

IMPLEMENTASI DHCP SERVER DAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN MIKROTIK PADA SMP NEGERI 2 KOTA GAJAH

Nurun Nahdhoh¹, Arif Hidayat², Sudarmaji³

¹⁻³) Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Metro

Jalan Gatot Subroto No.100, Yosodadi, Metro Timur, Kota Metro
¹ nurannahdhoh24@gmail.com, ² androidarifhidayat@gmail.com,
³ majidarma5022@gmail.com

Abstrak : Internet SMP Negeri 2 Kota Gajah memiliki beberapa masalah seperti penyebaran alamat IP Address yang masih menggunakan cara manual dan konektivitas jaringan internet yang lama. Tujuan dari penelitian ini adalah implementasi DHCP server dan Manajemen Bandwidth menggunakan router mikrotik pada SMP Negeri 2 Kota Gajah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDLC (*Network Development Lifecycle*) dengan implementasi DHCP server dan konfigurasi manajemen bandwidth menggunakan metode *Simple Queue*. Hasil penelitian ini adalah telah diterapkannya mikrotik RB941-2ND sebagai implementasi *DHCP server* dan manajemen *bandwidth* pada SMP Negeri 2 Kota Gajah yang mampu mengelola *IP Address* secara otomatis, mencegah terjadinya *IP konflik* antar alamat komputer, dan mempermudah dalam mengelola *IP Address*. Selain itu, Semua pengguna dapat menggunakan jaringan *internet* dengan baik dan stabil karena adanya manajemen *bandwidth*. Kekurangan pada system jaringan ini adalah proses pengelolaan alamat *IP Address* sangat bergantung dengan *server* dan tidak memiliki *otorasi* atau validasi keaslian. Peneliti berharap bahwa pengembang maupun peneliti selanjutnya dapat memperbaiki kekurangan tersebut.

Kata Kunci : DHCP Server, Mikrotik, Manajemen Bandwidth, IP Address, Simple Queue

Abstract: *The internet at SMP Negeri 2 Kota Gajah has several problems such as the distribution of IP addresses which still use manual methods and old internet network connectivity. The aim of this research is to implement a DHCP server and bandwidth management using a Mikrotik router at SMP Negeri 2 Kota Gajah. The method used in this research is NDLC (Network Development Lifecycle) with the implementation of a DHCP server and bandwidth management configuration using the Simple Queue method. The result of this research is that the Mikrotik RB941-2ND has been implemented as an implementation of DHCP server and bandwidth management at SMP Negeri 2 Gajah City which is able to manage IP addresses automatically, prevent IP conflicts between computer addresses, and make it easier to manage IP addresses. In addition, all users can use the internet network properly and stably because of bandwidth management. The weakness of this network system is that the IP address management process is very dependent on the server and does not have authorization or validation of authenticity. Researchers hope that future developers and researchers can correct these weaknesses.*

Keywords: *DHCP Server, Mikrotik, Bandwidth Management, IP Address, Simple Queue*

