ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA ANTARA MEDIA KABEL SERAT OPTIK DENGAN KABEL TEMBAGA PADA ROUTER MIKROTIK

Eka Setya Wijaya

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

JL. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin

e-mail: ekasw@ulm.ac.id

ABSTRAK

Kabel kawat tembaga dan kabel serat optik adalah dua media komunikasi yang banyak digunakan dalam membangun jaringan komunikasi data di era modern saat ini. Untuk administrator jaringan, memilih jenis kabel yang tepat dalam membangun jaringan adalah suatu keharusan. Beberapa faktor, baik internal maupun eksternal dapat mempengaruhi kinerja peralatan jaringan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis komparatif tentang perbedaan kinerja antara penggunaan kabel serat optik dan kabel kawat tembaga yang mampu mentransfer data 1 Gigabit per detik. Analisis pengukuran kinerja mencakup kemampuan untuk mentransfer data dari dua node seperti latensi, throughput, dan packet loss. Untuk pengujian latency dan throughput dilakukan dengan mengirimkan sebanyak 65.000 data untuk 30 kali untuk setiap media. Sedangkan untuk packet loss testing dilakukan dengan mengirimkan 10.000 data dalam 1 menit menggunakan bandwidth uji pada router Mikrotik. Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kestabilan kinerja kabel kawat tembaga dan kabel serat optik. Semakin tinggi suhu udara, packet loss, dan latency akan meningkat. Adapun nilai throughput, suhu hanya mempengaruhi nilai throughput pada kabel serat optik dan tidak mempengaruhi throughput pada kabel kawat tembaga.

Kata Kunci: kawat tembaga, latency, packet loss, serat optik, throughput.

ABSTRACT

Copper wire and fiber optic cable are two communication media that are widely used in building data communication networks in the modern era. For network administrators, choosing the right type of cable in building a network is a must. Several factors, both internal and external, can affect the performance of network equipment. In this study, a comparative analysis of performance differences between the use of fiber optic cables and copper wire cables which are capable of transferring 1 Gigabit per second of data is conducted. Performance measurement analysis includes the ability to transfer data from two nodes such as latency, throughput, and packet loss. The latency and throughput testing are done by sending as many as 65,000 data for 30 times for each media. Whereas for packet loss testing is done by sending 10,000 data in 1 minute using the test bandwidth on the Mikrotik router. From the test results, it can be seen that there are differences in the stability of the performance of copper wire and fiber optic cables. The higher the air temperature, packet loss, and latency will increase. As for the throughput value, temperature only affects the value of throughput in fiber optic cables and does not affect the throughput of copper wire cables.

Keywords: copper wire, fiber optics, latency, packet loss, throughput.

I. PENDAHULUAN

ADANYA performansi jaringan yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan media wireless menjadikan kabel sebagai solusi alternatif pilihan media komunikasi yang dapat digunakan untuk menghubungkan antar perangkat dalam membangun jaringan komputer. Media komunikasi memiliki kelemahan dan keunggulan yang berbeda-beda. media komunikasi yang digunakan di bidang jaringan antara lain disebutkan di (Telkomnika vol.7, N0. 1, April 2009): kabel telepon, kabel *UTP (Unshielded Twisted Pair)*, serat optik, satelit dan gelombang radio [1].

Untuk skala jaringan menengah, penggunaan kabel *UTP* lebih sering digunakan daripada kabel serat optik. Selain relatif lebih murah, dari sisi instalasi jaringan juga lebih mudah. Namun dalam proses instalasi jaringan dengan menggunakan kabel *UTP* saat ini masih terbatas pada jarak yang direkomendasikan terhadap panjang kabel maksimal yang bisa digunakan untuk menghubungkan antar dua perangkat. Pada penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa pada penggunaan kabel *UTP*, panjang kabel maksimal yang diperbolehkan sebesar 361 feet (110 meter) [3].

