

# Analisis Unjuk Kerja dan Desain Jaringan Komputer Menggunakan Metode Top-Down Network Design pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak

**Neny Firdyanti\*<sup>1</sup>, Muhammad Hasbi<sup>2</sup>, Widda Arifa<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Negeri Pontianak; Jl. Jend. Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak, (0561)736180

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

e-mail: <sup>1</sup>nenyfirdyanti@gmail.com, <sup>2</sup>muhammad.hasbi@gmail.com, <sup>3</sup>widdaarifa@gmail.com

## *Abstrak*

*Jurusan Elektro Politeknik Negeri Pontianak dalam pelaksanaan Proses Belajar Mengajar, menggunakan layanan internet sebagai sarana penunjang. Namun masih sering ditemukan akses yang melambat serta terputus secara tiba-tiba. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa yang mencakup segi unjuk kerja maupun desainnya.*

*Penelitian ini menggunakan Metode Top-Down Network Design, yang memiliki 3 tahapan yaitu Mengidentifikasi Kebutuhan yang mencakup Analisa Bisnis, Analisa Teknis, Analisis Karakteristik Jaringan, dan Analisis Lalu Lintas Jaringan. Kemudian Desain Logika Jaringan yang mencakup Desain Topologi Jaringan, Desain Alokasi IP Address, Pemilihan Protokol Switching dan Routing, Pembentukan Strategi Keamanan Jaringan, dan Pembentukan Strategi Manajemen Jaringan. Terakhir adalah Desain Fisik Jaringan yang mengacu kepada desain logika jaringan yang sudah dibuat kemudian dilakukan Pemilihan Teknologi dan Peralatan yang akan diterapkan pada desain jaringan yang akan dihasilkan pada penelitian ini.*

*Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan dan analisa tparameter-parameter seperti delay, jitter, bandwidth, utilization, packet loss dan throughput, menggunakan aplikasi iperf dan Wireshark.*

**Kata kunci :** *Top-Down Network Design,, bandwidth, utilization, packet loss, Wireshark*

## *Abstract*

*Implementation of the Teaching and Learning Process in the Department of Electrical Engineering Pontianak State Polytechnic uses internet services as a support tool. However, it is often found that access slows down and is suddenly cut off. Therefore it is necessary to carry out an analysis that includes the aspects of performance and design.*

*This study uses the Top-Down Network Design Method, which has 3 stages, namely Identifying Needs which include Business Analysis, Technical Analysis, Network Characteristics Analysis, and Network Traffic Analysis. Then Network Logic Design which includes Network Topology Design, IP Address Allocation Design, Selection of Switching and Routing Protocols, Forming a Network Security Strategy, and Forming a Network Management Strategy. The last one is the Physical Network Design which refers to the network logic design that has been made, then the selection of technology and equipment will be applied to the network design that will be produced in this study.*

*In this study, the calculation and analysis of parameters such as delay, jitter, bandwidth, utilization, packet loss and throughput will be carried out using the iperf and Wireshark applications.*

**Keywords :** *Top-Down Network Design,, bandwidth, utilization, packet loss, Wireshark*

## 1. PENDAHULUAN

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak dalam pelaksanaan Proses Belajar Mengajar (PBM) serta pelayanan administrasi, baik itu bagi tenaga pendidik, tenaga kependidikan, maupun mahasiswa menggunakan layanan internet sebagai salah satu sarana penunjang. Layanan internet ini digunakan dalam melayani proses pencarian informasi dan referensi tugas mahasiswa, *elearning*, referensi bahan ajar dosen, referensi penelitian dosen, dan lain sebagainya. Pelayanan ini diberikan kepada tenaga pendidik, tenaga kependidikan serta mahasiswa di 3 (tiga) Program Studi yang ada di Jurusan Teknik Elektro, yaitu Prodi Teknik Listrik, Prodi Teknik Elektronika dan Prodi Teknik Informatika dengan jumlah pengguna mahasiswa 445 orang, tenaga pendidik 49 orang, serta tenaga kependidikan (teknisi dan administrasi) 21 orang.

