

PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER LOKAL MENGGUNAKAN MODEL HIERARKI DI KAMPUS 1 INSTITUT TEKNOLOGI YOGYAKARTA

Frengky Novrian¹, Catur Iswahyudi², Prita Haryani³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: Novrian.Frengky@gmail.com¹, Catur@akprind.ac.id², Pritaharyani@akprind.ac.id³

ABSTRACT

The concept of the internet network used on the campus of the Yogyakarta Institute of Technology does not yet have interconnections between campuses 1, 2, 3 and 4 and local computer networks that do not meet campus needs. Of course this is not good and can affect campus performance. Connections between campuses 1, 2, 3 and 4 and the design of local computer networks are expected to increase the speed of performance in exchanging and sending data within campus 1 and between campuses and improving the operational performance of the Yogyakarta Institute of Technology campus.

Data collection in this study uses the method of observation, literature study, interviews and experimental methods. The system built is the design of local computer networks using hierarchical models. Compilation includes procedures between problem identification, data analysis, interconnection design, network architecture design, logical design and physical topology design. The results obtained from this study are analysis of data network connections at Campus 1 of the Yogyakarta Institute of Technology and estimates of interconnection between campuses.

The local computer network design simulation results obtained the highest Round Trip Time average value of 11.2 ms. Then for the average value of Packet Loss in the simulation test found an index value of 0% or equal to "Very Good", this result is caused because the test is only done by simulation. The Time To Live value averages 126.6 ms.

Keywords : Network design, Hierarchy model, RTT, TTL, Packet Loss

INTISARI

Konsep jaringan internet yang terpasang pada kampus Institut Teknologi Yogyakarta belum memiliki interkoneksi antara kampus 1, 2, 3 dan 4 dan jaringan komputer lokal yang belum memenuhi kebutuhan kampus. Tentunya hal itu tidak baik dan dapat mempengaruhi kinerja kampus. Terhubungnya antar kampus 1, 2, 3 dan 4 dan perancangan jaringan komputer lokal diharapkan dapat meningkatkan kecepatan kinerja dalam bertukar dan mengirim data didalam kampus 1 dan antar kampus dan meningkatkan kinerja operasional kampus Institut Teknologi Yogyakarta.

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode observasi, studi kepustakaan, wawancara dan metode eksperimen. Sistem yang dibangun adalah perancangan jaringan komputer lokal menggunakan model hierarki. Penyusunan meliputi dengan prosedur antara identifikasi masalah, analisis data, perancangan interkoneksi, perancangan arsitektur jaringan, perancangan logical dan perancangan topologi fisik. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa analisis data koneksi jaringan di Kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta dan estimasi interkoneksi antar kampus.

Hasil dari simulasi perancangan jaringan komputer lokal ini didapatkan nilai rata-rata tertinggi dari *Round Trip Time* sebesar 11,2 ms. Kemudian untuk nilai rata-rata *Packet Loss* dalam pengujian simulasi ditemukan index nilai 0% atau sama dengan "Sangat bagus", hasil ini disebabkan karena pengujian hanya dilakukan dengan simulasi. Sedangkan untuk nilai rata-rata *Time To Leave* sebesar 126,6 ms.

Kata Kunci : Perancangan Jaringan, Model Hierarki, RTT, TTL, *Packet Loss*

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia terhadap kebutuhan komunikasi dan informasi mendorong kemajuan sarana komunikasi dan informasi yang sangat pesat. Kemajuan yang pesat dalam dunia informasi dan komunikasi menjadikan berkembangnya sarana jaringan komunikasi dan informasi yang beragam. Komputer menjadi salah satu alat komunikasi dan pengelola informasi yang sangat pesat pertumbuhannya. Dengan menggunakan jaringan komputer yang dapat menghubungkan antara satu komputer dengan komputer yang lain menjadikan komputer sebagai sarana yang diandalkan dalam masa kecanggihan sarana komunikasi dan informasi saat ini. Salah satu bentuk perkembangan jaringan komputer adalah Internet. Kemudahan sarana komunikasi dan informasi yang diberikan Internet menjadikan implementasi Internet sebagai sarana unggulan di setiap lembaga. Contoh implementasi Internet di lembaga pendidikan adalah di Institut Teknologi Yogyakarta.

