

MANAGEMENT BANDWIDTH PADA CCTV BERBASIS ROUTER MIKROTIK DI GEDUNG TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

A.R Walad Mahfuzhi, Bima Wibada Alsupana, Harry Witriyono, Agung Kharisma Hidayah

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Jalan Bali, Kampung Bali Bengkulu, Indonesia

Bimawibada20@gmail.com

ABSTRAK

Jaringan CCTV online di Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu saat ini masih menggunakan *Bandwidth* yang sama dengan pengguna Laboratorium Komputer. Hal ini menyebabkan kualitas gambar CCTV online menjadi tidak optimal *frame rate rendah* (Video yang padatah-patah), terutama saat jam perkuliahan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan manajemen *Bandwidth* pada jaringan CCTV online di Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu dengan menggunakan metode *Simple queue* pada router MikroTik. Metode *Simple queue* dipilih karena mudah dikonfigurasi dan efektif dalam membatasi *Bandwidth*. Data penelitian dikumpulkan melalui pengukuran kualitas gambar *record* CCTV online sebelum dan setelah penerapan manajemen *Bandwidth*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen *Bandwidth* dengan metode *Simple queue* dapat meningkatkan kualitas *record* CCTV online dan meminimalisir traffic jaringan pada DVR CCTV. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan *record* CCTV dengan *frame rate* rendah yang menjadi lebih bagus dan traffic jaringan pada DVR CCTV yang lebih stabil, terutama saat jam sibuk penggunaan jaringan, walaupun hasil yang diberikan belum terlihat maksimal. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam hal optimalisasi penggunaan *Bandwidth* pada jaringan CCTV online, sehingga kualitas gambar CCTV online dapat sedikit ditingkatkan.

Kata kunci : Mikrotik, *Bandwidth*, *Management*, CCTV, *Simple queue*

1. PENDAHULUAN

Universitas Muhammadiyah Bengkulu atau yang biasa disebut UM Bengkulu adalah salah satu universitas swasta yang berada di Provinsi Bengkulu. UM Bengkulu memiliki beberapa fakultas, diantaranya adalah Fakultas Teknik. Fakultas Teknik didirikan Pada tahun 2004, dengan Surat Keputusan Pendirian 3060/D/T/2004 yang diterbitkan oleh Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Bapak Satryo Soemantri Brojonegoro, didirikan program studi Teknik Informatika (S1) dan Sistem Informasi (S1). Fakultas Teknik memiliki Gedung perkuliahan (Gedung G). Gedung perkuliahan tersebut telah dilengkapi kamera pengawas atau CCTV.

CCTV (Closed Circuit Television) adalah sistem yang menggunakan satu atau lebih kamera video untuk merekam data video atau audio. CCTV mengacu pada penggunaan kamera video yang mengirimkan sinyal ke sejumlah monitor yang terbatas.[1] CCTV diletakkan pada area parkir, setiap lantai gedung perkuliahan dan ruang laboratorium komputer Fakultas Teknik. Dalam pengoprasian CCTV dilakukan secara offline dan online. Berdasarkan informasi dari operator CCTV, dalam pengoprasian CCTV secara online, *record* video yang dihasilkan berbentuk *frame rate* rendah (gambar yang patah-patah) dikarenakan kecepatan jaringan yang tidak stabil. Pengoperasian CCTV secara online memerlukan *bandwidth*. *Bandwidth* adalah kapasitas yang tersedia pada kabel ethernet untuk memungkinkan lalu lintas data dalam jumlah tertentu. *Bandwidth* internet juga dapat diartikan sebagai jumlah data yang ditransfer, diukur dalam bit per

second (bps). Oleh karena itu, *bandwidth* internet adalah kapasitas maksimum jalur komunikasi untuk mengirim dan menerima data dalam waktu yang diukur per detik.[2]

Dalam hal ini *Bandwidth* yang di alokasikan untuk pengoprasian CCTV secara online masih bersamaan dengan *Bandwidth* pengguna Laboratorium komputer. Dengan penggunaan *Bandwidth* yang bersamaan akan berdampak terhadap beban *Bandwidth* pada CCTV tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan manajemen *Bandwidth* agar meningkatkan kualitas *record* CCTV yang bertujuan meningkatkan monitoring keamanan di Gedung Teknik UM Bengkulu. Tujuan manajemen *bandwidth* adalah untuk mengoptimalkan kinerja jaringan sehingga performanya lebih dapat diandalkan. Tanpa manajemen *bandwidth*, banyak komputer bisa menggunakan internet secara tidak teratur, menyebabkan komputer lain tidak mendapatkan alokasi *bandwidth* yang adil.[3]