Pada skala yang lebih jauh, jaringan komputer dapat dibangun menggunakan serat optik. Serat optik adalah suatu media komunikasi yang berfungsi untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya. Serat optik memiliki beberapa kelebihan, yaitu pengiriman datanya yang lebih cepat, lebih akurat, dan relatif lebih stabil terhadap

perubahan kondisi lingkungan dibandingkan kabel tembaga. Sementara kelemahan serat optik, yaitu terjadinya loss atau redaman serat optik yang mengakibatkan data hilang atau terhambat dalam pengirimannya (Rambe, 2003). Namun, kelebihan-kelebihan serat optik seperti yang telah dijelaskan diatas terkendala jika mengalami gangguan dari kondisi lingkungan yang tidak normal, misalnya kondisi suhu lingkungan. Pada kajian sebelumnya oleh (Sujito dkk, 2012) mengenai pengaruh perubahan temperatur terhadap rugi daya serat optik singlemode SMF-28 dengan variasi suhu berkisar antara -14°C hingga 30°C untuk berbagai panjang gelombang yang berbeda yakni 1310 nm, 1490 nm, 1550 nm, 1625 nm. Hasil penelitian menunjukkan pada variasi suhu yang diberikan untuk berbagai panjang gelombang yang berbeda terdapat redaman yang bervariasi pula. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh variasi suhu dan panjang gelombang yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai redaman daya (loss) yang dihasilkan oleh serat optik [2].

Mulai maraknya penggunaan kabel serat optik *FTTH* untuk jaringan bersekala menengah di luar ruangan, membuat penulis tertarik untuk melakukan uji perbandingan unjuk kerja jaringan yang menggunakan media kabel serat optik dengan jaringan yang menggunakan media kabel tembaga dalam hal ini *Twisted Pair Cat6*.

Belum ada penelitian yang secara khusus membahas tentang uji perbandingan unjuk kerja jaringan yang menggunakan kabel serat optik dengan kabel *UTP*, penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang sudah dilakukan oleh penulis sebelumnya yaitu pengukuran unjuk kerja jaringan pada penggunaan kabel *UTP* dan *STP* yang menyimpulkan bahwa jarak maksimal untuk penggunaan kabel *UTP* adalah 110 meter.

II. LANDASAN TEORI

Saat ini pemanfaatan kabel pada jaringan komputer sebagai media utama dalam melakukan transmisi paket data masih banyak digunakan meskipun sudah ada alat alternatif lain yaitu menggunakan jaringan wireless. Alasan yang mendasari jenis jaringan ini masih banyak digunakan secara luas karena biaya untuk membangun jaringan kabel masih jauh lebih murah dibanding membangun jaringan wireless. Kabel jaringan cenderung lebih stabil dalam mentransmisikan data dan jaringan komputer juga cenderung tidak terpengaruh cuaca. Kabel jaringan yang umum digunakan saat ini terdiri dari beberapa jenis yang mana setiap jenis kabel memiliki karakteristiknya masing-masing.

A. Serat Optik

Serat optik (*optical fiber*) adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED (light emitting diode). Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.[11].

Dalam penggunaannya sebagai media untuk membangun jaringan komunikasi komputer, serat optik memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Mahal
2. Bandwith lebar
3. Hampir tidak ada resistansi dan loss
4. Tidak bias di tengah
5. Merupakan salah satu kabel utama masa depan.

Ada 3 buah tipe dasar dari serat optik, yaitu: fiber multimode-graded-index, fiber multimodestep-index dan fiber step-index single-mode. Sebuah serat multimode dapat merambatkan ratusan moda cahaya pada waktu yang bersamaan, sementara pada serat bertipe single-mode hanya mampu merambatkan satu moda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Penggunaan serat optik sebagai media komunikasi data memiliki beberapa kelemahan karena rentan terhadap beberapa masalah berikut:

1. Attenuasi; merupakan karakteristik dari sinyal yang akan melemah ketika melewati jarak tertentu
2. Dispersi; yang dapat berakibat terjadinya penyebaran pulsa cahaya akan sehingga menyebabkan pengiriman data tidak optimal.
3. Non-linearitas; salah satu dari efek non-linearitas disebabkan karena pencampuran empat gelombang. Pencampuran empat gelombang (*Four Waves Mix*) adalah proses optik non-linear di mana dua gelombang lainnya dihasilkan oleh interaksi dua panjang gelombang. Pencampuran empat gelombang menggambarkan interaksi gelombang melalui polarisasi non-linear. Generasi gelombang memiliki frekuensi yang sama tetapi vektor gelombang yang berbeda adalah karena indeks bias non-linier dari medium.