Konsep jaringan internet yang terpasang pada kampus Institut Teknologi Yogyakarta saat ini masih sederhana dan belum bisa memenuhi kebutuhan kampus secara maksimal. Terlihat dari masing-masing kampus yang belum memiliki interkoneksi antara kampus 1, 2, 3 dan 4 dan jaringan komputer lokal yang belum memenuhi kebutuhan kerja kampus 1 ITY. Tentunya hal itu tidak baik dan dapat mempengaruhi kinerja kampus. Oleh karena itu peneliti melakukan perancangan jaringan komputer lokal pada kampus 1 dan mengestimasi interkoneksi antar kampus agar kampus 2, 3 dan 4 bisa terhubung melalui perangkat *Access Point* sehingga memiliki interkoneksi antar kampus. Perancangan estimasi interkoneksi yang dilakukan oleh peneliti di kampus 1 dengan 2, 1 dengan 3 dan 1 dengan 4 Kampus ITY akan disusun sehingga memiliki interkoneksi yang terpusat pada kampus 1 sebagai kampus utama.

Membuat jaringan (*network*) dibutuhkan beberapa teknik agar jaringan tersebut dapat bekerja secara optimal dan handal dalam mengatasi berbagai masalah yang timbul. Jaringan skala besar tentunya membutuhkan perangkat-perangkat jaringan yang berlevel tinggi. Performa perangkat yang berlevel tinggi dapat mengatasi masalah-masalah yang timbul nantinya dengan cepat. Sehingga pekerjaan yang dilakukan dengan komputer tidak menjadi terhambat dan bisa terus beroperasi. Namun perangkat berlevel tinggi tidak akan bisa optimal tanpa administrator jaringan yang handal dalam mengelola jaringan tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan performa dari perangkat-perangkat tersebut adalah dengan menggunakan *hierarchy network design*. *Hierarchy network design* akan membagi setiap perangkat-perangkat tersebut kedalam lapisan (*layer*) yang akan selaras dengan fungsinya, desain ini terdapat 3 lapisan yaitu , *core layer*, *distribution layer* dan *access layer*. Desain yang sudah tersusun rapi akan membuat jaringan lebih mudah untuk di monitoring (Oris K & Muhammad, 2015).

Tinjauan pustaka

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti, ditemukan beberapa penelitian yang hampir sama dengan penelitian yang dilakukan antara lain:

Penelitian yang dilakukan oleh Ginanjar (2016) menyatakan bahwa perancangan merupakan penghubung antara spesifikasi kebutuhan dan implementasi. Perancangan merupakan rekayasa representasi yang berarti terhadap sesuatu yang hendak dibangun. Hasil perancangan harus dapat ditelusuri sampai ke spesifikasi kebutuhan dan dapat diukur kualitasnya berdasarkan kriteria-kriteria rancangan yang bagus. Perancangan menekankan pada solusi logis mengenai cara sistem dalam memenuhi kebutuhan.

Penelitian yang dilakukan oleh Gunarjo (2016) menyatakan bahwa Komputer-komputer yang dilengkapi dengan sarana pendukung jaringan *Local Area Network* (LAN) pada suatu instansi, memberikan kemudahan bagi para pegawainya dalam beraktivitas kerja yang menuntut efisiensi dan efektifitas dalam segala hal dengan memanfaatkan jaringan *Local Area Network* (LAN).