PENDAHULUAN

SMP Negeri 2 Kota Gajah adalah Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang ada di kecamatan Kota Gajah, Lampung Tengah. Sekolah ini berdiri sejak tahun 1968, SMP Negeri 2 Kota Gajah memiliki fasilitas ruang belajar sebanyak 30 kelas dengan jumlah peserta didik 965 siswa. Sementara jumlah tenaga pendidik sebanyak 47 guru yang berstatus PNS, 9 guru honorer, dan 3 guru PPPK, dengan menyanggah tingkat akreditasi A, dan menggunakan kurikulum 2013 serta menerapkan sistem zonasi sekolah. SMP Negeri 2 Kota Gajah beralamatkan di Jln Sri Rahayu nomor 17 Kecamatan Kota Gajah Kabupaten Lampung Tengah, melalui pendidikan manusia belajar berbagai macam ilmu sehingga manusia mampu bertahan dalam derasnya masa yang terus maju dan berkembang, Ilmu juga menjadi sebuah sarana untuk menjalankan apa yang diperintahkan Allah kepada kita. Berdasarkan hasil wawancara dengan bapak Sudadi selaku operator SMP Negeri 2 Kota Gajah kegiatan belajar mengajar pada SMP Negeri 2 Kota Gajah sudah menggunakan internet dan computer. SMP Negeri 2 Kota Gajah menggunakan internet service provider Indihome yang memiliki kecepatan 50mbps. SMP Negeri 2 Kota Gajah memiliki 3 lab komputer, setiap lab masing-masing memiliki 40 komputer, namun pada penerapannya jaringan masih sederhana dimana semua penyebaran alamat IP Address yang masih menggunakan cara manual yaitu menyebarkan alamat IP address satu persatu ke perangkat atau biasa disebut penyebaran IP Address static. Masalah yang ditemui saat menyeting alamat IP Address beberapa kali kejadian memasukkan IP Address yang sama di berbeda komputer yang mengakibatkan tidak dapat terhubung ke jaringan. Jika

menggunakan DHCP server Mampu mendistribusikan alamat IP address secara otomatis.

Lalu ditemui juga masalah dalam penggunaan jaringan internet, lambatnya konektivitas jaringan internet ketika guru menggunakan jaringan secara bersamaan yang mengakibatkan sebagian pengguna tidak dapat mengakses internet, lalu pada saat UNBK yang dilakukan setahun sekali harus memfokuskan jaringan pada lab 1 saja sehingga mengakibatkan para guru/pengguna lain tidak bisa menggunakan jaringan internet sementara, jika tidak difokuskan pada lab 1 saja maka pengaruh dari jaringan internet ini akan sangat dirasakan pada saat melakukan sinkronisasi sebelum ujian apabila jaringan internet tersebut tidak stabil, proses sinkronisasi akan memakan waktu yang lebih lama oleh karena itu diperlukan manajemen Bandwidth yang baik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Implementasi DHCP server dan Manajemen Bandwidth menggunakan router mikrotik pada SMP Negeri 2 Kota Gajah.

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Implementasi

Menurut Mulyadi yang dikutip Febrianty (2021: 44) pengertian implementasi adalah:

Mengacu pada tindakan untuk mencapai tujuan-tujuan yang telah ditetapkan dalam suatu keputusan. Tindakan ini berusaha untuk mengubah keputusan-keputusan tersebut menjadi pola-pola operasional serta berusaha mencapai perubahan-perubahan besar atau kecil sebagaimana yang telah diputuskan sebelumnya. Implementasi pada hakikatnya juga merupakan upaya pemahaman apa yang seharusnya terjadi setelah program dilaksanakan.

Jaringan Komputer

“Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang menghubungkan dua node (komputer / device / virtual machine) atau lebih menggunakan media komunikasi berupa kabel (wire) atau tanpa kabel (wireless) sebagai perantara serta membutuhkan. protokol-protokol komunikasi untuk bisa saling berbagi sumber daya seperti software atau data maupun perangkat keras seperti printer dan media penyimpanan” (Simargolang, dkk., 2021:2).

Mikrotik

“Mikrotik adalah sebuah merek dari perangkat jaringan, pada awalnya Mikrotik hanyalah sebuah perangkat lunak atau software yang diinstal dalam komputer yang digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya saat ini telah menjadi sebuah perangkat yang sangat terjangkau harganya serta banyak digunakan pada level perusahaan jasa internet (ISP).” (Mustofa, T. A., dkk. 2019: 65).

Winbox

Winbox adalah sebuah *utility* yang digunakan untuk melakukan remote ke *server mikrotik* kita dalam *mode GUI*. Jika untuk mengkonfigurasi *mikrotik* dalam *text mode* melalui *PC* itu sendiri, maka untuk *mode GUI* yang menggunakan *winbox* ini kita mengkonfigurasi *mikrotik* melalui komputer *client*. Mengkonfigurasi *mikrotik* melalui *winbox* ini lebih banyak digunakan karena selain penggunaannya yang mudah kita juga tidak harus menghafal perintah-perintah *console*.” (Susianto, D. 2016: 2).

