IMPLEMENTASI JARINGAN *ACCESS POINT* DENGAN *WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM* (WDS) BERBASIS MIKROTIK

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TELEKOMUNIKASI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan untuk
memperoleh gelar sarjana

EGA ODIGUNA DEFRI
NIM. 155060307111013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019

RINGKASAN

Mikrotik merupakan sebuah alat yang berfungsi mengubah PC menjadi sebuah router pengendali atau pengatur lalu-lintas data antar jaringan. Pada penelitian ini menggunakan tiga buah mikrotik yang berfungsi sebagai *server master* dan *station/slave*, jenis mikrotik yang digunakan adalah 1 buah mikrotik RB951UI-2hnd sebagai server dan 2 buah mikrotik RB941-2nD-TC sebagai station. Ketiga mikrotik tersebut di bangun menjadi satu kesatuan *network* dengan SSID, *frequency*, serta *channel* yang sama yang disebut dengan *Wireless Distribution System* (WDS) sesuai protokol standar *wireless* IEEE 802.11 yang bekerja pada frekuensi 2.4 Ghz. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan adalah 2427 Mhz dengan lebar *channel* sebesar 20 Mhz.

Penggunaan sistem WDS diupayakan untuk memperluas jaringan nirkabel serta mempermudah pengguna dalam mengakses internet. Berdasarkan penggunaanya sistem WDS bekerja dengan cara menginterferensikan ketiga jaringan tersebut menjadi satu kesatuan, agar ketika pengguna internet berpindah tempat koneksi tidak terputus dan dapat leluasa berpindah lokasi selama berada dalam jangkauan ketiga *access point* tersebut.

CD Contents:
Skripsi dan Presentasi Ujian Skripsi

Ega Odiguna Defri., Teknik Elektro, Konsentrasi Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, 2019., Implementasi jaringan *access point* dengan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis Mikrotik.

Dosen Pembimbing 1:
Ir. Sigit Kusmaryanto, M. Eng.
Dosen Pembimbing 2 :
Ali Mustofa, S.T., M.T.

2019

IMPLEMENTASI JARINGAN *ACCESS POINT* DENGAN *WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM* (WDS) BERBASIS MIKROTIK

EGAODIGUNA DEFRI
NIM. 155060307111013

C

IMPLEMENTASI JARINGAN *ACCESS POINT* DENGAN *WIRELESS DISTRBUTION SYSTEM* (WDS) BERBASIS MIKROTIK

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

EGA ODIGUNA DEFRI
NIM. 155060307111013

Tanggal Ujian:
6 Desember 2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG

2019

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI JARINGAN *ACCESS POINT* DENGAN *WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM* (WDS) BERBASIS MIKROTIK

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

EGA ODIGUNA DEFRI
NIM. 155060307111013

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 21 November 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng.	Ali Mustofa, S.T., M.T.
NIP. 197003101994121001	NIP. 197106012000031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. HadiSuyono,S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIP. 19730520 200801 1 013

RINGKASAN

Ega Odiguna Defri, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2019, *Implementasi Jaringan Access Point Dengan Wireless Distribution System* (WDS). Dosen Pembimbing: Sigit Kusmaryanto dan Ali Mustofa.

Mikrotik merupakan sebuah alat yang berfungsi mengubah PC (komputer) menjadi sebuah router pengendali atau pengatur lalu-lintas data antar jaringan. Pada penelitian ini menggunakan tiga buah mikrotik yang berfungsi sebagai *server master* dan *station/slave*, jenis mikrotik yang digunakan adalah 1 buah mikrotik RB951UI-2hnd sebagai server dan 2 buah mikrotik RB941-2nD-TC sebagai station. Ketiga mikrotik tersebut di bangun menjadi satu kesatuan *network* dengan SSID, *frequency*, serta *channel* yang sama yang disebut dengan *Wireless Distribution System* (WDS) sesuai protokol standar *wireless* IEEE 802.11 yang bekerja pada frekuensi 2.4 Ghz. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan adalah 2427 Mhz dengan lebar *channel* sebesar 20 Mhz.