Gambar. 1. Mode Perambatan Pada Cahaya Serat Optik

B. Kabel Tembaga Twisted Pair

Kabel twisted pair merupakan jenis kabel yang terdiri dari 8 buah kawat yang dilapisi insulator yang berbeda-beda warna [1]. Kabel twisted pair yang paling sering digunakan adalah Unshielded Twisted Pair (*UTP*). Kabel *UTP* umumnya terbuat dari bahan penghantar tembaga, mempunyai isolasi dari plastik & terbungkus oleh bahan isolasi yang dapat melindungi dari api dan juga kerusakan fisik, kabel *UTP* sendiri terdiri dari 4 pasang inti kabel yang saling berbelit dimana masing-masing pasang mempunyai kode warna berbeda. Atau definisi kabel *UTP* adalah suatu jenis kabel yang dapat dipakai untuk membuat jaringan komputer, berupa kabel yang pada bagian dalamnya berisikan 4 pasang kabel. Kabel *Twisted Pair Cable* ini terbagi ke dalam 2 jenis diantaranya, Shielded dan Unshielded. Shielded adalah jenis dari kabel *UTP* yang memiliki selubung pembungkus, sedangkan unshielded adalah jenis yang tidak mempunyai selubung pembungkus. Untuk koneksinya kabel jenis ini memakai konektor *RJ-45*.

Jenis kabel *UTP* dimulai dari *category3 (Cat3)*. Jenis kabel ini diperuntukkan untuk *Ethernet* dengan tipe *10BASE-T*. *Bandwidth* yang diberikan oleh *Ethernet* tipe ini adalah 10 Mbps. Kemudian muncul tipe *Ethernet* yang lain yaitu *100BASE-TX* yang memberikan bandwidth sebesar 100 Mbps. Penggunaan *Ethernet* tipe *100BASE-TX* menurut penjelasan tabel 2 harus menggunakan tipe kabel yang berbeda dengan tipe *Ethernet 10BASE-T*. Jenis kabel *UTP category5 (Cat5)* sangat cocok untuk digunakan pada tipe *Ethernet 100BASE-TX*. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar bandwidth yang diberikan oleh sebuah interface *Ethernet*, maka spesifikasi frekuensi yang digunakan oleh jenis kabel *UTP* juga harus lebih besar. Begitupula dengan perkembangan jenis kabel *UTP* yang lain, dimulai dari *cat5e*, *cat6*, *cat6a*, sampai *cat7*. Nilai frekuensi yang digunakan pada jenis kabel *UTP* tersebut semakin besar.

Dalam menghubungkan antar dua komputer dengan menggunakan kabel *UTP* diperlukan peran dari *NIC (Network Interface Card)*. Dalam *interface card* tersebut diperlukan peran protokol agar aliran bit data dapat dikirimkan dari komputer pengirim ke penerima. Saat ini, protokol yang banyak digunakan adalah *Ethernet*. Semua tipe *Ethernet* mempunyai jarak maksimal panjang kabel yang sama yaitu sebesar 100 meter. Untuk tipe *Ethernet 100BASE-TX* dengan bandwidth interface sebesar 1 Gbps, jenis kabel *UTP* yang digunakan adalah *category6 (cat6)*. Dengan berasumsi bahwa kabel *UTP Cat6* bisa mengalirkan bandwidth sebesar 1 Gbps, maka kemampuan kabel ini sebanding dengan kemampuan kabel Serat optik *FTTH singlemode*.

C. Latency

Latency merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan [4]. Dalam proses pengukuran biasanya *latency* diukur dengan menggunakan waktu bolak-balik (*round trip time/RTT*). Agar nilai *latency* yang dihasilkan pada saat proses pengukuran bisa dikategorikan, maka digunakan standar perbandingan. Pada penelitian ini digunakan standar acuan yang dikeluarkan oleh ITU-T seperti pada Tabel I.