Manajemen *bandwidth* menggunakan metode *simple queue* berbasis Mikrotik. *Simple queue* sangat berguna untuk menstabilkan koneksi internet bagi setiap pengguna dalam sebuah perusahaan atau instansi, karena setiap pengguna mendapatkan alokasi *bandwidth* yang telah dibatasi secara otomatis oleh administrator jaringan[3].

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan, bahwa manajemen *Bandwidth* dengan menggunakan metode *simple queue* dapat digunakan untuk melakukan pengalokasian *Bandwidth* CCTV bersifat online. Dari uraian tersebut maka penulis mencoba mengangkat tema penelitian dengan judul

“Manajemen Bandwidth pada CCTV berbasis router mikrotik di Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu”. Dari judul tersebut diharapkan dapat membagi Bandwidth dengan baik untuk menghasilkan record CCTV yang bagus.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian terkait dengan judul “Penerapan Real-time CCTV sebagai sarana pelayanan monitoring masjid sekolahan menuju Smart- School Madrasah Kota” Jenis luaran berupa produk pemasangan dan instalasi Jaringan Telekomunikasi akan memiliki spesifikasi yakni Jaringan dan Modem CCTV dengan jaringan seluler 4G atau WiFi unlimited fiber optic, kecepatan akses 30 Mbps, kapasitas perangkat 25-30 users, serta tersedianya akses Internet Protocol television (IPTV) yang dapat mengakses pemantauan layar secara mobile, unwired dan diakses dimana saja (remote)[4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, kami memutuskan untuk memberikan batasan bandwidth sebesar 20 Mbps pada DVR untuk 13 CCTV online dalam penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk menghindari kekurangan bandwidth yang dapat terjadi karena kebutuhan bandwidth untuk upload saja bisa mencapai 997 kbps hingga 1041 kbps, sementara kebutuhan untuk download hanya mencapai 30 kbps hingga 40 kbps.

Penelitian ini membahas perbandingan antara metode simple queue dan queue tree. "Analisa perbandingan optimalisasi manajemen bandwidth Mikrotik menggunakan metode queue tree dan simple queue." Kedua metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Simple queue unggul dalam efisiensi waktu dan kemudahan manajemen bandwidth, tetapi kelemahannya adalah tidak dapat memanfaatkan bandwidth yang tidak terpakai. Sebaliknya, queue tree memiliki kelemahan dalam hal konfigurasi karena sangat rumit dan memerlukan pengetahuan yang lebih mendalam, namun kelebihannya adalah dapat memaksimalkan penggunaan bandwidth yang tidak terpakai[5].

Ada dua metode yang dapat digunakan dalam pembagian bandwidth, yaitu metode Simple queue dan Queue tree. Metode Simple queue cukup sederhana dalam konfigurasinya. Dengan metode ini, kita dapat mengalokasikan bandwidth khusus untuk ICMP (Internet Control Message Protocol), sehingga jika pemakaian bandwidth pada klien sudah penuh, ping time akan meningkat dan bahkan bisa menyebabkan Request Time Out (RTO). Metode kedua adalah Queue tree, yang memiliki konfigurasi yang lebih rumit. Keunggulannya adalah meskipun bandwidth pada klien penuh, ping time tetap dapat stabil[6].

Dari penelitian sebelumnya penulis memutuskan untuk menggunakan metode Simple queue. Selain dari keunggulan dalam konfigurasi yang lebih sederhana Simple queue unggul dalam efisiensi waktu. Faktor utama dalam manajemen bandwidth CCTV adalah

keamanan. Simple queue unggul dalam hal ketahanan terhadap Download Manager yang berusaha mengonsumsi bandwidth secara berlebihan. Ini memastikan sistem CCTV memiliki bandwidth yang cukup untuk beroperasi secara efektif. Namun, jika efisiensi bandwidth menjadi persyaratan kritis di masa depan, mungkin perlu mempertimbangkan Queue tree atau metode lainnya.