DHCP (Dynamically Host Controller Protocols)

“DHCP (Dynamically Host Controller Protocols) merupakan program lapisan aplikasi (application layer) menggunakan paradigma client server yang secara aktual men-support TCP/IP pada lapisan jaringan (network layer). DHCP telah dipergunakan secara luas di Internet dan sering disebut sebagai plug-and-play protocol. Seorang manajer jaringan dapat mengkonfigurasi

DHCP untuk memberikan IP Address yang sifatnya permanen maupun sementara.” (Larosa, F. G. N., 2016: 81).

TCP/IP

“TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) adalah standar komunikasi data yang digunakan oleh komunitas internet dalam proses tukar menukar data dari satu komputer ke komputer lain di dalam suatu jaringan. Prinsip pembagian lapisan pada TCP/IP menjadi protokol komunikasi data yang fleksibel dan dapat diterapkan dengan mudah di setiap jenis komputer dan antar-muka jaringan. Oleh karena sebagian besar isi kumpulan protokol ini tidak spesifik terhadap satu komputer atau peralatan jaringan tertentu.” (Wardoyo, dkk., 2014: 107).

IP Address

“IP Address (Internet Protocol Address) adalah metode pengalamatan pada jaringan komputer dengan memberikan sederet angka pada komputer (host), router atau peralatan jaringan lainnya. IP address sebenarnya bukan diberikan kepada komputer (host) atau router, melainkan pada interface jaringan dari host / router tersebut.” (Wardoyo, dkk., 2014: 107).

Manajemen Bandwidth

“Bandwidth Management System (BMS) adalah sebuah metode yang diterapkan untuk mengatur besarnya bandwidth yang akan digunakan oleh masing-masing user di sebuah jaringan sehingga penggunaan bandwidth akan terdistribusi secara merata. Ada beberapa metode yang dapat diterapkan untuk mengimplementasikan bandwidth management ini diantaranya melalui proxy server, QoS atau traffic shapping, atau pembatasan bandwidth atau limiter.” (Malik, A., dkk. 2017: 4).

Simple Queue

“Simple Queue adalah cara pelimitan dengan menggunakan pelimitan sederhana berdasarkan data rate. Simple

Queues juga merupakan cara termudah untuk melakukan manajemen bandwidth yang diterapkan pada jaringan skala kecil sampai menengah untuk mengatur pemakaian bandwidth upload dan download tiap user. Ini berarti bahwa antrian harus selalu dikonfigurasi pada interface keluar mengenai arus lalu lintas.” (Ilham, D. N., 2018).

Network Development Lifecycle (NDLC)

“Network Development Lifecycle (NDLC) merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengembangkan atau merancang topologi jaringan yang memungkinkan terjadinya pemantauan jaringan untuk mengetahui statistik dan kinerja jaringan dari analisis kinerja tersebut dapat dijadikan sebagai pertimbangan perubahan desain jaringan, baik desain jaringan yang bersifat fisik atau jaringan logis seperti skema routing, pengalamatan jaringan, prioritas lalu lintas data, keamanan dan manajemen.” (Ditama, s., dkk. 2018: 105).

METODE

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode NDLC (*Network Development Lifecycle*) yaitu suatu metode yang digunakan dalam mengembangkan atau merancang topologi jaringan yang memungkinkan terjadinya pemantauan jaringan untuk mengetahui statistik dan kinerja jaringan. Tahapan Network Development Lifecycle (NDLC) adalah Analisis, Perancangan, Simulasi, Implementasi, Monitoring, Manajemen. Adapun penelitian ini yang digunakan oleh penulis dalam teknik pengumpulan data ini yaitu:

Observasi

Adapun observasi yang dilakukan penulis untuk melakukan pengamatan secara langsung pada sistem jaringan yang berjalan yang kemudian dilakukan perancangan sesuai kebutuhan penulis.