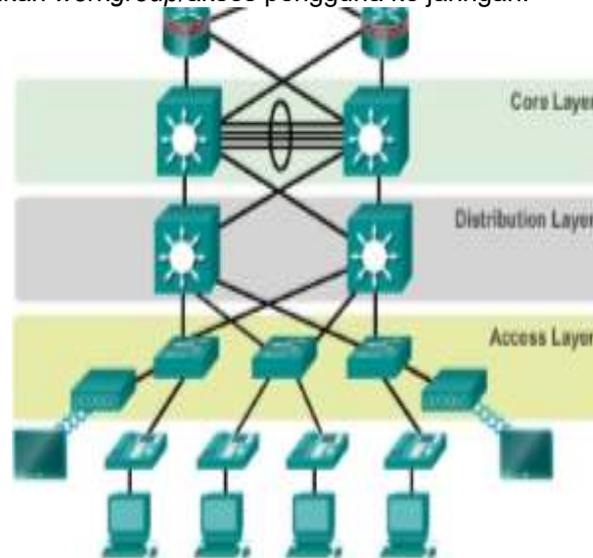
Penelitian yang dilakukan oleh yogantara (2018) menyatakan bahwa Perkembangan jaringan komputer terus mengarah kepada penggunaan teknologi tanpa kabel atau *wireless*. Teknologi ini sudah merupakan standar yang digunakan dalam dunia teknologi informasi. Berbagai peralatan genggam dilengkapi *InfraRed*, *Bluetooth*, maupun *WiFi* yang digunakan dalam proses pertukaran data informasi secara *wireless*. Dalam teknologi jaringan komputer sendiripun teknologi *wireless* ini sering disebut dengan *Wireless LAN*.

Peneliti menggunakan beberapa landasan teori yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Adapun landasan teori yang digunakan yaitu perancangan jaringan komputer harus sesuai dengan kebutuhan instansi terkait. Instansi yang banyak menerapkan jaringan komputer adalah di bidang pendidikan, terutama di sekolah. Sekolah menerapkan jaringan komputer untuk mengelola administrasi dan proses belajar mengajar, sehingga penggunaan internet sangat dibutuhkan. Kecepatan akses internet dapat mempengaruhi kinerja sekolah oleh karena itu manajemen bandwidth pada jaringan komputer harus dilakukan agar kecepatan akses internet dapat optimal. Penggunaan router menjadi solusi dari permasalahan tersebut (Munandar & Gunawan, 2015).

Jaringan komputer adalah gabungan antara teknologi komputer dan teknologi komunikasi. Gabungan teknologi ini melahirkan pengolahan data yang dapat didistribusikan, mencakup pemakaian database, software aplikasi dan proses peralatan hardware secara bersamaan, untuk memantau proses optimasi perkantoran dan peningkatan kearah efisiensi kerja. Sebuah jaringan biasanya terdiri dari 2 atau lebih komputer yang saling berhubungan diantara satu dengan yang lain, dan saling berbagi sumber daya misalnya CDROM, Printer, pertukaran file, atau memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik (Inawa, 2015).

Menurut Hidayat (2017) Topologi adalah suatu aturan/*rules* bagaimana menghubungkan komputer (node) satu sama lain secara fisik dan pola hubungan antara komponen-komponen yang berkomunikasi melalui media/peralatan jaringan, seperti : *server*, *workstation*, *hub/switch*, dan pengabelannya, sedangkan jaringan merupakan sebuah sistem yang terdiri atas komputer, perangkat komputer, tambahan dan perangkat jaringan lainnya yang saling berhubungan dengan menggunakan media tertentu dengan aturan yang sudah ditetapkan.

Menurut Iswahyudi (2016) Desain jaringan secara hierarki terdiri dari 3 layer yaitu : *Layer Core* yang menyediakan transportasi antar sites secara optimal, *Layer Distribution* yang menyediakan koneksi berdasar kebijakan perusahaan (*policy-based connectivity*), *Layer Access (local)* yang menyediakan *workgroup*/akses pengguna ke jaringan.



Gambar 1 Hierarchical Design Model
(Sumber : Oris. 2015)

Parameter yang digunakan untuk pengujian atau simulasi jaringan lokal komputer ini adalah :

1. *Packet loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collosion* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena *retransmisi* akan mengurangi *efisiensi* jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi-aplikasi tersebut (TIPHON, 1999).

Tabel 1 Kategori Packet Loss

Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

Rumus *Packet Loss* (TIPHON,1999):

$$Packet\ loss = \frac{paket\ data\ yang\ dikirim - paket\ data\ yang\ diterima}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2. Round Trip Time (RTT)

Round trip time (RTT) disebut juga dengan *round trip delay* adalah waktu yang dibutuhkan oleh *client* dalam mengirim suatu paket data menuju server dan kemudian dikembalikan oleh server ke *client*. (Fahmi, 2018).