TABEL I
STANDARISASI NILAI LATENCY VERSI ITU-T [5]

Kategori	Latency (ms)
Baik	< 150
Cukup	150
Buruk	>400

Berdasarkan keterangan tabel 1, nilai *latency* dikatakan baik apabila hasil pengukuran nilai *latency* dari dua buah perangkat yang terhubung kurang dari 150 ms.

D. Packet loss

Packet loss merupakan sejumlah paket data pada jaringan komputer yang hilang selama proses trannsmissi [3]. Parameter *packet loss* dalam proses penelitian akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan jenis kabel yang direkomendasikan sesuai standar, dimana acuan yang digunakan adalah standar dari TiPhone TR 101 seperti pada Tabel II.

TABLE II
STANDARISASI PACKET LOSS VERSI TiPHONE TR 101 329 [6]

Kategori	Packet loss (%)
Sangat baik	$0 \leq pl < 3$
Baik	$3 \leq pl < 15$
Cukup	15
Buruk	≥ 25

E. Throughput

Throughput merupakan ukuran keberhasilan secara aktual dalam pengiriman paket data pada jaringan komputer oleh suatu perangkat, dilihat dari berapa banyak paket data yang berhasil dikirimkan dalam kurun waktu satu detik. Nilai dari *throughput* diukur dengan satuan *bit per second (bps)* [4]. Berikut persamaan untuk menghitung nilai *throughput* [7]:

$$Throughput = \frac{\sum \text{data yang dikirim (bit)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \quad (1)$$

Dari persamaan (1) diatas nilai *throughput* berbanding terbalik dengan nilai *latency*. Apabila diketahui nilai *latency* besar, maka nilai *throughput* akan mengecil. Begitu pula sebaliknya. Dengan kata lain, jika diinginkan nilai *throughput* yang bagus, maka salah satu parameter yang harus diusahakan baik adalah dengan mengatur nilai *latency* yang kecil.

III. METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahapan dari metode yang digunakan dalam penelitian ini. Mulai dari persiapan alat dan bahan, instalasi peralatan sampai pengolahan data untuk mendapatkan hasil berupa informasi yang kemudian akan dianalisis menjadi sebuah kesimpulan.

A. Alat dan Bahan

a. Perangkat Lunak

1. Mikrotik Router OS, Sistem Operasi yang digunakan pada sepasang perangkat router sebagai node yang terhubung oleh media kabel tembaga dan kabel serat optik.
2. Bandwidth Test, Software atau tools yang dipasang di kedua sisi router dan digunakan sebagai pengumpulan trafik data yang dilewatkan pada kedua media jaringan.

b. Perangkat Keras

1. Kabel Serat Optik FTTH Singlemode *Outdoor* 100 meter, digunakan sebagai objek media yang diuji, seperti pada Gambar 2.
2. Kabel *Twisted Pair Cat6 Outdoor* 100 meter, digunakan sebagai objek media yang diuji, seperti pada Gambar 2.

Gambar. 2. Kabel Serat Optik Dan Kabel Tembaga Yang Digunakan

3. Mikrotik RB960PGS sebanyak 2 unit, berfungsi sebagai perangkat yang melakukan proses pengiriman trafik data sebagai uji terhadap kedua jenis media tersebut dengan memasang di tiap ujung kabel.
4. Mikrobits SFP Bidirectional Pair- 1G-BD-SM sebanyak 2 unit, digunakan sebagai konverter sinyal digital menjadi sinyal cahaya yang akan dilewatkan pada kabel dari kabel.

B. Metode Pengumpulan Data

a. Observasi

Pengumpulan data secara observasi didapatkan melalui bantuan tools Bandwith Test yang ada di router Mikrotik. Data bersumber dari trafik yang dilewatkan pada kedua media jaringan dengan mengirimkan paket data antar router serta mengamati jaringan yang dibuat menggunakan skema topologi *peer-to-peer* antar dua router, baik menggunakan kabel serat optik dan kabel tembaga seperti pada gambar 3.