Wawancara (Interview)

Adapun wawancara yang dilakukan penulis untuk mengetahui jaringan komputer dan

topologi jaringan yang ada di SMP Negeri 2 Kota Gajah dengan melakukan Tanya jawab dengan bapak junaidi selaku operator.

Dokumentasi (Dokumentation)

Adapun dokumentasi yang di dapat penulis di antaranya yaitu sejarah berdirinya SMP Negeri 2 Kota Gajah, struktur organisasi, topologi jaringan , foto lab, dan foto alat alat jaringan.

Studi Pustaka

Data penelitian yang memperoleh dari studi pustaka atau dokumen ilmiah ialah teori dasar mengenai definisi tentang implementasi DHCP Server.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dari implementasi DHCP Server dan manajemen Bandwidth dengan metode NDLC.

Analysis (Analisis)

Tahapan ini membahas proses analisis kebutuhan perancangan dan penerapan upaya Implementasi DHCP server dan manajemen Bandwidth pada SMP Negeri 2 Kota Gajah, DHCP server akan di Implementasi untuk 3 lab komputer, Lalu 3 ssid wifi untuk Guru, Tu, dan Waka kesiswaan. Dibawah ini adalah Tabel 1. Pembagian Bandwidth/

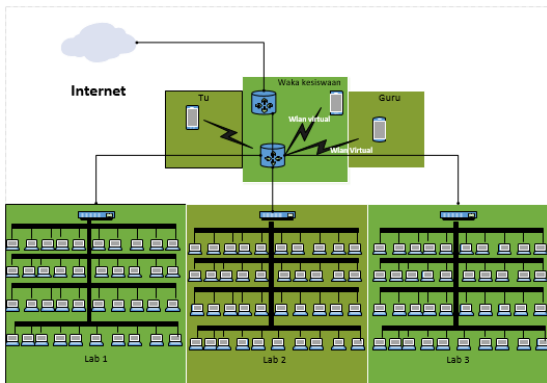
Tabel 1. Pembagian Bandwidth

No	Pengguna	Bandwidth
1	Lab 1	10mbps
2	Lab 2	10mbps
3	Lab 3	10mbps
4	Guru	5mbps
5	Waka kesiswaan	10mbps
6	Tu	5mbps

Design (Perencanaan)

Dalam perancangan infrastruktur atau topologi sistem jaringan internet di SMP Negeri 2 Kota Gajah, pada SMP Negeri 2 Kota Gajah mengunakan topologi star Karena topologi star mudah dalam

mendeteksi kerusakan pada jaringan. Selain itu jika ada kerusakan pada satu jaringan, jaringan yang lain tidak akan terkena dampaknya.

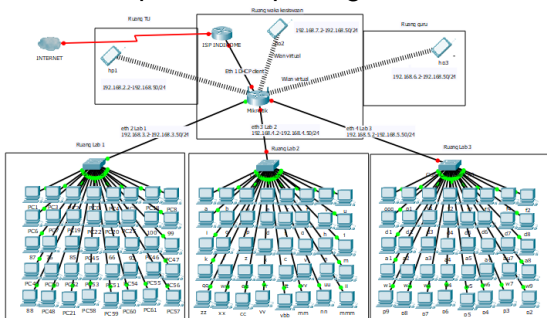


Gambar 1. Perancangan Topologi Jaringan

Simulation Prototyping

Aliran jaringan internet di dapat dari Router ISP Indihome kemudian Router mikrotik RB941-2nD menghubungkan melalui Eth1, Eth2 digunakan untuk Lab 1, Eth3 digunakan untuk Lab 2, eth4 digunakan untuk Lab 3, Kemudian Wlan1 digunakan untuk SSID TU, kemudian membuat 2 Wlan Virtual yang akan digunakan untuk SSID Guru dan SSID Waka kesiswaan.

