

Pengukuran Parameter QoS Dan Proses Pengkonfigurasi Jaringan Point to Point Untuk Mobil Otonom

GALIH AL HAKIM ^{1*}, GALIH NUGRAHA NURKAHFI ¹, MILDA GUSTIANA HUSADA ¹

¹Program Studi Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: totogalih69@mhs.itenas.ac.id

Received 26 01 2023 | Revised 02 02 2023 | Accepted 02 02 2023

ABSTRAK

Parameter QoS (Quality of Services) merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan throughput, delay, jitter, dan packet loss. Pengukuran parameter QoS (throughput, delay, jitter, dan packet loss) dan proses pengkonfigurasi ubiquiti nanostation dengan jaringan point to point pada sistem mobil otonom dilakukan guna mendapatkan hasil dan parameter yang akan didapatkan. Hasil konfigurasi dari perolehan data point to point multihop dan perolehan berdasarkan jarak jangkauan access point diperoleh beberapa hasil berupa nilai dari parameter QoS. Pengukuran parameter dari jarak 0 meter sampai 110 meter berdasarkan jarak jangkauan access point TCP diperoleh rata-rata nilai yaitu throughput 34.61 Mbits/sec, delay (min 2.78ms, max 55.43ms, average 11.43ms), jitter 302.42 ms, dan packet loss 0%. Pengukuran parameter dari jarak 0 meter sampai 110 meter berdasarkan jarak jangkauan access point UDP diperoleh rata-rata nilai yaitu throughput 32.04 Mbits/sec, delay (min 2.78ms, max 55.43ms, average 11.43ms), jitter 9.91 ms, dan packet loss 0%.

Kata kunci: QoS, Point to Point

ABSTRACT

The QoS (Quality of Services) parameter is the ability of a network to provide good service by providing throughput, delay, jitter, and packet loss. Measurement of QoS parameters (throughput, delay, jitter, and packet loss) and the process of configuring the ubiquiti nanostation with a point to point network on an autonomous car system are carried out to obtain the results and parameters to be obtained. Configuration results from the acquisition of point to point multihop data and acquisition based on the distance of the access point range obtained several results in the form of QoS parameter values. Parameter measurements from a distance of 0 meters to 110 meters based on the range of the TCP access point obtained an average value of throughput 34.61 Mbits/sec, delay (min 2.78ms, max 55.43ms, average 11.43ms), jitter 302.42 ms, and packet loss 0 %. Parameter measurements from a distance of 0 meters to 110 meters based on the range of the UDP access point obtained an average value of throughput 32.04 Mbits/sec, delay (min 2.78ms, max 55.43ms, average 11.43ms), jitter 9.91 ms, and packet loss 0 %.

Keywords: *QoS, Point to Point*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif terjadi sangat pesat, hal ini ditandai dengan meningkatnya jumlah kendaraan model baru yang dilengkapi dengan fitur canggih, salah satunya adalah mobil otonom. Mobil otonom adalah kendaraan tanpa pengemudi yang dapat melakukan perjalanan ke tujuan yang telah ditentukan tanpa memerlukan intervensi pengemudi manusia. Agar kendaraan otonom dapat mencapai tujuan tanpa pengemudi, maka sistem kendaraan otonom harus dapat mengenali kondisi lingkungan dan membangun jalur untuk mencapai tujuan berdasarkan informasi keadaan lingkungan. **(Aria, 2020).**

Jaringan *point to point* merupakan topologi jaringan yang menghubungkan dua perangkat secara langsung, topologi ini biasanya digunakan sebagai *backbone network*. Jaringan *point to point* adalah sebuah metode berbagi akses internet yang hanya mencakup dua lokasi saja. **(Arifin, 2017).** *Point to point* merupakan solusi untuk menghubungkan dua area yang berjauhan dengan menggunakan metode nirkabel sehingga akan lebih hemat tanpa penggunaan kabel yang banyak jika jarak yang harus ditempuh oleh kabel jauh **(Reyhan, 2021).**

Dalam melakukan konfigurasi dan perolehan data, memerlukan kualitas jaringan komputer yang baik sebagai penunjang untuk meningkatkan kinerja pengolahan data maupun saat bertukar informasi. *Quality of Services (QoS)* digunakan pada untuk mengetahui seberapa baik kualitas yang ada pada suatu jaringan dengan memastikan bahwa user mendapatkan layanan yang baik dari jaringan tersebut **(Fithriyansya, n.d.).** Parameter-parameter yang digunakan untuk mengontrol dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada penelitian ini yaitu *throughput, delay, jitter, dan packet loss* **(Pinem, 2014).**

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mengkaji sistem mobil otonom dengan menggunakan mobil *remote control* yang didalamnya terdapat beberapa sensor dan perangkat nirkabel. Hal yang paling penting pada mobil otonom tersebut yaitu sensor, mikrokontroler, dan perangkat nirkabel untuk interkoneksi sensor pada mobil *remote control* yang akan diintegrasikan pada jalur yang sudah ditetapkan. Konfigurasi *ubiquiti nanostation* dengan jaringan *point to point* diterapkan pada sistem mobil otonom sebagai media pengiriman data dari access point dan ke server. Dengan adanya topologi *point to point* maka data yang dapat diperoleh dan diukur berupa data pengujian jaringan *point to point*. Berdasarkan pemaparan masalah yang ada maka kajian ini bertujuan untuk memperoleh parameter *quality of services* yaitu *throughput, delay, jitter, dan packet loss* dan proses pengkonfigurasian *ubiquiti nanostation* pada jaringan *point to point* untuk mobil otonom.