3. Time To Leave (TTL)

Time To Life adalah nilai waktu termasuk dalam paket yang dikirim melalui TCP / IP berbasis jaringan yang memberitahu penerima berapa lama waktu untuk terus atau menggunakan paket atau data yang dimasukkan sebelum waktunya habis dan membuang paket atau data (Ali, 2013).

PEMBAHASAN

Interkoneksi Antar Kampus 2, 3 dan 4 dengan Kampus 1

Perencanaan perancangan jaringan ini menggunakan *access point* sebagai penghubung antara kampus 2, 3, dan 4 dengan kampus 1. Jaringan ini dikonfigurasi dengan *IP Client* secara Statis untuk menghasilkan *loading* kesistem lebih cepat dan *IP Client* yang tidak berubah-ubah. Desain interkoneksi antar diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 2 Desain interkoneksi antar kampus

Estimasi Interkoneksi antar kampus

Pada tahap perancangan jaringan komputer lokal, proses dimulai dengan estimasi awal *point to point* jarak antar kampus 2,3,4 menuju kampus 1 menggunakan aplikasi *alphimax* yang dapat diakses melalui website www.alphimax.com. Aplikasi ini digunakan untuk mengetahui perkiraan interkoneksi antar kampus guna mengetahui perkiraan tinggi antenna, arah antenna dan *Fresnel zone* yang dihasilkan. Interkoneksi antar kampus diperlihatkan pada gambar 1.

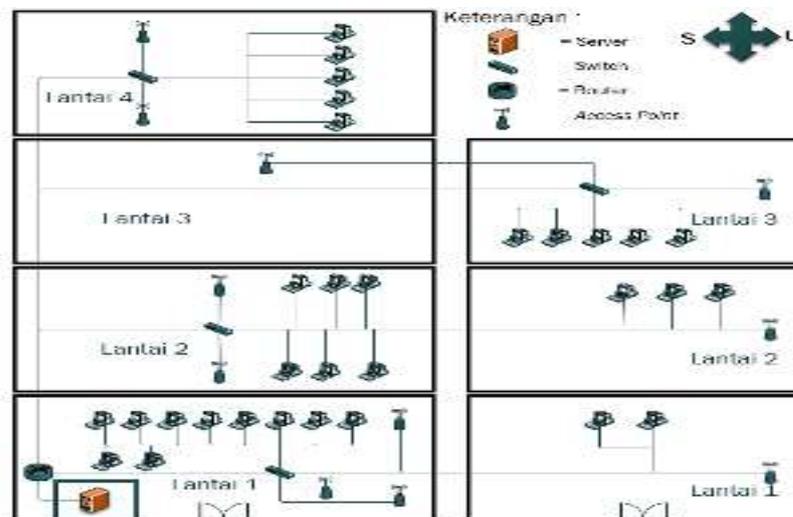


Gambar 3 Estimasi perencanaan Point to Point Wireless

Tanda panah nomor 1 menunjukan arah dari antenna *access point* mengarah ke S(South) atau Selatan dan N(North) atau Utara. Tanda panah nomor 2 menunjukan ketinggian antenna yang sebaiknya digunakan. Pada estimasi awal *point to point wireless* menggunakan aplikasi ALPHIMAX seperti pada gambar 3 menunjukan sebaiknya ketinggian antenna pada kampus 1 memiliki ketinggian 40 ft atau 12,192 meter dan kampus 2 sebaiknya memiliki ketinggian 50 ft atau 15,24meter untuk menghasilkan sinyal yang bagus. Tanda panah nomor 3 adalah Fresnel zone yang menunjukan gelombang elektromagnetik yang nantinya menghasilkan sebuah jaringan nirkabel. Warna yang dipancarkan berwarna hijau yang berarti bagus untuk digunakan.