Penulis menggunakan aplikasi cisco packet tracer sebagai simulasi jaringan internet dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Simulasi Menggunakan Cisco Packet Tracer

Implementation (Implementasi)

Dalam implementasi penulis akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan di desain sebelumnya, implementasi merupakan tahapan yang sangat menentukan dari berhasil atau gagalnya rencana yang akan dibangun.

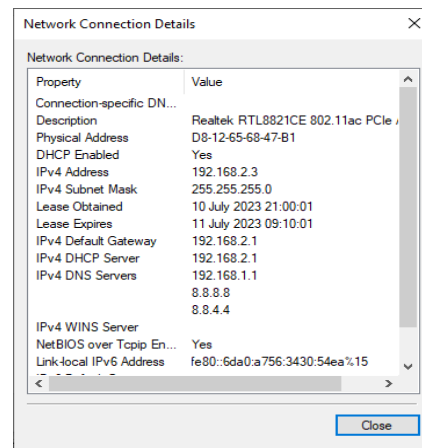
Pada tahapan ini, penulis akan menjelaskan tentang setting mikrotik menggunakan winbox dan percobaan sistem jaringan.

1. Konfigurasi Mikrotik

Dalam tahapan konfigurasi *mikrotik* penulis akan mengkonfigurasi *DHCP server* dan manajemen *Bandwidth*.

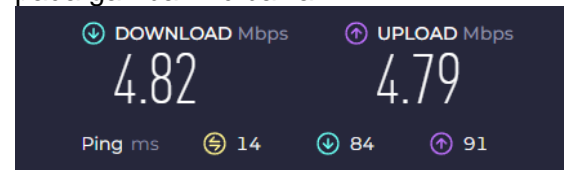
2. Hasil Konfigurasi Mikrotik

a) Setelah konfigurasi *Wlan* dengan *SSID Tu* maka *IP Address* yang didapatkan oleh *user* adalah 192.168.2.2 – 192.168.2.50 seperti pada gambar 3 dibawah ini.



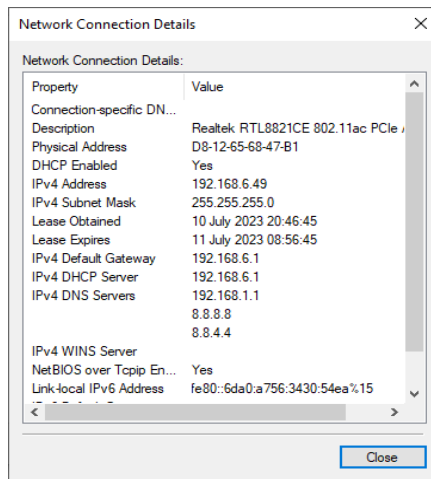
Gambar 3. Tampilan IP Address SSID TU

Test bandwidth untuk *user Wlan SSID TU* menggunakan *speedtest* yang ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



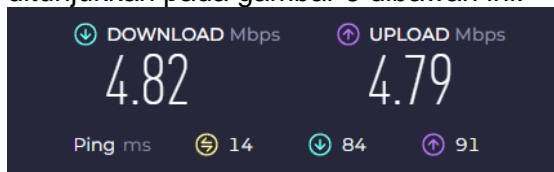
Gambar 4. Test Bandwidth User TU

b) Setelah konfigurasi *Wlan* dengan *SSID Guru* maka *IP Address* yang didapatkan oleh *user* adalah 192.168.6.2 – 192.168.6.50 seperti pada gambar 5 dibawah ini.