Gambar. 3. Monitor Trafik Data Dengan Bantuan Tools Bandwith Test Dari Mikrotik

Sesuai hasil penelitian sebelumnya, jarak kabel yang optimal digunakan untuk menghubungkan antar dua node dalam hal ini router adalah 100 meter, maka panjang kedua kabel yang digunakan pada penelitian ini adalah 100 meter yang kemudian dilakukan pengujian untuk beberapa nilai, yaitu *latency*, *throughput*, dan *packet loss*. Router yang digunakan mempunyai jenis, spesifikasi dan konfigurasi yang sama. Kedua jenis kabel tersebut dipasang dengan cara membentangan di luar ruangan sehingga terpapar langsung dengan kondisi cuaca yang terjadi saat itu seperti yang ditunjukkan dalam proses instalasi pada Gambar 4.

Gambar. 4. Proses Pemasangan Dan Instalasi Kabel

Pengukuran nilai dari ketiga parameter tersebut dilakukan pada dua arah yaitu posisi router 1 ke router 2 untuk kabel tembaga *Twisted Pair* dan dari router 2 ke router 1 untuk kabel Serat Optik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Dalam menentukan nilai dari parameter unjuk kerja jaringan, yaitu *latency*, *throughput*, dan *packet loss* dilakukan dengan cara mengirimkan paket UDP antar router setiap enam puluh menit sekali selama kurang lebih tiga bulan. Setelah data hasil pengukuran didapatkan, dilakukan pengolahan data hasil dari proses pengukuran.

Setiap ujung kedua kabel terhubung ke router Mikrotik yang akan mencatat seluruh aktifitas hasil kinerja dari pengiriman trafik data kedua kabel tersebut yang meliputi pengujian nilai *latency*/delay waktu proses dalam sekali pengiriman data, *throughput* atau besar data yang bisa dikirimkan dalam sekali pengiriman serta *packet loss* atau jumlah data yang gagal dalam proses pengiriman. Hasilnya akan dicatat dalam log router dan akan dikirim secara otomatis melalui email setiap 5 jam untuk dilakukan pengamatan.

Gambar. 5. Model Jaringan Peer To Peer Antar Router Untuk Metode Penelitian

1. Mencari Nilai *Latency*

Untuk mendapatkan nilai *latency* pada penelitian ini, digunakan tools Ping pada Mikrotik. Ping adalah salah satu perintah yang paling umum digunakan dan dikenal. Para administrator jaringan selalu menggunakan tools ini untuk menguji apakah suatu host tertentu dapat dijangkau melalui jaringan dan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk pulang-pergi suatu paket yang dikirim dari host awal ke host tujuan. *Output* dari Ping dapat menampilkan waktu minimum, rata-rata dan maksimum yang digunakan untuk pengiriman paket data dari awal sampai kembali. [9]

Perintah Ping diatur dengan membuat pengiriman hingga 65.000 paket data sebanyak 30 kali perulangan selama disetiap sesi pengujian. Skrip konfigurasi ping untuk pengukuran nilai *latency* adalah sebagai berikut,

```
:global awal;
:global akhir;
:execute {/ping 192.168.1.2 count=30 size=65000 src-address=192.168.1.1} file=PINGLAN
:delay 00:00:35
:set awal [:find [/file get PINGLAN.txt contents] "sent=30"];
:set akhir [:find [/file get PINGLAN.txt contents] "\r\n\r\n"];
:log info [:pick [/file get PINGLAN.txt contents] $awal $akhir];
```

2. Mencari Nilai *Packet loss*

Pada router mikrotik telah tersedia sebuah tools yaitu Bandwidth Test untuk mengukur jumlah *packet loss*. Konfigurasi Bandwidth Test diatur dengan mengirimkan jumlah paket data sebanyak 10,000 data menggunakan protokol UDP dengan kecepatan 1.000Mbps (1Gbps) dalam waktu 60 detik. Skrip konfigurasi untuk mengukur nilai *packet loss* adalah sebagai berikut,

```
:global tx
:global rx
:global
/tool bandwidth-test 192.168.1.2 direction=both duration=60s protocol=udp local-udp-tx-size=10000
remote-udp-tx-size=10000 local-tx-speed=1000000000 remote-tx-speed=1000000000 do={
:set tx "$tx-total-average"
:set rx "$rx-total-average"
:set lp "$lost-packets"
}
:log info ("tx/"$tx."/rx/"$rx."/PL/"$lp)
```