Penggunaan sistem WDS diupayakan untuk memperluas jaringan nirkabel serta mempermudah pengguna dalam mengakses internet. Berdasarkan penggunaanya sistem WDS bekerja dengan cara menginterferensikan ketiga jaringan tersebut menjadi satu kesatuan, agar ketika pengguna internet berpindah tempat koneksi tidak terputus dan dapat leluasa berpindah lokasi selama berada dalam jangkauan ketiga *access point* tersebut.

Kata Kunci : *Access Point, Poin to Multipoint,* Mikrotik, dan *Wireless Distribution System* (WDS).

SUMMARY

Ega Odiguna Defri, *Implementaion of Access Point Network with Wireless Distribution System* (WDS) *based on Microtics. Advisor :* Sigit Kusmaryanto *and* Ali Mustofa.

Microtic is a tool that functions to change a PC (computer) into a router that controls or regulates data traffic between networks. In this study, using three microtics that function as master server and station / slave, the type of microtics that used is 1 microtic RB951UI-2hnd as sever and 2 microtic RB941-2nD-Tc as station. The three microtucs are built into a single network with the same SSID, frequency, and channel called the Wireless Distribution System (WDS) according to the IEEE 802.11 wireless standard protocol that works at 2.4 Ghz frequency. In this study the frequency used was 2427 Mhz with a channel width of 20 Mhz.

The use of the WDS system is strived to expand wireless networks and facilitate users in accessing the internet. Based on its use the WDS system works by interfering all three networks into one unit, so that the user's internet connection when moving is uninterrupted and also the user can freely move locations as long as they are within the reach of all three access point.

Keywords : *Access Point, Poin to Multipoint, Microtic*, dan *Wireless Distribution System* (WDS).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Alhamdulillah, alhamdulillah penulis hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan bimbingan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "IMPLEMENTASI JARINGAN *ACCESS POINT* DENGAN *WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM* (WDS) BERBASIS MIKROTIK" dengan baik. Berkat dan salam yang tak terpisahkan mencurahkan untuk Nabi kita Nabi Muhammad yang telah menjadi teladan bagi mereka yang mengharapkan rahmat dan bimbingan-Nya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Papa, Mama, Kakak, Adik, dan Nenek beserta keluarga lain yang selalu memberikan cinta dan doa yang tidak pernah putus.
2. Bapak Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D, IPM. sebagai Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Ibu. Ir. Nurussa'adah, MT. sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Ibu Rahmadwati, ST., MT., Ph.D. sebagai Kepala Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Bapak Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng. sebagai pembimbing pertama yang telah memberikan banyak peluang, pengetahuan, saran, arahan, motivasi, saran dan masukan.
6. Bapak Ali Mustofa, ST., MT. sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan banyak peluang, pengetahuan, saran, arahan, motivasi, saran dan masukan.
7. Ibu Rusmi Ambarwati S.T., M.T. sebagai KKDK konsentrasi telekomunikasi yang memberikan banyak arahan dalam hal akademik dan penulisan skripsi.
8. Bapak Iswanto, ST. sebagai Laboran Laboraturium Telekomunikasi atas bantuan, fasilitas, dan keramahan selama penulis melakukan penulisandan dalam proses penulisan tesis.
9. Teman-teman Silahoi, Multichat terbaik, Mixmo yang telah memberikan dukungan dan dorongan.
10. Anggreta Savira. yang telah memberikan dukungan dan doa yang tidak pernah putus.

11. Keluarga Besar SERVO 2015 dan Paket C yang telah memberikan dukungan dan semangat

Dalam menyusun skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan kendala lain yang terjadi selama skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran untuk perbaikan makalah ini di masa depan. Semoga artikel ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, 25 November 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Internet merupakan jaringan komputer yang saling terhubung dan dapat berinteraksi. Hal ini terjadi akibat perkembangan teknologi yang berkembang sangat pesat, sehingga dari tahun ke tahun jumlah pengguna yang tergabung dalam *Internet* semakin membengkak. Hal itu menyebabkan hamper di seluruh perusahaan maupun instansi memiliki jaringan komputer. Saat ini banyak sekali orang yang menggunakan *Internet* dalam dunia pekerjaan maupun pendidikan dan semakin banyak aplikasi, media, dan berbagai macam cara untu mengakses *Internet*. Salah satu cara dengan menggunakan *access point* karena lebih mudah, praktis, murah serta lebih fleksibel untuk terhubung dengan jaringan internet walaupun berpindah tempat. *access point* merupakan komponen dalam jaringan komputer yang menciptangan jaringan *Wireless Local Area Network* (WLAN) atau jaringan nirkabel.