Penggunaan jaringan internet pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak ini masih sering dikeluhkan oleh pengguna, baik itu mahasiswa, tenaga pendidik, maupun tenaga kependidikan. Keluhan yang biasa dilontarkan diantaranya seputar akses yang melambat serta terputus secara tiba-tiba. Hal ini terjadi terutama pada saat jam sibuk perkuliahan.

Untuk mengetahui permasalahan apa yang terjadi maka perlu dilakukan Analisa yang mencakup segi unjuk kerja maupun desainnya, karena kedua hal tersebut saling berkaitan, dimana desain jaringan komputer yang ada berkaitan erat dengan unjuk kerja yang ditunjukkan dan dirasakan oleh para pengguna jaringan komputer tersebut. Analisa yang akan dilakukan menggunakan Metode Top-Down Network Design, yang merupakan metodologi untuk merancang jaringan yang dimulai pada lapisan atas Model Referensi OSI (*Open System Interconnection*) sebelum ke lapisan di bawahnya. Metodologi ini berfokus pada Lapisan Aplikasi, dengan demikian maka dapat diperkirakan karakteristik jaringan yang akan ada maupun yang sudah ada sebelum menentukan perangkat yang akan digunakan. Dengan metode ini akan dilakukan analisa parameter-parameter yang ada dalam jaringan komputer seperti *delay*, *jitter*, *bandwidth*, *utilization*, *packet loss* dan *throughput*, dengan melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter tersebut menggunakan aplikasi iperf dan Net Tools, yang merupakan aplikasi (*software*) keamanan dan monitoring jaringan, untuk mendapatkan parameter-parameter yang ada dalam jaringan komputer tersebut. Metode Top-Down Network Design yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki 3 tahapan yaitu Identifikasi Kebutuhan yang mencakup Analisa Bisnis, Analisa Teknis, Analisis Karakteristik Jaringan yang sudah ada, dan Analisis Lalu Lintas Jaringan. Analisa yang dilakukan terhadap hasil pengukuran parameter-parameter yang harus ada dalam jaringan komputer, dan pengukuran parameter-parameter yang ada akan dilakukan menggunakan aplikasi iperf dan Net Tools, Desain Logika Jaringan yang mencakup Desain Topologi Jaringan, Desain Alokasi IP Address, Pemilihan Protokol *Switching* dan *Routing*, Pembentukan Strategi Keamanan Jaringan, dan Pembentukan Strategi Manajemen Jaringan, serta Desain Fisik Jaringan yang mengacu kepada desain logika jaringan yang sudah dibuat dan untuk memenuhinya maka akan dilakukan Pemilihan Teknologi dan Peralatan yang akan diterapkan pada desain jaringan yang akan dihasilkan pada penelitian ini.

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan diperoleh unjuk kerja jaringan komputer yang di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak dan desain jaringan komputer yang akan diterapkan untuk meningkat unjuk kerja yang telah.

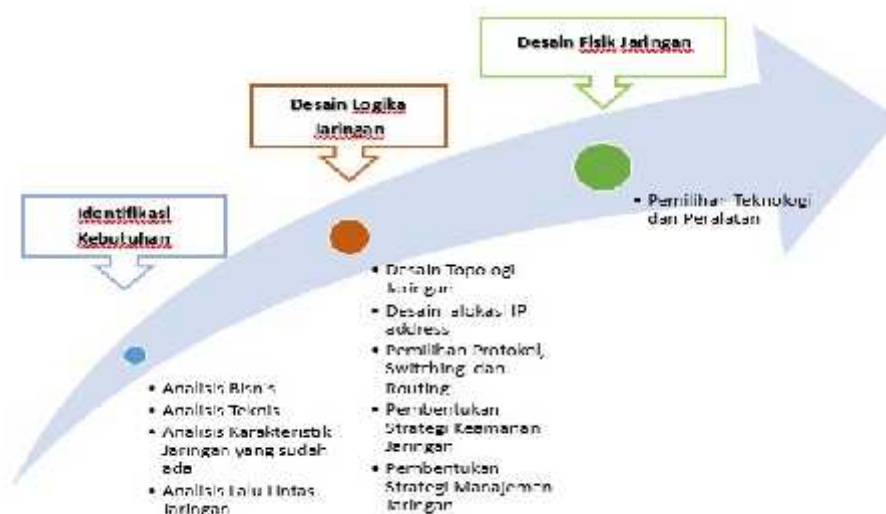
## 2. METODE

Metode *Top-Down Network Design* yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut [2]:

1. Mengidentifikasi Kebutuhan. Pada tahapan ini akan dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak terhadap jaringan komputer yang digunakan untuk melayani pengguna. Tahapan ini akan mencakup Analisa Bisnis, Analisa Teknis, Analisis Karakteristik Jaringan yang sudah ada, dan Analisis Lalu Lintas Jaringan. Analisa yang dilakukan terhadap hasil pengukuran parameter-parameter

yang harus ada dalam jaringan komputer, dan pengukuran parameter-parameter yang ada akan dilakukan menggunakan aplikasi *iperf* dan *Net Tools*.

2. Mendesain Logika Jaringan. Setelah mengetahui kebutuhan yang ada pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak dengan penerapan jaringan komputer untuk melayani pengguna, maka kemudian akan dilakukan pendesainan atau perancangan jaringan komputer secara logika, yang meliputi Desain Topologi Jaringan, Desain Alokasi IP Address, Pemilihan Protokol *Switching* dan *Routing*, Pembentukan Strategi Keamanan Jaringan, dan Pembentukan Strategi Manajemen Jaringan.
3. Mendesain Fisik Jaringan. Desain fisik jaringan ini mengacu kepada jaringan desain logika jaringan yang sudah dibuat dan untuk memenuhinya maka akan dilakukan Pemilihan Teknologi dan Peralatan yang akan diterapkan pada desain jaringan yang akan dihasilkan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Metode *Top-Down Network Design*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan menggunakan Metode *Top-Down Network Design* yang memiliki tiga tahapan, yaitu Mengidentifikasi Kebutuhan, Mendesain Logika Jaringan, serta Mendesain Fisik Jaringan.

Pada tahapan Mengidentifikasi Kebutuhan mencakup Analisa Bisnis, Analisa Teknis, Analisis Karakteristik Jaringan yang sudah ada, dan Analisis Lalu Lintas Jaringan. Hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisa Bisnis, dimana Jurusan Teknik Elektro memberikan layanan internet menggunakan jaringan komputer dalam Proses Belajar Mengajar (PBM) yang mencakup proses pencarian informasi dan referensi untuk keperluan belajar mahasiswa seperti pencarian referensi tugas, pencarian referensi materi kuliah, unduh aplikasi, akses *e-mail*, dan akses *e-learning*, keperluan dosen yang mencakup pencarian referensi bahan ajar, pencarian referensi penelitian, akses *e-learning*, serta akses *e-mail*. Selain itu layanan internet juga digunakan untuk keperluan proses administrasi, seperti input data nilai mahasiswa, mendukung proses administrasi Tugas Akhir, serta penyampaian informasi melalui website Jurusan Teknik Elektro.

Dari semua layanan yang diberikan itu pengguna yang tercatat menggunakan layanan adalah tenaga pendidik, tenaga kependidikan serta mahasiswa di 3 (tiga) Program Studi yang ada di Jurusan Teknik Elektro, yaitu Prodi Teknik Listrik, Prodi Teknik Elektronika

- dan Prodi Teknik Informatika dengan jumlah pengguna mahasiswa 445 orang, tenaga pendidik 49 orang, serta tenaga kependidikan (teknisi dan administrasi) 21 orang
2. Analisa Teknis,  
Dalam memberikan pelayanan internet pada Jurusan Teknik Elektro digunakan perangkat keras jaringan dengan data-data seperti pada gambar berikut ini:

Name	MAC Address	IP Address	Status	Model	Manufacturer	Location	Other
AP-01	08:00:27:00:00:00	192.168.1.1	Connected	AP-01	TP-LINK	Lab TI Lantai 1	
AP-02	08:00:27:00:00:01	192.168.1.2	Connected	AP-02	TP-LINK	Lab TI Lantai 2	
AP-03	08:00:27:00:00:02	192.168.1.3	Connected	AP-03	TP-LINK	Hall Elektronika	
AP-04	08:00:27:00:00:03	192.168.1.4	Connected	AP-04	TP-LINK	Bengkel Listrik	
AP-05	08:00:27:00:00:04	192.168.1.5	Connected	AP-05	TP-LINK	Lab Elektronika 1	
AP-06	08:00:27:00:00:05	192.168.1.6	Connected	AP-06	TP-LINK	Lab Elektronika 2	
AP-07	08:00:27:00:00:06	192.168.1.7	Connected	AP-07	TP-LINK	Lab Elektronika 3	
AP-08	08:00:27:00:00:07	192.168.1.8	Disconnected	AP-08	TP-LINK	Lab Listrik	

Gambar 1. Data Perangkat Keras Jaringan pada Jaringan Komputer Jurusan Teknik Elektro

Dari data tersebut terlihat bahwa terdapat 8 (delapan) *access point* yang digunakan untuk memberikan akses layanan internet kepada para pengguna di Jurusan Teknik Elektro, yaitu

- a. Access Point Lab TI Lantai 1
- b. Access Point Lab TI Lantai 2
- c. Access Point Hall Elektronika
- d. Access Point Bengkel Listrik
- e. Access Point Lab Elektronika 1
- f. Access Point Lab Elektronika 2
- g. Access Point Lab Elektronika 3
- h. Access Point Lab Listrik

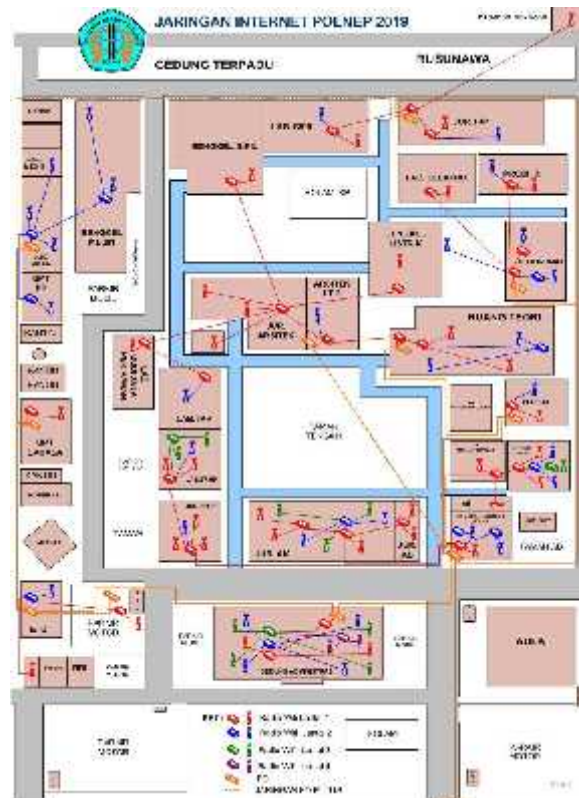
Dari 8 *access point* yang terdapat pada Gambar 3, 1 *access point* tidak dapat memberikan layanan internet kepada pengguna karena statusnya tidak terhubung, yaitu *access point* yang berada di Lab Listrik.

Selain itu juga terdapat satu *access point* yang terletak di Kantor Jurusan Teknik Elektro, sehingga keseluruhan *access point* yang melayani Jurusan Elektro berjumlah 9 sembilan *access point*.