2.2. DLC (Network Development Life Cycle)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Network Development Life Cycle (NDLC). Metode ini mencakup pembuatan model konseptual, yang merupakan konsep terkait studi literatur dan membantu peneliti melihat masalah dari berbagai perspektif. Model konseptual juga membantu peneliti mengidentifikasi inti permasalahan dan menyediakan referensi untuk menyederhanakan masalah sehingga lebih mudah dipahami[4].

Metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) adalah salah satu pendekatan dalam pengembangan jaringan komputer. NDLC terdiri dari enam tahapan, yaitu: Analisis, Desain, Simulasi, Implementasi, Monitoring, dan Manajemen[7].

2.3. Mikrotik Routerboard

Routerboard (RB) adalah produk router dari Mikrotik yang dilengkapi dengan sistem operasi RouterOS. *Routerboard* berfungsi seperti PC mini terintegrasi, karena dalam satu board terdapat prosesor, RAM, ROM, dan memori flash. Mikrotik Routerboard menawarkan berbagai fitur lengkap, termasuk: Hotspot Server, Firewall, Routing, Web Proxy, DNS Server, DHCP Server, Manajemen Bandwidth, dan keamanan jaringan komputer[8].

2.4. Simple Queue

Simple queue adalah fitur pada RouterOS untuk manajemen bandwidth dalam jaringan yang sederhana. Dengan Simple queue, Anda tidak perlu melakukan klasifikasi dan penandaan paket. Hanya dengan satu baris konfigurasi queue, Anda dapat mengatur antrian untuk paket upload, download, atau keduanya secara bersamaan[9].

2.5. Management Bandwidth

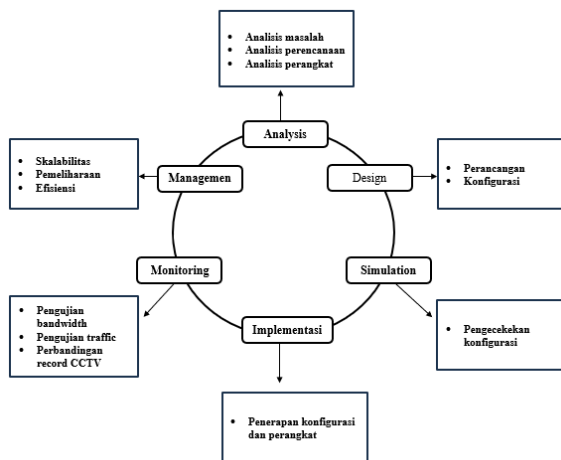
Manajemen bandwidth dapat diartikan sebagai proses pengukuran dan pengendalian aliran informasi dalam jaringan komputer untuk mencegah masalah seperti kemacetan dan penurunan performa. Manajemen bandwidth yang efektif harus mampu menetapkan dan menjaga aturan terkait ketersediaan koneksi, khususnya dalam hal akses internet[10].

3. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis menerapkan metode NDLC (Network Development Life Cycle).

Kerangka kerja penelitian ini membantu menyelesaikan penelitian dengan menggambarkan

langkah-langkah yang akan diambil selama proses penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Tahapan-tahapan dalam kerangka kerja penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada gambar.



Gambar 1. Metode NDLC

- Analisis**
Pada tahap ini peneliti melakukan analisis awal seperti analisis masalah, analisis perencanaan, analisis perangkat yang digunakan.
- Design**
Pada tahap *Design* peneliti akan membuat perubahan dan perancangan *design* topologi baru.
- Simulasi**
Simulasi, tahap selanjutnya setelah tahap design di tahap ini peneliti melakukan konfigurasi *simple queue* pada mikrotik.
- Implementasi**
Tahap ini mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk implementasi karena melibatkan penerapan seluruh rencana dan desain yang telah dibuat. Peneliti akan mengimplementasikan konfigurasi pada router Mikrotik ke objek yang diteliti.
- Monitoring**
Tahapan monitoring adalah langkah penting untuk memastikan bahwa jaringan berfungsi sesuai dengan keinginan dan tujuan yang ditetapkan pada tahap awal analisis. Pada tahap ini, kami akan menguji *bandwidth*, lalu lintas data, dan membandingkan kualitas hasil rekaman pada CCTV.
- Manajemen**
Pada tahap ini, salah satu perhatian khusus adalah masalah kebijakan, yang mencakup aktivitas, pemeliharaan, dan pengelolaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Masalah

