

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE
PCQ-QUEUE TREE PADA *ROUTER MIKROTIK* DI PLASA TELKOM
BEUREUNUEN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD KHATAMI

NIM. 180212037

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/ 1444 H**

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN METODE
PCQ-QUEUE TREE PADA *ROUTER MIKROTIK* DI PLASA TELKOM
BEUREUNUEN**

Oleh :

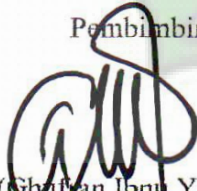
MUHAMMAD KHATAMI

NIM. 180212037

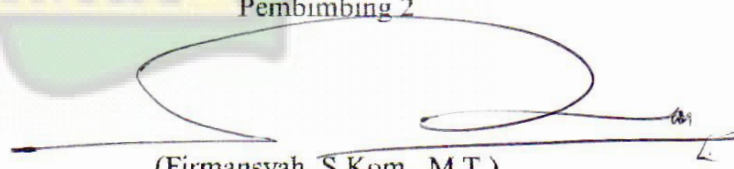
**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi**

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1


(Ghafar Ibnu Yasa, M.T)
NIP. 198409262004031005

Pembimbing 2


(Firmansyah, S.Kom., M.T)
NIP.198704212015031002

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE
PCQ-QUEUE TREE PADA ROUTER MIKROTIK DI PLASA TELKOM
BEUREUNUEN**

SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Tarbiyah dan
Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus serta diterima
sebagai salah satu beban studi Program Sarjana (S-1) dalam Pendidikan Teknologi

Informasi

Pada:

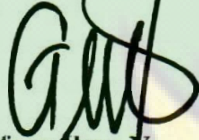
Selasa, 11 juli 2023

23 Dzulhijjah 1444 H

Darussalam – Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua



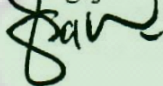
Ghufran Ibnu Yasa, M.T
NIP. 198409262004031005

Sekretaris



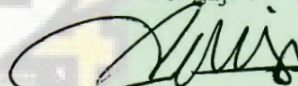
Firmansyah, S.Kom., M.T
NIP.198704212015031002

Penguji 1



Mira Maisura, M.Sc
NIP.198605272019032011

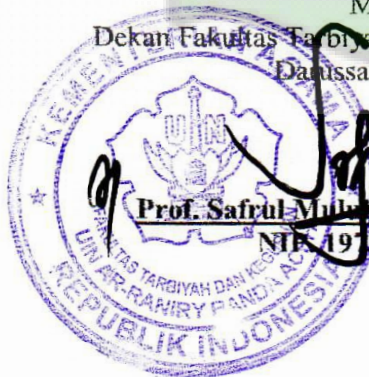
Penguji 2



Aulia Syarif Aziz, S.Kom., M.Sc
NIP. 199305212022031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam, Banda Aceh



Prof. Safrul Mulya, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D
NIP. 197301021997031003



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Khatami

NIM : 180212037

Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi

Fakultas •: Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Pcq-Queue Tree* Pada Router *Mikrotik* Di Plasa Telkom Beureunuen

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiat terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 10 Juni 2023

Yang menyatakan



Muhammad Khatami

NIM. 180212037

ABSTRAK

Nama : Muhammad Khatami
NIM : 180212037
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Teknologi Informasi
Judul : Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Pcq-Queue Tree* Pada Router *Mikrotik* Di Plasa Telkom Beureunuen
Bidang Peminatan : Teknik Komputer Jaringan
Jumlah Halaman : 76
Pembimbing I : Ghufran Ibnu Yasa M.
Pembimbing II : Firmansyah, S.T, M. Kom
Kata Kunci : *Bandwidth, Pcq-Queue Tree, Quality of Service (QoS), Mikrotik*

Jaringan internet merupakan komponen dari bidang komunikasi serta teknologi informasi, yang berada didalam jaringan. Berdasarkan observasi awal di Plasa Telkom Beureunuen, bahwasanya terdapat gangguan pada saat berlansungnya jam kerja, terjadinya jaringan yang terbuka luas untuk pengguna lain sehingga menyebabkan proses kerja karyawan sangat terganggu oleh hal yang demikian, untuk itu implementasi manajemen *bandwidth* di Plasa Telkom Beureunuen penting dimanajemenkan dengan *router mikrotik* sehingga jaringan internet dapat mempermudah pekerjaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *PCQ-Queue Tree* di Plasa Telkom Beureunuen dan Mendapatkan hasil pengujian parameter *Quality of Service (QoS) delay* dan *throughput*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi menggunakan metode *PCQ-Queue Tree* pada mikrotik di Plasa Telkom Beureunuen mendapatkan jaringan yang stabil dan setiap client yang masuk ke dalam jaringan Plasa Telkom Beureunuen akan otomatis terlimit sesuai dengan pembagian *bandwidth* yang telah di tetapkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur diucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmatNya sehingga Skripsi ini dapat tersusun sampai dengan selesai. Tidak lupa kami mengucapkan terimakasih terhadap bantuan dari pihak yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik pikiran maupun materinya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

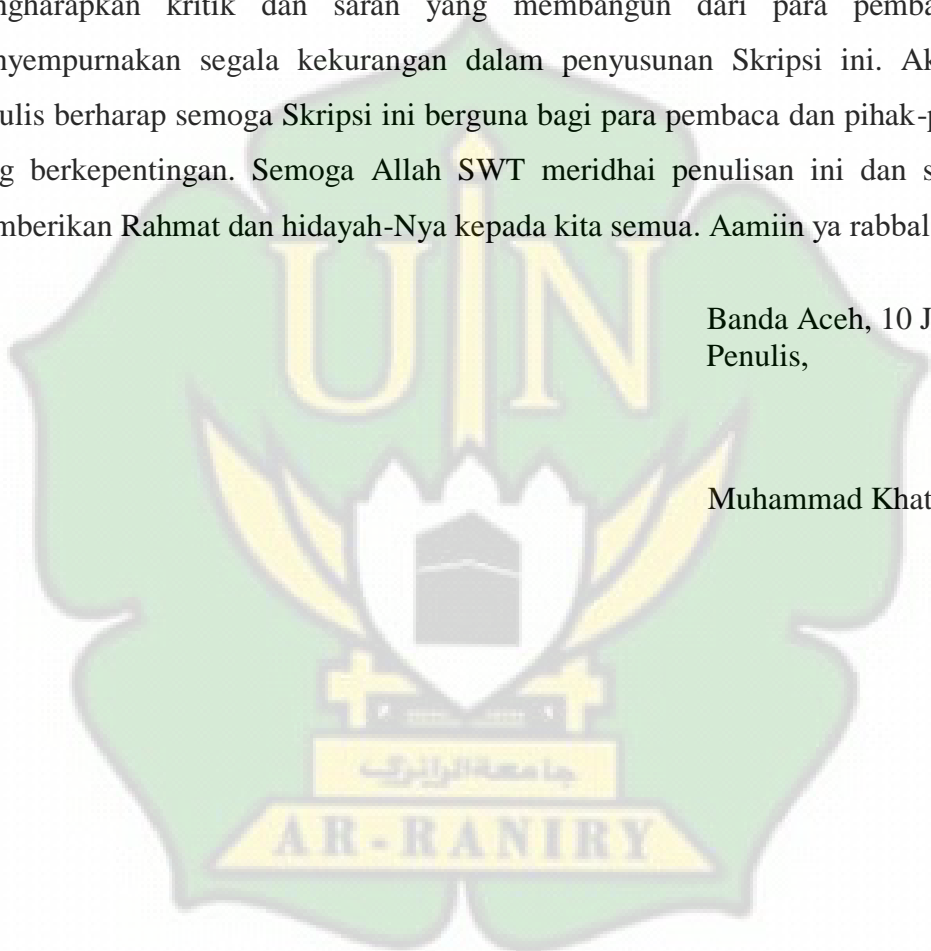
1. Ayahanda Suryadi, Ibunda tercinta Indria Sari, S.Pd, saudara-saudari saya Fakhriyan, Anis Haraky, Raji Izzulhaq, dan Najma Humaira, yang mana seluruhnya terus memberikan semangat serta doa terbaik, motivasi dan dorongan secara moril dan materil selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Mira Maisura selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi atas kesempatan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi yang diperlukan selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ghufran Ibnu Yasa M.T selaku Dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya dan mencurahkan pemikirannya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Firmansyah, S.T, M. Kom. Selaku Dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya dan mencurahkan pemikirannya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen program studi Pendidikan Teknologi Informasi yang telah mendidik dan memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
6. Terima kasih kepada sahabat penulis Ego Vanhanas Saputra, Muhammad Tanwir, Teuku Ikhwanul Akbar, May Ikhsan Ramadhan, Darul Fata, Azqal Azkiya, Teuku Rian Zunuanis, Mohd Aidil Rizky, Ikhsanul Baihaqi, Ikhwan

Nusufa, Irfan Rahda Saputra, Safrizal, Rizaullah, Akhyar Arifin, Muhammad Arif AB, Rizky Gebrina.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan Skripsi ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan Rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal 'alamin.

Banda Aceh, 10 Juni 2023
Penulis,

Muhammad Khatami



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGSAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	.1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Penelitian Terdahulu.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Jaringan LAN	7
2.2 Jaringan Wireless.....	8
2.3 Metode <i>PCQ-Queue Tree</i>	9
2.4 Parameter <i>Quality of Service (QoS)</i>	11
2.5 <i>Mikrotik</i>	13
2.6 <i>Access Point</i>	13
2.7 <i>Winbox</i>	13
2.8 <i>Wireshark</i>	14

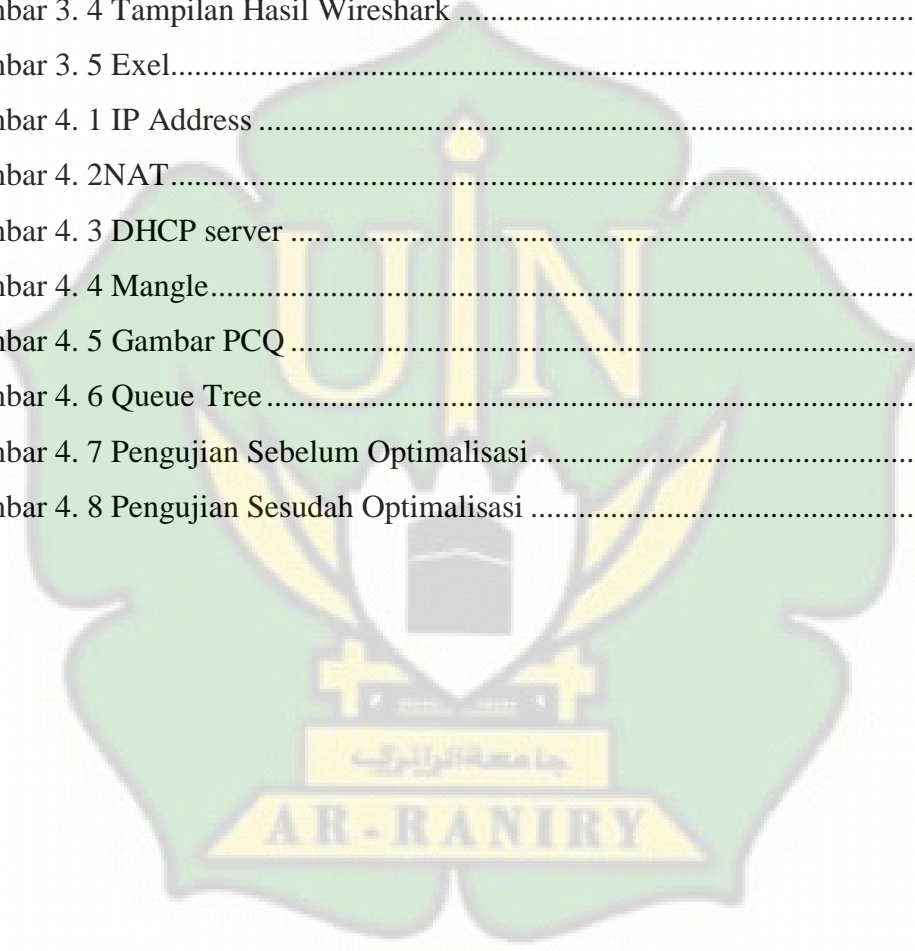
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Jenis Penelitian	15
3.2 Tahapan Penelitian	15
3.3 Instrumen Pengumpulan data	16
3.3.1 <i>Bandwidth</i>	16
3.3.2 <i>Troughput</i>	16
3.3.3 <i>Delay</i>	17
3.4 Desain	17
3.5 Pengujian	18
3.6 Studi Literatur	18
3.7 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.8 Alat dan Perangkat	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Implementasi Metode <i>PCQ-Queue Tree</i>	22
4.2 Hasil Pengujian <i>Bandwidth</i>	28
4.3 Hasil Pengujian <i>Troughput</i> dan <i>Delay</i>	30
4.3.1 <i>Troughput</i>	30
4.3.2 <i>Delay</i>	34
4.4 Pembahasan	38
BAB V KESIMPULAN.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	43
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian terdahulu.....	4
Tabel 2.1 Standardisasi wireless	8
Tabel 2.2 Kategori <i>throughput</i>	11
Tabel 2.3 Kategori <i>Delay</i>	12
Tabel 4. 1 Ping Hasil.....	30
Tabel 4. 2 <i>Troughput</i> download dengan download.....	31
Tabel 4. 3 <i>Troughput</i> streaming dengan streaming.....	31
Tabel 4. 4 <i>Troughput</i> download dengan streaming.....	32
Tabel 4. 5 <i>Troughput</i> upload dengan upload	33
Tabel 4. 6 <i>Troughput</i> upload dengan streaming.....	33
Tabel 4. 7 <i>Troughput</i> download dengan upload.....	34
Tabel 4. 8 <i>Delay</i> download dengan download.....	35
Tabel 4. 9 <i>Delay</i> streaming dengan streaming	35
Tabel 4. 10 <i>Delay</i> download dengan streaming.....	36
Tabel 4. 11 <i>Delay</i> upload dengan upload.....	36
Tabel 4. 12 <i>Delay</i> upload dengan streaming.....	37
Tabel 4. 13 <i>Delay</i> download dengan upload.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart.....	15
Gambar 3. 2 Desain Topologi	17
Gambar 3. 3 Tampilan Winbox.....	20
Gambar 3. 4 Tampilan Hasil Wireshark	20
Gambar 3. 5 Exel.....	21
Gambar 4. 1 IP Address	22
Gambar 4. 2NAT.....	23
Gambar 4. 3 DHCP server	24
Gambar 4. 4 Mangle.....	25
Gambar 4. 5 Gambar PCQ	26
Gambar 4. 6 Queue Tree	28
Gambar 4. 7 Pengujian Sebelum Optimalisasi.....	29
Gambar 4. 8 Pengujian Sesudah Optimalisasi	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Pembimbing skripsi	43
Lampiran 2 Surat Penelitian.....	44
Lampiran 3 Surat Telah Melakukan Penelitian.....	45
Lampiran 4 Capturing 1 Pengukuran Download Dengan Download	46
Lampiran 5 Capturing 2 Pengukuran Download Dengan Download	47
Lampiran 6 Capturing 1 Pengukuran Streaming dengan Streaming.....	48
Lampiran 7 Capturing 2 Pengukuran Streaming dengan Streaming.....	49
Lampiran 8 Capturing 1 Pengukuran Download dengan Streaming	50
Lampiran 9 Capturing 2 Pengukuran Download dengan Streaming	51
Lampiran 10 Capturing 1 Pengukuran Upload dengan Upload.....	52
Lampiran 11 Capturing 2 Pengukuran Upload dengan Upload.....	53
Lampiran 12 Capturing 1 Pengukuran Upload dengan Streaming	54
Lampiran 13 Capturing 2 Pengukuran Upload dengan Streaming	55
Lampiran 14 Capturing 1 Pengukuran Download dengan Upload	56
Lampiran 15 Capturing 2 Pengukuran Download dengan Upload	57
Lampiran 16 Perhitungan Troughput	58
Lampiran 17 Perhitungan Delay	60
Lampiran 18 Foto Kegiatan	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan internet merupakan komponen dari bidang komunikasi serta teknologi informasi, yang berada dalam jaringan. Tujuannya untuk menghubungkan sejumlah komputer menggunakan standarisasi global *Transmission Control Protocol* (TCP) untuk protocol pertukarannya internet dapat mengakses pertukaran informasi dan berkomunikasi dengan mudah melalui jaringan berkabel, jaringan *wireless* (nirkabel) dan satelit (Priantama, 2017). Kita dapat melakukan pertukaran informasi walaupun dalam jarak yang sangat jauh secara digital karena internet memiliki performa jaringan yang kuat sehingga dapat diakses dimana pun dan kapan pun [1].

Sekarang ini internet sudah banyak digunakan dalam mempermudah pekerjaan sehari-hari karena perkembangan dari berbaai media, aplikasi serta cara dalam menggunakan internet. Hotspot merupakan salah satu penyedia layanan jaringan yang paling banyak pemakaiannya karena murah dan mudah daripada *Internet Service Provider* (ISP). Ini disebabkan *sharing* data dalam penggunaan hotspot tidak membutuhkan kabel dan menggunakan media *wireless* (tanpa kabel) melalui sinyal.