3. Mencari Nilai *Throughput*

Untuk mendapatkan nilai *throughput* digunakan pula tools Bandwidth Test selama percobaan. Bandwidth Test diatur dengan membuat proses pengiriman 10.000 paket data menggunakan protokol UDP dengan kecepatan transfer data 1.000Mbps (1 Gbps) dalam waktu 60 detik. Script konfigurasi Bandwidth Test untuk mendapatkan nilai *throughput* adalah sebagai berikut,

```
:global tx
:global rx
:global
/tool bandwidth-test 192.168.1.2 direction=both duration=60s protocol=udp local-udp-tx-size=10000
remote-udp-tx-size=10000 local-tx-speed=1000000000 remote-tx-speed=1000000000 do={
:set tx "$tx-total-average"
```



```
:set rx "$rx-total-average"
:set lp "$lost-packets" }
:log info ("tx/".$tx."/rx/".$rx."/PL/".$lp
```

b. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan membaca serta mempelajari dokumen-dokumen, literatur, jurnal, dan buku-buku serta sumber lainnya yang berhubungan dengan unjuk kerja jaringan kabel tembaga dan jaringan kabel serat optik.

C. Metode Pengolahan Data

Trafik data yang tercatat pada file log di router Mikrotik diproses dengan tools pengolah data Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai-nilai dari ketiga parameter yang diperlukan yaitu nilai *latency*, *packet loss* dan *throughput*. Data kemudian kemudian dinormalisasi agar memiliki ukuran yang sama untuk setiap parameter.

Data yang dihasilkan oleh tools Bandwith Test pada catatan log yang tersimpan di router Mikrotik adalah sebagai berikut,

```
May/24/2018 10:03:35 script,info sent=30 received=30 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=3ms max-rtt=4ms
May/24/2018 11:03:35 script,info sent=30 received=30 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=3ms max-rtt=20ms
May/24/2018 12:03:35 script,info sent=30 received=30 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=3ms max-rtt=3ms
May/24/2018 13:03:35 script,info sent=30 received=30 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=3ms max-rtt=3ms
May/24/2018 14:03:35 script,info sent=30 received=30 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=3ms max-rtt=3ms
.....
```

Untuk validitas dan keakuratan hasil, parameter yang dibandingkan untuk nilai *latency* adalah *max-rtt* (waktu pulang pergi). Dari file log yang tercatat diambil nilai *max-rtt* rata-rata untuk dijadikan nilai *latency* per hari dan kemudian dilakukan normalisasi data seperti pada Tabel III,

TABEL III
TOTAL RATA-RATA NILAI LATENCY PER HARI

Tanggal	Latency (ms)	
	Kabel Tembaga (<i>Twisted Pair</i>)	Kabel Serat Optik (FTTH)
May/17/2018	13.80	3.91
May/18/2018	15.42	3.88
May/19/2018	14.17	5.00
May/20/2018	14.21	4.79
May/21/2018	13.50	3.91
May/22/2018	3.42	4.92
May/23/2018	10.19	3.70
May/24/2018	13.13	4.96
May/25/2018	13.54	4.25
May/26/2018	14.00	4.79
May/27/2018	15.00	3.78
...	...	...

Sedangkan data yang dihasilkan oleh tools *Ping* pada catatan log yang tersimpan di router Mikrotik adalah sebagai berikut,

```
May/24/2018 11:01:01 script,info tx|732543824|rx|354122696|PL|398
May/24/2018 12:01:01 script,info tx|730721464|rx|346785488|PL|384
May/24/2018 13:01:01 script,info tx|736637488|rx|353524256|PL|400
May/24/2018 14:01:01 script,info tx|732599408|rx|366112064|PL|377
May/24/2018 15:01:01 script,info tx|728810912|rx|367920936|PL|356
...
```