Berdasarkan observasi lapangan yang dilakukan peneliti, diperoleh hasil bahwa saat ini jaringan CCTV pada Gedung Teknik UM Bengkulu masih belum termanajemen, dan *Bandwidth* yang di alokasikan untuk pengoprasian CCTV secara *online* masih bersamaan dengan *Bandwidth* pengguna laboratorium

komputer. Dalam hal ini membuat jaringan pada CCTV menjadi tidak stabil saat laboratorium digunakan.

4.2. Analisis Perencanaan

Manajemen *Bandwidth* jaringan CCTV dengan menggunakan metode *Simple queue* dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah stabilitas jaringan di Gedung Teknik UM Bengkulu. Jadi penelitian ini akan mengalokasikan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan device Mikrotik Routerboard RB941-2nD. Penerapan metode ini dapat meningkatkan kualitas video CCTV sehingga mendukung keamanan dan monitoring di gedung tersebut.

4.3. Analisis Perangkat

Berikut ini adalah beberapa contoh perangkat keras yang digunakan untuk menjalani penelitian ini. sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan software

No	Hardware	Type
1	RouterBoard	RB941-2 nd
2	Laptop	Lenovo ThingPad T14
3	Kabel LAN	UTP Cat 5e

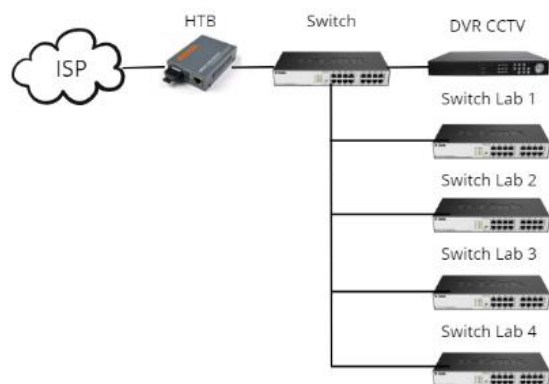
Pada rancangan penelitian ini, peneliti juga menggunakan beberapa perangkat lunak, sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan software

No	Software	Spesifikasi
1	Windows	Windows 11
2	Winbox	Versi 3.40
3	Mikrotik Router OS	Versi 6.49.10

4.4. Design

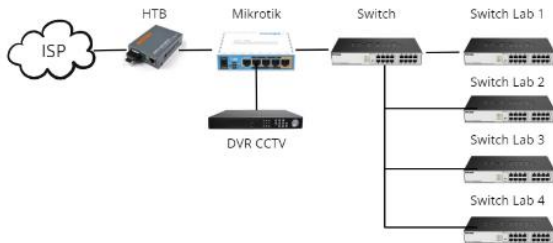
Pada tahap ini peneliti dapat merancang design yang akan diterapkan pada Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Berikut topologi jaringan terkini di Gedung Teknik UM Bengkulu, seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2. Topologi lama

Topologi baru melibatkan penambahan router Mikrotik untuk menerapkan metode *Simple queue* dan

melakukan manajemen *bandwidth*. Gambar di bawah menunjukkan bahwa topologi jaringan yang digunakan masih sama dengan yang sedang berjalan, namun dengan penambahan router Mikrotik RB941-2nD. Dalam topologi baru ini, kami akan memberikan alokasi *bandwidth* sebesar 20Mbps pada DVR.