Wireless Fidelity (Wi-Fi) merupakan salah satu jaringan tanpa kabel yang terhubung ke dalam jaringan. Secara umum telah ditetapkan oleh institusi internasional bernama *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) bahwa terdapat kurang lebih empat kelebihan yang dimiliki *Wi-fi* yaitu tingginya tingkat mobilitas, instalasi yang mudah dan cepat, fleksibilitas dan produktifitas yang meningkat [2].

Bandwidth merupakan kalkulasi (perhitungan) pemakaian data dalam jaringan dalam menyampaikan dan mengirimkan informasi dalam satuan bit per detik (bps). Untuk mengatur agar *bandwidth* yang telah disiapkan provider kepada pengguna layanan secara merata menggunakan QoS (*Quality of Service*). Dalam ilmu elektro

kata *bandwidth* digunakan untuk menjelaskan jangkauan tertinggi dan terendah dari sebuah sinyal pada jalur komunikasi [3].

Dalam membangun sebuah jaringan unit yang paling banyak digunakan yaitu *mikrotik*. *Mikrotik* adalah satuan operasi sistem. *Router MikroTik* (OS). Tujuannya untuk mewujudkan otentikasi dan tuntutan sistem. Dalam menciptakan keamanan serta administrasi dan tuntutan yang terkoneksi kedalam jaringan penyedia layanan internet untuk menentukan jumlah pemakaian serta alokasi *bandwidth* kepada pengguna [4].

Berdasarkan survei awal yang telah selesai dilakukan oleh penulis mendapatkan hasil bahwa gangguan pada saat berlansungnya jam kerja, terjadinya jaringan yang terbuka luas untuk pengguna lain sehingga menyebabkan proses kerja karyawan sangat terganggu oleh hal yang demikian, untuk itu perlu sistem pembatasan limit jaringan, tujuannya supaya penggunaan internet dapat lebih maksimal dan stabil.

Implementasi manajemen *bandwidth* di Plasa Telkom Beureunuen penting dimanajemenkan dengan *router mikrotik* sehingga jaringan internet dapat mempermudah pekerjaan, oleh karena itu penggunaan *router mikrotik* di perkantoran atau rumah maupun sekolah merupakan pilihan yang tepat karena murah, penggunaan daya listrik yang rendah, canggih dan serbaguna. Selain karena penggunaan *router mikrotik* mudah dalam proses konfigurasi serta terdapat beberapa fitur yang penting untuk di instal di komputer, fitur yang paling menarik dalam *router mikrotik* yaitu manajemen *bandwidth*. Dalam menyampaikan pelayanan yang baik kepada pengguna jaringan, oleh karena itu *Qos (Quality Of Service)* diperlukan untuk manajemen *bandwidth* agar dapat menyusun semua data yang lewat, agar pembagian *bandwidth* dapat menyeluruh memakai metode *PCQ-Queue Tree*. Melalui pembagian jaringan yang rata tersebut bisa mempermudah pekerjaan sehingga lebih maksimal dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang dipaparkan, adapun rumusan masalah yang akan dibahas meliputi :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *pcq-queue tree* di Plasa Telkom Beureunuen?
2. Bagaimana hasil parameter QoS *delay* dan *throughput* di Plasa Telkom Beureunuen?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, adapun beberapa tujuan penelitian meliputi :

1. Memahami bagaimana cara mengimplementasikan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *pcq-queue tree* di Plasa Telkom Beureunuen.
2. Mengetahui hasil pengujian parameter QoS *delay* dan *throughput* di Plasa Telkom Beureunuen.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya mempunyai dua batasan masalah diantaranya :

1. Mengimplementasikan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *PCQ-Queue Tree* di Plasa Telkom Beureunuen.
2. Mendapatkan hasil pengujian parameter QoS *delay* dan *throughput* di Plasa Telkom Beureunuen.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini meliputi :

1. Semua pelanggan bisa mengakses internet dengan maksimal dan cepat meskipun banyak pelanggan yang memakai jaringan dalam masa yang sama.
2. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya pada area tersebut.

1.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 1. 1 Penelitian terdahulu

No	Judul	Obyek Penelitian	Hasil Penelitian
1	Manajemen <i>Bandwidth</i> dengan <i>Queue Tree</i> di BPJS Ketenagakerjaan Kota Bogor” dengan menggunakan metode <i>PCQ-Queue Tree</i> . Ulfa Azizah dan Ionia Veritawati tahun 2021 [5].	BPJS Ketenagakerjaan Kota Bogor	Implementasi management <i>bandwidth</i> menggunakan metode <i>queue tree</i> di BPJS Ketenagakerjaan sukses dilakukan pembagian <i>bandwidth</i> di berbagai bidang terbagi rata sesuai dengan kebutuhan saat user mengakses jaringan internet.
2	Implementasi Jaringan Hotspot Dengan Menggunakan Metode <i>Queue Tree</i> Pada Router <i>Mikrotik</i> Sebagai Penunjang Pembelajaran di Smkn 2 Banda Aceh. Anni Zulfia tahun 2019 [6].	SMKN 2 Banda Aceh	Jumlah Ping yang digambarkan saat situasi sebelum dioptimalkan yakni sejumlah 13 ms, hasil unduh sejumlah 38,73 Mbps, sedangkan hasil unggah 7.89 Mbps. Kemudian di kondisi setelahnya, jumlah Ping yang digambarkan yakni sejumlah 39 ms, nilai unduh sejumlah 5.85 Mbps, dan nilai unggah 4.75 Mbps. kemudian Pemblokiran situs tertentu juga dilakukan agar seluruh pihak sekolah focus dalam penggunaan jaringan internet untuk pembelajaran serta kegiatan dan tidak merusak aktifitas pembelajaran disekolah. Selain itu juga meminimalisir terhadap unduh berkas yang tidak penting

			dalam pembelajaran serta mengoptimalkan pengadaan <i>bandwidth</i> di sekolah.
3	Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i> . “Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode <i>Hierarchical Token Bucket (HTB)</i> . Tukino dan Algifari Maulana tahun 2022 [7].	Universitas Putera Batam	Implementasi metode Hierarchical Token Bucket pada <i>Router Mikrotik</i> yang menggabungkan jaringan <i>Hotspot Mikrotik</i> telah berlangsung dengan lancar, sehingga dapat dipastikan melalui fungsi dari metode <i>Hierarchical Token Bucket</i> dapat berlangsung dengan normal. Maka dari itu nilai unduh dan unggah yang dihasilkan menggunakan metode <i>Hierarchical Token Bucket</i> lebih besar daripada nilai rata-rata yang diperoleh metode <i>simple queue</i> .

1.7 Sistematika Penulisan

Penyajian penelitian ini dibagi dalam beberapa bab dengan tujuan untuk menunjukkan penyelesaian masalah yang sistematis. Pembagian bab adalah sebagai berikut :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab pertama ialah pendahuluan yang menguraikan penegasan judul, latar belakang permasalahan, batas permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan, sistematika penulisan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ke dua merupakan landasan teori yang mempunyai substansi deskriptif teoritik serta teori-teori pengembangan model.

Bab 3: Metode Penelitian

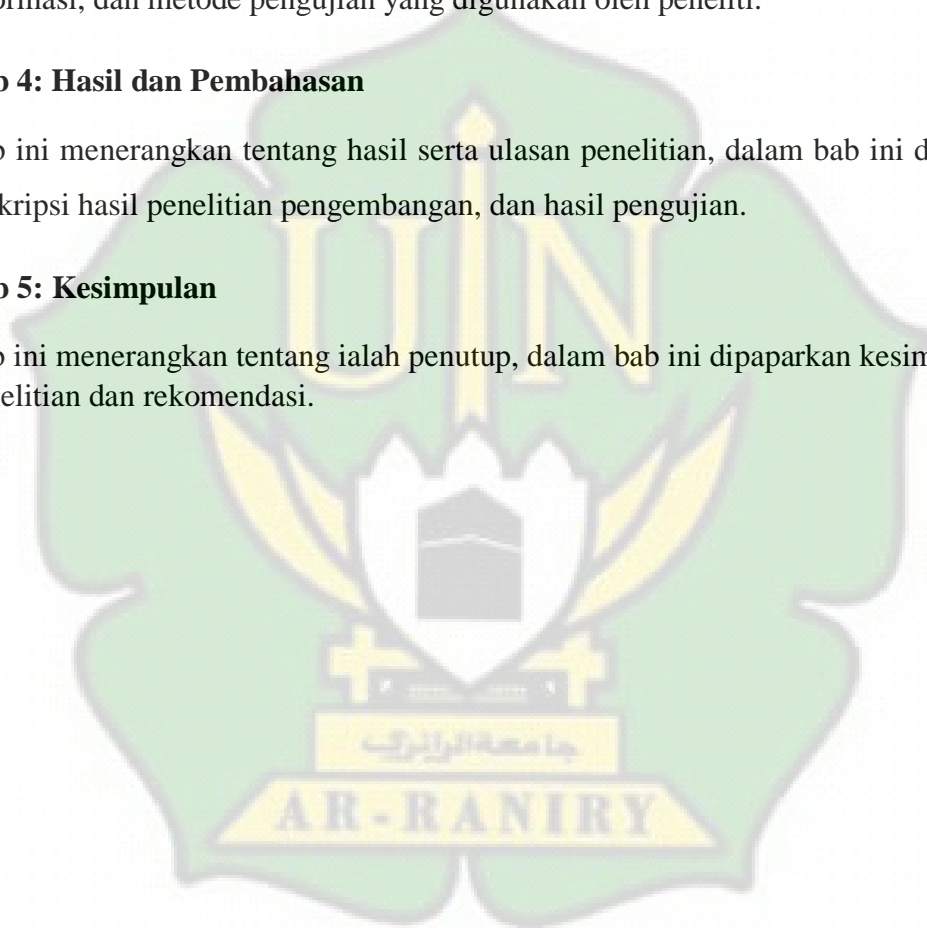
Bab ini menerangkan tentang tata cara penelitian, dalam bab ini dipaparkan jenis penelitian, model pengembangan, prosedur pengembangan, instrumen pengumpulan informasi, dan metode pengujian yang digunakan oleh peneliti.

Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Bab ini menerangkan tentang hasil serta ulasan penelitian, dalam bab ini dipaparkan deskripsi hasil penelitian pengembangan, dan hasil pengujian.

Bab 5: Kesimpulan

Bab ini menerangkan tentang ialah penutup, dalam bab ini dipaparkan kesimpulan penelitian dan rekomendasi.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan LAN

Jaringan area lokal adalah jaringan komputer dengan cakupan area jaringan sempit. Contohnya jaringan komputer di kantor, sekolah, rumah, maupun di satu ruangan saja. Jaringan didirikan di lokasi semacam rumah atau gedung perkantoran. Dapat dipahami menjadi sistem komunikasi komputer yang terbatas pada jarak kurang dari beberapa kilometer dan memakai layanan berkecepatan tinggi diantara 2 dan 100 Mbps. LAN mempunyai sifat yang berbeda dalam jaringan *Metropolitan Area Network* (MAN) dan *Wide Area Network* (WAN). Ciri jaringan area lokal meliputi :

1. LAN menakup wilayah jaringan area lokal sempit.
2. LAN mempunyai kecepatan pengiriman data dalam jumlah tinggi.
3. LAN bekerja lebih baik tanpa jalur telekomunikasi apapun.

Pada umumnya fungsi dari jaringan area lokal adalah untuk menyambungkan beberapa komputer dalam satu jaringan untuk membuat proses kerja lebih mudah dan lebih cepat. Menurut definisi LAN di atas, tujuan LAN meliputi:

1. Menggabungkan beberapa komputer di area kecil.
2. Memastikan terjadinya komunikasi antara komputer dan perangkat dalam jaringan.
3. Mengaktifkan dan memperlancar proses transfer data, program komputer melalui jaringan.
4. Dapat menghemat pengadaan karena perangkat dalam satu jaringan bisa digunakan oleh banyak pengguna.

LAN meliputi beberapa bagian yang disusun untuk menghubungkan beberapa komputer. Bagian dasar dari jaringan area lokal terdiri dari :

1. *Workstation*, node atau host berupa sistem komputer.

2. *Server*, bagian dari perangkat keras yang berfungsi untuk melayani jaringan dan workstation yang terhubung.
3. *Link*, bagian jaringan LAN menyambungkan perangkat yakni workstation dan server fisik.
4. Kartu antarmuka jaringan (NIC), yang dirancang khusus untuk menangani protokol jaringan.
5. Perangkat lunak jaringan, perangkat lunak untuk menjalankan jaringan jaringan area lokal normal [8].

2.2 Jaringan Wireless

Jaringan tanpa kabel adalah jaringan yang tidak memakai media kabel tetapi memanfaatkan gelombang radio untuk berinteraksi maupun berkomunikasi antara perangkat yang mendukung hubungan nirkabel. Beroperasi diantara 2,4 GHz (802,11 b/g/n/ac) atau 5 GHz (802,11 a/n/ac). Tulang punggung layanan nirkabel biasanya dihubungkan dengan satu titik maupun lebih [9].

Jaringan komputer memerlukan kabel jaringan seperti kabel optik, fiber, dan kabel UTP, jaringan nirkabel hanya menggunakan gelombang elektromagnetik untuk menyampaikan pesan dari perangkat satu ke perangkat lain. Salah satu keuntungan menggunakan jaringan nirkabel adalah kemudahan instalasi. Palsanya, pins memasang jaringan nirkabel tidak membutuhkan banyak kabel untuk menjalin koneksi [10].

Tabel 2.1 Standardisasi wireless

Standard	Release Date	Indoor/Outdoor	bitrate	Freq-bands	Modulation
802.11	1997	20m/100m	2 Mbps	2.4 GHz	DSSS, FHSS
802.11b	1999	35m/140m	11 Mbps	2.4 GHz	DSSS
802.11a	1999	35m/119m	54 Mbps	5 GHz	OFDM
802.11g	2003	45m/90m	54 Mbps	2.4 GHz	DSSS, OFDM
802.11n	2009	70m/250m	600 Mbps	2.4 GHz/ 5GHz	OFDM

802.11ad	2012	10m/n/a	7000 Mbps	60 GHz	SC,OFDM
802.11ac	2013	70m/250m	7000 Mbps	5 GHz	OFDM

2.3 Metode *PCQ-Queue Tree*

Manajemen *bandwidth* adalah proses pengukuran serta pengendalian interaksi (lalu lintas jaringan dan paket) pada lalu lintas jaringan untuk menghindari kemacetan lalu lintas. Arti dari *bandwidth management* ini merupakan bagaimana cara mencapai alokasi atau setting *bandwidth* melalui *router mikrotik*. Manajemen *bandwidth* membagi kapasitas untuk mengelola *bandwidth* jaringan dan membagikan tingkat layanan sesuai keperluan dan diprioritaskan sesuai keperluan pelanggan. Selain itu, tujuan dari manajemen *bandwidth* adalah untuk memaksimalkan kinerja jaringan, sehingga menjamin kinerja jaringan. Tanpa manajemen *bandwidth*, banyak komputer dapat menggunakan internet secara tidak menentu, membuat komputer lain tidak mendapatkan bagian *bandwidth* yang adil. Ada banyak cara untuk mengatur *bandwidth* di jaringan, seperti metode *PCQ-Queue* [11].

Per Connection Queue (PCQ) adalah metode *bandwidth* sharing pada *mikrotik* yang digunakan untuk menghasilkan download yang lebih baik. Di PCQ, *bandwidth* secara otomatis didistribusikan secara merata per pengguna aktif. Kombinasi mode PCQ dan mode *Queue tree* berperan untuk mengimplementasikan fungsi yang lebih kompleks dalam limit *bandwidth* pada *mikrotik* dimana penggunaan *packet mark* nya memiliki fungsi yang lebih baik [12].

Queue tree juga dimanfaatkan sebagai menentukan koneksi satu arah, unduhan serta unggahan, yang berarti bahwa konfigurasi *queue* dirancang untuk melakukan *queue bandwidth* unduhan, sehingga susunan ini tidak pernah menjalankan *queue* pada *bandwidth* unggah. Jadi pendekatan penulis untuk implementasi manajemen *bandwidth* adalah *Queue tree* dengan PCQ. PCQ adalah

metode manajemen *bandwidth* di mana PCQ menggunakan algoritma yang akan memecahkan *bandwidth* secara menyeluruh ke seluruh pengguna yang aktif.