2. LANDASAN TEORI DAN PERANCANGAN

2.1 Mobil Otonom

Mobil otonom adalah mobil yang memiliki kemampuan dalam menganalisis atau mengenali kondisi-kondisi yang ada di jalan yaitu dengan meletakkan serangkaian sensor yang tersebar di seluruh badan mobil. Beberapa kemampuan mobil otonom diantaranya dapat mendeteksi kendaraan dan mengestimasi jaraknya, dapat mendeteksi rambu lalu lintas, melakukan percepatan atau pengereman otomatis dan seterusnya, sehingga membuat mobil ini dapat

berkendara layaknya dikendalikan oleh manusia (**ANDI ASVIN MAHERSATILLAH SURADI, 2021**). Berikut Gambar 1 merupakan contoh mobil otonom.



Gambar 1. Gambaran Mobil Otonom (Agprianta, 2018)

2.2 Point to Point

Point to point merupakan kondisi sambungan dua node yang saling terhubung tanpa perantara atau tanpa melibatkan node lain. Jaringan *point to point* dapat menghubungkan dua jalur LAN melalui mode *bridge* tanpa melalui proses *routing* (**Duskarnaen & Nurfalih, 2017**). Metode berbagi akses internet yang hanya mencakup dua lokasi saja. ISP (*Internet Service Provider*) biasanya menggunakan topologi *point to point* untuk mendistribusikan akses internet POP (*Point of Presence*) ke pelanggan yang hanya menggunakan radio (**Adi Wibowo & Ristyo, n.d.**). Berikut Gambar 2 merupakan contoh jaringan *point to point*.



Gambar 2. Point to Point (Duskarnaen & Nurfalih, 2017)

2.3 Quality of Services (QoS)

Quality of Service adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Mekanisme *quality of services* adalah mempengaruhi setidaknya satu diantara empat parameter dasar *quality of services* yang telah ditentukan. *Quality of services* didesain untuk membantu *end user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan (**Aprianto Budiman et al., 2020**). Berikut merupakan parameter-parameter yang digunakan pada *quality of services*.

1. *Throughput*, *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Berikut Tabel 1 merupakan contoh kondisi *throughput*.

Tabel 1. Indeks QoS Throughput (Utami, 2020)

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Sangat Baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
Cukup	700-1200 kbps	2
Kurang Baik	338-700 kbps	1
Buruk	0-338 kbps	0

2. *Delay*, *Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, atau juga waktu proses yang lama. Berikut Tabel 2 merupakan contoh kondisi *delay*.

Tabel 2. Indeks QoS Delay (Utami, 2020)

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150-300 ms	3

Cukup	300-450 ms	2
Buruk	>450 ms	0

3. *Packet Loss*, *Packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket *IP* mencapai tujuannya. Berikut Tabel 3 merupakan contoh kondisi *packet loss*

Tabel 3. Indeks QoS Packet Loss (Utami, 2020)

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
Sangat Baik	0-2%	4
Baik	3-14%	3
Cukup	15-24%	2
Buruk	>25%	0

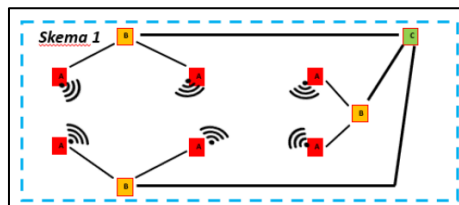
4. *Jitter*, *Jitter* diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan *jitter*. Berikut Tabel 4 merupakan contoh kondisi *jitter*

Tabel 4. Indeks QoS Jitter (Utami, 2020)

Kategori Jitter	Jitter	Indeks
Sangat Baik	0ms	4
Baik	0ms s/d 75ms	3
Cukup	75ms s/d 125ms	2
Buruk	125ms s/d 225ms	0

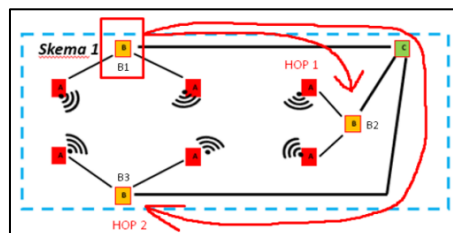
2.4 Perancangan jaringan *point to point multihop* mobil otonom

Perancangan infrastruktur telekomunikasi mobil otonom terdapat arsitektur sistem. Arsitektur ini merupakan sebuah perencanaan pada mobil otonom dengan memanfaatkan perangkat *ubiquiti* secara *point to point*. Berikut Gambar 3 merupakan jaringan *point to point* yang digunakan. Pada Gambar 3 terdapat 6 *access point* (A), 3 buah *station* (B) yang terhubung secara *wireless*. Setiap *station* (B) terhubung dengan *server* (C) secara *wired*.



Gambar 3. Jaringan *Point to Point*

Berikut Gambar 4 merupakan *skema point multihop* dimana terdapat 2 hop (loncatan) yaitu hop 1 dan hop 2. Skema *point multihop* ini terdapat station (B1, B2, B3), server (C), dan access point (A1, A2, A3, A4, A5, A6). Station B1 terhubung dengan access point A1 dan A2, Station B2 terhubung dengan access point A3 dan A4, Station B3 terhubung dengan access point A5 dan A6. Hop 1 adalah proses melakukan uji konektivitas (ping) dari station B1 ke station B2. Hop 2 adalah proses melakukan uji konektivitas dari station B1 ke station B3.



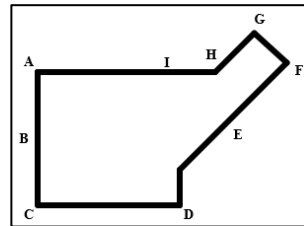
Gambar 4. Skema *Point Multihop*

2.6 Rute sistem mobil otonom

Rute sistem mobil otonom yang terdapat rute panjang dan rute pendek. Implementasi sistem mobil otonom ini dilakukan di outdoor yang berlokasi di LIPI. Berikut rute panjang dan rute pendek pada sistem mobil otonom.