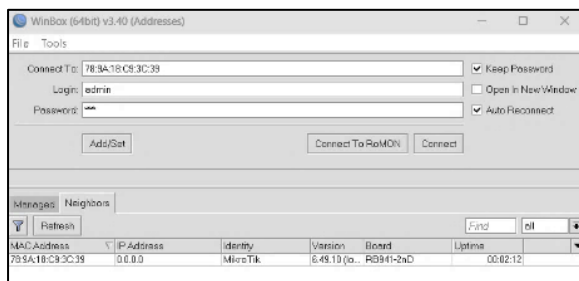


Gambar 3. Topologi baru

4.5. Simulasi

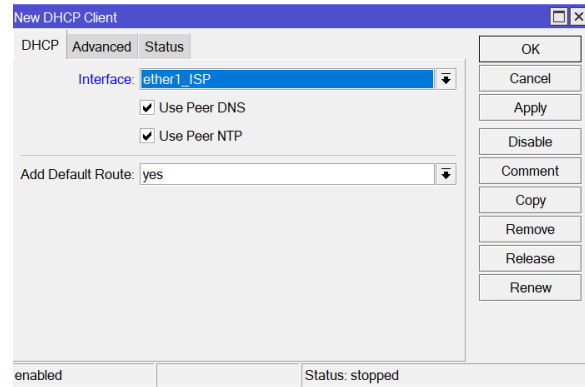
Tahap ini peneliti melakukan konfigurasi pada mikrotik RB941-2nd, berikut adalah cara konfigurasinya:

- Hubungkan mikrotik ke laptop dengan cara sambungkan kabel utp dari laptop ke port *ether2* mikrotik.
- Kedua, buka aplikasi Winbox dan klik pada MAC Address. Tampilan yang muncul adalah tampilan awal Winbox karena Mikrotik belum memiliki alamat IP. Selanjutnya, klik Connect untuk menghubungkan ke Mikrotik. Tampilan login Winbox dapat dilihat pada gambar.

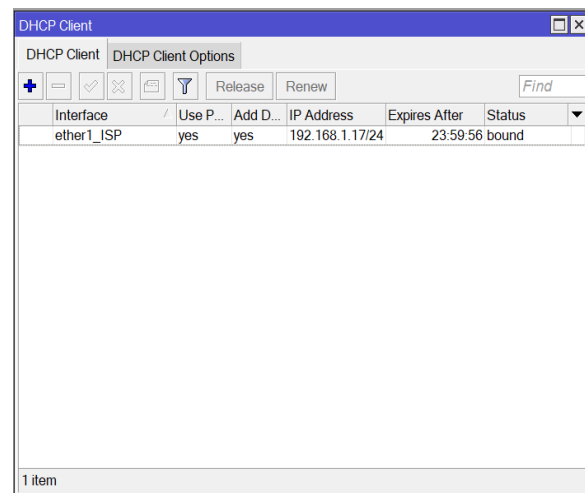


Gambar 4. Tampilan login winbox

- Selanjutnya, lakukan konfigurasi untuk mendapatkan akses internet dari ISP. Masuk ke tab IP>DHCP Client dan klik (+). Kemudian, atur interface menjadi *ether1_isp* (dalam kasus ini, sumber internet dari ISP terhubung ke port *ether1*), klik *Apply*, tunggu hingga statusnya menjadi bound, dan klik OK seperti yang ditunjukkan pada gambar.



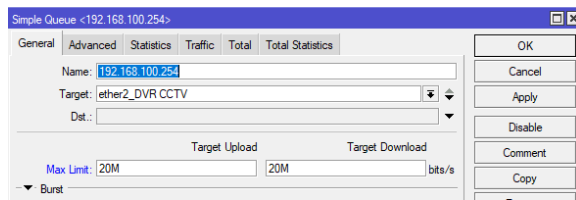
Gambar 5. Konfigurasi DHCP client



Gambar 6. Konfigurasi DHCP client

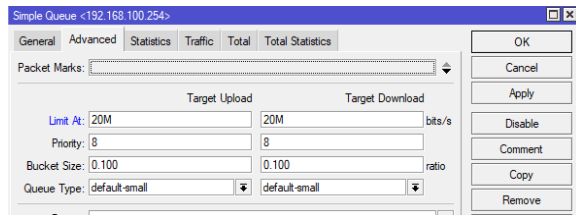
Dengan menggunakan DHCP Client, alamat IP, Subnet Mask, dan Gateway akan diberikan secara otomatis oleh server DHCP dalam jaringan. Jika statusnya "bound," itu berarti DHCP Client telah berhasil menerima alamat IP dari server DHCP. Alamat IP yang diterima adalah 192.168.1.17/24, yang menunjukkan bahwa 192.168.1.17 adalah alamat spesifik untuk perangkat tersebut.