Nilai yang akan dibandingkan untuk pengukuran parameter *throughput* adalah nilai *rx*. *Rx* adalah jalur penerimaan data (perpindahan data) dari satu node ke node lain. *Rx* biasa disebut *received*, yang berguna menangkap jumlah data yang dikirim oleh *transmitter* (*tx*). Sedangkan untuk parameter *packet loss* mengambil nilai *PL* yang langsung tersedia pada catatan log. Dari file log yang tercatat, diambil nilai *rx* terendah per hari agar mendapatkan hasil yang akurat sedangkan untuk *packet loss* adalah nilai rata-rata *PL* sebagai nilai *packet loss* per hari, kemudian dilakukan normalisasi data seperti pada Tabel IV,

TABLE IV
TOTAL RATA-RATA JUMLAH PACKETS LOSS DAN NILAI THROUGHPUT MINIMAL PER HARI

Tanggal	<i>Packet loss (packet)</i>		<i>Throughput (bps)</i>	
	Kabel Tembaga (UTP)	Kabel Serat Optik (FTTH)	Kabel Tembaga (UTP)	Kabel Serat Optik (FTTH)
May/17/2018	716.60	324.27	86,131,820	708,984,728
May/18/2018	642.75	278.25	86,727,475	726,690,632
May/19/2018	660.88	319.63	86,879,372	727,898,548
May/20/2018	657.63	362.21	86,648,590	729,236,235
May/21/2018	818.08	414.74	119,525,526	708,789,942
May/22/2018	1,369.38	184.92	245,703,339	446,841,902
May/23/2018	1,103.84	325.80	187,061,368	573,435,775
May/24/2018	676.88	437.13	86,494,875	729,486,821
May/25/2018	656.04	519.54	86,589,933	729,985,949
May/26/2018	654.38	441.04	86,412,961	728,661,727
May/27/2018	714.00	408.44	86,857,495	736,297,898

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Latency

Dari data yang didapatkan, terlihat bahwa kedua kabel memiliki nilai *latency* yang sangat baik yaitu kurang dari 150 ms. Namun nilai *latency* kabel tembaga dalam hal ini Twisted Pair Cat.6 jauh lebih besar daripada kabel serat optik FTTH. Artinya kinerja kabel fiber optik dalam hal waktu kecepatan melakukan transfer data masih lebih unggul dibandingkan kabel tembaga Twisted Pair, seperti pada Gambar 6.

Gambar. 6. Perbandingan Nilai Latency Antara Kabel Tembaga Dengan Serat Optik

B. Pengukuran Packet loss

Dari data yang didapatkan, terlihat bahwa kedua kabel memiliki nilai *packet loss* yang baik yaitu kurang dari 15% data yang hilang seperti yang terlihat pada Tabel V.

TABEL V
TOTAL RATA-RATA JUMLAH DAN PERSENTASI PACKETS LOSS PER HARI

Tanggal	<i>Packet loss (packet)</i>		<i>Packet loss (%)</i>	
	Kabel Tembaga (UTP)	Kabel Serat Optik (FTTH)	UTP Cat.6	FO Single Core
May/17/2018	716.60	324.27	7.17%	3.24%
May/18/2018	642.75	278.25	6.43%	2.78%
May/19/2018	660.88	319.63	6.61%	3.20%
May/20/2018	657.63	362.21	6.58%	3.62%
May/21/2018	818.08	414.74	8.18%	4.15%
May/22/2018	1,369.38	184.92	13.69%	1.85%

Tanggal	Packet loss (packet)		Packet loss (%)	
	Kabel Tembaga (UTP)	Kabel Serat Optik (FTTH)	UTP Cat.6	FO Single Core
May/23/2018	1,103.84	325.80	11.04%	3.26%
May/24/2018	676.88	437.13	6.77%	4.37%
May/25/2018	656.04	519.54	6.56%	5.20%
May/26/2018	654.38	441.04	6.54%	4.41%
May/27/2018	714.00	408.44	7.14%	4.08%
...	...	...	...	...

Namun nilai *packet loss* kabel tembaga dalam hal ini *Twisted Pair Cat.6* jauh lebih besar daripada kabel serat optik FTTH. Artinya kinerja kabel serat optik dalam hal kegagalan melakukan pengiriman paket data masih lebih kecil dibandingkan kabel tembaga, seperti yang terlihat pada Gambar 7.