3. Analisa Karakteristik Jaringan  
Jaringan komputer yang ada pada Jurusan Teknik Elektro merupakan bagian dari jaringan yang ada di seluruh Politeknik Negeri Pontianak. Jaringan ini menghubungkan beberapa gedung yang ada di Jurusan Teknik Elektro.  
Secara teknis, layanan internet yang ada di Jurusan Teknik Elektro ini diperoleh dari UPT KTI. UPT KTI ini adalah lembaga yang mengelola penggunaan Teknologi Informasi yang di Polnep, termasuk di dalamnya memberikan akses internet ke Jurusan Teknik Elektro. Layanan internet UPT KTI sendiri diperoleh dari PT. Telkom selaku penyedia jasa internet, melalui media kabel *fibre optic* (serat optic). Dari UPT KTI kemudian dihubungkan ke *access point* yang di Kantor Jurusan Teknik elektro melalui kabel UTP, yang diperuntukkan bagi pengguna yang ada Kantor Jurusan Teknik elektro tersebut, diantaranya untuk urusan administrasi jurusan. Kemudian dari UPT KTI juga layanan internet diberikan ke gedung-gedung Laboratorium dan Bengkel yang digunakan untuk proses belajar mengajar Jurusan Teknik Elektro yang terpisah dari Kantor Jurusan Teknik Elektro. Layanan internet yang diberikan ke gedung-gedung tersebut dipisahkan menjadi dua sumber, yaitu:

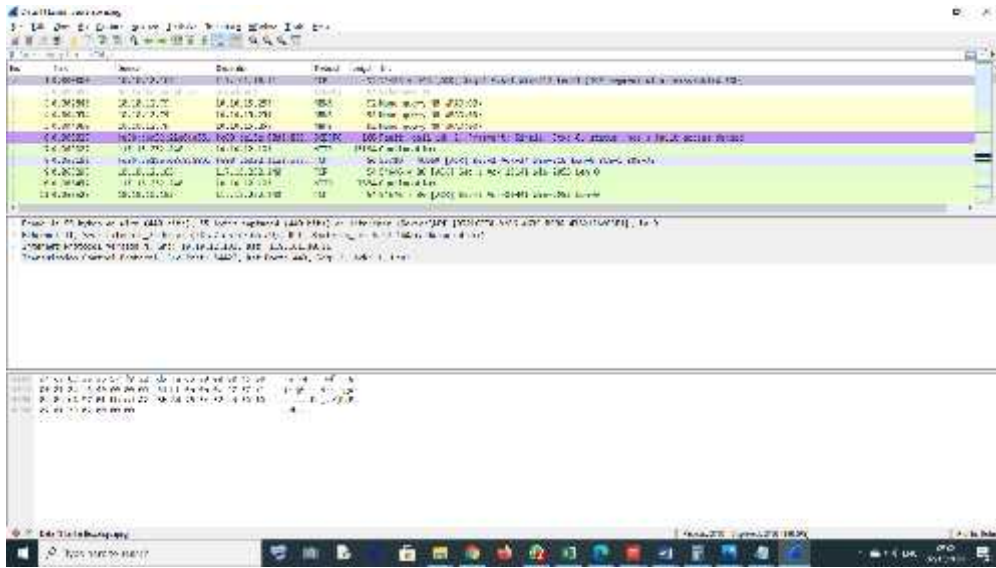
1. Melalui kabel serat optik dari UPT KTI ke Gedung Laboratorium Elektronika, yang kemudian dibagi lagi:
  - a. Ke 2 *access point* yang ada di Gedung Laboratorium Elektronika
  - b. Ke *access point* yang ada di Hall Elektronika
  - c. Ke *access point* yang ada Gedung Laboratorium Listrik
  - d. Ke 2 *access point* yang ada Gedung Laboratorium Teknik Informatika
2. Melalui kabel UTP dari Jurusan Arsitektur dan Perencanaan ke *access point* yang ada di Gedung Bengkel Listrik.

Gambar berikut ini menunjukkan jalur hubungan antara perangkat jaringan yang digunakan untuk memberikan layanan internet pada Jurusan Teknik Elektro.