Berikut ini adalah penjelasan dari beberapa argumen di Queue Tree :

1. *Parent* : Berguna untuk menentukan apakah *queue* yang dipilih bertugas sebagai induk *queue* atau *child queue*.
2. *Global-in* : Mewakili semua input interface pada umumnya. Maksudnya disini adalah interface yang menerima input data/trafik sebelum difilter seperti trafik download.
3. *Global-out* : Mewakili semua output interface pada umumnya. Maksudnya disini interface yang mengeluarkan *output* data/trafik yang sudah difilter seperti trafik upload.
4. *Global-total* : Mewakili semua input dan output interface secara bersama, dengan kata lain merupakan penyatuan dari *global-in* dan *global-out*.
5. *<interface name>*: ex: lan atau wan :Mewakili salah satu interface keluar. Maksudnya disini hanya trafik yang keluar dari interface ini yang akan di *queue*.
6. *Packet Mark* : Digunakan untuk menandai paket yang sudah ditandai di /ip *firewall mangle*.
7. *Priority* (1 s/d 8) : Digunakan untuk memprioritaskan *child queue* dari *child queue* lainnya. *Priority* tidak bekerja pada induk *queue*. *Child queue* yang mempunyai prioritas satu (1) akan mencapai limit-at lebih dulu dari pada *child queue* yang berprioritas (2).
8. *Queue Type* : Digunakan untuk memilih *type queue* yang bisa dibuat secara khusus dibagian *queue types*.
9. *Limit At* : *Bandwidth* minimal yang diperoleh oleh target/ip yang di *queue*.
10. *Max Limit* : *Bandwidth* maksimal yang bisa dicapai oleh target/ip yang di *queue*.
Burst limit : *Bandwidth* maksimal yang bisa dicapai oleh target/ip yang di *queue* ketika burst sedang aktif.

11. *Burst time* : Periode waktu dalam detik, dimana data Rate rata-rata dikalkulasikan.
12. *Burst Threshold* : Digunakan ketika data Rate dibawah nilai burst threshold maka *burst* diperbolehkan. Ketika data Rate sama dengan nilai *burst threshold* dilarang. Untuk mengoptimalkan burst nilai burst threshold harus diatas nilai *Limit At* dan dibawah nilai *Max Limit*.

2.4 Parameter *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah langkah dalam suatu jaringan yang menetapkan apakah sebuah aplikasi atau layanan bisa berjalan sesuai standar mutu layanan yang telah diatur. Parameter QoS yakni *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Salah satu standar yang digunakan untuk mengukur *Quality of Service* adalah THIPON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization on Networks*) diterbitkan ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Dalam penelitian ini hanya dibahas dua parameter yaitu *throughput* dan *Delay* [13].

1. *Throughput*

Throughput merupakan hasil total paket yang dicermati untuk mencapai titik pusat selama interval dibagi dengan durasi interval tersebut. *Throughput* merupakan kapasitas aktual layanan sebagai pengiriman data. Seringnya *throughput* selalu berhubungan dengan *bandwidth*, karena *throughput* sebenarnya dapat dikatakan *bandwidth* dalam situasi sesungguhnya. *Bandwidth* itu pasti, sedangkan *throughput* dinamis, terkait pada jalur kondisi saat ini.

Tabel 2.2 Kategori *throughput*

Katagori	<i>Throughput</i>	Indeks
Buruk	< 700 Kbps	1
Sedang	700 – 1200 Kbps	2
Bagus	1200 Kbps – 2,1 Mbps	3
Sangat bagus	>2,1 Mbps	4

Persamaan Perhitungan *Throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim (byte)}}{\text{Waktu pengiriman data}} \times 8$$

2. *Delay*

Delay merupakan pengunduran yang diakibatkan oleh transmisi pengiriman paket dari titik awal ke titik tujuan. *Delay* jaringan dibagi ke dalam kategori berikut:

1. *Packetization delay* Keterlambatan yang diakibatkan oleh waktu yang dibutuhkan sebagai pembuatan paket-paket IP dari informasi pengguna. Penundaan ini cuma satu kali, pada sumber informasi.
2. *Queuing Delay* ini disebabkan oleh waktu proses yang dibutuhkan oleh router untuk memproses transmisi paket pada jaringan. Biasanya, penundaan ini sangat kecil, di urutan 100 ms.
3. *Propagation delay* Proses propagasi informasi melalui media pengirim seperti kabel SDH, kabel coax atau kabel tembaga akan menghasilkan semacam delay, yang dikatakan propagation delay [14].

Tabel 2.3 Kategori *Delay*

Kategori	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Buruk	> 450 ms	1
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sangat Bagus	< 150 ms	4

Persamaan perhitungan *Delay* :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{data yang di kirim}} \times 1000$$

2.5 Mikrotik

Mikrotik adalah sistem operasi *router* yang disebut *Mikrotik RouterOS*, dan tidak seperti sistem operasi *router* anggaran lainnya, ia dapat di instal pada komputer biasa. Digunakan untuk berbagi hubungan atau koneksi internet dengan berbagai pengguna komputer. *Mikrotik* dirancang untuk memberi pengguna sesuatu yang mudah diakses melalui *WinBox*, termasuk berbagai fitur seperti *firewall*, *perouteran*, hotspot, server DNS, server DHCP, manajemen *bandwidth*, *proxy* jaringan, dan dapat memfilter akses internet, dapat memblokir jaringan dan berbagi *bandwidth* internet kepada pelanggan [15].

2.6 Access Point

Access point merupakan perangkat jaringan nirkabel yang menghubungkan klien nirkabel (misalnya, komputer dengan adaptor USB nirkabel atau laptop dengan adaptor *ExpressCard* nirkabel) melalui jaringan menggunakan kabel yang juga biasanya terhubung ke Internet. jembatan, Titik akses nirkabel merupakan perangkat jaringan yang isinya transceiver dan antena yang mengirim dan menerima sinyal dari klien jarak jauh. Klien nirkabel dapat dengan mudah dan cepat terhubung secara nirkabel ke jaringan LAN kabel melalui titik akses (AP). Saat ini, ada banyak titik akses nirkabel dengan beberapa *port Ethernet* yang dapat digunakan untuk menyederhanakan pembuatan segmen jaringan [16].

2.7 Winbox

Winbox adalah utilitas untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi *mikrotik* menggunakan alamat MAC atau *protokol IP*. melalui *winbox*, kita dapat

mengkonfigurasi *MikroTik RouterOS* dan *RouterBoard* dengan cepat dan mudah menggunakan mode GUI. *Winbox* dibuat dengan binari win32, tapi bisa digunakan di *Linux*, Mac OSX melalui Wine. Semua tugas *Winbox* dibuat dan dibentuk menyerupai tugas konsol, jadi Anda akan mendapatkan terminologi yang mirip dalam fungsi konsol (terminal untuk *remote control*/sistem yang berjalan di server). beberapa fungsi *Winbox* meliputi :

1. Mengatur *router mikrotik* pada mode GUI.
2. Mengatur *bandwidth* atau batasi kecepatan internet.
3. Pemblokiran web.
4. Memperlancar pekerjaan.
5. Bisa mengontrol mikrotik dari jarak jauh.
6. Bisa melihat, mengelola alamat IP dan mengunjungi situs tertentu [17].

2.8 *Wireshark*

Wireshark adalah salah satu dari sekian banyak tool *Network Analyzer* yang banyak digunakan oleh Network administrator untuk menganalisa kinerja jaringannya. *Wireshark* banyak disukai karena interfacenya yang menggunakan *Graphical User Interface (GUI)* atau tampilan grafis. Seperti namanya, *Wireshark* mampu menangkap dan paket-paket data/informasi yang ada di dalam jaringan, sehingga data tersebut dapat kita analisa untuk berbagai keperluan, diantaranya:

1. *Troubleshooting* masalah di jaringan.
2. Memeriksa keamanan jaringan.
3. *Sniffer* data-data privasi di jaringan.

Wireshark adalah salah satu program untuk menganalisis suatu jaringan, baik itu jaringan kabel maupun jaringan nirkabel. Perangkat ini digunakan untuk pemecahan masalah jaringan, analisis, perangkat lunak dan pengembangan protokol komunikasi, dan pendidikan [18].

BAB III METODE PENELITIAN

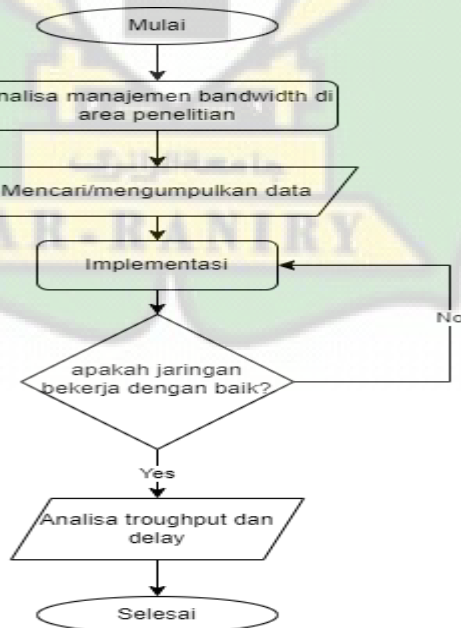
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Pengembangan ADDIE sesuai namanya merupakan model yang melibatkan tahap-tahap pengembangan model dengan lima langkah/fase pengembangan meliputi: *Analysis, Design, Development or Production, Implementation or Delivery dan Evaluations*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sebuah jaringan dengan menggunakan metode *Pcq-Queue Tree*, sehingga metode Penelitian Pengembangan ADDIE merupakan metode yang sesuai untuk menyempurnakan produk yang telah ada.

3.2 Tahapan Penelitian

Untuk memperoleh hasil yang maksimal, maka dibutuhkan langkah-langkah kegiatan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Langkah-langkahnya terdiri dari :



Gambar 3.1 Flowchart

1. *Analysis*

Melihat kebutuhan yang di butuhkan oleh karyawan supaya dapat berlangsungnya proses penggunaan jaringan yang efektif sehingga dapat menjadi penunjang dalam pekerjaan.

2. *Design*

Dengan melakukan perancangan atau desain topologi jaringan sebelum dilakukannya penerapan metode *Pcq-Queue Tree*

3. *Development*

Pengoptimalkan *bandwidth* jaringan dengan menggunakan metode *Pcq-Queue Tree* di Plasa Telkom Beureunuen.

4. *Implementation*

Menerapkan konfigurasi sistem jaringan pada mikrotik dengan menggunakan *Pcq-Queue Tree* yang telah dibuat .

5. *Evaluations*

Jaringan bekerja dengan baik, jika jaringan yang telah diimplementasikan bekerja dengan baik, maka akan diuji dengan beberapa pengujian, apabila sistem masih error, maka harus dilakukan perbaikan sistem dan harus dilakukan uji kembali.

3.3 Instrumen Pengumpulan data

3.3.1 Bandwidth

Bandwidth manajemen sistem merupakan metode yang diterapkan untuk mengatur besarnya *bandwidth* yang akan digunakan oleh masing-masing user di sebuah jaringan, sehingga para pengguna jaringan akan sama rata.

3.3.2 Throughput

Throughput merupakan hasil total paket yang dicermati untuk mencapai titik pusat selama interval dibagi dengan durasi interval tersebut. *Throughput* merupakan kapasitas aktual layanan sebagai pengiriman data. Seringnya *throughput* selalu berhubungan dengan *bandwidth*, karena *throughput* sebenarnya dapat dikatakan

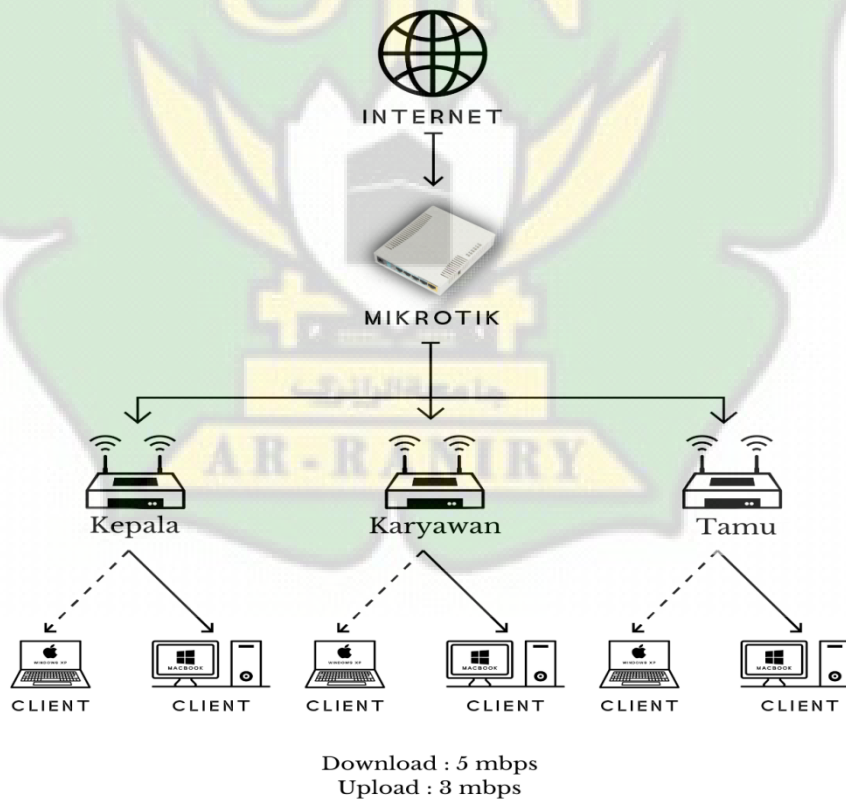
bandwidth dalam situasi sesungguhnya. *Bandwidth* itu pasti, sedangkan *throughput* dinamis, terkait pada jalur kondisi saat ini.

3.3.3 Delay

Delay merupakan sebuah parameter QoS dimana dilakukan pengukuran selisih waktu yang dibutuhkan paket data dari pengirim hingga sampai ke tujuan. Kelemahan dari *delay* sendiri yaitu jarak, media transfer data, fisik dari media transfer data, dan waktu proses transfer data yang lama.

3.4 Desain

Berikut adalah rancangan desain pemasangan *router mikrotik*.



Gambar 3. 2 Desain Topologi

3.5 Pengujian

1. Pengujian *Bandwidth*

Pengujian *bandwidth* jaringan ini dilakukan dengan menggunakan *speedtest.net*, pada aplikasi ini hasilnya akan ditampilkan dalam 3 jenis yaitu: PING, Download dan Upload.

2. Pengujian *Throughput* dan *Delay*

Dalam melakukan pengujian tersebut peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan 2 laptop dalam waktu yang bersamaan dan melakukan 6 perbandingan, yaitu:

- a. Download dengan download
- b. Streaming dengan streaming
- c. Download dengan streaming
- d. Upload dengan upload
- e. Upload dengan streaming
- f. Download dengan upload

3.6 Studi Literatur

Studi Literatur merupakan cara untuk mengatasi permasalahan pada mencari referensi tulisan yang sudah dibuat terdahulu. Dengan bahasa lain, istilah Studi Literatur juga terkenal dengan kata studi pustaka. Sumber tersebut berisi meliputi :

1. Jaringan LAN
2. Metode *PCQ-Queue Tree*
3. Parameter *Throughput* dan *Delay*
4. *Winbox*

3.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Plasa Telkom Beureunuen, terletak di Kota Mini, Kecamatan Mutiara Timur, Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. Pada tanggal 3 februari 2023.