1. Rute Panjang

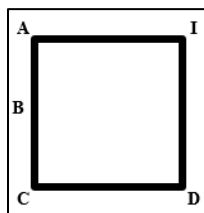
Rute panjang ini merupakan rute jalur sistem mobil otonom yang dilakukan di outdoor. Rute panjang ini memiliki jarak total yaitu 536 meter. Pada poin A,B,C,D,E,F,G,H, dan I digunakan sebagai koneksi *point to point ubiquiti nanostation*. Berikut Gambar 5 merupakan rute panjang dari jalur mobil otonom.



Gambar 5. Rute Panjang Jalur Mobil Otonom

2. Rute Pendek

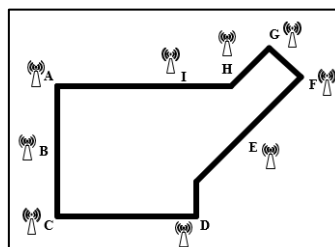
Rute pendek ini adalah rute jalur sistem mobil otonom yang dilakukan di outdoor yang merupakan bagian dari rute panjang. Rute pendek ini memiliki jarak total yaitu 400 meter. Pada poin A,B,C,D, dan I digunakan sebagai koneksi *point to point ubiquiti nanostation* dan *ac mesh*. Berikut Gambar 6 merupakan rute pendek dari jalur mobil otonom.



Gambar 6. Rute Pendek Jalur Mobil Otonom

2.7 Penempatan *access point* pada jalur sistem mobil otonom

Penempatan *access point* untuk sebuah jalur mobil otonom. Pada garis hitam ini digunakan untuk sebuah jalur mobil otonom yang saling terhubung oleh koneksi *point to point ubiquiti nanostation* dan *ac mesh*. Berikut Gambar 7 merupakan penempatan *access point* untuk jalur mobil otonom.



Gambar 7. Penempatan *Access Point* Untuk Jalur Mobil Otonom

3. PERANGKAT DAN METODE PENGAMBILAN DATA SERTA HASIL PENGUJIAN

3.1 Perangkat sistem mobil otonom

Sistem mobil otonom di rancang menggunakan mobil *remote control* yang didalamnya terdapat beberapa perangkat nirkabel. Konfigurasi *ubiquiti nanostation* dengan jaringan *point to point* pada sistem mobil otonom dilakukan agar data yang sudah terambil dengan jaringan topologi *point to point* dapat dikirim ke server. Dengan adanya topologi *point to point* maka data yang diperoleh dan diukur berupa data pengujian jaringan *point to point* dan perolehan parameter *QoS* (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*).

3.2 Metode perolehan data parameter *QoS* dan pengkonfigurasian *nanostation*

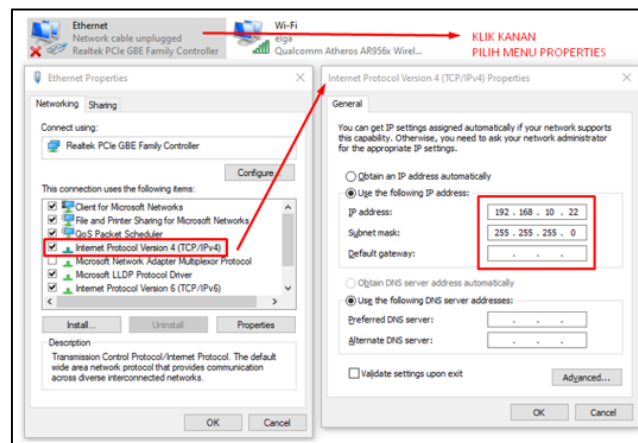
Pada metode perolehan data dilakukan pengkonfigurasian dan perolehan parameter *QoS*. Pada proses konfigurasi terdapat beberapa tahapan yaitu, tahap konfigurasi *nanostation* mode *access point* dan tahap konfigurasi *nanostation* mode *station*. *Nanostation* mode *access point* digunakan sebagai pemancar sinyal dan *nanostation* mode *station* digunakan sebagai penerima sinyal. Perolehan parameter *QoS* pada sistem mobil otonom telah memperoleh sejumlah data-data yang telah teruji dan diantaranya ada perolehan data jangkauan *point to point multihop*, perolehan berdasarkan jarak jangkauan *access point*.

3.3 Konfigurasi *nanostation* mode *access point*

Pada proses konfigurasi mode *access point* terdapat beberapa tahapan mulai dari tahap pengaturan *ip address* hingga pengaturan mode *access point* dan pengaturan *routing*. Konfigurasi *nanostation* mode *access point* dilakukan di komputer dan di *web browser google*. Berikut konfigurasi *nanostation* mode *access point*.

1. Penyiapan konfigurasi di komputer

Pada Gambar 8 merupakan konfigurasi untuk menghubungkan komputer dengan perangkat *nanostation*. Berikut tahapan-tahapan pengaturan *ip address* yaitu (1)membuka *Ethernet Properties* melalui menu *Open Network and Internet setting*. (2)memilih *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)*. (3)dibagian *General* dipilih menu *Use The Following Ip Address* dan memasukkan *Netmask* (192.168.10.22) dibagian *IP address*.

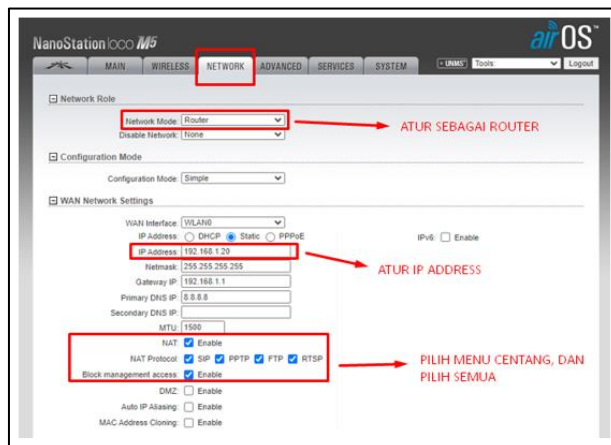


Gambar 8. Mengatur *Ip Address Nanostation Mode Access Point*

2. Penyiapan *ip address* melalui *web browser google*

Pada *web browser google*, *ip address nanostation* yaitu 192.168.10.1 diakses untuk masuk ke tahap *AirOS*. pada tahap *AirOS* dilakukan konfigurasi *network* untuk mengatur perangkat *nanostation*. Berikut tahapan-tahapan konfigurasi *network* pada *AirOS* yaitu (1)dibagian menu *network*, *network* mode atur sebagai *router*. (2)untuk *ip*

address dipilih menu *static*, lalu masukan *ip address*. (3) untuk bagian *NAT* pilih menu *enable*, untuk *NAT protocol* pilih menu *SIP*, *PPTP*, *FTP*, *RSTP*. (4) untuk *block management access* pilih menu *enable*. Berikut Gambar 9 merupakan konfigurasi *network* pada *AirOS*.