Gambar 2. Jaringan Internet Politeknik Negeri Pontianak

4. Analisa Lalu Lintas Jaringan, yang awalnya direncanakan menggunakan aplikasi iperf dan Axence NetTools 5. Namun dalam pelaksanaan pengumpulan, aplikasi Axence NetTools 5 akhirnya diganti menggunakan Wireshark. Hal ini dikarenakan dengan penggunaan aplikasi Wireshark bisa diamati waktu yang diperlukan setiap paket data yang dikirimkan, sehingga memudahkan dalam proses perhitungan. Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan capture paket data menggunakan aplikasi Wireshark pada masing-masing access point yang ada. Dari hasil capture ini akan terlihat jumlah paket data yang dikirim serta waktu yang dibutuhkan tiap paket data tersebut, seperti terlihat pada Gambar 5. Data ini akan digunakan untuk perhitungan delay, dan jitter, sedangkan untuk melakukan perhitungan throughput, maka dapat dilakukan dengan melakukan capture file properties, seperti terlihat pada Gambar 6. Capture file properties akan memperlihatkan data besar paket data dari jumlah paket yang dikirim beserta waktu yang diperlukan.

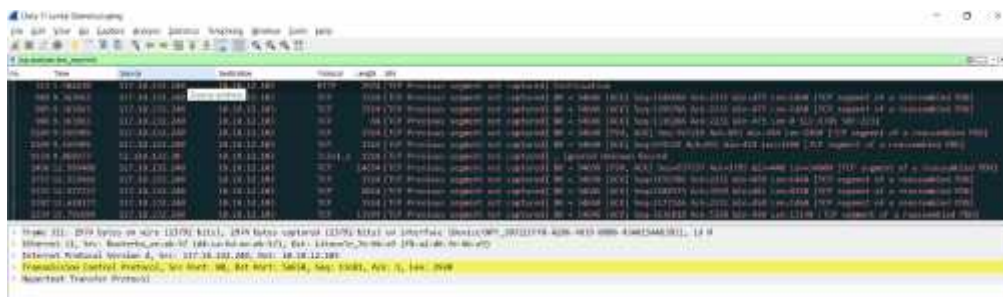


Gambar 3. Proses *capture* paket data menggunakan aplikasi Wireshark



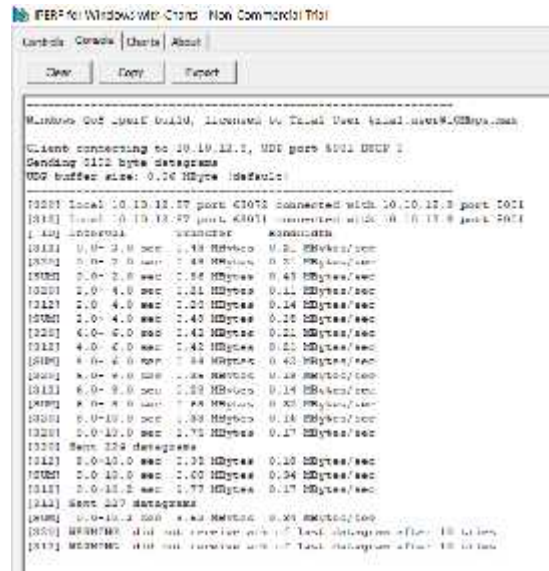
Gambar 4. Hasil *capture file properties* pada aplikasi Wireshark

Untuk menghitung *packet lost* dapat dilakukan dengan memasukkan kode filter `tcp.analysis.lost_segment`, sehingga akan terlihat jumlah *packet lost* dari jumlah paket data yang diterima.



Gambar 5. Data *packet lost*

Untuk mengetahui besar *bandwidth* dari masing-masing *access point* dilakukan menggunakan aplikasi Iperf.