Rancangan Arsitektur Jaringan

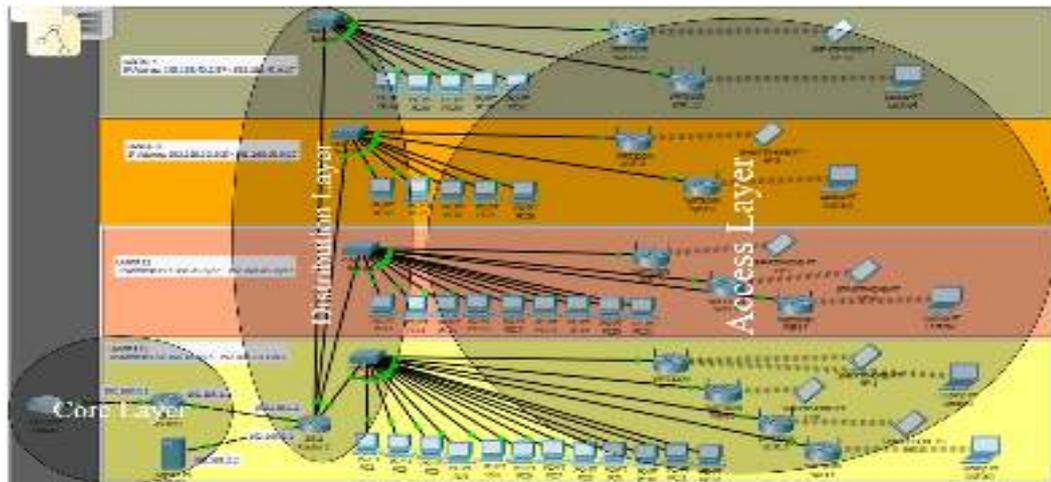
Rancangan awal jaringan komputer hanya dilakukan di kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta. Rancangan ini terdiri dari 4 lantai yang masing-masing lantai memiliki *switch*, *access point* dan komputer. Pada gambar 2. menunjukan rancangan awal dari komputer jaringan lokal di kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta.



Gambar 4 Rancangan awal arsitektur jaringan komputer

Rancangan Topologi Fisik

Desain topologi jaringan fisik hanya dirancang pada kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta. Topologi ini di desain untuk keperluan pemilihan perangkat jaringan sebagai sarana untuk membangun jaringan di Kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta. Pada gambar 3 menunjukan rancangan topologi fisik kampus 1 ITY.



Gambar 5 Rancangan Topologi Fisik

Pembagian IP Address

Pembagian alamat *IP Address* setiap lantai kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta ini menggunakan kelas C yang dimulai dengan 192 – 223 dengan jumlah host 254. Pemakaian *IP Address* harus mengikuti aturan sesuai lantainya. Jika suatu komputer menggunakan *IP Address* dari lantai lain, maka komputer tersebut tidak bisa masuk ke jaringan. Pada tabel 2 dapat dilihat pengalokasian *IP Address* setiap lantai di kampus 1 ITY.

Tabel 2 Pembagian alamat IP Address

<i>Device</i>	<i>IP Address</i>	<i>Network ID</i>	<i>Gateway</i>	<i>Range IP</i>	<i>Broadcast ID</i>
Switch Lt.1	192.168.10.2/27	192.168.10.0	192.168.10.1	192.168.10.0-192.168.10.12	192.168.10.12
Switch Lt.2	192.168.20.2/27	192.168.20.0	192.168.20.1	192.168.20.0-192.168.20.9	192.168.20.9
Switch Lt.3	192.168.30.2/27	192.168.30.0	192.168.30.1	192.168.30.0-192.168.30.6	192.168.30.6
Switch Lt.4	192.168.40.2/27	192.168.40.0	192.168.40.1	192.168.40.0-192.168.40.6	192.168.40.6
Router 1	192.168.0.1/27 192.168.1.1/27	192.168.0.0 192.168.1.0	-	-	-
Router 2	192.168.1.2 192.168.2.1	192.168.1.0 192.168.2.0	-	-	-
Server	192.168.6.2/27	192.168.6.0	192.168.6.1	-	-
Access Point Lt1	192.168.10.20	-	Default	-	-
Access Point Lt2	192.168.20.20	-	Default	-	-
Access Point Lt3	192.168.30.20	-	Default	-	-
Access Point Lt4	192.168.40.20	-	Default	-	-