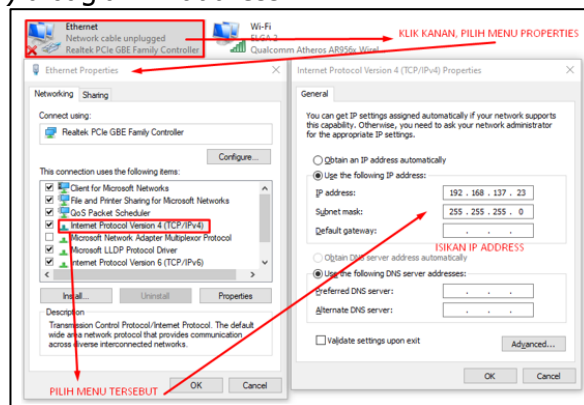
Gambar 9. Konfigurasi *Network* pada *AirOS* untuk Perangkat *Nanostation*

3.4 Konfigurasi *Nanostation Mode Station*

Pada konfigurasi *nanostation mode station* diperuntukan sebagai penerima sinyal dari perangkat *nanostation access point*. Berikut konfigurasi *nanostation mode station*.

1. Penyiapan konfigurasi di komputer

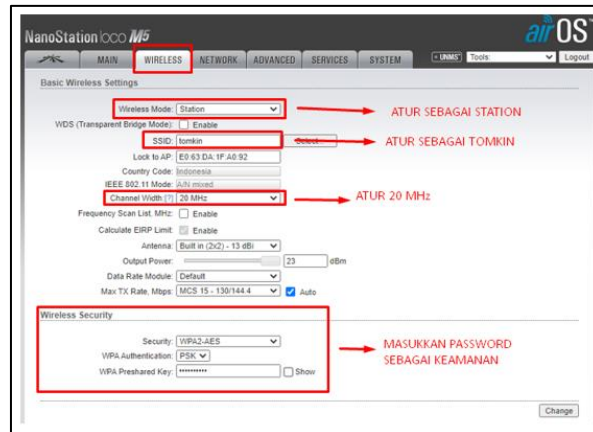
Pada Gambar 10 merupakan konfigurasi *ip address* komputer untuk menghubungkan komputer dengan perangkat *nanostation*. Berikut tahapan-tahapan konfigurasi *ip address* yaitu (1) membuka *Ethernet Properties* melalui menu *Open Network and Internet setting*. (2) memilih *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)*. (3) dibagian *General* dipilih menu *Use The Following Ip Address* dan memasukan *Netmask* (192.168.137.23) dibagian *IP address*.



Gambar 10. Mengatur *Ip Address Nanostation Mode Station*

2. Penyiapan *ip address* melalui *web browser google*

Pada *web browser google*, *ip address nanostation* yaitu 192.168.137.20 diakses untuk masuk ke tahap *AirOS*. pada tahap *AirOS* dilakukan konfigurasi *wireless* untuk mengatur perangkat *nanostation*. Berikut tahapan konfigurasi *wireless* pada *AirOS* (1) dibagian menu *wireless*, *wireless mode* atur sebagai *station* dan *setting* untuk *SSID* sebagai tomkin. (2) untuk *channel width* pilih 20 MHz karena sebagai syarat konfigurasi. (3) dibagian *wireless security*, untuk *security* atur sebagai keamanan. Berikut Gambar 11 merupakan konfigurasi *wireless* pada *AirOS*.



Gambar 11. Konfigurasi *Wireless* pada *AirOS* untuk Perangkat *Nanostation*

3.5 Pengukuran dan perolehan data parameter jaringan *point to point multihop*

A. Pengujian dan pengukuran data TCP dan UDP pada hop-2

Hasil pengujian konektivitas (*ping*) dan hasil pengukuran data TCP dan UDP hop-2 diperlihatkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.

```
C:\Users\User>Ping -n 100 192.168.137.1

Pinging 192.168.137.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.137.1: bytes=32 time=2ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.137.1:
    Packets: Sent = 100, Received = 100, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 7ms, Average = 3ms
```

Gambar 12. Perolehan Ping Hop-2

Perolehan data TCP hop-2 dan UDP hop-2 pada *point to point multihop*. Berikut Gambar 13 merupakan perolehan data TCP dan UDP hop 2-