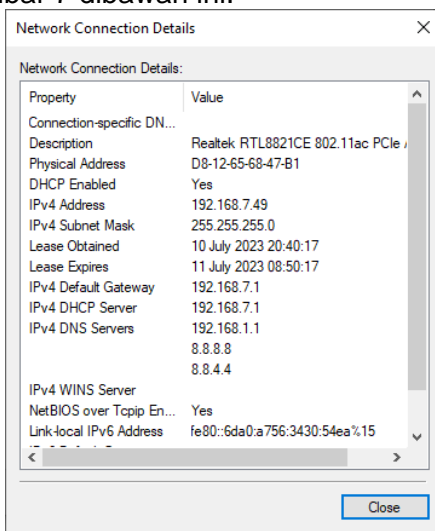
Gambar 5. Tampilan IP Address SSID Guru

Test bandwidth untuk user Wlan SSID Guru menggunakan speedtest yang ditunjukkan pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Test Bandwidth User Guru

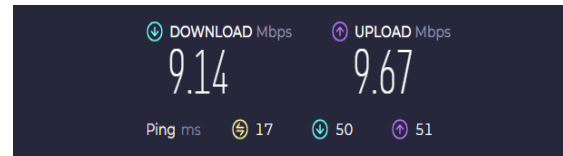
c) Setelah konfigurasi Wlan dengan SSID Waka kesiswaan maka IP Address yang didapatkan oleh user adalah 192.168.7.2 – 192.168.7.50 seperti pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan IP Address Waka Kesiswaan

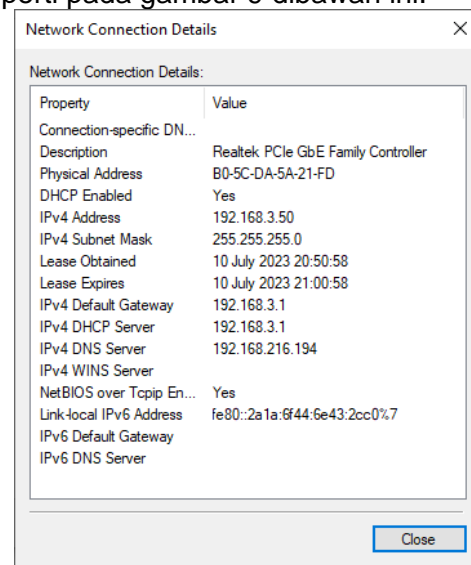
Test bandwidth untuk user Wlan SSID Waka Kesiswaan menggunakan speedtest

yang ditunjukkan pada gambar 6 dibawah ini.



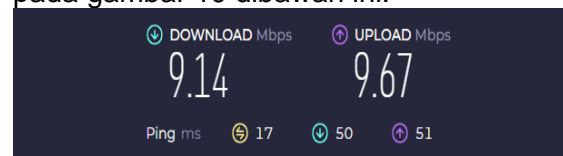
Gambar 8. Test Bandwidth User Waka Kesiswaan

d) Setelah konfigurasi Eth2 Lab 1 maka IP Address yang didapatkan oleh user adalah 192.168.3.2 – 192.168.3.50 seperti pada gambar 9 dibawah ini.



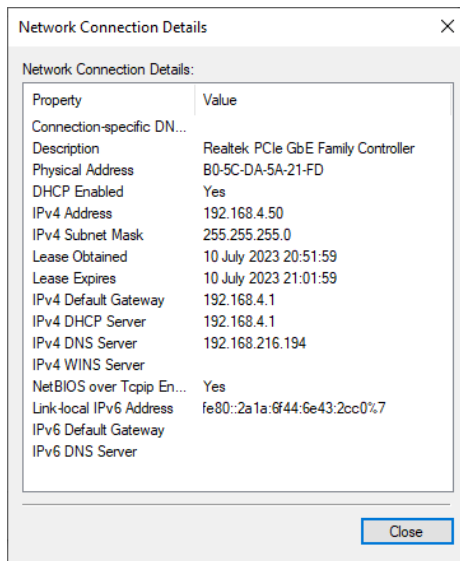
Gambar 9. Tampilan IP Address Eth2 Lab 1

Test bandwidth untuk user Eth2 Lab 1 menggunakan speedtest yang ditunjukkan pada gambar 10 dibawah ini.



