourceforget.net*. Sedangkan pada tahap 2 yang sesudah diimplementasi memiliki hasil jitter sebesar 8 ms pada website *info.onsip.com* dan 3 ms jitter pada website *sourceforget.net*.

Tabel 9. Hasil pengukuran jitter

Tahapan Analisis	Website	Jitter (ms)
1	<i>info.onsip.com</i>	183
	<i>sourceforge.net</i>	6
2	<i>info.onsip.com</i>	8
	<i>sourceforge.net</i>	3

3.3.6 Analisis Kecepatan Bandwidth

Untuk mengukur kecepatan *bandwidth* digunakan 2 Web Apps melalui halaman website yaitu *info.onsip.com* dan *sourceforge.net*. Hasil pengukuran kecepatan *bandwidth* dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan *bandwidth* secara signifikan pada tahap 2 sesudah diimplementasi dengan kecepatan *download* sebesar 45,9 Mbit/s dan *upload* 16,8 Mbit/s pada web apps *sourceforge.net/speed-test*. Dan pada web apps *info.onsip.com/voip-test*, mendapat nilai kecepatan *download* sebesar 37,0 Mbit/s dan *upload* 6,5 Mbit/s. Sedangkan pada tahap 1 sebelum diimplementasi mendapat nilai *download* sebesar 8,1 Mbit/s dan *upload* 3,5 Mbit/s pada web apps *info.onsip.com/voip-test* dan untuk web apps *sourceforge.net/speed-test* terdapat *download* 38,0 Mbit/s dan *upload* 11,7 Mbit/s.

Tabel 10. Hasil pengukuran bandwidth

Tahapan Analisis	Website	Download Rate (Mbit/s)	Upload Rate (Mbit/s)
1	<i>info.onsip.com</i>	8,1	3,5
	<i>sourceforge.net</i>	38,0	11,7
2	<i>info.onsip.com</i>	37,0	6,5
	<i>sourceforge.net</i>	45,9	16,8

3.4 Analisis Limit Bandwidth Dengan Menggunakan Internet Download Manager (IDM)

Untuk menganalisa batasan *bandwidth* yang diberikan kepada setiap user, akan digunakan *software Internet Download Manager (IDM)* sebagai acuan untuk mengukur *Download* dan *Upload* sebuah jaringan yang sudah dibatasi. Pengukuran dilakukan dengan 2 tahapan yaitu sebelum dan sesudah diimplementasi *Limit Bandwidth* dan diuji dengan mengunduh sebuah *file* secara bersamaan oleh 3 user menggunakan *software Internet Download Manager*. Hasil pengukuran *Limit Bandwidth* dapat disimpulkan bahwa setelah diimplementasikan *limit bandwidth*, jaringan internet di PT. LFC Teknologi Indonesia lebih stabil dan tidak saling tarik-menarik *bandwidth* antar user dengan nilai *download user* Samsung 103,54 KB/s, Lenovo 111,60 KB/s dan 130,95 KB/s untuk Suzuki. Sedangkan sebelum diimplementasikan *Limit Bandwidth*, ketiga user saling tarik-menarik *bandwidth* pada saat bersamaan mengunduh 1 file dengan nilai *download* Samsung 1051 KB/s, Lenovo 985,75 KB/s dan 1713 KB/s untuk Suzuki.

Tabel 11. Hasil pengukuran limit bandwidth

Tahap	Parameter	User Samsung	User Lenovo	User Suzuki	Average
1	Download	1051 KB/s	985,75 KB/s	1713 KB/s	1249,91 KB/s
	Upload	18 KB/s	19 KB/s	38 KB/s	25 KB/s
2	Download	103,54 KB/s	111,60 KB/s	130,95 KB/s	115.36 KB/s
	Upload	3,9 KB/s	6,2 KB/s	122 KB/s	44.0KB/s

3.5 Analisis Load Balancing Dual WAN Atau ISP

Pengujian *Load Balancing* di lakukan untuk mengetahui sistem jaringan internet yang dirancang dengan dua *ISP* dapat berjalan dengan normal ketika salah satu *ISP* putus atau *down*. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan tes *ping* pada *Command Prompt (CMD)* dengan perintah “*ping www.google.com -t*” untuk menguji apakah terdapat jeda pada saat salah satu *ISP* di matikan.