Accepted connection from 192.168.137.71, port 54389					Accepted connection from 192.168.137.71, port 1184				
[S] local 192.168.137.1 port 5201 connected to 192.168.137.71 port 54390					[S] local 192.168.137.1 port 5201 connected to 192.168.137.71 port 64560				
[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth		[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter
[S]	0:00-1:00	sec 4.87 MBytes	40.7 Mbits/sec		[S]	0:00-1:00	sec 9.34 MBytes	78.3 Mbits/sec	0.113 ms
[S]	1:00-2:00	sec 4.84 MBytes	40.7 Mbits/sec		[S]	1:00-2:00	sec 11.4 MBytes	95.9 Mbits/sec	0.147 ms
[S]	2:00-3:00	sec 5.28 MBytes	44.1 Mbits/sec		[S]	2:00-3:00	sec 11.4 MBytes	95.8 Mbits/sec	0.222 ms
[S]	3:00-4:00	sec 5.36 MBytes	45.1 Mbits/sec		[S]	3:00-4:00	sec 11.4 MBytes	95.8 Mbits/sec	0.254 ms
[S]	4:00-5:00	sec 5.62 MBytes	47.1 Mbits/sec		[S]	4:00-5:00	sec 11.4 MBytes	95.7 Mbits/sec	0.212 ms
[S]	5:00-6:00	sec 5.96 MBytes	50.0 Mbits/sec		[S]	5:00-6:00	sec 11.4 MBytes	95.8 Mbits/sec	0.484 ms
[S]	6:00-7:00	sec 5.72 MBytes	48.0 Mbits/sec		[S]	6:00-7:00	sec 11.4 MBytes	95.9 Mbits/sec	0.462 ms
[S]	7:00-8:00	sec 5.54 MBytes	46.5 Mbits/sec		[S]	7:00-8:00	sec 11.4 MBytes	95.4 Mbits/sec	0.230 ms
[S]	8:00-9:00	sec 6.23 MBytes	52.3 Mbits/sec		[S]	8:00-9:00	sec 11.2 MBytes	93.7 Mbits/sec	0.594 ms
[S]	9:00-10:00	sec 5.42 MBytes	45.4 Mbits/sec		[S]	9:00-10:00	sec 11.4 MBytes	95.8 Mbits/sec	0.351 ms
[S]	10:00-10:05	sec 299 KBytes	51.3 Mbits/sec		[S]	10:00-10:07	sec 776 KBytes	94.9 Mbits/sec	0.148 ms
-----					-----				
[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth		[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter
[S]	0:00-10:05	sec 0.00 Bytes	0.00 bits/sec	sender	[S]	0:00-10:07	sec 0.00 Bytes	0.00 bits/sec	0.148 ms
[S]	0:00-10:05	sec 55.1 MBytes	46.0 Mbits/sec	receiver	[S]	0:00-10:07	sec 0.00 Bytes	0.00 bits/sec	0.14413 (0%)

Gambar 13. Perolehan Data TCP hop 2 dan UDP hop 2

B. Hasil pengukuran parameter *QoS*

Hasil perolehan parameter *QoS* (*throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*) berdasarkan pengukuran TCP dan UDP hop-2. Hasil pengukuran data TCP dan UDP pada *point to point multihop* berdasarkan parameter *quality of services*. Berikut Tabel 5 dan Tabel 6 merupakan hasil pengukuran TCP dan UDP *point to point multihop*.

Tabel 5. Parameter Hasil Pengukuran TCP Point To Point Multihop

Hop	Throughput (Mbps/sec)	Delay			Jitter	Packet Loss
		Min	Max	Average		
2	46.0Mbps/sec	2 ms	7 ms	3 ms	1,189798 ms	0%

Tabel 6. Parameter Hasil Pengukuran UDP Point To Point Multihop

Hop	Throughput (Mbps/sec)	Delay			Jitter	Packet Loss
		Min	Max	Average		
2	93,9Mbps/sec	2 ms	7 ms	3 ms	0.148 ms	0%

3.6 Pengukuran parameter berdasarkan jarak jangkauan *access point*

Pada pengukuran parameter berdasarkan jarak jangkauan *access point* dilakukan uji koneksi dari jarak 0 m hingga 110 m dengan kenaikan 5 m. Pada paparan ini disampaikan data pengukuran dari jarak yang diukur yaitu jarak 0 meter, 5 meter, 10 meter, dan 110 meter. Berikut merupakan pengujian *ping* dan perolehan data TCP dan UDP berdasarkan jarak jangkauan *access point*.

- A. Pengujian *ping* jangkauan *access point* dengan jarak 0 meter, 5 meter, 10 meter, dan 110 meter. Berikut Gambar 14 merupakan perolehan *ping*.

0 meter C:\Users\User>Ping -n 100 192.168.48.144 Pinging 192.168.48.144 with 32 bytes of data: Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=6ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=3ms TTL=128 Ping statistics for 192.168.48.144: Packets: Sent = 85, Received = 85, Lost = 0 (0% loss), Approximate round trip times in milli-seconds: Minimum = 3ms, Maximum = 14ms, Average = 5ms	5 meter C:\Users\User>Ping -n 50 192.168.48.144 Pinging 192.168.48.144 with 32 bytes of data: Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=6ms TTL=128 Ping statistics for 192.168.48.144: Packets: Sent = 50, Received = 50, Lost = 0 (0% loss), Approximate round trip times in milli-seconds: Minimum = 2ms, Maximum = 8ms, Average = 5ms
10 meter C:\Users\User>Ping -n 50 192.168.48.144 Pinging 192.168.48.144 with 32 bytes of data: Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=3ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=6ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=5ms TTL=128 Ping statistics for 192.168.48.144: Packets: Sent = 50, Received = 50, Lost = 0 (0% loss), Approximate round trip times in milli-seconds: Minimum = 3ms, Maximum = 8ms, Average = 5ms	110 meter C:\Users\User>Ping -n 20 192.168.48.144 Pinging 192.168.48.144 with 32 bytes of data: Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=3ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=7ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=4ms TTL=128 Reply from 192.168.48.144: bytes=32 time=3ms TTL=128 Ping statistics for 192.168.48.144: Packets: Sent = 20, Received = 20, Lost = 0 (0% loss), Approximate round trip times in milli-seconds: Minimum = 2ms, Maximum = 58ms, Average = 10ms

Gambar 14. Perolehan Ping berdasarkan Jarak Jangkauan Access Point

- B. Perolehan TCP dan UDP berdasarkan jarak jangkauan *access point* dengan jarak 0 meter. Berikut Gambar 15 merupakan perolehan TCP dan UDP jarak 0 meter.