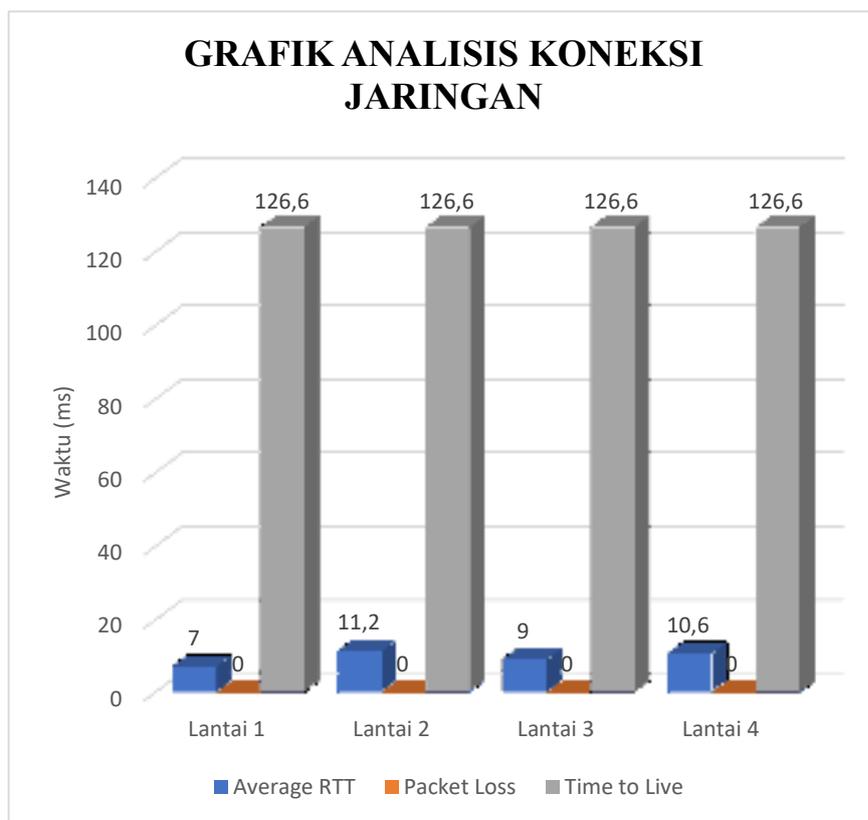
Hasil Pengujian Koneksi

Jaringan komputer lokal ini akan dilakukan pengujian melalui ping antar Client ke Server. Hasil dari pengujian koneksi jaringan kemudian dianalisa untuk mencari parameter-parameter seperti *RTT (Round Trip Time)*, *TTL (Time To Leave)*, dan *Packet Loss*. Pada tabel 2 adalah tabel dari analisis pengujian koneksi jaringan komputer lokal. Data diambil dari pengujian ping dari Client ke Server yang sudah dilakukan sebelumnya. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali

untuk setiap client menuju server. Setiap lantai digunakan 3 PC, 1 Laptop dan 1 Smartphone yang digunakan untuk pengujian. Pada tabel 3 memperlihatkan hasil dari koneksi jaringan.

Tabel 3 Analisis Koneksi Jaringan

Tempat	Asal	Tujuan	Rata-Rata		
			RTT (ms)	Packet Loss (%)	TTL (ms)
Lantai 1	PC1-PC3,Laptop, Smartphone	Server ITY	7 ms	0	126.6
Lantai 2	PC13-16, Laptop, Smartphone	Server ITY	11.2	0	126.6
Lantai 3	PC22-25,Laptop, Smartphone	Server ITY	9	0	126.6
Lantai 4	PC27-30, Laptop, Smartphone	Server ITY	10.6	0	126.6



Gambar 6 Grafik Analisis Pengujian Koneksi Jaringan

Pada gambar 4 adalah grafik dari hasil pengujian koneksi jaringan komputer lokal pada kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta. Pada gambar 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai Average RTT terbesar adalah 11.2 ms, TTL adalah 126.6 ms dan *Packet Loss* adalah 0%. Pada tabel 4 menunjukkan pengukuran *packet loss* berdasarkan versi *TYPHON*.