- Selanjutnya konfigurasi *simple queue*. Di submenu Queues, klik pada "Simple queues". Akan terbuka jendela baru yang menampilkan daftar *Simple queues*. Klik tombol "+" yang ada di bagian atas jendela "Simple queues" untuk menambahkan *Simple queue* baru.
- Akan terbuka jendela "Simple queue". Pada jendela "Simple queue", isikan detail berikut:
 - Nama: Nama untuk *Simple queue* ini, misalnya "Client1".
 - Target: Pilih dropdown "Ether 2"
 - Max limit: Batas maksimum *Bandwidth* yang diizinkan. Isikan nilai untuk Upload 20Mbps dan Download 20Mbps.



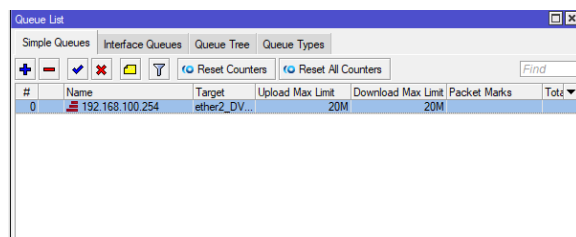
Gambar 7. Menu Genetal Simple queue

- f. Klik tab "Advanced" untuk mengatur prioritas dan limitasi lainnya. Isikan nilai untuk limit at 20Mbps Upload dan download 20Mbps. Lalu klik "Apply" dan "OK". Seperti pada Gambar.



Gambar 8. Menu Advanced Simple queue

- g. Berikut tampilan setelah proses konfigurasi simple queue berhasil, terlihat Pada ether2_DVR telah terlimit upload/download menjadi 20mbp.



Gambar 9. Menu Simple queue

4.6. Implementasi

Pada Tahap ini peneliti akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan dirancang. peneliti akan mengimplementasikan konfigurasi pada router mikrotik ke objek pada penelitian.



Gambar 10. Proses implementasi

4.7. Monitoring

Tahapan monitoring merupakan tahapan penting agar jaringan dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan pada tahap awal analisis. Pada tahap ini kami akan membandingkan kualitas hasil *record* dan *traffic bandwidth* pada CCTV sebelum di manajemen *bandwidth* dan sesudah di manajemen *bandwidth*. Pada tahap ini ada beberapa tahapan. Sebagai berikut:

4.8. Pengujian manajemen Bandwidth

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa mekanisme pembagian *bandwidth* yang dirancang pada jaringan berfungsi sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan. Pengujian *bandwidth* ini dilakukan pada port *ether 2*, seperti yang terlihat pada gambar.

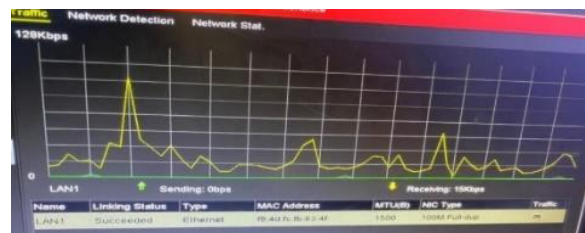


Gambar 11. Test speed

Terlihat pada gambar *test speed* hasil *download/upload* tidak melebihi dari limitasi yang telah di tentukan, menandakan bahwa *bandwidth* yang dikonfigurasi telah berhasil

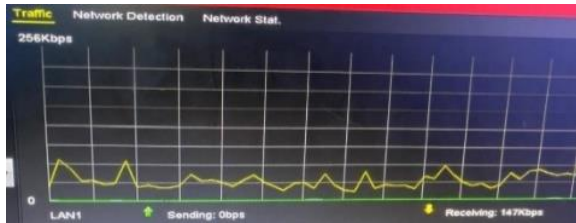
4.9. Perbandingan traffic

Berikut merupakan tampilan *traffic* sebelum melakukan manajemen *Bandwidth* pada DVR CCTV.



Gambar 12. Traffic lama DVR CCTV

Terlihat pada gambar 12 *traffic* yang diterima belum stabil dikarenakan belum ratanya pembagian *bandwidth* pada setiap jalur. Terlihat *bandwidth* yang diterima masih kecil dan tidak stabil yaitu di antar 15-128Kbps. Berikut merupakan tampilan *traffic* setelah melakukan manajemen *Bandwidth* pada DVR CCTV.