Perancangan *Load Balancing Dual WAN* dengan 2 *ISP* yakni *ISP* pertama dari Telkom dan *ISP* kedua dari Indosat *Hotspot*. *ISP* pertama Telkom dikoneksikan ke modem ZTE dan disambungkan ke *wireless router* Buffalo HP-WHR-G300N. Sedangkan untuk *ISP* kedua, Indosat disambungkan ke *wireless router* Buffalo WHR-HP-G300N melalui *wireless router* Asus RT-N15U dengan cara mengaktifkan *hotspot* dari *smartphone* dan dikoneksikan ke *wireless router* Asus RT-N15U dengan metode *bridge*.

Dari tabel dibawah dapat disimpulkan bahwa pada tahapan analisis 1 dengan kondisi internet terkoneksi dua *ISP (Internet Service Provider)*, terdapat nilai maksimum *ping* 38 ms dan *request timeout* 0 kali dengan *ISP* Telkom sebagai koneksi utama. Sedangkan pada tahapan analisis 2 dengan kondisi *ISP* Telkom (utama) dimatikan, maka jaringan tersebut mengalami *request timeout* sebanyak 2 kali sebelum tersambung ke *ISP* Indosat (cadangan) serta mengalami perubahan *ping* dari maksimum 1040 ms menjadi 38 ms. Untuk tahapan analisis 3 yaitu *ISP* Indosat terkoneksi dan *ISP* Telkom dimatikan mengalami *request timeout* sebanyak 2 kali dan maksimum *ping* dari 2063 ms menjadi 38 ms.

Tabel 12. Hasil pengukuran load balancing

Tahapan Analisis	Kondisi Jaringan	Max Ping	Request Time Out
1	Terkoneksi 2 <i>ISP</i>	38 ms	0 kali
2	<i>ISP</i> 1 (Telkom) dimatikan	1040 ms	2 kali
3	<i>ISP</i> 2 (Indosat) dimatikan	38 ms	2 kali

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan implementasi optimalisasi jaringan internet dengan fitur *Quality of Service* yang diuji dengan menggunakan aplikasi *NetWorx*, *Axence NetTools*, dan *Web Apps* serta fitur *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing* yang diuji dengan menggunakan aplikasi *Internet Download Manager* dan tes *ping* pada jaringan internet di PT. LFC Teknologi Indonesia, maka penelitian ini memberikan kesimpulan sebagai berikut:

- Pemantauan *traffic* jaringan internet yang dilakukan di PT. LFC Teknologi Indonesia dibagi dalam 2 tahap yaitu tahap pertama merupakan pemantauan jaringan sebelum melakukan implementasi *Quality of Service*, *Limit Bandwidth* dan *Load Balancing*, sedangkan tahap kedua merupakan pemantauan jaringan sesudah melakukan optimalisasi. Masing-masing tahap dilakukan pemantauan jaringan dalam 2 hari. Jaringan internet tahapan kedua lebih stabil dan

lebih cepat dibandingkan tahap pertama karena kecepatan nilai *download* 58.35 MB/s, sedangkan pada tahap 1 nilai *download* 29.65 MB/s.