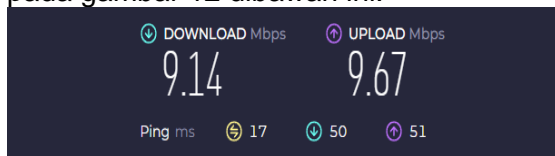
Gambar 10. Test Bandwidth User Eth2 Lab1

e) Setelah konfigurasi Eth3 Lab 2 maka IP Address yang didapatkan oleh user adalah 192.168.4.2 – 192.168.4.50 seperti pada gambar 11 dibawah ini.



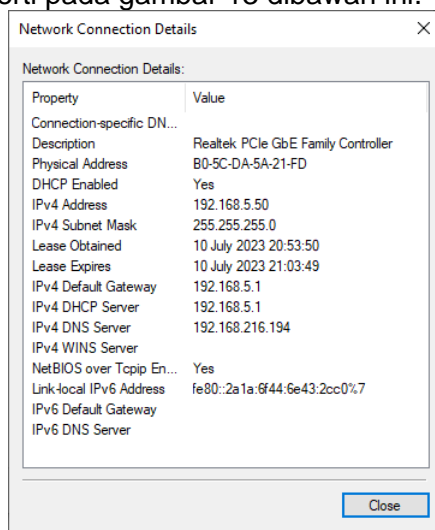
Gambar 11. Tampilan IP Address Eth3 Lab 2

Test bandwidth untuk user *Eth3 Lab 2* menggunakan speedtest yang ditunjukkan pada gambar 12 dibawah ini.



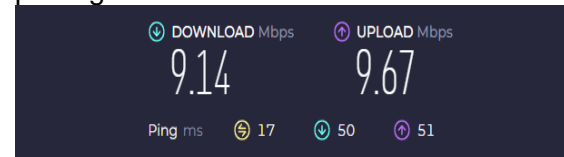
Gambar 12. Test Bandwidth User Eth3 Lab 2

f) Setelah konfigurasi Eth4 Lab 3 maka IP Address yang didapatkan oleh user adalah 192.168.5.2 – 192.168.5.50 seperti pada gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Tampilan IP Address Eth4 Lab 3

Test bandwidth untuk user *Eth3 Lab 2* menggunakan speedtest yang ditunjukkan pada gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Test Bandwidth User Eth4 Lab 3

Monitoring

Monitoring atau tahap pengujian sistem diperlukan pada sistem jaringan yang telah dirancang, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sudah memenuhi *spesifikasi* rancangan pada tahap awal *analysis*, maka diperlukan kegiatan *monitoring* atau pengujian.

Management

Tahap *management* atau perawatan sistem jaringan Tahap ini meliputi aktifitas perawatan sistem jaringan yang sudah dibangun dan sudah berjalan dengan baik. Perawatan sistem jaringan akan di kendalikan oleh admin jaringan SMP Negeri 2 Kota Gajah, *Management* konfigurasi jaringan dilakukan admin jaringan sehingga perangkat keras ataupun lunak yang digunakan jaringan SMP Negeri 2 Kota Gajah telah terkelola dengan baik. Hal tersebut dilakukan dengan *identifikasi*, konfigurasi ulang, pengoperasian, dan mematikan perangkat yang dikelola secara berkala.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian di SMP Negeri 2 Kota Gajah dan memahami permasalahan yang terjadi, maka penulis melakukan Implementasi DHCP server dan manajemen Bandwidth menggunakan router mikrotik pada SMP Negeri 2 Kota Gajah. Penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut. Telah diterapkannya mikrotik RB941-2ND sebagai Implementasi DHCP server dan manajemen bandwidth pada SMP Negeri 2 Kota Gajah. Dengan adanya DHCP server mampu mengelola IP Address secara