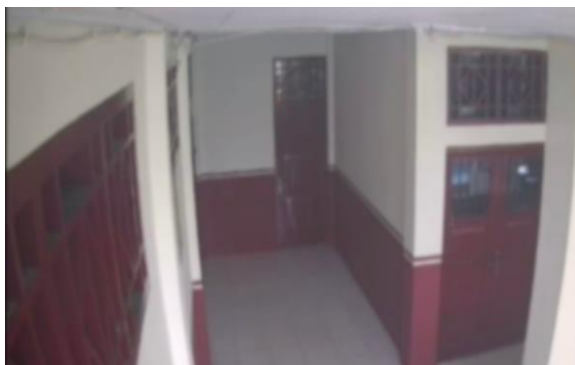
Gambar 13. Traffic baru DVR CCTV

Terlihat pada gambar 4.33 traffic yang diterima mengalami perubahan yang lebih stabil, dilihat pada gambar *bandwidth* yang di terima berkisar 256Kbps.

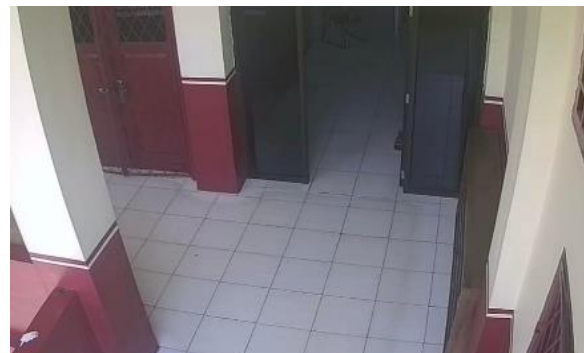
4.10. Perbandingan kualitas record CCTV

Berikut adalah sampel dari *record* CCTV sebelum dan sesudah terkonfigurasi *Simple queue* lama dan baru:

a. Hasil *record* lama

Gambar 14. Sempel *record* 1Gambar 15. Sempel *record* 2Gambar 16. Sempel *record* 3Gambar 17. Sempel *record* 4Gambar 18. Sempel *record* 5

b. Hasil *record* baru

Gambar 19. Sempel *record* 1Gambar 20. Sempel *record* 2



Gambar 20. Sempel record 3



Gambar 21. Sempel record 4



Gambar 22. Sempel record 5

4.11. Manajemen

Manajemen atau pengolahan dapat dilakukan dengan memantau perkembangan jaringan untuk memastikan apakah sudah sesuai dengan harapan. Beberapa bentuk manajemen yang dapat diterapkan antara lain sebagai berikut:

- Memastikan bahwa manajemen *bandwidth* yang telah diterapkan tetap aman dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.
- Memastikan bahwa manajemen *bandwidth* yang telah diterapkan tetap stabil dan mampu memberikan pelayanan yang optimal.
- Memastikan bahwa hasil rekaman pada CCTV menjadi lebih baik dibandingkan sebelumnya.

Hasil dari manajemen tersebut dibuktikan dari gambar-gambar di atas yang berjalan sesuai dengan tujuan analisis perencanaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan Penerapan manajemen Bandwidth dengan metode Simple queue pada router MikroTik terbukti dapat meningkatkan kualitas record CCTV online di Gedung Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran kualitas gambar yang menunjukkan perbandingan kualitas record CCTV. Metode Simple queue mudah dikonfigurasi dan diterapkan pada router MikroTik. Hal ini menjadikannya solusi yang praktis dan ekonomis untuk mengelola Bandwidth pada jaringan CCTV online. Penerapan manajemen Bandwidth tidak hanya meningkatkan kualitas gambar CCTV online, tetapi juga dapat membantu menjaga kelancaran jaringan secara keseluruhan. Dengan membatasi Bandwidth yang digunakan oleh CCTV online, Bandwidth yang tersedia untuk aplikasi lain di jaringan menjadi lebih optimal.