Gambar 6. Data besaran *bandwidth* yang diperoleh menggunakan aplikasi Iperf

Dari hasil pengumpulan data dan perhitungan dari setiap *access point* terlihat sebagai berikut:

a. Hasil perhitungan *Throughput* masing *access point*

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Throughput*

No	Nama Access Point	Bandwidth (Mbps)	Throughput (Mbps)	Persentase (%)	Indeks	Ket
1	Lab TI Lantai 1	0,24	2,919		4	
2	Lab TI Lantai 2	-	-	-	-	Tidak bisa terhubung
3	Hall Elektronika	0,3	0,565		4	
4	Lab Elektronika 1	0,67	1,337		4	
5	Lab Elektronika 2	0,34	0,823		4	
6	Lab Elektronika 3	1,39	0,407		4	
7	Bengkel Listrik	2,36	0,616		4	
8	Lab Listrik	-	-	-	-	Tidak bisa terhubung
9	Jurusan Elektro	2,36	195		1	

b. Hasil perhitungan *Packet Lost* masing-masing *access point*

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Packet Loss*

No	Nama Access Point	Nilai (%)	Indeks	Ket
1	Lab TI Lantai 1	0,43478261	4	

2	Lab TI Lantai 2	-	-	Tidak bisa terhubung
3	Hall Eektronika	0,028369	4	
4	Lab Elektronika 1	0,0462107	4	
5	Lab Elektronika 2	0	4	
6	Lab Elektronika 3	0,0702	4	
7	Bengkel Listrik	0,0002686	4	
8	Lab Listrik	-	-	Tidak bisa terhubung
9	Jurusan Elektro	0	4	

c. Hasil perhitungan *Delay* masing-masing *access point*

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Delay*

No	Nama Access Point	Nilai (ms)	Indeks	Ket
1	Lab TI Lantai 1	6,3256	4	
2	Lab TI Lantai 2	-	-	Tidak bisa terhubung
3	Hall Eektronika	11,507	4	
4	Lab Elektronika 1	6,667	4	
5	Lab Elektronika 2	3,643	4	
6	Lab Elektronika 3	10,243	4	
7	Bengkel Listrik	9,001	4	
8	Lab Listrik	-	-	Tidak bisa terhubung
9	Jurusan Elektro	14,646	4	

d. Hasil perhitungan *Jitter* masing-masing *access point*

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Jitter*

No	Nama Access Point	Nilai (ms)	Indeks	Ket
1	Lab TI Lantai 1	9,685	3	
2	Lab TI Lantai 2	-	-	Tidak bisa terhubung
3	Hall Eektronika	16,932	3	
4	Lab Elektronika 1	9,803	3	
5	Lab Elektronika 2	5,969	3	
6	Lab Elektronika 3	16,09949	3	



7	Bengkel Listrik	13,50064	3
8	Lab Listrik	-	-
9	Jurusan Elektro	26,72177	3

e. Hasil perhitungan QoS berdasarkan data-data *Throughput*, *Packet Lost*, *Delay*, dan *Jitter*

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Quality of Service* dari parameter-parameter

No	Parameter QoS	Indeks	Hasil
1	Throughput	3,57	Bagus
2	Packet Lost	4	Sangat Bagus
3	Delay	4	Sangat Bagus
4	Jitter	3	Bagus
<b>Rata-rata</b>		<b>3,75</b>	<b>Memuaskan</b>

f. Rekapitulasi data hasil perhitungan

Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter Pada Jaringan Internet Jurusan Teknik Elektro

No	Nama Access Point	Throughput (kb/s)	Kategori	Packet Loss (%)	Kategori	Delay (ms)	Kategori	Jitter (ms)	Kategori	Ket
1	Lab TI Lantai 1	2919	Sangat Bagus	0,434	Sangat Bagus	6,3256	Sangat Bagus	9,685	Sangat Bagus	
2	Lab TI Lantai 2	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak bisa terhubung
3	Hall Eektronika	70	Sangat Bagus	0,0283	Sangat Bagus	11,507	Sangat Bagus	16,932	Sangat Bagus	
4	Lab Elektronika 1	823	Sangat Bagus	0,046	Sangat Bagus	6,667	Sangat Bagus	9,803	Sangat Bagus	
5	Lab Elektronika 2	1337	Sangat Bagus	0	Sangat Bagus	3,643	Sangat Bagus	5,969	Sangat Bagus	
6	Lab Elektronika 3	407	Sangat Bagus	0,07	Sangat Bagus	10,243	Sangat Bagus	16,099	Sangat Bagus	
7	Bengkel Listrik	616	Sangat Bagus	0,0002	Sangat Bagus	9,001	Sangat Bagus	13,50064	Sangat Bagus	
8	Lab Listrik	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak bisa terhubung
9	Jurusan Elektro	195	Sangat Bagus	0	Sangat Bagus	14,646	Sangat Bagus	26,72177	Sangat Bagus	