0 m TCP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1337 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 1338 [ID] Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-1.00 sec 5.01 MBytes 41.9 Mbps/sec [5] 1.00-2.00 sec 5.35 MBytes 44.9 Mbps/sec [5] 2.00-3.00 sec 4.83 MBytes 40.6 Mbps/sec [5] 3.00-4.00 sec 5.28 MBytes 44.3 Mbps/sec [5] 4.00-5.00 sec 5.30 MBytes 44.4 Mbps/sec [5] 5.00-6.00 sec 4.77 MBytes 40.0 Mbps/sec [5] 6.00-7.00 sec 4.96 MBytes 41.6 Mbps/sec [5] 7.00-8.00 sec 4.39 MBytes 36.8 Mbps/sec [5] 8.00-9.00 sec 4.35 MBytes 36.5 Mbps/sec [5] 9.00-10.00 sec 4.18 MBytes 35.0 Mbps/sec [5] 10.00-10.04 sec 208 KBytes 45.5 Mbps/sec [ID] Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-10.04 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender [5] 0.00-10.04 sec 48.6 MBytes 40.6 Mbps/sec receiver	UDP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1353 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 1354 [ID] Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-1.00 sec 4.46 MBytes 37.4 Mbps/sec [5] 1.00-2.00 sec 4.82 MBytes 40.4 Mbps/sec [5] 2.00-3.00 sec 4.26 MBytes 35.7 Mbps/sec [5] 3.00-4.00 sec 4.30 MBytes 36.1 Mbps/sec [5] 4.00-5.00 sec 4.24 MBytes 35.5 Mbps/sec [5] 5.00-6.00 sec 4.53 MBytes 38.0 Mbps/sec [5] 6.00-7.00 sec 4.02 MBytes 33.7 Mbps/sec [5] 7.00-8.00 sec 4.12 MBytes 34.5 Mbps/sec [5] 8.00-9.00 sec 4.15 MBytes 34.8 Mbps/sec [5] 9.00-10.00 sec 3.90 MBytes 32.8 Mbps/sec [5] 10.00-10.06 sec 221 KBytes 33.1 Mbps/sec [ID] Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-10.06 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender [5] 0.00-10.06 sec 43.0 MBytes 35.9 Mbps/sec receiver
---	--

Gambar 15. Perolehan TCP dan UDP dengan Jarak 0 meter

- C. Perolehan TCP dan UDP berdasarkan jarak jangkauan *access point* dengan jarak 5 meter. Berikut Gambar 16 merupakan perolehan TCP dan UDP jarak 5 meter.

5m TCP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1534 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 1535 (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-1.00 sec 5.43 MBytes 45.6 Mbits/sec [5] 1.00-2.00 sec 6.22 MBytes 52.0 Mbits/sec [5] 2.00-3.00 sec 6.22 MBytes 52.4 Mbits/sec [5] 3.00-4.00 sec 6.03 MBytes 50.4 Mbits/sec [5] 4.00-5.00 sec 5.35 MBytes 45.1 Mbits/sec [5] 5.00-6.00 sec 6.16 MBytes 51.6 Mbits/sec [5] 6.00-7.00 sec 6.22 MBytes 52.1 Mbits/sec [5] 7.00-8.00 sec 6.19 MBytes 52.0 Mbits/sec [5] 8.00-9.00 sec 6.10 MBytes 51.3 Mbits/sec [5] 9.00-10.00 sec 5.85 MBytes 49.1 Mbits/sec [5] 10.00-10.06 sec 331 KBytes 47.4 Mbits/sec ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-10.06 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender [5] 0.00-10.06 sec 60.1 MBytes 50.1 Mbits/sec receiver	
UDP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1604 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 55404 (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-1.00 sec 4.96 MBytes 41.7 Mbits/sec 1.992 ms 0/637 (0%) [5] 1.00-2.00 sec 6.05 MBytes 50.8 Mbits/sec 1.761 ms 0/775 (0%) [5] 2.00-3.00 sec 6.16 MBytes 51.6 Mbits/sec 1.695 ms 0/788 (0%) [5] 3.00-4.00 sec 6.17 MBytes 51.6 Mbits/sec 1.823 ms 0/790 (0%) [5] 4.00-5.00 sec 6.09 MBytes 51.2 Mbits/sec 0.412 ms 0/779 (0%) [5] 5.00-6.00 sec 6.00 MBytes 50.2 Mbits/sec 1.315 ms 0/768 (0%) [5] 6.00-13.71 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec 1.315 ms 0/0 (0%) ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-13.71 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec 1.315 ms 0/4537 (0%)	

Gambar 16. Perolehan TCP dan UDP dengan Jarak 5 meter

- D. Perolehan TCP dan UDP berdasarkan jarak jangkauan *access point* dengan jarak 10 meter. Berikut Gambar 17 merupakan perolehan TCP dan UDP jarak 10 meter.