3.8 Alat dan Perangkat

Alat yang dibutuhkan guna untuk mempermudah peneliti dalam melaksanakan penelitian, oleh karena itu diperlukan spesifikasi komputer yang bisa mengkonfigurasi dan menganalisa dalam mengimplementasikan manajemen *bandwidth*, baik itu hardware maupun aplikasi sebagai berikut :

1. Hardware

Perangkat keras yang dipakai untuk melakukan penelitian ini adalah

- a. Laptop ASUS X441U
- b. *Mikrotik* RB951Ui-2HnD
- c. Processor i3
- d. RAM 4 GB
- e. Hardisk 1 TB

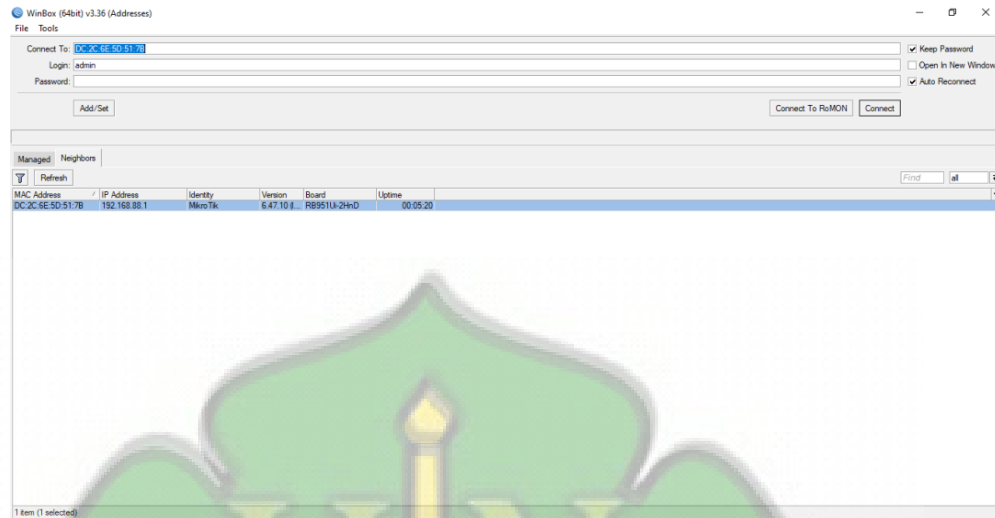
2. Software

- a. OS Windows 10

Untuk membangun jaringan internet, maka menggunakan Operasi Sistem Windows 10

- b. *Winbox*

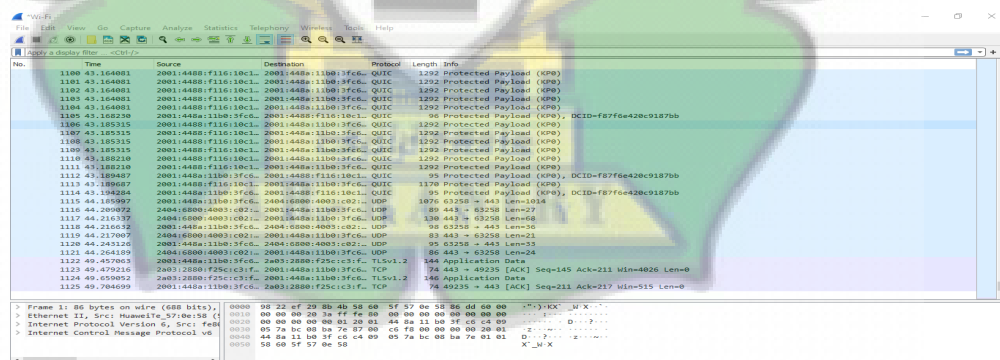
Winbox merupakan sebuah remot yang dikeluarkan oleh *mikrotik* untuk dapat dilakukan konfigurasi pada *mikrotik* di sini saya menggunakan *winbox* versi 3.36



Gambar 3. 3 Tampilan Winbox

c. Wireshark

Wireshark merupakan aplikasi untuk melakukan analisa lalu-lintas jaringan komputer, yang memiliki fungsi-fungsi yang amat berguna bagi professional jaringan, administrator jaringan, peneliti hingga pengembang perangkat lunak komputer



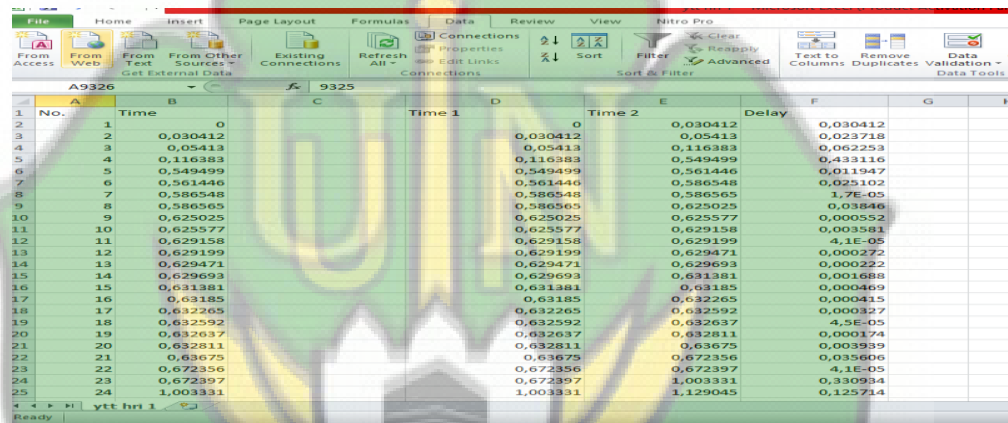
Gambar 3. 4 Tampilan Hasil Wireshark

d. Ms Exel

Untuk mengetahui *delay* atau total waktu tunda suatu paket yang disebabkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lainnya yang menjadi tujuannya pada jaringan internet pada Plasa Telkom Beureunuen yaitu menganalisa

jaringan tersebut dengan aplikasi wireshark, selanjutnya di lakukan perhitungan menggunakan rumus untuk mengetahui nilai hasil analisa.

Langkah pertama datanya disimpan kemudian diexport ke microsoft excel yang bertujuan untuk menghitung nilai rata-rata dari pengujian yang telah dilakukan Setelah tahap ekspor ke excel selesai, maka tahap selanjutnya memfilter data yang hanya dipakai dalam perhitungan *delay* ini menjadi terperinci.



No.	Time	Time 1	Time 2	Delay
1	0	0	0,030412	0,030412
2	0,030412	0,030412	0,05413	0,023718
3	0,05413	0,05413	0,116383	0,062253
4	0,116383	0,116383	0,549499	0,433116
5	0,549499	0,549499	0,561446	0,011947
6	0,561446	0,561446	0,586548	0,025102
7	0,586548	0,586548	0,586565	1,7E-05
8	0,586565	0,586565	0,625025	0,03846
9	0,625025	0,625025	0,625577	0,000552
10	0,625577	0,625577	0,629199	0,003581
11	0,629199	0,629199	0,629199	4,1E-05
12	0,629199	0,629199	0,629471	0,000272
13	0,629471	0,629471	0,629693	0,000222
14	0,629693	0,629693	0,631381	0,001688
15	0,631381	0,631381	0,63185	0,000469
16	0,63185	0,63185	0,632265	0,000415
17	0,632265	0,632265	0,632592	0,000327
18	0,632592	0,632592	0,632637	4,5E-05
19	0,632637	0,632637	0,632811	0,000174
20	0,632811	0,632811	0,63675	0,003939
21	0,63675	0,63675	0,672356	0,035606
22	0,672356	0,672356	0,672397	4,1E-05
23	0,672397	0,672397	1,003331	0,330934
24	1,003331	1,003331	1,129045	0,125714

Gambar 3. 5 Exel

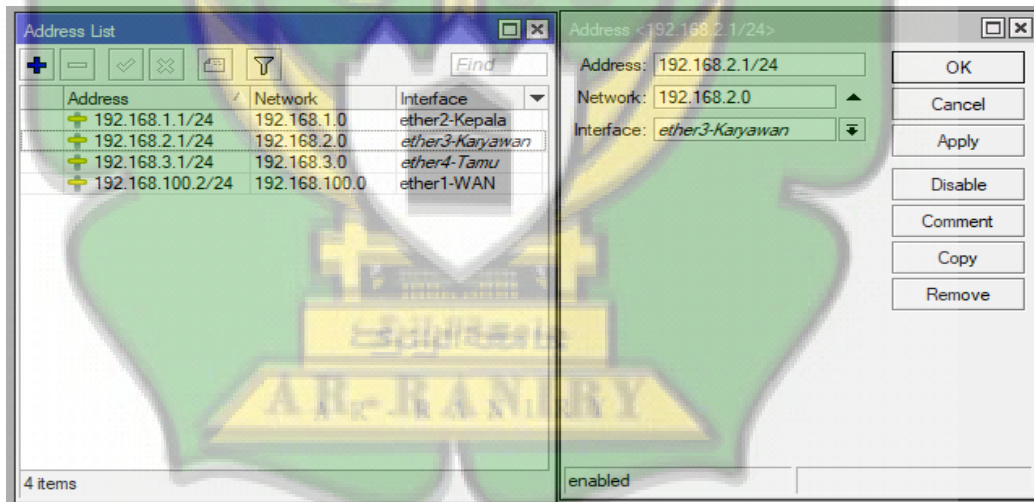
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Metode *PCQ-Queue Tree*

Aplikasi yang digunakan dalam mengkonfigurasi *mikrotik* dengan menggunakan metode *Pcq-Queue Tree* adalah *winbox*. Adapun langkah-langkah implementasinya adalah:

a. *IP Address*

Dalam membuat *IP Address* di router *mikrotik* adalah dengan klik menu *IP -> Address*, kemudian pilih tanda “+”, dan isi IP kolom *Address* sesuai dengan pola *IP Address* yang diinginkan, serta tentukan interfacenya pada kolom *interface*. Seperti pada gambar berikut.

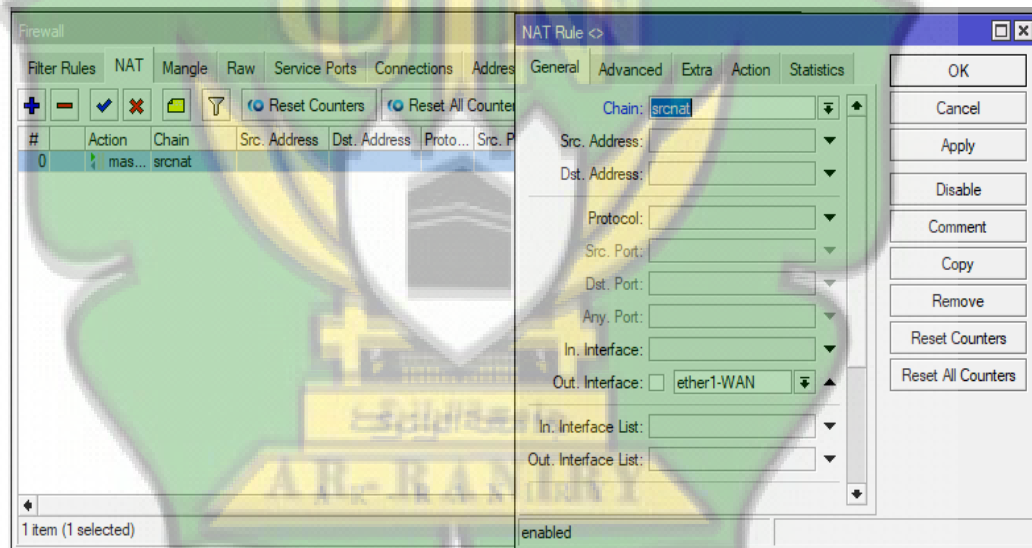


Gambar 4. 1 *IP Address*

b. *Network Address Translation (NAT)*

Fungsi dari NAT adalah untuk menerjemahkan IP lokal menjadi IP Publik, sehingga dapat diakses melalui jaringan internet. Menerjemahkan alamat IP Privat menjadi IP Publik, sehingga dapat diakses melalui jaringan internet. Mempermudah jaringan lokal untuk terhubung dengan internet.

Dalam membuat NAT di *router mikrotik* adalah dengan klik menu IP -> *firewall*, kemudian pilih menu “NAT”, lalu pilih tanda “+”, dan pilih pada menu “General” Chain : *srcnat* serta *Out. Interface* : sumber internet untuk *router*, kemudian pada menu “Action” Action : *masquerade*. Seperti pada gambar berikut.

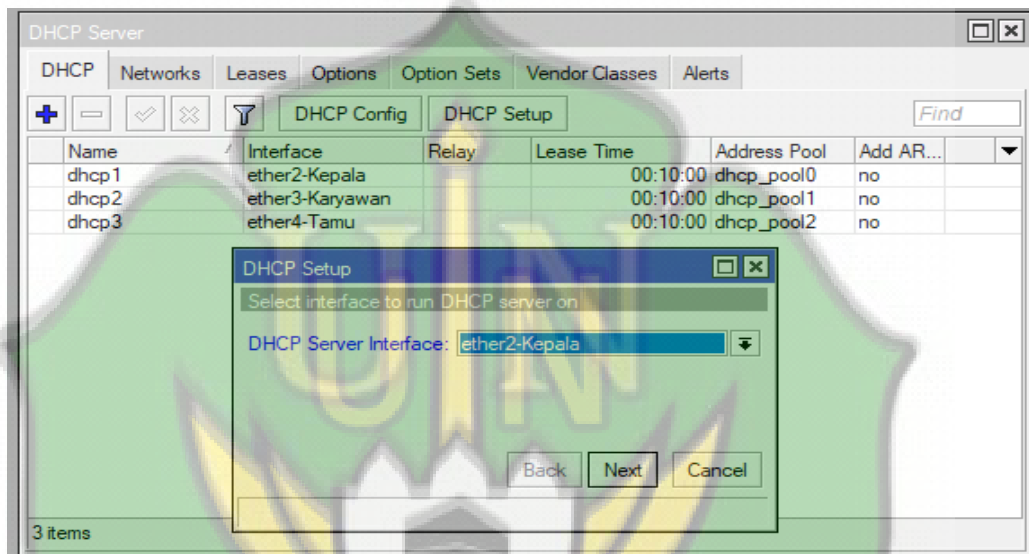


Gambar 4. 2NAT

c. DHCP Server

DHCP adalah singkatan dari *Dynamic Host Configuration Protocol*. DHCP server adalah protokol yang digunakan untuk distribusi *IP Address* pada jaringan komputer secara dinamis. Dengan menggunakan DHCP *server* Anda dapat melakukan konfigurasi *IP address* pada setiap perangkat di jaringan komputer secara otomatis.

Dalam membuat DHCP Server di *router mikrotik* adalah dengan klik menu IP -> DHCP Server, kemudian pilih menu “DHCP Setup”, dan ikuti langkah-langkahnya hingga selesai. *Gateway, Lease Time, DNS Server, dan Address Pool* sudah secara otomatis terbuat jika menggunakan fitur “DHCP Setup”. Seperti gambar berikut.



Gambar 4. 3 DHCP server

d. Konfigurasi *Mangle*

Mangle sendiri memiliki fungsi untuk menandai sebuah koneksi atau paket data, yang melewati *router*, masuk ke *router*, ataupun yang keluar dari *router*. Pada implementasinya, *mangle* sering dikombinasikan dengan fitur lain seperti Manajemen *Bandwidth, Routing policy*, dan lain-lain.

Mangle memiliki beberapa chain yaitu *forward, input, output, postrouting* dan *prerouting*. *Chain* ini berfungsi untuk menandai trafik baik itu game online, browsing, download dan upload dengan menandai paket data serta koneksinya berdasarkan *protocol* dan *destination* portnya yang sudah tersedia didalam fitur *Mangle mikrotik*.

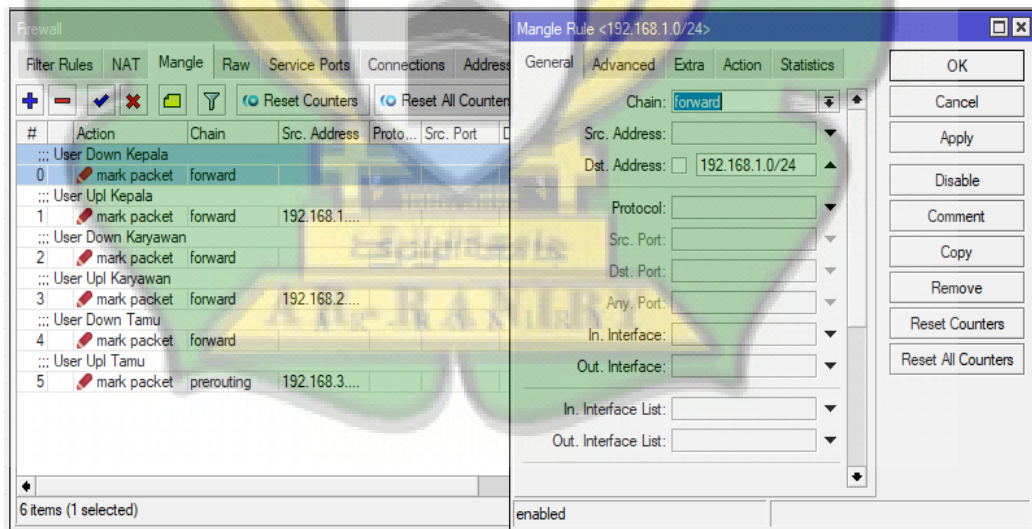
Setting *mangle* trafik download:

- IP ->> *Firewall* ->> *Mangle* ->> klik tanda “+” untuk menambah *rule*

- Pada tab *general*, isikan kolom *Chain* : *'forward'* dan kolom *Dst. address* : *ip network local* >> klik OK
- Pada tab *Action*, isikan kolom *Action* : *mark packet* dan beri nama pada kolom *New Pakcet Mark* : *down_user* (sesuaikan), uncheck pilihan *Passtrough* dan berilah komen(*Download User*) untuk memudahkan pengecekan *rule*.

Setting *mangle* trafik upload

- IP ->> *Firewall* ->> *Mangle* ->> klik tanda “+” untuk menambah *rule*
- Pada tab *general*, isikan kolom *Chain* : *'forward'* dan kolom *Src. Address* : *ip network local* >> klik OK
- Pada tab *Action*, isikan kolom *Action* : *mark packet* dan beri nama pada kolom *New Pakcet Mark* : *upl_user* (sesuaikan), uncheck pilihan *Passtrough* dan berilah komen (*Upload User*) untuk memudahkan pengecekan *rule*.