Salah satu kendala sebuah jaringan *wireless* ialah *range* cakupan *signal wireless* yang teAPatas. Untuk mengatasi kendala tersebut, administrator jaringan umumnya menggunakan lebih dari satu *access point*. Langkah tersebut memang menjadi solusi yang tepat, namun muncul pertanyaan baru bagaimana jika jaringan nirkabel tersebut harus menyediakan sebuah layanan yang harus bisa digunakan oleh setiap pengguna yang terkoneksi. Mikrotik merupakan sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menjadikan komputer menjadi *routher network*. Mikrotik mencakup beberapa fitur yang dibuat untuk IP Network dan Jaringan nirkabel. Akan tetapi di Mikrotik, *hotspot system* sebenarnya bisa berjalan baik pada interface ethernet untuk jaringan kabel kabel ataupun *wireless*.

Pada implementasinya, dibutuhkan jangkauan nirkabel yang cukup luas untuk mencakup keseluruhan area. Solusinya adalah dengan menggunakan lebih dari satu *Access Point* untuk menjangkau area yang cukup luas. Selain memiliki jangkauan yang luas seluruh area harus di *cover*, jumlah *client* yang banyak menjadi pertimbangan sehingga harus menggunakan lebih dari satu *access point*. Dalam membangun jaringan *access point* berbasis Mikrotik, penulis melakukan penelitian di Lab. Telkomunikasi Elektro UB. dengan pertimbangan banyaknya *client*yang menggunakan *hotspot service*.

Dengan banyaknya *access point* yang digunakan tentu diperlukan sebuah konsep agar layanan akses internet dapat diterima oleh seluruh pengguna. Jaringan bersifat *brigde network*, artinya antar server dan *client* harus berada dalam segment IP address yg sama.

Cara paling mudah agar semua pengguna mendapat *service hotspot* adalah dengan melakukan konfigurasi *hotspot* server pada masing - masing *access point* agar tiap *access point* dapat memberikan *service hotspot* secara sendiri-sendiri.

Pengguna yang ingin mengakses internet dapat langsung terkoneksi ke *access point* tersebut. Akan tetapi dengan konsep seperti itu, akan menimbulkan persoalan baru, jika pengguna tersebut berpindah lokasi dan terkoneksi ke *access point* yang beAPeda dengan sebelumnya, pengguna harus melakukan login hotspot lagi. Hal ini dikarenakan pengguna sudah berada di area hotspot server yang beAPeda. Untuk mengatasi persoalan tersebut dibutuhkan sistem jaringan yang dapat memudahkan pengguna yang akan berpindah lokasi tanpa harus kehilangan koneksi, sistem yang digunakan adalah *Wireless Distribution System* (WDS) yang menjadikan beberapa *access point* menjadi satu kesatuan jaringan dengan menyamakan SSID beserta frekuensi yang digunakan antara master dan station, yang membuat jangkauan jaringan menjadi lebih luas dan menjadikannya satu kesatuan *network* yang dapat mempermudah pengguna dalam mengkakses internet dan ketika pengguna berpindah lokasi, koneksi internet tidak terputus dan harus melakukan *login* kembali.