otomatis, mencegah terjadinya IP konflik antar alamat komputer, dan mempermudah dalam mengelola IP Address. Dengan adanya manajemen bandwidth dengan type Pcq maka akan membagi bandwidth secara merata kesejumlah pengguna yang aktif. Semua pengguna memperoleh bandwidth sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Semua pengguna dapat menggunakan jaringan internet dengan baik dan stabil karena adanya manajemen bandwidth. Adapun beberapa saran yang disampaikan oleh penulis berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pada sekolah dibutuhkan administrator jaringan yang bertugas untuk mengontrol sistem jaringan yang berjalan. Untuk lebih memaksimalkan layanan internet disekolah maka disarankan menambah kecepatan bandwidth. Diharapkan penelitian ini nantinya dapat dikembangkan oleh peneliti berikutnya terutama dalam hal keamanan jaringan

REFERENSI

- [1] Dzulfiquri, A., Sudarmaji., dan Hidayat, A. 2022. Implementasi Manajemen Bandwidth Dan Filtering Content Dengan Router Mikrotik Pada Smp Muhammadiyah 3 Metro. *jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer (JMIK)*. Vol. 3 No. 2 Edisi Oktober 2022. hal 324-331.
- [2] Ditama, s., dkk. 2018. Analisis Jaringan vlan Untuk Mengurangi Congestion & Broadcast Domain di Jaringan Local Area Network. *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 2(3), h. 105-111.
- [3] Febrianty. dkk. 2021. Monograf Pengukuran User Interface (UI) dan User Experience (UX). Edisi pertama. Pt Nasya Expanding Manajement. Jawa tengah.
- [4] Ilham, D. N., 2018. Implementasi Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwith Jaringan Komputer Di Politeknik Aceh Selatan. *Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*. 2(1), h. 44-50.
- [5] Larosa, F. G. N., 2016. Pemanfaatan Virtual Box Dalam Praktikum Administrasi Server Menggunakan Teknik Dhcp Pada Mikrotik Router Os. *Jurnal Methodik*. 2(1), h. 81-86.
- [6] Malik, A., dkk. 2017. Perbandingan Metode Simple Queues Dan Queues Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik (Studi Kasus: Pengadilan Tinggi Agama Kendari). *Jurnal Semantik*. 3(2), h. 4-7.
- [7] Mustofa, T. A., dkk. 2019. Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Wi-Fi Menggunakan Mikhmon Online Di Wisma Muslim Klitren Gondokusuman Yogyakarta. *Jurnal Jarkom*. 7(2), h. 66-76.
- [8] Simargolang, M. Y., dkk. 2021. Jaringan Komputer. Edisi pertama. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [9] Susianto, D. 2016. Implementasi Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Board Mikrotik. *Jurnal Cendikia*. 12(1), h. 2-6.
- [10] Wardoyo, S., dkk. 2014. Analisis Performa File Transport Protocol Pada Perbandingan Metode IPv4 murni, IPv6 murni dan Tunneling 6to4 Berbasis Router Mikrotik. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 3(2), h. 107-117.
- [11] Bani, A. U., dkk. 2022. *Jaringan Komputer*. Edisi pertama. Yayasan Kita Menulis. Medan.

- [12] Nuryanto, L. E., 2015. Konsep Subnetting Ip Address Untuk Efisiensi Internet. *Jurnal Polines*. 3(2), h. 71-73.
- [13] Cholifah, A. N., Yulianingsih., dan Sagita, S. M. 2018. Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android Dengan Teknologi Phonegap. *Jurnal String*, 3(2), h. 207-210.
- [14] Supriyadi. U. dan Wilyanti, S., 2021 *Panduan Jaringan Komputer*. Edisi pertama. Media Sains Indonesia. Bandung.
- [15] Hasrul Hasrul, A. M. L. 2020. Pengembangan Jaringan Wireless Menggunakan Mikrotik Router Os Rb750 Pada Pt. Amanah Finance Palu. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, 3(1), h.11–19.
- [16] [Muttaqin, dkk. 2022. *Teknologi Jaringan Komputer*. Edisi pertama. Yayasan Kita Menulis. Medan.