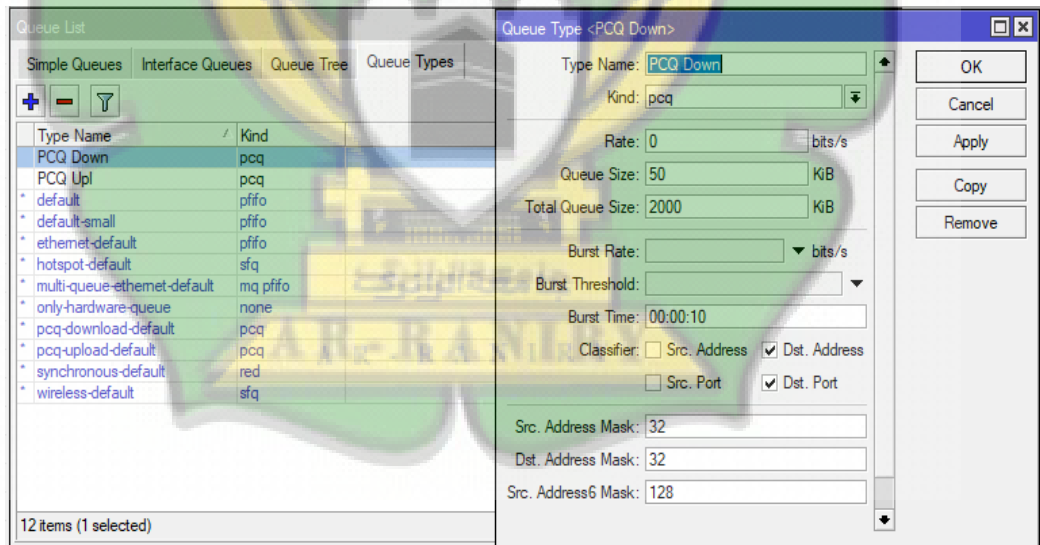
Gambar 4. 4 Mangle

Berdasarkan gambar 4.4 Manajemen *Bandwidth* dipisahkan berdasarkan user ruang, trafik download Ruang kepala, karyawan dan tamu serta trafik upload

Ruang kepala, karyawan dan tamu. Dari gambar dapat kita lihat, *chain* yang digunakan adalah *forward*.

1. **Forward, Input, Output**, pada *Mangle* semua jenis trafik paket data bisa ditandai berdasarkan koneksi, paket atau paket data.
 2. **Prerouting**, adalah sebuah koneksi yang mampu menandai paket atau koneksi yang masuk dan melewati *router*.
 3. **Postrouting**, merupakan koneksi yang dapat menandai paket keluar ataupun melewati *router*.
- e. Konfigurasi PCQ

Cara setting PCQ sebenarnya cukup mudah. Kita hanya perlu menambahkan *Queue Type* PCQ, kemudian tentukan nilai *classifier* dan nilai rate. Untuk manajemen trafik download, centang opsi *classifier dst.address*. Dan untuk manajemen trafik upload, centang opsi *src.address*.



Gambar 4. 5 Gambar PCQ

- f. Konfigurasi *Queue Tree*

Merupakan fitur *bandwidth management* di Mikrotik yang sangat fleksibel dan cukup kompleks. Pendefinisian target yang akan dilimit pada *Queue Tree*

tidak dilakukan langsung saat penambahan rule *Queue* namun dilakukan dengan melakukan marking paket data menggunakan *Firewall Mangle*.

Dalam penerapan *Queue Tree* peneliti lebih mengutamakan download dan upload, yakni memberikan *bandwidth* download sebesar 5 Mbps disetiap ruangnya dan *bandwidth* upload sebesar 3 Mbps disetiap ruangnya.

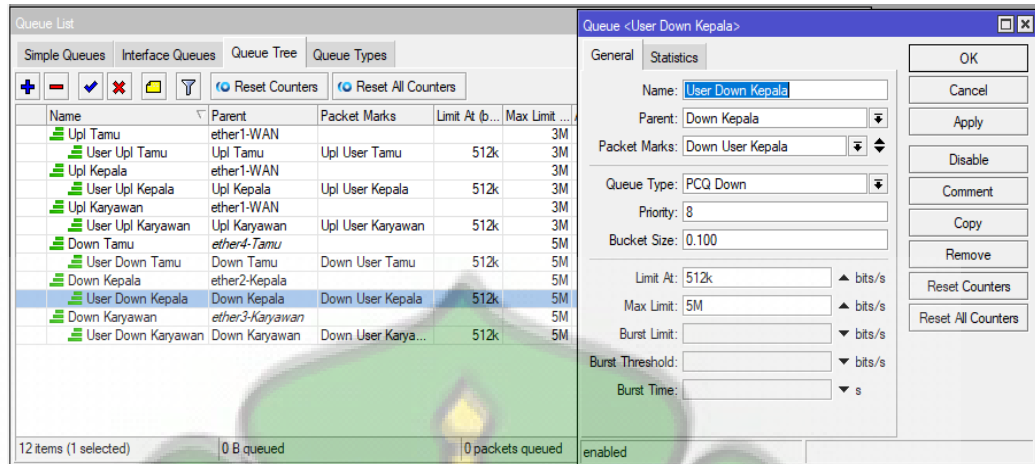
Berikut langkah-langkah konfigurasi *Queue Tree*:

Queue Tree Download

- Membuat Induk *Queue* Download
Pilih menu *Queues* >> *Queue Tree* >> klik tanda “+” >> Isi kolom Name : Download (sesuaikan) >> Parent ; Interface Lokal/LAN >> Max Limit (Sesuai Bandwith yang ada atau yang dikehendaki) >> Klik OK
- Membuat *Child Queue* Download
Langkahnya sama dengan induk *queue*, namun untuk *child queue* lebih dispesifikkan sesuai dengan *rule mangle* dan PCQ yang telah dibuat sebelumnya.

Queue Tree Upload

- Membuat Induk *Queue* Upload
Pilih menu *Queues* >> *Queue Tree* >> klik tanda “+” >> Nama: Upload (sesuaikan) >> Parent ; Interface Publik/WAN >> Max Limit (Sesuai Bandwith yang ada atau yang dikehendaki)
- Membuat *Child Queue* Upload
Langkahnya sama dengan induk *queue*, namun untuk *child queue* lebih dispesifikkan sesuai dengan *rule mangle* dan pcq yang telah dibuat sebelumnya

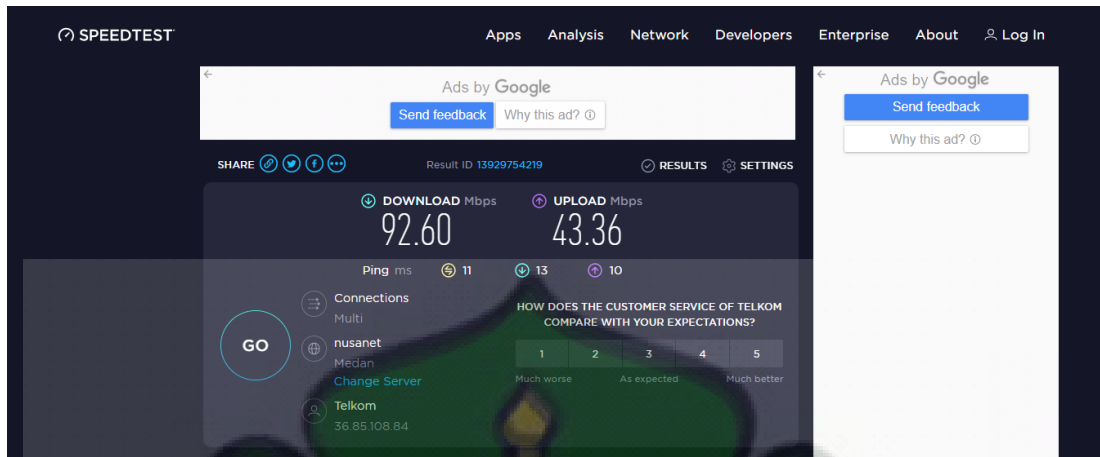


Gambar 4. 6 Queue Tree

Dari gambar 4.3 di atas *queue* yang diimplementasikan pada manajemen *bandwidth* untuk penelitian ini adalah *queue tree*. *queue tree* digunakan karena jika kebutuhan *queue* harus sangat detail maka sangat menguntungkan dengan adanya penggunaannya *mangle PacketMark*, dan juga *queue tree* memiliki performa yang lebih fleksibel dalam menentukan *traffic* apa yang akan dilimit, bisa berdasarkan *IP Address*, *Protocol*, *Port* dan sebagainya.

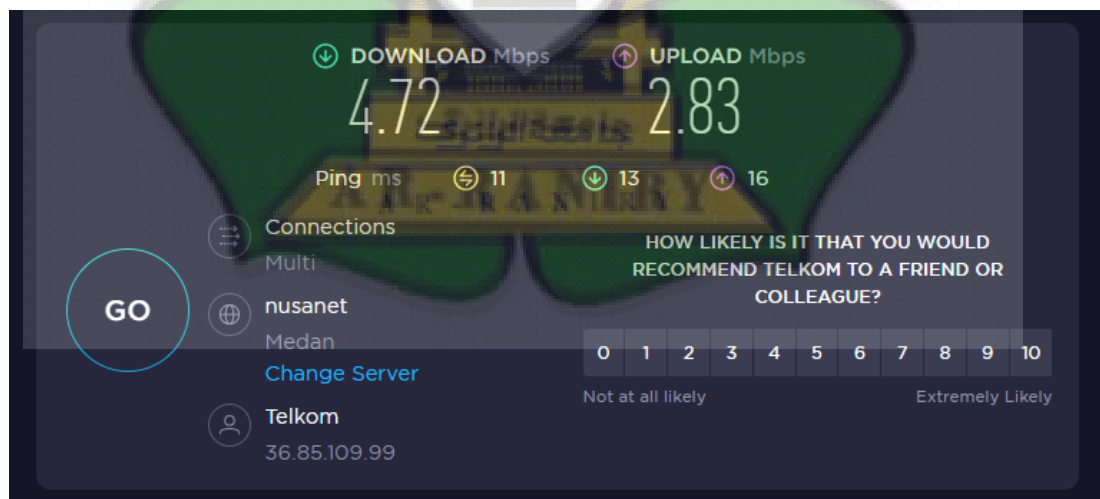
4.2 Hasil Pengujian *Bandwidth*

Analisis hasil pengujian pertama yaitu untuk melihat pengujian koneksi jaringan pada Plasa Telkom Beureunuen yang telah dikonfigurasi dengan menggunakan *speedtest.net*. Pada aplikasi ini hasilnya ditampilkan dalam 3 jenis, yaitu PING, Download dan Upload. Gambar berikut ini akan menampilkan keadaan jaringan sebelum dan sesudah dilakukannya optimalisasi pada jaringan. Adapun hasilnya dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 4. 7 Pengujian Sebelum Optimalisasi

Berdasarkan gambar diatas yang telah di uji, dapat dilihat bahwa koneksi jaringan yang sedang berjalan dengan nilai ping yakni berjumlah 11 ms, nilai download sebesar 92.60 Mbps dan nilai upload sebesar 43.36 Mbps. Yang berarti jaringan sebelum di lakukan implementasi, terjadinya jaringan yang terbuka luas dan tidak stabil.



Gambar 4. 8 Pengujian Sesudah Optimalisasi

Berdasarkan gambar diatas yang telah dilakukan implementasi, dapat diliat bahwa koneksi jaringan yang sedang berjalan dengan nilai ping yakni berjumlah 11 ms, nilai download sebesar 4.72 Mbps dan nilai upload sebesar 2.83 Mbps.

Tabel 4. 1 Ping Hasil

Jenis	Sebelum	Sesudah
Ping	11 ms	11 ms
Download	92.60 Mbps	4.72 Mbps
Upload	43.36 Mbps	2.83bps

4.3 Hasil Pengujian Troughput dan Delay

Berdasarkan dari pengujian *troughput* dan *delay* selama penelitian berlangsung di Plasa Telkom Beureunuen menggunakan aplikasi *wireshark* dan menggunakan jaringan *user* ruang kepala. Dalam melakukan pengujian tersebut peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan 2 laptop dalam waktu yang bersamaan dan melakukan 6 perbandingan, yaitu:

- a. Download dengan download
- b. Streaming dengan streaming
- c. Download dengan streaming
- d. Upload dengan upload
- e. Upload dengan streaming
- f. Download dengan upload

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka diperoleh hasil pengujian parameter tersebut berdasarkan *Quality of Service* adalah sebagai berikut.

4.3.1 Troughput

Throughput adalah sebuah Kecepatan rata – rata yang dibutuhkan untuk mentransfer data hingga sampai ke titik tujuan pengiriman data. Satuan dalam mengukur parameter *throughput* yaitu bps (bit per second). Dari hasil pengambilan data *troughput* menggunakan aplikasi *wireshark* dan telah melakukan uji kinerja

jaringan terhadap Pengujian download dilakukan dengan mendownload vidio youtube, pengujian upload dilakukan dengan mengupload vidio ke youtube di Plasa Telkom Beureunuen, dan pengujian streaming dilakukan dengan memutar video di youtube. Mendapatkan hasil sebagai berikut.

a. Download dengan Download

Tabel 4. 2 *Troughput* download dengan download

NO	Download			Download		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	2.638 Kbps	4	Sangat Bagus	2.486 Kbps	4	Sangat Bagus
2	2.592 Kbps	4	Sangat Bagus	2.543 Kbps	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan download, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 2.638 Kbps dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.486 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 2.592 Kbps dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.543 Kbps dengan indeks 4 yang berarti juga sangat bagus.

Jadi untuk pengukuran download dengan download bisa dipastikan penerapan pcq-queue tree telah berjalan dengan lancar, dimana hasil dari device 1 dan 2 mendapatkan *troughput* yang sama atau setara dalam waktu yang bersamaan.

b. Streaming dengan Streaming

Tabel 4. 3 *Troughput* streaming dengan streaming

NO	Streaming			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	2.606 Kbps	4	Sangat Bagus	2.563 Kbps	4	Sangat Bagus
2	2.596 Kbps	4	Sangat Bagus	2.567 Kbps	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran streaming dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 2.606 Kbps dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.563 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 2.596 Kbps dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.567 Kbps dengan indeks 4 yang berarti juga sangat bagus.

Jadi untuk pengukuran streaming dengan streaming, peneliti tidak mengutamakan streaming pada *queue tree*. Karena client hanya melakukan streaming dalam waktu yang bersamaan *bandwidth* akan otomatis di sama ratakan.

c. Download dengan Streaming

Tabel 4. 4 *Troughput* download dengan streaming

NO	Download			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	4.694 Kbps	4	Sangat Bagus	424 Kbps	1	Buruk
2	4.766 Kbps	4	Sangat Bagus	339 Kbps	1	Buruk

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 4.694 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 424 Kbps dengan indeks 1 yang berarti buruk. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 4.766 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 339 Kbps dengan indeks 1 yang berarti buruk..

Jadi untuk pengukuran download dengan streaming. karena download yang diutamakan dalam penerapan *queue tree* ini, maka download akan lebih dominan mendapatkan *troughput* yang bagus dan streaming akan mendapatkan *troughput* yang buruk jika dilakukan dalam waktu yang bersamaan.

d. Upload dengan Upload

Tabel 4. 5 *Troughput* upload dengan upload

NO	Upload			Upload		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	1.562 Kbps	3	Bagus	1.580 Kbps	3	Bagus
2	1.570 Kbps	3	Bagus	1.576 Kbps	3	Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran upload dengan upload, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 1.562 Kbps dengan indeks 3 yang berarti bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 1.580 Kbps dengan indeks 3 yang juga bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 1.570 Kbps dengan indeks 3 yang berarti bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 1.576 Kbps dengan indeks 3 yang berarti juga bagus.

Jadi untuk pengukuran upload dengan upload, bisa dipastikan penerapan *pcq-queue tree* telah berjalan dengan lancar, dimana hasil dari device 1 dan 2 mendapatkan *troughput* yang sama atau setara dalam waktu yang bersamaan.

e. Upload dengan Streaming

Tabel 4. 6 *Troughput* upload dengan streaming

NO	Upload			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	3.046 Kbps	4	Sangat Bagus	2.864 Kbps	4	Sangat Bagus
2	3.048 Kbps	4	Sangat Bagus	2.489 Kbps	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran upload dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 3.046 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.864 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1

mendapatkan nilai 3.048 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.489 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus.

Jadi untuk pengukuran upload dengan streaming. karena upload yang diutamakan dalam penerapan *queue tree* ini, maka upload akan lebih dominan mendapatkan *throughput* jika dilakukan dalam waktu yang bersamaan.

f. Download dengan Upload

Tabel 4. 7 *Throughput* download dengan upload

NO	Download			Upload		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	4.536 Kbps	4	Sangat Bagus	2.296 Kbps	4	Sangat Bagus
2	4.629 Kbps	4	Sangat Bagus	2.113 Kbps	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 4.536 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.296 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 4.629 Kbps dengan indeks 4 yang berarti sangat bagus dan pada device 2 mendapatkan nilai 2.113 Kbps dengan indeks 4 yang juga sangat bagus.

Jadi untuk pengukuran download dengan upload. Karena download yang lebih diutamakan dibandingkan upload dalam penerapan *pcq-queue tree*, maka upload akan lebih dominan mendapatkan *throughput* jika dilakukan dalam waktu yang bersamaan.