Berdasarkan hasil penelitian tentang *Management Bandwidth* pada CCTV Berbasis Router MikroTik di Gedung Teknik Universitas, berikut adalah saran untuk instansi dan penelitian selanjutnya. Disarankan bagi Universitas Muhammadiyah Bengkulu khususnya pada Gedung Teknik untuk meningkatkan device kamera CCTV dengan resolusi yang lebih tinggi, seperti 4K atau 8K, untuk mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik. Pastikan router MikroTik memiliki kemampuan untuk mendukung *Bandwidth* yang lebih tinggi yang dibutuhkan oleh kamera CCTV resolusi tinggi. Guna meningkatkan manajemen *Bandwidth* pada jaringan Gedung Teknik Universitas UM Bengkulu disarankan untuk menambahkan router MikroTik. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan router dalam memproses traffic data dan menjalankan aplikasi manajemen *Bandwidth* dengan lebih optimal. Lakukan evaluasi biaya dan manfaat untuk mengetahui biaya yang diperlukan untuk upgrade perangkat dan implementasi solusi manajemen *Bandwidth* yang lebih canggih. Bandingkan biaya tersebut dengan manfaat yang diperoleh dalam bentuk peningkatan kualitas gambar CCTV dan optimasi penggunaan *Bandwidth*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. G. O. W. Putra dan I. K. N. Adi Jaya, "Implementasi Bandwidth Management Menggunakan Mikrotik Router Os (Studi Kasus Di Pt. Rejeki Maha Bumi Lestari)," *RESI J. Ris. Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–9, 2022, doi: 10.32795/resi.v1i1.2936.
- [2] A. C. Nurcahyo, L. Firgia, dan Y. Mustaqim, "Implementasi dan Analisis Metode Hierarchical Token Bucket pada Manajemen Bandwidth Jaringan (Studi Kasus : Jaringan Rektorat Institut Shanti Bhuana)," *J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 2, hal. 41–49, 2021, doi: 10.46229/jifotech.v1i2.200.

- [3] M. Arya Darmawan, I. Fitri, dan A. Iskandar, "Manajemen Bandwidth Pada Mikrotik Dengan Limitasi Bertingkat Menggunakan Metode Simple Queue Bandwidth Management on Mikrotik With Multilevel Limitations Using the Simple Queue Method," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, hal. 270–280, 2020.
- [4] C. Prihantoro, A. K. Hidayah, dan S. Fernandez, "Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu," *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 13, no. 2, hal. 81, 2021, doi: 10.46964/justti.v13i2.750.
- [5] M. Erzal Arighi Damopolii, S. Raharjo, dan J. Triyono, "Analisa Perbandingan Optimalisasi Manajemen Bandwidth Mikrotik Menggunakan Metode Queue Tree dan Metode Simple Queue (Studi Kasus Asrama Bogani Yogyakarta Ratmakan GM 1/693)," *Jarkom*, vol. 09, no. 01, hal. 21–29, 2021.
- [6] H. Vernando, I. Dwi Mumpuni, dan D. W. Widarti, "Manajemen Bandwidth Jaringan menggunakan Queue Tree dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ) Program Studi S1-Teknologi Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita 2 Program D3-Sistem Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita 1," vol. 2, hal. 24–38, 2024.
- [7] Y. Saputra Wanggi, F. Hariadi, K. Wira, dan W. Sumba, "Management Bandwidth Jaringan Komputer Di Puskesmas Rambangaru Menggunakan Hotspot Mikrotik," *CONTAR J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, hal. 17–22, 2023.
- [8] A. Rosano dan D. Sudaradjat, "Rancangan Power Management Dengan Metode NDLC Berdasarkan Standar TIA -942 Tier 1 pada Unit Pusat Data PT . BPR Artha Sejahtera," vol. 8, no. April, hal. 452–463, 2024.
- [9] Stephanie P. Adithama, M. Maslim, dan J. A. M. Nugraha, "Perancangan Blueprint dan Pembangunan Jaringan Komputer Gereja Brayat Minulya Yogyakarta," *GIAT Teknol. untuk Masy.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–11, 2022, doi: 10.24002/giat.v1i1.5844.
- [10] A. Wijoyo, I. C. Firdaus, dan ..., "Pengenalan Dasar Mikrotik Siswa/I Tkj Smk Yadika 5," *AMMA J. ...*, vol. 2, no. 2, hal. 155–161, 2023.