Tabel 4 Kategori *Packet Loss*

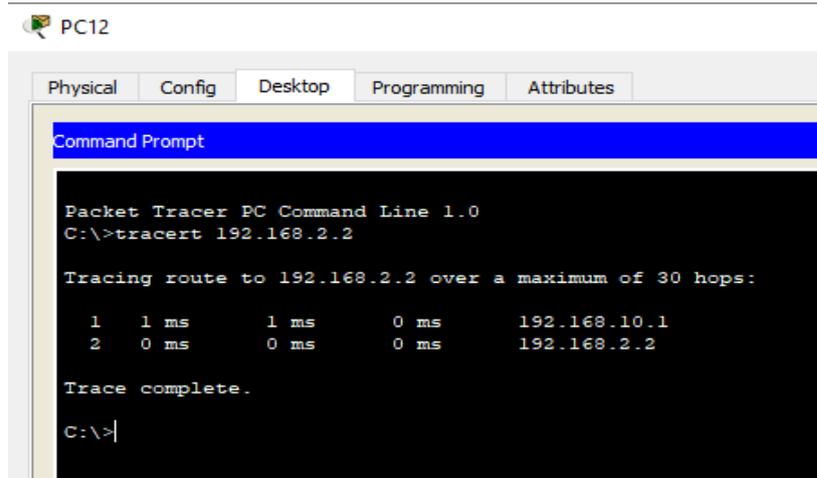
Kategori	Packet Loss	Index
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Tidak Bagus	25%	1

Berdasarkan nilai *packet loss* sesuai dengan versi *TYPHON* sebagai standarisasi untuk kategori *packet loss* “Sangat bagus” jika 0%, “Bagus” jika 3%, “Sedang” jika 15% dan “Tidak

Bagus” jika 25% maka didapat rata-rata index *packet loss* pada setiap lantai kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta adalah “Sangat bagus” dengan nilai index “4”.

Pengujian Tracert

Tracert adalah perintah untuk menunjukkan route yang dilewati paket data untuk mencapai tujuan. Tracert dilakukan dengan cara mengirim pesan internet control message protocol echo request ke tujuan dengan nilai time to live yang semakin tinggi. Route yang ditampilkan adalah interface router yang paling dekat dengan host yang terdapat pada jalur antara host dan tujuan. Pada gambar 5 menunjukkan pengujian *ping* dengan perintah tracert yang dilakukan dari PC12 dengan IP 192.168.10.13 menuju Server dengan IP 192.168.2.2.



Gambar 7 Pengujian PING dengan *tracert*

Pada gambar 5 menjelaskan bahwa pengujian *ping* menggunakan perintah *tracert* yang dilakukan dari PC12 dengan IP 192.168.10.13 untuk bisa menuju server dengan IP 192.168.2.2 hanya melewati 1 *hop* saja yaitu IP 192.168.10.1. Untuk pengujian yang lebih banyak dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Pengujian *Tracert*

NO	Tempat	Asal	Tujuan	Jumlah Hop
1	Lantai 1	PC12	Server ITY	1
2	Lantai 2	PC21	Server ITY	1
3	Lantai 3	PC26	Server ITY	1
4	Lantai 4	PC31	Server ITY	1

Pada tabel 9 menjelaskan bahwa dalam pengujian *tracert* dari salah satu PC Client setiap lantai untuk sampai menuju server hanya melewati 1 *hop* saja yaitu IP dari gateway berikutnya (*next hop*) sepanjang jalan ke tujuan akhir jaringan. Hubungan antara nilai TTL (*Time To Live*) dengan *tracert* adalah dengan disebabkan oleh hop yang dilewati yaitu sama 1 hp, sehingga nilai rata-rata TTL yang didapat akan tetap sama yaitu 126,6 ms meskipun dilakukan pengujian dari perangkat jaringan yang berbeda.