4.3.2 Delay

Delay merupakan sebuah parameter QoS dimana dilakukan pengukuran selisih waktu yang dibutuhkan paket data dari pengirim hingga sampai ke tujuan. Kelemahan dari *delay* sendiri yaitu jarak, media transfer data, fisik dari media transfer data, dan waktu proses transfer data yang lama. Dari hasil pengambilan data delay menggunakan aplikasi wireshark dan telah melakukan uji kinerja jaringan terhadap Pengujian download dilakukan dengan mendownload vidio youtube. Pengujian

upload dilakukan dengan mengupload video ke youtube di Plaza Telkom Beureunuen. Mendapatkan hasil sebagai berikut.

a. Download dengan Download

Tabel 4. 8 *Delay* download dengan download

NO	Download			Download		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	3 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus
2	3 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan download, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat bagus. Jadi untuk pengukuran download dengan download mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

b. Streaming dengan Streaming

Tabel 4. 9 *Delay* streaming dengan streaming

NO	Streaming			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	3 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus
2	3 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran streaming dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat

bagus. Jadi untuk pengukuran streaming dengan streaming mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

c. Download dengan Streaming

Tabel 4. 10 *Delay* download dengan streaming

NO	Download			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	2 ms	4	Sangat Bagus	16 ms	4	Sangat Bagus
2	2 ms	4	Sangat Bagus	19 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 16 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 19 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat bagus. Jadi untuk pengukuran download dengan streaming mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

d. Upload dengan Upload

Tabel 4. 11 *Delay* upload dengan upload

NO	Upload			Upload		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	4 ms	4	Sangat Bagus	4 ms	4	Sangat Bagus
2	4 ms	4	Sangat Bagus	4 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran upload dengan upload, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 4 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 4 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 4 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 4 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat

bagus. Jadi untuk pengukuran upload dengan upload mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

e. Upload dengan Streaming

Tabel 4. 12 *Delay* upload dengan streaming

NO	Upload			Streaming		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	2 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus
2	2 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran upload dengan streaming, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat bagus. Jadi untuk pengukuran upload dengan streaming mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

f. Download dengan Upload

Tabel 4. 13 *Delay* download dengan upload

NO	Download			Upload		
	Nilai	Indeks	Kategori	Nilai	Indeks	Kategori
1	2 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus
2	2 ms	4	Sangat Bagus	3 ms	4	Sangat Bagus

Dari table diatas untuk pengujian pada pengukuran download dengan upload, pengujian pertama pada device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang juga sangat bagus. Begitu juga pada pengujian ke 2 untuk device 1 mendapatkan nilai 2 ms dengan indeks 4 dan pada device 2 mendapatkan nilai 3 ms dengan indeks 4 yang berarti juga sangat

bagus. Jadi untuk pengukuran download dengan upload mendapatkan nilai *delay* yang sangat bagus.

Dengan demikian, maka nilai rata rata indeks delay yang diperoleh berdasarkan pengujian selama berlangsungnya penelitian adalah 4 dengan kategori yang sangat bagus.

4.4 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan metode *Pcq-Queue Tree* pada *router mikrotik* di Plasa Telkom Beureunuen. Dan menguji parameter Qos *troughput* dan *delay* dengan menggunakan aplikasi *wireshark*. Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *Pcq-Queue Tree* berhasil di implementasikan dan jaringan yang dihasilkan sangat stabil. Sebagaimana terlihat pada gambar dan tabel berikut.

Implementasi metode *Pcq-Queue Tree* di Plasa Telkom beureunuen sudah berhasil diterapkan dan sesuai dengan perancangan, yang dibuktikan dengan gambar 4.8, yang mana pada tersebut sudah terlihat bahwa koneksi jaringan yang sedang berjalan dengan nilai ping yakni berjumlah 11 ms, nilai download sebesar 4.72 Mbps dan nilai upload sebesar 2.83 Mbps.

Tabel hasil *Troughput* dan *Delay* menunjukkan bahwa jaringan di Plasa Telkom beureunuen dinyatakan sangat bagus. Dibuktikan dengan kestabilan jaringan ketika 2 device masuk dalam waktu yang bersamaan. Dan juga lebih memprioritaskan download dan upload daripada streaming, karena streaming tidak di prioritaskan dalam implementasi *Pcq-Queue Tree* pada *mikrotik*.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang sudah dipaparkan dalam penelitian ini yang berjudul Implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Pcq-Queue Tree* Pada Router Mikrotik Di Plasa Telkom Beureunuen, maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan metode *pcq-queue tree* berhasil dilakukan dan sesuai dengan perancangan.
2. Parameter yang digunakan dalam pengujian ini yaitu throughput dan delay. Hasil pengujian menunjukkan bahwa throughput memiliki rata-rata indeks 4 dalam kategori "sangat bagus", sementara delay mendapatkan rata-rata indeks 4, juga termasuk dalam kategori "sangat bagus".

5.2 Saran

Penelitian yang sedang dibangun ini sangat jauh dari kata sempurna terdapat kekurangan. Untuk itu sangat di perlukannya pengembangan lebih lanjut agar simulasi ini bisa sempurna, adapun saran dari simulasi ini agar bisa lebih baik lagi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penambahan pelimitan *bandwidth* yang lain seperti youtube dan lain lain sebagainya.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat menambahkan pengujian pada Parameter *jitter* serta menggunakan *tools* atau aplikasi pengujian selain wireshark agar lebih mudah menemukan perbedaan yang signifikan antara aplikasi yang sudah dipakai dengan yang akan digunakan untuk selanjutnya sehingga dapat lebih optimal serta stabil kinerja jaringannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Rosdiyani, "Pemasangan Jaringan Internet Berbasis Wireless Fidelity (Wifi) Di Kampung Wangun Cipurut," *ABDIKARYA J. Pengabd. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 181–191, 2020, doi: 10.47080/abdikarya.v2i2.1074.
- [2] R. Karim, S. S. SUMENDEP, and F. V. I. . Koagouw, "Pentingnya Penggunaan Jaringan Wifi Dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Pemustaka," *Acta Diurna*", vol. 5, no. 2, pp. 1–2, 2016.
- [3] C. Prihantoro, A. K. Hidayah, and 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, p. 81, 2021, doi: 10.46964/justti.v13i2.750.
- [4] J. Khatib and S. Dalam, "181-Article Text-673-1-10-20191031," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. Vol. 8, no. Vol. 8 No. 2 (2019): Oktober 2019, pp. 1–9, 2019.
- [5] U. Azizah and P. Yuniasari, "Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Dengan PCQ (Per Connection Queue)," vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] Anni Zulfia, "Implementasi Jaringan Hotspot Menggunakan Metode Queue Tree Pada router mikrotik Sebagai Penunjang Pembelajaran Di SMKN 2 Banda Aceh", tahun 2019.
- [7] A. M. Tukino, "Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)," *J. Teknol. Komun. Digit. Zo.*, vol. 7, no. 1, pp. 18–25, 2022.
- [8] Y. Mukti and O. Lesva, "Pelatihan Pembuatan Jaringan LAN di SMK 1 PGRI

- Pagar Alam,” *Ngabdimas*, vol. 3, no. 2, pp. 62–67, 2020, doi: 10.36050/ngabdimas.v3i2.272.
- [9] M. Rusdan and M. Sabar, “Design and Analysis of Wireless Network with Wireless Distribution System using Multi-Factor Authentication-based User Authentication,” *J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2020, doi: 10.47292/joint.v2i1.004.
- [10] A. Arini, “Kunjungan Pemustaka Di Upt Perpustakaan Politeknik,” *Univ. Diponegoro Semarang*, 2020.
- [11] H. T. B. Method and I. N. Star, “Management Bandwidth Dan Analisis Qos Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Pada Topologi Star”.
- [12] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, “Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [13] R. Wulandari, “Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016.
- [14] I. Iskandar and A. Hidayat, “Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau),” *J. CoreIT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015.
- [15] N. Hendriyanto, “Router Mikrotik,” p. 132, 2017, [Online]. Available: https://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/MIKROTIK_DENGAN_VMWARE.pdf
- [16] A. Al-Jauhari, “Kata Pengantar,” *Dialog*, vol. 44, no. 1, pp. i–Vi, 2021, doi: 10.47655/dialog.v44i1.470.
- [17] F. Ardianto, “Penggunaan mikrotik router sebagai jaringan server,” *Pengguna*.

Router Mikrotik, no. 1, pp. 26–31, 2020.

[18] M. S. Akbar, “Analisa Jaringan Menggunakan WireShark,” 2015.



LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Pembimbing skripsi

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B-4964/Un.08/FTK/KP.07.6/3/2023

TENTANG:

PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
- b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai pembimbing skripsi
- Mengingat** 1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
 3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
 4. Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah R. Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
 7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2020, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 9. Keputusan Menteri Agama Nomor 550 Tahun 2022, tentang Pembentukan Kuasa Pengangkatan, Pemindahan, dan Pemberhentian PNS pada Kementerian Agama;
 10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 283/KMK.05/2011 tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
 11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015 tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
- Memperhatikan** Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Prodi Pendidikan Teknologi Informasi tanggal 20 September 2022
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan** :
- PERTAMA** : Menunjuk Saudara:
- | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|
| 1 | Ghufran Ibnu Yasa M.T | sebagai pembimbing pertama |
| 2 | Firmansyah, S.Kom., M.T. | sebagai pembimbing kedua |
- Untuk membimbing skripsi :
- Nama : Muhammad Khatami
 NIM : 180212037
 Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi
 Judul Skripsi : IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE PCO-QUEUE TREE PADA ROUTER MIKROTIK DI PLASA TELKOM BEUREUNGEN
- KEDUA** : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2023.
- KETIGA** : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir semester genap 2022/2023,
- KEEMPAT** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini

Ditetapkan di : Banda Aceh
 Pada Tanggal : 27 Maret 2023

An. Rektor
 Dekan
 Sidiq Muluk

Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh.
2. Ketua Prodi Pendidikan Teknologi Informasi.
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan.
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2 Surat Penelitian

1/27/23, 5:00 PM

Document



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-2204/Un.08/FTK.1/TL.00/01/2023
Lamp : -
Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,
Pimpinan Plasa Telkom Beureunuen
Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **MUHAMMAD KHATAMI / 180212037**
Semester/Jurusan : / Pendidikan Teknologi Informasi
Alamat sekarang : Gampoeng Surien, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul *Implementasi Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Pcq-Queue Tree pada Router Mikrotik di Plasa Telkom Beureunuen*

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 27 Januari 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 27 Februari 2023

Habiburrahim, M.Com., M.S., Ph.D.

Lampiran 3 Surat Telah Melakukan Penelitian

PT. TELKOM INDONESIA
PLASA TELKOM BEUREUNEN
 Gampong Lada, Kecamatan Mutiara Timur, Kabupaten Pidie,
 Provinsi Aceh 24186



SURAT KETERANGAN
 Nomor: Tel ⁰³/015/II/2023

Selubungan dengan surat saudara Nomor: B-2204/Un.08/FTK I/II.00/01/2023 Tanggal 27 Januari 2023 tentang Izin Penelitian dan Pengambilan data pada Kantor Plasa Telkom Beureunuen yang masuk pada tanggal 3 Februari 2023, kami pihak kantor dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : MUHAMMAD KHATAMI
 NIM : 180212037
 Fakultas / Prodi : Tachiyah dan Keguruan / Pendidikan Teknologi Informasi
 Semester : X (Sepuluh)
 Judul : "Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Pq-Queue Tree Pada Router Mikrotik Di Plasa Telkom Beureunuen"

Benar yang namanya tersebut diatas melakukan Penelitian dan pengambilan data dari tanggal 3 Februari s/d 5 Februari 2023, guna menyelesaikan penelitian skripsi pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya agar dapat dipergunakan seperlunya

Beureunuen, 7 Februari 2023
 Kepala Plasa Telkom
 Beureunuen

Telkom
 Indonesia

ABDUL MUTTALIB
 NIK 670516

Lampiran 4 Capturing 1 Pengukuran Download Dengan Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of UDP packets from source 2001:4488:f116:10cL to destination 2001:448a:11b0:3fc6. The packet details pane shows the structure of a selected packet: Ethernet II (Type: IPv6), Internet Protocol Version 6 (Source: fe80::8010:0000:0000:0000, Destination: 44:8a:11:b0:3f:c6), and Internet Control Message Protocol v6 (Type: 0x0000, Code: 0x0000, Length: 0x0000).

Capturing Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of UDP packets from source 2001:4488:f116:10cL to destination 2001:448a:11b0:3fc6. The packet details pane shows the structure of a selected packet: Ethernet II (Type: IPv6), Internet Protocol Version 6 (Source: fe80::8010:0000:0000:0000, Destination: a8:f8:5c:31:50:9d:97:54), and User Datagram Protocol (Destination Port: 61824, Length: 8 bytes).

Capturing Download

Lampiran 5 Capturing 2 Pengukuran Download Dengan Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of packets, all of which are 'Protected Payload (KPo)'. The source and destination IP addresses are 2001:4488:f116:10c2 and 2001:448a:11b0:f6d1, respectively. The protocol is QUIC. The packet details pane shows the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 4, User Datagram Protocol, and Multicast Domain Name System (query). The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3875	9.319225	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3876	9.319225	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3877	9.319225	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3878	9.319225	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3879	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3880	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3881	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3882	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3883	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3884	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3885	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3886	9.319585	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3887	9.319626	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	95	Protected Payload (KPo), DCID=f35bd86b7a0c0dd5
3888	9.319624	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	95	Protected Payload (KPo), DCID=f35bd86b7a0c0dd5
3889	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3890	9.324315	74.125.68.188	192.168.1.6	TCP	66	5228 → 55799 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=265 Len=0 SLE=1 SRE=2
3891	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3892	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3893	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3894	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3895	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3896	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3897	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3898	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)
3899	9.324315	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KPo)

Capturing Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of packets, all of which are 'UDP'. The source and destination IP addresses are 2001:4488:f116:10c1 and 2001:448a:11b0:f6d1, respectively. The protocol is UDP. The packet details pane shows the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 4, User Datagram Protocol, and Data. The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2277	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2278	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2279	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2280	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2281	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2282	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2283	13.947941	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2284	13.948270	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	99	59884 → 443 Len=37
2285	13.948397	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	99	59884 → 443 Len=37
2286	13.948468	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	101	59884 → 443 Len=39
2287	13.948530	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	101	59884 → 443 Len=39
2288	13.948633	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	101	59884 → 443 Len=39
2289	13.948696	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	101	59884 → 443 Len=39
2290	13.960821	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	102	59884 → 443 Len=40
2291	14.037355	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2292	14.037474	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2293	14.037721	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2294	14.037966	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2295	14.038141	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2296	14.038300	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2297	14.038392	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2298	14.038620	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2299	14.038755	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2300	14.038937	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2301	14.039065	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	101	59884 → 443 Len=39

Capturing Download

Lampiran 6 Capturing 1 Pengukuran Streaming dengan Streaming

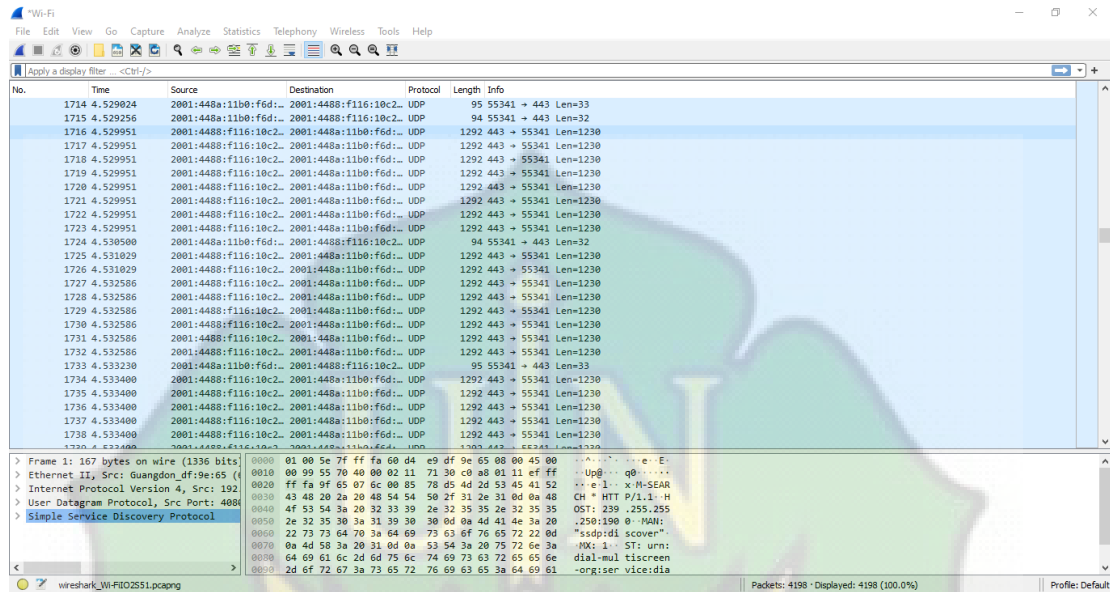
Wireshark capture showing a stream of QUIC packets. The packet list pane shows a series of packets from source 2001:4488:f116:10c1 to destination 2001:448a:11b0:3fc6, all of type QUIC and length 1292. The packet details pane shows the structure of a QUIC frame: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, User Datagram Protocol, and Data (1148 bytes). The hex and ASCII views of the data are visible.