10m TCP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1647 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 1648 (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-1.00 sec 4.85 MBytes 40.6 Mbits/sec [5] 1.00-2.00 sec 5.13 MBytes 43.0 Mbits/sec [5] 2.00-3.00 sec 5.05 MBytes 42.4 Mbits/sec [5] 3.00-4.00 sec 5.03 MBytes 42.1 Mbits/sec [5] 4.00-5.00 sec 5.18 MBytes 43.4 Mbits/sec [5] 5.00-6.00 sec 5.21 MBytes 43.8 Mbits/sec [5] 6.00-7.00 sec 5.27 MBytes 44.1 Mbits/sec [5] 7.00-8.00 sec 5.17 MBytes 43.4 Mbits/sec [5] 8.00-9.00 sec 5.09 MBytes 42.6 Mbits/sec [5] 9.00-10.00 sec 4.93 MBytes 41.5 Mbits/sec [5] 10.00-10.05 sec 246 KBytes 40.6 Mbits/sec ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-10.05 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender [5] 0.00-10.05 sec 51.1 MBytes 42.7 Mbits/sec receiver	
UDP Accepted connection from 192.168.48.145, port 1662 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.145 port 50048 (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-1.00 sec 4.72 MBytes 39.5 Mbits/sec 1.770 ms 0/604 (0%) [5] 1.00-2.00 sec 5.74 MBytes 48.2 Mbits/sec 2.868 ms 0/735 (0%) [5] 2.00-3.00 sec 5.47 MBytes 45.7 Mbits/sec 1.963 ms 0/700 (0%) [5] 3.00-4.00 sec 5.70 MBytes 47.8 Mbits/sec 2.000 ms 0/729 (0%) [5] 4.00-5.00 sec 5.84 MBytes 49.1 Mbits/sec 0.601 ms 0/747 (0%) [5] 5.00-6.00 sec 5.85 MBytes 49.0 Mbits/sec 1.160 ms 0/749 (0%) [5] 6.00-7.00 sec 5.84 MBytes 49.0 Mbits/sec 1.106 ms 0/748 (0%) [5] 7.00-8.00 sec 5.79 MBytes 48.6 Mbits/sec 1.636 ms 0/741 (0%) [5] 8.00-9.00 sec 5.70 MBytes 47.8 Mbits/sec 1.467 ms 0/729 (0%) [5] 9.00-10.00 sec 5.80 MBytes 48.5 Mbits/sec 0.645 ms 0/742 (0%) [5] 10.00-10.05 sec 288 KBytes 47.8 Mbits/sec 1.053 ms 0/36 (0%) ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-10.05 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec 1.053 ms 0/7260 (0%)	

Gambar 17. Perolehan TCP dan UDP dengan Jarak 10 meter

- E. Perolehan TCP dan UDP berdasarkan jarak jangkauan *access point* dengan jarak 110 meter. Berikut Gambar 18 merupakan perolehan TCP dan UDP jarak 110 meter.

110m TCP Accepted connection from 192.168.48.165, port 3761 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.165 port 3762 (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-1.00 sec 1.06 MBytes 9.00 Mbits/sec [5] 1.00-2.00 sec 2.06 MBytes 17.4 Mbits/sec [5] 2.00-3.00 sec 2.35 MBytes 19.7 Mbits/sec [5] 3.00-4.00 sec 2.51 MBytes 21.0 Mbits/sec [5] 4.00-5.00 sec 2.54 MBytes 21.3 Mbits/sec [5] 5.00-6.00 sec 2.07 MBytes 17.3 Mbits/sec [5] 6.00-7.00 sec 2.34 MBytes 19.8 Mbits/sec [5] 7.00-8.00 sec 2.20 MBytes 18.4 Mbits/sec [5] 8.00-9.00 sec 1.52 MBytes 12.8 Mbits/sec [5] 9.00-10.00 sec 1.53 MBytes 12.8 Mbits/sec [5] 10.00-10.06 sec 90.1 KBytes 12.1 Mbits/sec ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth [5] 0.00-10.06 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender [5] 0.00-10.06 sec 20.3 MBytes 16.9 Mbits/sec receiver	
UDP Accepted connection from 192.168.48.165, port 3775 [5] local 192.168.48.144 port 5201 connected to 192.168.48.165 port 50902 (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-1.00 sec 1.75 MBytes 14.6 Mbits/sec 9.758 ms 0/224 (0%) [5] 1.00-2.00 sec 1.50 MBytes 12.4 Mbits/sec 4.783 ms 0/192 (0%) [5] 2.00-3.00 sec 1.016 KBytes 8.42 Mbits/sec 6.350 ms 1/128 (0.78%) [5] 3.00-4.00 sec 1.26 MBytes 10.5 Mbits/sec 13.292 ms 3/164 (1.8%) [5] 4.00-5.00 sec 1.18 MBytes 9.91 Mbits/sec 4.493 ms 0/151 (0%) [5] 5.00-6.00 sec 2.23 MBytes 18.7 Mbits/sec 7.187 ms 0/286 (0%) [5] 6.00-7.00 sec 2.11 MBytes 17.7 Mbits/sec 5.014 ms 0/270 (0%) [5] 7.00-8.00 sec 2.28 MBytes 19.1 Mbits/sec 7.658 ms 0/292 (0%) [5] 8.00-9.00 sec 2.11 MBytes 17.7 Mbits/sec 6.291 ms 0/270 (0%) [5] 9.00-10.00 sec 1.81 MBytes 15.2 Mbits/sec 9.361 ms 0/232 (0%) [5] 10.00-10.08 sec 232 KBytes 24.6 Mbits/sec 5.748 ms 0/29 (0%) ----- (ID) Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [5] 0.00-10.08 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec 5.748 ms 4/2238 (0.18%)	

Gambar 18. Perolehan TCP dan UDP dengan Jarak 110 meter

- F. Data TCP dan UDP yang sudah didapat dari hasil uji coba koneksi, kemudian diukur untuk mendapatkan data dari parameter *quality of services* berupa *throughput*, *delay* (*min,max,average*), *jitter*, dan *packet loss* sesuai yang sudah dikelompokkan berdasarkan jarak. Pada Tabel 7 dan Tabel 8 merupakan data hubungan jarak dengan kualitas transmisi yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk TCP dan UDP.