Gambar. 7. Perbandingan Jumlah Packet Loss Antara Kabel Tembaga Dengan Serat Optik

C. Pengukuran Throughput

Dari data yang didapatkan, terlihat bahwa nilai *throughput* kabel serat optik dalam hal ini jenis *FTTH single core* jauh lebih besar daripada kabel tembaga *Twisted Pair Cat.6*. Artinya kinerja kabel serat optik dalam kemampuan melakukan transfer data tiap detiknya jauh lebih besar dibandingkan kabel tembaga, seperti yang terlihat pada Gambar 8.

Gambar. 8. Perbandingan Nilai Throughput Antara Kabel Tembaga Dengan Serat Optik

V. KESIMPULAN

Data yang dikumpulkan dari pengukuran beberapa parameter transfer data pada kabel tembaga dan kabel serat optik dengan panjang kabel 100 meter yang dihubungkan dengan dua router Mikrotik, menunjukkan bahwa kinerja kabel serat optik lebih unggul daripada kabel tembaga, baik pada jumlah *packet loss*, nilai *latency* dan nilai *throughput*.

Kemudian, dari hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa pada pengukuran nilai *latency* dan jumlah *packet loss* pada kabel serat optik lebih stabil dibandingkan dengan kabel tembaga. Sedangkan untuk nilai *throughput* menunjukkan bahwa kabel tembaga lebih stabil dibandingkan dengan kabel serat optik. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan kabel tembaga dalam mengirimkan jumlah paket data setiap detik yang cenderung konstan.

VI. SARAN

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian terhadap panjang kabel yang berbeda serta menambahkan parameter lain yang mungkin berpengaruh terhadap kinerja transfer data pada media kabel seperti suhu, kelembapan dan tekanan udara yang ditimbulkan dari ketinggian pemasangan kabel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imam Suharjo, "Analisis Penggunaan Jaringan Kabel Listrik Sebagai Media Komunikasi Data Internet," *Telkomnika*, vol. 7, no. 1, 2009.
- [2] Sujito dkk. 2012. Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Rugi Daya Serat Optik Singlemode SMF-28. Prosiding simposium fisika nasional xxv. Jurusan fisika FMIPA Universitas Negeri Malang.
- [3] Kukuh Nugroho dan Wini Oktaviani, 2016. "Pengukuran Unjuk Kerja Jaringan Pada Penggunaan Kabel *UTP* Dan *STP*", Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM Yogyakarta, 6-7 Februari 2016
- [4] Mahmoud. F. Ahmed dan Abdallah. I. Mahmoud, 2008. "Performance Testing of Twisted Pair Cables", Hindawi Publishing Corporation: Journal of Computer Systems, Networks, and Communications, vol. 2008.
- [5] Pratama, Eka, Agus, Putu, I. 2014. Handbook Jaringan Komputer. Bandung: Informatika.
- [6] ITU-T. 2015. One-way transmission time ITU-T recommendation G.114, Dokumen PDF. [online]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-I>
- [7] Tiphon. Mei 2015. TIPHON General Aspects of Quality of Service (QoS), TR 101 329 v2.1.1, Dokumen PDF. [online]. <http://www.etsi.org/>
- [8] Winarno Sugeng, Jazi Eko Istiyanto, Khabib Mustofa, Ahmad Ashari. Februari 2015. The Impact Of Qos Changes Forward Network Performance. INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER NETWORKS AND COMMUNICATIONS SECURITY, Volume 3, No.2, hal 48-53
- [9] Mahmoud. F. Ahmed dan Abdallah. I. Mahmoud, 2008. "Performance Testing of Twisted Pair Cables", Hindawi Publishing Corporation: Journal of Computer Systems, Networks, and Communications, vol. 2008
- [10] Febi Aditya Putra dan Yussa Ananda, "Studi Perbandingan Serat Optik Bawah Laut Dengan Kabel Tembaga Coaxial", Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa, Program Studi Elektro Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Sekolah Tinggi Teknik Harapan, 2015.
- [11] Nugraha, Andi Rahman. 2006. Serat Optik. Bandar Lampung: Penerbit Andi Yogyakarta.