Capturing Streaming

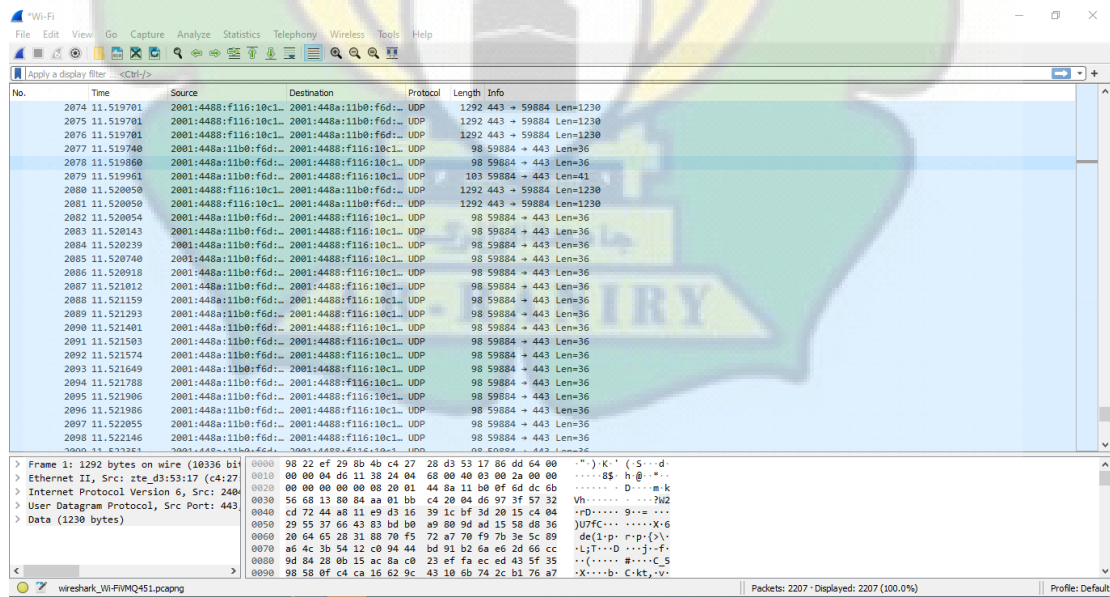
Wireshark capture showing a stream of UDP packets. The packet list pane shows a series of packets from source 2001:4488:f116:10c1 to destination 2001:448a:11b0:3fc6, all of type UDP and length 1230. The packet details pane shows the structure of a UDP packet: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, User Datagram Protocol, and Data (29 bytes). The hex and ASCII views of the data are visible.

Capturing Streaming

Lampiran 7 Capturing 2 Pengukuran Streaming dengan Streaming

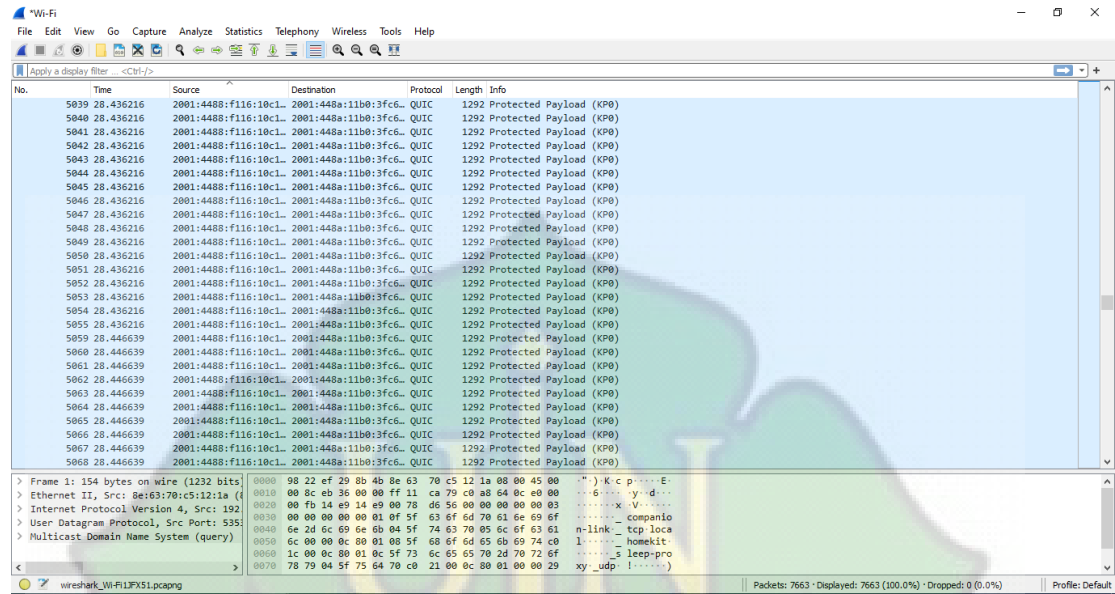


Capturing Streaming



Capturing Streaming

Lampiran 8 Capturing 1 Pengukuran Download dengan Streaming

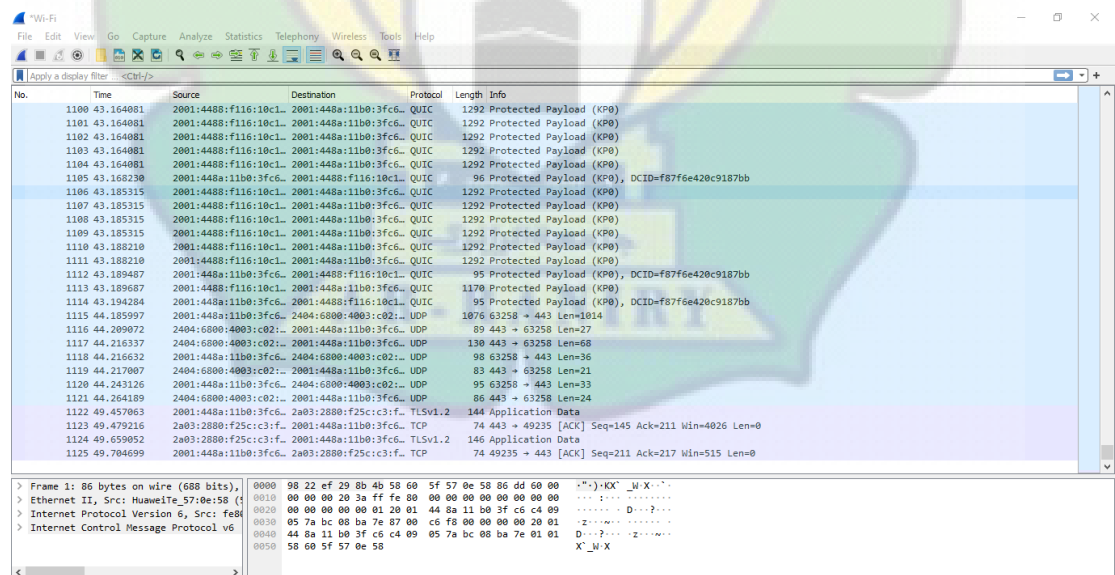


Wireshark network traffic capture showing a list of packets. The list is filtered to show 'Protected Payload (KPI)' packets. The selected packet (No. 5868) is expanded to show its details, including Ethernet II, Internet Protocol Version 4, User Datagram Protocol, and Multicast Domain Name System (query).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5839	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5840	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5841	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5842	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5843	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5844	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5845	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5846	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5847	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5848	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5849	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5850	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5851	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5852	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5853	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5854	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5855	28.436216	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5859	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5860	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5861	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5862	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5863	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5864	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5865	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5866	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5867	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
5868	28.446639	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)

Frame 1: 154 bytes on wire (1232 bits) captured on interface eth0
 Ethernet II, Src: Be63:70:c5:12:1a (08:00:0c:0e:36:00), Dst: 79:c0:a8:64:0c:e0 (08:00:00:00:00:00)
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.100, Dst: 192.168.1.100
 User Datagram Protocol, Src Port: 5353, Dst Port: 5353
 Multicast Domain Name System (query)

Capturing Download



Wireshark network traffic capture showing a list of packets. The list is filtered to show 'Protected Payload (KPI)' packets. The selected packet (No. 1125) is expanded to show its details, including Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and Internet Control Message Protocol v6.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1180	43.164081	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1181	43.164081	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1182	43.164081	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1183	43.164081	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1184	43.164081	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1185	43.168230	2001:4488:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	96	Protected Payload (KPI), DCID=f67fe420c9187bb
1186	43.185315	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1187	43.185315	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1188	43.185315	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1189	43.185315	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1190	43.188210	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1191	43.188210	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1192	43.189487	2001:4488:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPI), DCID=f67fe420c9187bb
1193	43.189687	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:11b0:3fc6	QUIC	1170	Protected Payload (KPI)
1194	43.194204	2001:4488:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPI), DCID=f67fe420c9187bb
1195	44.185997	2001:4488:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c021	UDP	1076	63258 + 443 Len=1814
1196	44.209072	2404:6800:4003:c021	2001:4488:11b0:3fc6	UDP	89	443 + 63258 Len=27
1197	44.216337	2404:6800:4003:c021	2001:4488:11b0:3fc6	UDP	130	443 + 63258 Len=68
1198	44.216632	2001:4488:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c021	UDP	98	63258 + 443 Len=36
1199	44.217007	2404:6800:4003:c021	2001:4488:11b0:3fc6	UDP	83	443 + 63258 Len=21
1200	44.243126	2001:4488:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c021	UDP	95	63258 + 443 Len=33
1201	44.264189	2404:6800:4003:c021	2001:4488:11b0:3fc6	UDP	85	443 + 63258 Len=24
1202	49.457063	2001:4488:11b0:3fc6	2a03:2880:f25c:c3:f	TLVsv1.2	144	Application Data
1203	49.479216	2a03:2880:f25c:c3:f	2001:4488:11b0:3fc6	TCP	74	443 + 49235 [ACK] Seq=145 Ack=211 Win=4026 Len=0
1204	49.659052	2a03:2880:f25c:c3:f	2001:4488:11b0:3fc6	TLVsv1.2	146	Application Data
1205	49.704699	2001:4488:11b0:3fc6	2a03:2880:f25c:c3:f	TCP	74	49235 + 443 [ACK] Seq=211 Ack=515 Len=0

Frame 1: 86 bytes on wire (688 bits) captured on interface eth0
 Ethernet II, Src: HuaweiTe_57:0e:58 (08:00:00:00:00:00), Dst: 08:00:00:00:00:00
 Internet Protocol Version 6, Src: fe80::208:11b0:3fc6:c409, Dst: 2a03:2880:f25c:c3:f
 Internet Control Message Protocol v6

Capturing Streaming

Lampiran 9 Capturing 2 Pengukuran Download dengan Streaming

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of TCP segments. The packet details pane is expanded to show the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and Transmission Control Protocol data. The packet bytes pane shows the raw hex and ASCII data of the captured frame.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
10458	14.093266	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	74	57104 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=662461 Win=2048 Len=0
10459	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TLSv1.2	1294	Application Data
10460	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [ACK] Seq=6548 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10461	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [ACK] Seq=7768 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10462	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [PSH, ACK] Seq=8988 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10463	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TLSv1.2	1294	Ignored Unknown Record
10464	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TLSv1.2	1294	Ignored Unknown Record
10465	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57111 [ACK] Seq=578728 Ack=1908 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10466	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57111 [ACK] Seq=579940 Ack=1908 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10467	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57111 [ACK] Seq=581168 Ack=1908 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10468	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57111 [PSH, ACK] Seq=582388 Ack=1908 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10469	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57103 [ACK] Seq=275721 Ack=1 Win=283 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10470	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57103 [ACK] Seq=276941 Ack=1 Win=283 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10471	14.093393	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57103 [ACK] Seq=278161 Ack=1 Win=283 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10472	14.093518	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	74	57123 → 443 [ACK] Seq=1911 Ack=18288 Win=131872 Len=0
10473	14.093593	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	74	57111 → 443 [ACK] Seq=1908 Ack=583608 Win=131872 Len=0
10474	14.093622	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	74	57103 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=279381 Win=512 Len=0
10475	14.093840	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57103 [PSH, ACK] Seq=279381 Ack=1 Win=283 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10476	14.093840	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [ACK] Seq=10288 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10477	14.093840	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [ACK] Seq=11428 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10478	14.093840	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	1294	443 → 57123 [ACK] Seq=12648 Ack=1911 Win=69888 Len=1220 [TCP segment of a reassembled PDU]
10479	14.093880	2001:448a::11b0:f6d::1	2001:448a::11b0:f6d::1	TCP	74	57133 → 443 [ACK] Seq=1911 Ack=13868 Win=131872 Len=0

Frame 1: 1294 bytes on wire (10352 bits)
 Ethernet II, Src: zte_d3:53:17 (c4:27:00:00:00:00), Dst: 2001:448a::11b0:f6d::1
 Internet Protocol Version 6, Src: 2001:448a::11b0:f6d::1, Dst: 2001:448a::11b0:f6d::1
 Transmission Control Protocol, Src Port: Transport Layer Security
 Transport Layer Security

Capturing Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The packet list pane displays a series of QUIC packets. The packet details pane is expanded to show the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and Data Datagram Protocol data. The packet bytes pane shows the raw hex and ASCII data of the captured frame.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4418	36.976014	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4419	37.001852	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPO), DCID=d21fc4b5dfda8b62
4420	37.099883	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4421	37.100212	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4422	37.100212	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4423	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4424	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4425	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4426	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4427	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4428	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4429	37.101280	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4430	37.101280	74.125.200.156	192.168.1.6	QUIC	69	Protected Payload (KPO)
4431	37.101280	74.125.200.156	192.168.1.6	QUIC	67	Protected Payload (KPO)
4432	37.128284	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPO), DCID=d21fc4b5dfda8b62
4433	37.182751	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	91	Protected Payload (KPO), DCID=d21fc4b5dfda8b62
4434	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4435	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4436	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4437	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4438	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4439	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4440	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4441	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4442	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4443	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)
4444	37.218562	2001:448a::f116:10c1	2001:448a::f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPO)

Frame 1: 184 bytes on wire (1472 bits)
 Ethernet II, Src: zte_d3:53:17 (c4:27:00:00:00:00), Dst: 2001:448a::f116:10c1
 Internet Protocol Version 6, Src: 2001:448a::f116:10c1, Dst: 2001:448a::f116:10c1
 Data Datagram Protocol, Src Port: 443
 Data (122 bytes)

Capturing Streaming

Lampiran 10 Capturing 1 Pengukuran Upload dengan Upload

The screenshot displays the Wireshark interface with the following details:

- Packet List:** A list of 21 packets, all of type 'Protected Payload (KPI)', originating from source IP 2001:4488:f116:10c1 and destined to 2001:4488:11b0:3fc6. The lengths are mostly 1292 bytes, with some being 95 bytes.
- Packet Details:**
 - Frame 1: 75 bytes on wire (600 bits).
 - Ethernet II, Src: LiteonTe_29:8b:4b (08:00:00:00:00:00), Dst: 08:00:00:00:00:00.
 - Internet Protocol Version 6, Src: 2001:4488:f116:10c1, Dst: 2001:4488:11b0:3fc6.
 - Transmission Control Protocol, Src Port: 4417, Dst Port: 4417.
 - Data (1 byte): 58 60 5f 57 0e 58 98 22 ef 29 8b 4b 86 dd 60 09.
- Status:** 4417 packets displayed (100.00% of total).

Capturing Upload

The screenshot displays the Wireshark interface with the following details:

- Packet List:** A list of 21 packets, all of type 'Protected Payload (KPI)', originating from source IP 2001:4488:f116:10c1 and destined to 2001:4488:11b0:3fc6. The lengths are mostly 1292 bytes, with some being 95 bytes.
- Packet Details:**
 - Frame 1: 86 bytes on wire (688 bits).
 - Ethernet II, Src: HuaweiTe_57:0e:58 (08:00:00:00:00:00), Dst: 08:00:00:00:00:00.
 - Internet Protocol Version 6, Src: fe80::58:60:5f:57, Dst: 2001:4488:11b0:3fc6.
 - Internet Control Message Protocol v6, Src: 2001:4488:f116:10c1, Dst: 2001:4488:11b0:3fc6.
 - Data (1 byte): 98 22 ef 29 8b 4b 58 60 5f 57 0e 58 86 dd 60 00.
- Status:** 4639 packets displayed (100.00% of total).