KESIMPULAN

Hasil dari simulasi perancangan jaringan komputer lokal ini didapatkan nilai rata-rata tertinggi dari *Round Trip Time* sebesar 11,2 ms. Kemudian untuk nilai rata-rata *Packet Loss* dalam pengujian simulasi ditemukan index nilai 0% atau sama dengan “Sangat bagus”, hasil ini disebabkan karena pengujian hanya dilakukan dengan simulasi. Sedangkan untuk nilai rata-rata *Time To Leave* sebesar 126,6 ms. Dalam simulasi jaringan komputer lokal yang telah dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa parameter komputer beserta perangkat jaringan sudah bisa saling terkoneksi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Untuk penelitian selanjutnya peneliti dapat memberikan saran berupa perlu adanya manajemen jaringan yang

dibuat perlintai pada kampus 1 Institut Teknologi Yogyakarta agar jaringan lebih terawat dan selalu berjalan dengan baik dan lancar tanpa mengkhawatirkan sesuatu hal yang tidak diinginkan. Perlu adanya keamanan jaringan seperti pemasangan sistem IDS (*Intrusion Detection System*) dan IPS (*Intrusion Prevention System*) agar jaringan komputer lokal tetap aman dan dapat mengantisipasi apabila adanya serangan-serangan yang dapat mengancam keamanan jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahmi, H. (2018). Analisis QOS (Qualiti Of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Loss Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Radio Streaming Yang Baik. *Jurnal Teknologi Informasi Vol.7. NO.2*, Hal 98-105.
- Ginanjar, H. A. (2016). Analisis Dan Perancangan Jaringan Hotspot Server Berbasis Mikrotik Di Gedung Sekolah Smp Negeri 21 Semarang. *Universitas Muhammadiyah Surakarta* .
- Gunarjo, K. (2016). Perancangan Dan Implementasi Jaringan Wireless Local Area Network (Wlan) Antar Gedung Di Smk Muhammadiyah Imogiri . *Universitas Pgri Yogyakarta* , 3-4.
- Hidayat, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Jaringan Menggunakan Mikrotik Pada Novilla Boutique Resort. *Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Atma Luhur Pangkal Pinang*.
- Inawa, S. (2015, Mei 3). *Perancangan Jaringan Komputer Menggunakan Metode PPDIOO*. Retrieved From Metode-Perancangan-Jaringan-Komputer-Menggunakan-Metode-Ppdioo/: <https://Sofyaninawan.Wordpress.Com>
- Iswahyudi, C. (2016). *Perancangan Manajemen Jaringan*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Munandar, U., & Gunawan, D. (2015). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN KOMPUTER DENGAN STUDI KASUS DI SMK MUHAMMADIYAH 2 SRAGEN. *UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA*.
- Nugraha, D. P. (2017). DESAIN JARINGAN WIFI UNTUK WILAYAH RELOKASI DAMPAK BANDARA KULON PROGO GUNA MEWUJUDKAN CYBER CITY YOGYAKARTA . *INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND YOGYAKARTA* .
- Oris K, M. I., & Muhammad. (2015). Model Hierarki Network Dengan Menggunakan Spanning Tree Protocol (STP) Dan Hot Standby Router Protocol (HSRP). *Universitas Negeri Medan*.
- Ramadan, D. S., & Mubarakah, N. (2015). PERANCANGAN JARINGAN LAN PADA GEDUNG PERKANTORAN DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE CISCO PACKET TRACER . *Universitas Sumatera Utara*.
- Risnanta, R. A. (2017). ANALISIS DAN PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER BERBASIS VLAN STUDI KASUS DI RUMAH SAKIT BHAYANGKARA POLDA DIY . *INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND YOGYAKARTA* .
- Solikin, I. (2017). Penerapan Metode PPDIOO Dalam Pengembangan LAN Dan WLAN . *Universitas Bina Darma, Palembang*.
- TIPHON, S. (1999). *Telecommunication And Internet Protocol Harmonization Over Network General Aspects Of Quality Of Service(Qos)*. Newyork.
- Yogantara, W. A. (2018). PERANCANGAN JARINGAN WIRELESS LOCAL AREA NETWORK PADA DINAS PEMERINTAH KOTA SEMARANG. *Universitas Dian Nuswantoro*.