Hasil pengumpulan dan perhitungan data seperti yang terlihat pada tabel memberikan gambaran bahwa kondisi jaringan yang ada di Jurusan Elektro sudah sangat baik, dimana nilai-nilai hasil perhitungan Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter semuanya masuk dalam kategori Sangat Baik, dengan memperhatikan standar pengukuran *Quality of Service* (QoS) yang telah

ditetapkan sesuai *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, oleh *European Telecommunication Standards Institute (ETSI)*.

Ada satu kondisi yang mungkin mendukung hal ini, yaitu pada saat proses pengambilan data pengguna jaringan internet Jurusan Teknik Elektro jauh berkurang karena tidak adanya perkuliahan tatap muka yang dilakukan. Karena jika dibandingkan dengan apa yang dirasakan oleh pengguna jaringan ketika perkuliahan masih dilakukan secara tatap muka, maka kondisi jaringan terasa sangat kurang bagus.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

- a. Hasil pengumpulan dan perhitungan data seperti yang terlihat pada tabel memberikan gambaran bahwa kondisi jaringan yang ada di Jurusan Elektro sudah sangat baik, dimana nilai-nilai hasil perhitungan Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter semuanya masuk dalam kategori Sangat Baik, dengan memperhatikan standar pengukuran *Quality of Service (QoS)* yang telah ditetapkan sesuai *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, oleh *European Telecommunication Standards Institute (ETSI)*.
- b. Ada satu kondisi yang mungkin mendukung hal ini, yaitu pada saat proses pengambilan data pengguna jaringan internet Jurusan Teknik Elektro jauh berkurang karena tidak adanya perkuliahan tatap muka yang dilakukan. Karena jika dibandingkan dengan apa yang dirasakan oleh pengguna jaringan ketika perkuliahan masih dilakukan secara tatap muka, maka kondisi jaringan terasa sangat kurang bagus.

##### 4.2. Saran

Dalam proses pengambilan data sebaiknya dilakukan ketika pengguna jaringan sudah cukup ramai, sehingga dapat dilihat kondisi jaringan ketika cukup banyak pengguna menggunakan jaringan secara bersamaan yang tentunya akan mempengaruhi performa jaringan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. M. Kizza, *Guided To Computer Network Security*, Fourth ed., Tennessee: Springer International Publishing, 2017.
- [2] P. Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, Third ed., Indianapolis: Cisco System, Inc, 2011.
- [3] T. Szigeti, C. Hattingh, R. Barton and K. Briley, *End-to-End QoS Network Design: Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks*, 2nd Edition, Indianapolis: Cisco Press, 2013.
- [4] ETSI, "Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks(TIPHON); General Aspects Quality of Service (QoS)," *European Telecommunications Standards Institute*, Sophia Antipolis, 1999.
- [5] Y. Novianto, A. Harris and L. Y. Astri, "Evaluasi Kualitas Layanan Jaringan Jaringan Komputer pada Jaringan Komputer STIKOM Dinamika Bangsa Jambi," *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 8, no. Vol 8 No. 1 (2019): April 2019, 2019.
- [6] M. N. Ikhsanto and H. W. Nugroho, "Analisis Performa dan Desain Jaringan Komputer Menggunakan Top-Down Network Desain Studi Kasus Pada CV. Merah Putih," *Jurnal TIM Atmajaya*, vol. 01, no. Vol 01 No. 01 Mei 2015, p. 69, 2015.