Capturing Upload

Lampiran 11 Capturing 2 Pengukuran Upload dengan Upload

Wireshark capture showing network traffic for an upload. The packet list shows multiple UDP packets from 2001:4488:f116:10c2 to 2001:448a:11b0:f6d1. The packet details pane shows the structure of a packet: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, User Datagram Protocol, and Data (1230 bytes). The hex data pane shows the raw bytes of the data.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2370	4.435079	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2371	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2372	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2373	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2374	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2375	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2376	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2377	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2378	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2379	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2380	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2381	4.435765	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2382	4.435019	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	UDP	97	64738 → 443 Len=35
2383	4.441734	192.168.1.68	224.0.0.251	MDNS	168	Standard query 0x80e4 PTR _90E5E7C8F4789526C98CD95D24084F6F0827C5ED_sub_googlecast._tcp.local, "Q"...
2384	4.454330	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	UDP	98	64738 → 443 Len=36
2385	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2386	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2387	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2388	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2389	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2390	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2391	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2392	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2393	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230
2394	4.534143	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 64738 Len=1230

Frame 1: 1292 bytes on wire (10336 bits)
 Ethernet II, Src: rze_d3:53:17 (c4:27:00:00:00:00), Dst: 2001:448a:11b0:f6d1:0:0:0:0
 Internet Protocol Version 6, Src: 2001:4488:f116:10c2, Dst: 2001:448a:11b0:f6d1:0:0:0:0
 User Datagram Protocol, Src Port: 443, Dst Port: 64738
 Data (1230 bytes)

Capturing Upload

Wireshark capture showing network traffic for an upload. The packet list shows multiple UDP packets from 2001:4488:f116:10c1 to 2001:448a:11b0:f6d1. The packet details pane shows the structure of a packet: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, User Datagram Protocol, and Data (27 bytes). The hex data pane shows the raw bytes of the data.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2230	10.500277	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2231	10.500277	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2232	10.500277	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2233	10.501044	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2234	10.501044	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2235	10.501044	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2236	10.501044	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2237	10.501307	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	96	59884 → 443 Len=34
2238	10.508121	2404:6900:4003:c0f::	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	88	443 → 65114 Len=26
2239	10.512407	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	97	59884 → 443 Len=35
2240	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2241	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2242	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2243	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2244	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2245	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2246	10.515496	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2247	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2248	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2249	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2250	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2251	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2252	10.516568	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
2253	10.516793	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	96	59884 → 443 Len=34
2254	10.533058	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	97	59884 → 443 Len=35

Frame 1: 89 bytes on wire (712 bits)
 Ethernet II, Src: rze_d3:53:17 (c4:27:00:00:00:00), Dst: 2001:448a:11b0:f6d1:0:0:0:0
 Internet Protocol Version 6, Src: 2001:4488:f116:10c1, Dst: 2001:448a:11b0:f6d1:0:0:0:0
 User Datagram Protocol, Src Port: 443, Dst Port: 59884
 Data (27 bytes)

Capturing Upload

Lampiran 12 Capturing 1 Pengukuran Upload dengan Streaming

Wireshark capture showing a sequence of packets. The packet list pane displays the following information:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1832	11.718725	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPI), DCID=c619d4235a55b4e9
1833	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1834	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1835	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1836	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1837	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1838	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1839	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1840	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1841	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1842	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1843	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1844	11.713497	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1845	11.713832	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPI), DCID=c619d4235a55b4e9
1846	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1847	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1848	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1849	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1850	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1851	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1852	11.714640	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1073	Protected Payload (KPI)
1853	11.714931	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	95	Protected Payload (KPI), DCID=c619d4235a55b4e9
1854	16.276400	2001:4488:f116:10c1	2a03:2880:f25c:c3:f	TLSv1.2	144	Application Data
1855	16.298280	2a03:2880:f25c:c3:f	2001:4488:f116:10c1	TCP	74	443 → 49235 [ACK] Seq=222 Ack=144 Win=4026 Len=0
1856	16.477995	2a03:2880:f25c:c3:f	2001:4488:f116:10c1	TLSv1.2	146	Application Data
1857	16.525137	2001:4488:f116:10c1	2a03:2880:f25c:c3:f	TCP	74	49235 → 443 [ACK] Seq=144 Ack=294 Win=513 Len=0
1858	20.832028	2001:4488:f116:10c1	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1117	Protected Payload (KPI), DCID=c619d4235a55b4e9

The packet details pane shows the structure of a frame:

- Frame 1: 1085 bytes on wire (8040 bits)
- Ethernet II, Src: LiteonTe_29:8b:4b (08:00:00:00:00:00), Dst: 08:00:00:00:00:00
- Internet Protocol Version 6, Src: 2001:4488:f116:10c1, Dst: 2001:4488:f116:10c1
- User Datagram Protocol, Src Port: 635, Dst Port: 443
- Data (943 bytes)

The hex dump shows the raw data bytes:

```

0000 58 60 5f 57 0e 58 98 22 ef 29 8b 4b 86 dd 60 0f  X'.M.X.' )K...
0010 ba a4 03 b7 11 40 20 01 44 8a 11 b0 3f c6 c4 09  ....@ .D...
0020 05 7a bc 08 ba 7e 24 04 68 00 40 03 0c 05 00 00  z....$ .h@...
0030 00 00 00 00 00 5d f8 2a 01 bb 87 cb f5 49 fe  ....I...
0040 b6 b5 f5 ef 68 2d 0f 2a 6b 9e 02 68 ca 37 81 af  ....h.*k:h-7...
0050 2b 7d 3c 7c 83 a5 8b f1 2f d0 e2 4d 3d 47 f3  +|.... /:H-G.
0060 9d 66 b2 f9 18 6b 19 36 46 32 e1 68 83 db 64 d8  f..k 6 F2:h.d.
0070 19 66 31 a5 22 b1 b5 35 f5 81 a9 4d 70 f8 30 73  f1...5 ..Mp os
  
```

Capturing Upload

Wireshark capture showing a sequence of packets. The packet list pane displays the following information:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1779	26.002651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1780	26.003262	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1781	26.006150	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	96	Protected Payload (KPI), DCID=c706fa4e887aa256
1782	26.006482	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1783	26.006628	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1784	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1785	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1786	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1787	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1788	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1789	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1790	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1791	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1792	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1793	26.008478	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1794	26.008824	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1008	Protected Payload (KPI), DCID=c706fa4e887aa256
1795	26.012209	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	96	Protected Payload (KPI), DCID=c706fa4e887aa256
1796	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1797	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1798	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1799	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1800	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1801	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1802	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1803	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1804	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)
1805	26.015651	2001:4488:f116:10c2	2001:4488:f116:10c2	QUIC	1292	Protected Payload (KPI)

The packet details pane shows the structure of a frame:

- Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits)
- Ethernet II, Src: LiteonTe_29:8b:4b (08:00:00:00:00:00), Dst: 08:00:00:00:00:00
- Address Resolution Protocol (request)

The hex dump shows the raw data bytes:

```

0000 ff ff ff ff ff ff 98 22 ef 29 8b 4b 08 06 00 01  .....K....
0010 08 00 06 04 00 01 98 22 ef 29 8b 4b c0 a8 64 0b  .....K..d.
0020 00 00 00 00 00 00 c0 a8 64 85  ....
  
```

Capturing Streaming

Lampiran 13 Capturing 2 Pengukuran Upload dengan Streaming

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets, all of which are 'Protected Payload (KIP)' with a length of 1292 bytes. The source and destination IP addresses are 2001:4488:f116:10c2 and 2001:448a:11b0:f6d1, respectively. The protocol is QUIC. The packet list is filtered to show only these packets. The packet details pane shows the structure of a QUIC packet, including the frame type (1: 54 bytes on wire (432 bits)), Ethernet II, Internet Protocol Version 4, and Transmission Control Protocol.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1897	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1898	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1899	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1900	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1901	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1902	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1903	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1904	14.040991	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1905	14.041238	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1906	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1907	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1908	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1909	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1910	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1911	14.041352	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1912	14.041344	2001:4488:f116:10c2	2001:448a:11b0:f6d1	QUIC	1292	Protected Payload (KIP)
1913	14.041430	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1914	14.041505	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1915	14.041578	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1916	14.041650	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1917	14.041722	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1918	14.041794	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1919	14.041882	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1920	14.041953	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1921	14.042006	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb
1922	14.042060	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c2	QUIC	97	Protected Payload (KIP), DCID=c48b6876a0e8faeb

Capturing Upload

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets, all of which are UDP with a length of 1292 bytes. The source and destination IP addresses are 2001:4488:f116:10c1 and 2001:448a:11b0:f6d1, respectively. The protocol is UDP. The packet list is filtered to show only these packets. The packet details pane shows the structure of a UDP packet, including the frame type (1: 1292 bytes on wire (10336 bits)), Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and User Datagram Protocol.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1809	13.844360	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1810	13.844360	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1811	13.844360	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1812	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1813	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1814	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1815	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1816	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1817	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1818	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1819	13.845128	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1820	13.845497	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	94	59884 → 443 Len=32
1821	13.852334	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1822	13.852334	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1823	13.852334	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1824	13.852334	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1825	13.852334	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1826	13.852642	2001:448a:11b0:f6d1	2001:4488:f116:10c1	UDP	94	59884 → 443 Len=32
1827	13.853028	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1828	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1829	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1830	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1831	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1832	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1833	13.855577	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230
1834	13.866677	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:f6d1	UDP	1292	443 → 59884 Len=1230

Capturing Streaming

Lampiran 14 Capturing 1 Pengukuran Download dengan Upload

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets, all of which are UDP packets from source 2001:4488:f116:10c1 to destination 2001:448a:11b0:3fc6. The packets are numbered from 3365 to 3391. The packet details pane shows the structure of a frame: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, User Datagram Protocol, and Data (1113 bytes). The hex dump shows the raw data of the frame.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3365	2.838889	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3366	2.838889	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3367	2.838889	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3368	2.838889	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3369	2.839335	2001:448a:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	UDP	95	54413 → 443 Len=33
3370	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3371	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3372	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3373	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3374	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3375	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3376	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3377	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3378	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3379	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3380	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3381	2.841758	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3382	2.842257	2001:448a:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	UDP	95	54413 → 443 Len=33
3383	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3384	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3385	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3386	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3387	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3388	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3389	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3390	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230
3391	2.843815	2001:4488:f116:10c1	2001:448a:11b0:3fc6	UDP	1292	443 → 54413 Len=1230

Capturing Download

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets, all of which are QUIC packets from source 2404:6800:4003:c11 to destination 2001:448a:11b0:3fc6. The packets are numbered from 1832 to 1858. The packet details pane shows the structure of a frame: Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and Internet Control Message Protocol v6. The hex dump shows the raw data of the frame.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1832	35.216204	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	640	Protected Payload (K0), DCID=e180c3a7d07f522f
1833	35.223370	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	85	Protected Payload (K0)
1834	35.223575	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	96	Protected Payload (K0), DCID=c2d08c366525c05d
1835	35.225796	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	182	Protected Payload (K0)
1836	35.226462	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	91	Protected Payload (K0)
1837	35.226692	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	94	Protected Payload (K0), DCID=e180c3a7d07f522f
1838	35.229411	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	91	Protected Payload (K0)
1839	35.229669	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	96	Protected Payload (K0), DCID=c2d08c366525c05d
1840	35.233342	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	100	Protected Payload (K0)
1841	35.233569	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	100	Protected Payload (K0), DCID=c2d08c366525c05d
1842	35.234106	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	84	Protected Payload (K0)
1843	35.234234	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	96	Protected Payload (K0), DCID=c2d08c366525c05d
1844	35.241529	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	89	Protected Payload (K0)
1845	35.255641	2001:448a:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	1292	Initial, DCID=8a9562c5a2e8ea2b, PKN: 1, PADDING, CRYPTO, PING, PADDING, PING, PING, PING, CRYPTO, PADD...
1846	35.256261	2001:448a:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	139	0-RTT, DCID=8a9562c5a2e8ea2b
1847	35.256430	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1268	Protected Payload (K0)
1848	35.256592	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1849	35.256950	2001:448a:11b0:3fc6	2001:4488:f116:10c1	QUIC	854	0-RTT, DCID=8a9562c5a2e8ea2b
1850	35.257295	2001:448a:11b0:3fc6	2404:6800:4003:c11	QUIC	100	Protected Payload (K0), DCID=c2d08c366525c05d
1851	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1852	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1853	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1854	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	465	Protected Payload (K0)
1855	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1856	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1857	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)
1858	35.265868	2404:6800:4003:c11	2001:448a:11b0:3fc6	QUIC	1292	Protected Payload (K0)

Capturing Upload

Lampiran 15 Capturing 2 Pengukuran Download dengan Upload

The screenshot displays a Wireshark capture of network traffic. The main pane shows a list of captured packets, primarily TCP segments. The source IP is consistently 2001:448a:11b0:f6d:: and the destination is 2001:448a:11b0:f6d:: on port 443. The packet details pane is expanded to show the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 4, and Transmission Control Protocol. The status bar at the bottom indicates 15076 packets displayed, representing 100.0% of the capture.

Capturing Download

The screenshot displays a Wireshark capture of network traffic. The main pane shows a list of captured packets, primarily UDP segments. The source IP is consistently 2001:448a:11b0:f6d:: and the destination is 2001:448a:11b0:f6d:: on port 443. The packet details pane is expanded to show the structure of a frame, including Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and User Datagram Protocol. The status bar at the bottom indicates 4769 packets displayed, representing 100.0% of the capture.

Capturing Upload

Lampiran 16 Perhitungan Troughput

Download dengan Download

1	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 10345790 : 31.374= 329,7568049977689bx 8 = 2.638k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9788470: 31.489= 310,8536314268475bx 8 =2.486k
2	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 10572702 : 32.631= 324,0079065918911bx 8 = 2.592k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9858476 : 31.004= 317,9743258934331bx 8 = 2.543k

Streaming dengan Streaming

1	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9199478: 28.233= 325,8413204406191bx 8 = 2.606k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9261706: 28.898= 320,4964357394975bx 8 =2.563k
2	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9951491 : 30.658= 324,596875203862bx 8 = 2.596k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 9877204 : 30.771= 320,9906730363004bx 8 = 2.567k

Download dengan Streaming

1	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 18262801: 31.125= 586,7566586345382bx 8 = 4.694k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 1642742: 30.961= 53,05842834533768bx 8 =424k
2	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 18916821 : 31.759= 595,6365439717875bx 8 = 4.765k	Jumlah Bytes : Time Span = Hasil Bytes 1339839 : 31.789= 42,14788134260279bx 8 = 337K

Upload dengan Upload

1	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 6004970: 30.749– 195,289928127744bx 8 – 1.562k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 6067712: 30.719– 197,5230964549627bx 8 –1.580k
2	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 6020570 : 30.676 – 380,8448222756114bx 8 – 1.570k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 6077049: 30.841 – 197,0444862358549bx 8 – 1.576K

Upload dengan Streaming

1	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 12364508: 32.466– 195,289928127744bx 8 – 3.046k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 9110149: 25.439– 358,1174181375054bx 8 –2.864k
2	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 13300845 : 34.907– 381,0366115678804bx 8 – 3.048k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 9474485: 30.450 – 311,1489326765189bx 8 – 2.489K

Download dengan Upload

1	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 17776423 : 31.351– 567,0129501451309bx 8 – 4.536k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 8978900: 31.283– 287,0217050794361bx 8 –2.296k
2	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 17542776 : 30.317– 578,6448527228947bx 8 – 4.629k	Jumlah Bytes : Time Span – Hasil Bytes 7854085: 29.731– 264,1715717601157bx 8 – 2.113K

Lampiran 17 Perhitungan Delay

	download	download
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,373701:11812 = 0,0026560871147985x$ 1000 $=2,65608711479851$ $=3 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,488706 : 10305 = 0,0030556725861232x$ 1000 $=3,055672586123241$ $=3 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $32,631217:11944 = 0,0027320174983255x$ 1000 $= 2,732017498325519$ $=3 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,004413: 10295 = 0,0030115991257892 x$ 1000 $=3,011599125789218$ $=3 \text{ ms}$

	streaming	streaming
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $28,223388:10328 = 0,002732706041828 x$ 1000 $= 2,73270604182804$ $=3 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $28,898297 : 10594 = 0,0027277984708325x$ 1000 $=2,727798470832547$ $=3 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,657934:11222 = 0,002731949206915 x$ 1000 $= 2,731949206914988$ $=3 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,771132: 11078 = 0,0027776793645062x$ 1000 $=2,777679364506229$ $=3 \text{ ms}$

	Download	streaming
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,125203:18865 = 0,0016498914921813x$ 1000 $= 1,649891492181288$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,961032 : 1925 = 0,016083652987013x$ 1000 $=16,08365298701299$ $=16 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,75925:19473 = 0,001630937657269 x$ 1000 $= 1,630937657269039$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,78857: 1645 =$ $0,0193243598784195x1000$ $=19,32435987841945$ $=19 \text{ ms}$

	Upload	Upload
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,74886:6942 = 0,0044293951310861 \times 1000$ $= 4,429395131086142$ $=4 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,718726 : 7130 =0,0043083767180926 \times 1000$ $=4,308376718092567$ $=4 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,67603:6975 = 0,004397996702509 \times 1000$ $= 4,397996702508961$ $=4 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,841407: 7058 =$ $0,0043697091243978 \times 1000$ $=4,369709124397846$ $=4 \text{ ms}$

	Upload	Streaming
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $32,46592: 12841 = 0,0025283014562729 \times 1000$ $= 2,528301456272876$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $25,43922 : 9505 =0,0026764039978958 \times 1000$ $=2,676403997895844$ $=3 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $34,90669: 13757 = 0,002537376826343 \times 1000$ $= 2,537376826342953$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,449757: 9764 =$ $0,0031185740475215 \times 1000$ $=3,118574047521508$ $=3 \text{ ms}$

	Download	Upload
1	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,35108: 18671 = 0,0016791322371592 \times 1000$ $= 1,679132237159231$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $31,282511 : 9379 =0,0033353780786864 \times 1000$ $=3,335378078686427$ $=3 \text{ ms}$
2	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $30,31723: 18492 = 0,0016394782067921 \times 1000$ $= 1,639478206792126$ $=2 \text{ ms}$	Total : data yg dikirm =hasil x 1000 $29,731499: 8143 =$ $0,0036511726636375 \times 1000$ $=3,65117266363748$ $=3 \text{ ms}$

Lampiran 18 Foto Kegiatan