- b. *Quality of Service (QoS)*, pada tahap pertama memiliki nilai *throughput*, *delay*, *packet loss*, *latency* dan *jitter* yang cukup tinggi dengan nilai *throughput* 4431,32 Kbit/s, *delay* 23 ms, *packet loss* 2%, *latency* 299 ms, *jitter* 183 ms. Sedangkan untuk *bandwidth* lebih rendah dengan *download rate* 38,0 Mbit/s dan *upload rate* 11,7 Mbit/s. Pada tahap kedua nilai *throughput*, *delay*, *packet loss*, *latency* dan *jitter* lebih rendah dengan nilai *throughput* 4281,62 Kbit/s, *delay* 13 ms, *packet loss* 0%, *latency* 243 ms dan *jitter* 8 ms. Sedangkan untuk *bandwidth* lebih tinggi dengan *download rate* 45,9 Mbit/s dan *upload rate* 16,18 Mbit/s.
- c. *Limit Bandwidth*, pada tahapan kedua lebih stabil dan *bandwidth* terbagi rata dengan nilai *download* 1 Mb/s per user. User Samsung memiliki nilai *download* sebesar 103,54 Kb/s, user Lenovo dengan nilai *download* 111,60 Kb/s dan nilai *download* 130,95 Kb/s untuk user Suzuki. Sedangkan untuk tahapan pertama, user Samsung memiliki nilai *download* 1051 Kb/s, user Lenovo dengan nilai *download* 985,75 Kb/s dan nilai *download* 1713 Kb/s untuk user Suzuki.
- d. Penerapan *Load Balancing* jaringan di PT. LFC Teknologi Indonesia dapat berfungsi normal dengan 3 tahapan dimana tahapan pertama terkoneksi 2 ISP dari Telkom dan Indosat dengan maksimal *ping* 38 ms dan 0 kali *request time out (RTO)*. Tahapan kedua dengan dimatikan ISP dari Telkom, mengalami perubahan *ping* dari maksimal 38 ms menjadi 1040 ms dan 2 kali *request time out*. Perubahan *ping* merupakan pergantian dari koneksi ISP Telkom menjadi koneksi ISP Indosat dan dapat ditarik kesimpulan bahwa pergantian tergolong cepat dengan jeda hanya 2 kali *request time out*. Begitu juga dengan tahapan ketiga dimana koneksi ISP dari Indosat dimatikan, pergantian koneksi ke ISP Telkom dengan maksimal *ping* dari 2063 ms menjadi 38 ms dan *request time out* sebanyak 2 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Sanou, "Youth Are At The Forefront Of Internet Adoption," *Itu*, pp. 1–8, 2017.
- [2] I. Iskandar and A. Hidayat, "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)," *J. CorellT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015.
- [3] S. Upadhyaya and G. Devi, "Characterization of QoS Based Routing Algorithms," vol. 1, no. 3, pp. 133–141, 2010.
- [4] V. Mehta and N. Gupta, "Performance Analysis of QoS Parameters for Wimax Networks," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 5, pp. 105–110, 2012.
- [5] S. Sarwar and D. Mahra, "Optimization of Computer Networks," vol. 2, no. 5, pp. 723–726, 2011.
- [6] Rasudin, "Quality of Service (QoS) pada Jaringan Internet dengan Metode Hierarchy Token Bucket," *Qual. Serv. Pada Jar. Internet Dengan Metod. Hierarchy Token Bucket*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [7] A. Rahmatulloh and F. MSN, "Implementasi Load Balancing Web Server menggunakan Haproxy dan Sinkronisasi File pada Sistem Informasi Akademik Universitas Siliwangi", *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 241-248, 2017.
- [8] S. Akintoye, A. Bagula, Y. Djemaiel, and N. Bouriga, "A Survey on Storage Techniques in Cloud Computing," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 163, no. 2, pp. 22–30, 2017.
- [9] A. Akbar and S. S. Wanda, "Analisa dan Perancangan Load Balancing pada Jaringan Komputer di Gedung DPR-RI Jakarta," pp. 389–394, 2017.
- [10] Sahari, "Aplikasi Load Balancing PC Mikrotik Untuk Menggabungkan Dua Kecepatan Akses Internet Dari Dua ISP," vol. 2, no. 1, pp. 15–24, 2015.
- [11] F. Fitriastuti and D. P. Utomo, "Implementasi Bandwidth Management dan Firewall System Menggunakan Mikrotik OS versi 2.9.27," *J. Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2014.
- [12] K. Richmond U, K. Shade O, O. Samson O, and A. Aderonke A, "Management and Control of Bandwidth in Computer Networks," vol. 2, no. 3, pp. 342–348, 2012.
- [13] A. Rahman and H. Havaluddin, "Implementation of Bandwidth Management Authentication," *Int. J. Comput. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [14] S. Suryabrata, *Metodologi Penelitian*. Jakarta: RajaGrafindo Persada (Rajawali Perss), 2013.
- [15] Sugiyono, *Memahami Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta, 2012.
- [16] Sugiyono, "Metode Penelitian Manajemen," *Alfabeta*, p. 820, 2013.