Tabel 7. Parameter Hasil Pengukuran TCP Pada Hubungan Jarak

Jarak	Throughput (Mbits/sec)	Delay			Jitter	Packet Loss
		Min	Max	Average		
0 meter	40,6 Mbits/sec	3 ms	14 ms	5 ms	2,5215686 ms	0%
5 meter	50,1 Mbits/sec	2 ms	8 ms	5 ms	1,8044898 ms	0%
10 meter	42,7 Mbits/sec	3 ms	8 ms	5 ms	1,924898 ms	0%

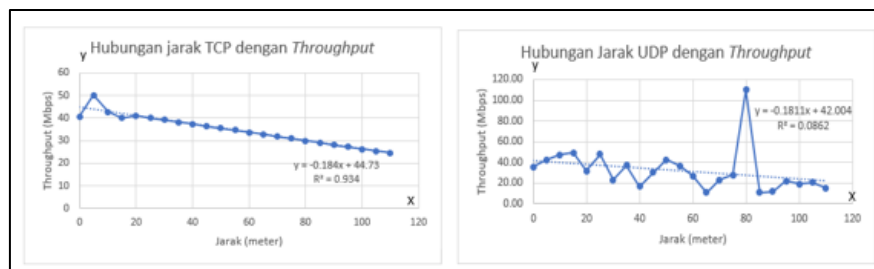
Jarak	Throughput (Mbits/sec)	Delay			Jitter	Packet Loss
		Min	Max	Average		
110 meter	24,49 Mbits/sec	2 ms	58 ms	10 ms	269,94737 ms	0%

Tabel 8. Parameter Hasil Pengukuran UDP Pada Hubungan Jarak

Jarak	Throughput (Mbits/sec)	Delay			Jitter	Packet Loss
		Min	Max	Average		
0 meter	35,64 Mbits/sec	3 ms	14 ms	5 ms	-	0%
5 meter	42,44 Mbits/sec	2 ms	8 ms	5 ms	1,315 ms	0%
10 meter	47,36 Mbits/sec	3 ms	8 ms	5 ms	1,053 ms	0%
110 meter	15,35 Mbits/sec	2 ms	58 ms	10 ms	5,748 ms	0,18%

G. Berdasarkan data hubungan jarak dengan kualitas transmisi TCP dan UDP, kemudian dikonversikan dalam bentuk grafik dan dikelompok berdasarkan kualitas transmisi seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

- a. Berikut Gambar 19 merupakan grafik hubungan jarak dengan kualitas transmisi TCP dan UDP dengan *throughput*.



Gambar 19. Grafik Kualitas Transmisi TCP dan UDP dengan *Throughput*

4. KESIMPULAN

Pada pengkajian ini telah dilakukan pengukuran parameter *QoS* pada jaringan *point to point*. Jaringan *point to point* yang dibentuk terdiri atas 1 buah server yang terhubung dengan 3 buah *station*, setiap *station* terhubung dengan 2 *access point*. Proses yang dilakukan meliputi konfigurasi *ip address* untuk *nanostation* mode *access point* dan *nanostation* mode *station*. Pengukuran parameter *QoS* meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* pada TCP dan UDP. Perolehan parameter berdasarkan *multihop* (hop-2) dan jarak jangkauan mulai dari 0 meter, 5 meter, 10 meter, sampai dengan 110 meter dengan kenaikan 5 meter. Pengukuran parameter *QoS* pada pengukuran TCP *point to point multihop* diperoleh *throughput* sebesar 46.0 Mbits/sec, *delay* (*min* 2ms, *max* 7ms, *average* 3ms), *jitter* 1.189798 ms, dan *packet loss* 0%. pada pengukuran UDP *point to point multihop* diperoleh *throughput* sebesar 93.91 Mbits/sec, *delay* (*min* 2ms, *max* 7ms, *average* 3ms), *jitter* 0.148 ms, dan *packet loss* 0%. Pengukuran parameter dari jarak 0 meter sampai 110 meter berdasarkan jarak jangkauan *access point* TCP diperoleh rata-rata nilai yaitu *throughput* 34.61 Mbits/sec, *delay* (*min* 2.78ms, *max* 55.43ms, *average* 11.43ms), *jitter* 302.42 ms, dan *packet loss* 0%. Pengukuran parameter dari jarak 0 meter sampai 110 meter berdasarkan jarak jangkauan *access point* UDP diperoleh

rata-rata nilai yaitu *throughput* 32.04 Mbits/sec, *delay* (*min* 2.78ms, *max* 55.43ms, *average* 11.43ms), *jitter* 9.91 ms, dan *packet loss* 0%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan kepada Bapak Galih Nugraha Nurkahfi, M.T, selaku pembimbing pada kajian ini juga atas dukungan sarana perangkat keras dan lunak serta jaringan yang disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Wibowo, & Ristyo. (n.d.). *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN WIRELESS POINT TO POINT UNTUK WARGA DESA TRIMODADI KEC ABUNG SELATAN*.
- Agprianta, D. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pengereman Otomatis Berbasis Fuzzy PID pada Prototipe Mobil Otonom ACePITS*.
- ANDI ASVIN MAHERSATILLAH SURADI. (2021). *HSV DALAM PENERAPAN MOBIL OTONOM*.
- Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, & Hamidillah Ajie. (2020). Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 4(2), 32–36. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.2.6>
- Aria, M. (2020). Algoritma Perencanaan Jalur Kendaraan Otonom berbasis Hibridisasi Algoritma BFS dan Path Smoothing. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 8(1), 13–22. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v8i1.3083>
- Arifin, M. A. S. (2017). Analisis Peningkatan Troughput Bandwidth Menggunakan Link Aggregation Untuk Jaringan Point To Point. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115.
- Duskarnaen, M. F., & Nurfalah, F. (2017). Analisis, Perancangan, Dan Implementasi Jaringan Wireless Point To Point Antara Kampus A Dan Kampus B Universitas Negeri Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 1(2), 134–141. <https://doi.org/10.21009/pinter.1.2.6>
- Fithriyansya, W. (n.d.). *Seminar Hasil Penelitian Vokasi*. 113–120.
- Pinem, R. S. L. dan M. (2014). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet di SMK Telkom Medan. *Singuda Ensikom*, 7(3), 1.
- Reyhan, N. (2021). *RANCANG BANGUN JARINGAN WIRELESS MENGGUNAKAN TEKNIK POINT TO POINT DENGAN PERHITUNGAN QOS (QUALITY OF SERVICE) DARI DESA PASIR RANDU KE DESA KEBON KOPI*.
- Utami, P. R. (2020). Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(2), 125–137. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i2.2723>