Namun dalam membangun jaringan WDS hal yang harus di amati adalah kualitas layanan pada jaringan tersebut agar dapat digunakan oleh banyaknya pengguna. Beberapa parameter yang harus diperhatikan adalah *throughput, delay,* serta *packet loss* yang terjadi pada saat pengiriman data agar dapat. *Throughput* merupakan kecepatan pengiriman data, sedangkan *delay* merupakan jumlah waktu yang dilalui suatu paket antara pengirim dan penerima, serta *packet loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan kondisi yang menunjukan jumlah total paket yang hilang pada saat proses transmisi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membangun jaringan *access point* dengan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis MikroTik ?
2. Bagaimana bentuk konfigurasi jaringan *access point* dengan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis MikroTik?
3. Bagaimana cara mengatasi *range* cakupan sinyal *wireless* yang teAPatas ?
4. Bagaimana uji coba dan analisa kualitas jaringan dengan menggunakan parameter *Quality of Service*(QoS) *throughput, delay* dan *packet loss* pada tiap *access point*?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Ruang lingkup masalah ini membahas tentang rancangan sistem jaringan menggunakan jaringan *access point* berbasis Mikrotik.
2. Membahas perancangan *access point* dengan system *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis MikroTik.
3. Dalam penelitian ini menggunakan 3 buah *router* Mikrotik AP941-2nD-TC.
4. Pengujian menggunakan media Wireless.
5. Parameter *Quality of Service*(QoS) yang digunakan adalah *throughput, delay,* dan *packet loss.*
6. Pengambilan data dilakukan di Laboraturium Telekomunikasi Universitas Brawijaya.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dalam skripsi ini adalah untuk merancang dan meralisasikan jaringan *Access Point* berbasis Mikrotik dengan menggunakan *Wireless Distribution System* (WDS). Serta menganalisis koneksi antara *client* dan *access point* dengan menggunakan sistem WDS dan untuk menganilisa *throughput, delay,* dan *packet loss* pada jaringan tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pembuatan sistem jaringan *access point* ini adalah untuk mengetahui sedikit tidaknya tentang konsep jaringan *access point* dengan sistem *Wireless Distribution System* (WDS) serta konfigurasinya dan sedikit mengetahui kelebihan dan kekurangan menggunakan sistem WDS untuk jaringa *access point* tersebut serta untuk mengetahui *throughput, delay,* dan *packet loss* pada jaringan tersebut.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas tentang dasar teori yang berhubungan dengan jaringan *Access Point*, Mikrotik, dan mengetahui sistem WDS serta parameter QoS (*throughput, delay* dan *packet loss*).

BAB III Metode Penelitian

Membahas metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitan ini, seperti membahas perancangan jaringan dan diagram alir *(Flow Chart)* dan pembahasannya yang disusun untuk menjawab rumusan masalah.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Membahas tentang material yang digunakan, pengumpulan data dari jaringan yang direalisasikan, serta menganilisis data dari hasil yang didapat.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari hasil analisis data yang diperoleh dan saran untuk mengembangkan penelitian ini.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jaringan

Sebuah jaringan terdiri dari dua atau lebih komputer yang saling terhubung antara satu dengan yang lain, dan saling beAPagi informasi. Konsep jaringan komputer lahir pada tahun 1940-an di Amerika oleh group riset Harvard *University* yang dipimpin oleh profesor H. Aiken. Pada mulanya proyek tersebut hanyalah ingin memanfaatkan sebuah perangkat komputer yang harus dipakai bersama. Untuk mengerjakan beberapa proses tanpa banyak membuang waktu kosong maka dibuatlah proses beruntun (*Batch Processing*), sehingga beberapa program bisa di jalankan dalam sebuah komputer dengan kaidah antrian.

2.1.1 Jenis Jaringan

1. *Wireless Local Area Network* (WLAN)

Wireless Local Area Network (WLAN) merupakan suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebai alat atau media transmisi data. Informasi atau data ditransfer dari satu komputer ke komputer lainnya menggunakan gelombang radio. WLAN juga sering disebut dengan jaringan nirkabel atau jaringan *wireless.*

Kelebihan penggunaan jaringan WLAN, sebagai berikut :

a. Mobilitas yang tinggi, memudahkan pengguna untuk mengakses informasi dimana pun selama berada dalam jangkauan WLAN. Penggunaan WLAN sangat cocok digunakan pada lokasi yang ramai pengguna, seperti di Laboraturium, perkantoran, maupun di wilayah kampus.
b. Penggunaan jaringan WLAN tergolong sangat sederhana dan praktis digunakan oleh siapapun, jaringan WLAN dapat diakses oleh setiap pengguna tanpa menggunakan kabel.
c. Jaringan WLAN memungkinkan untuk menggunakan berbagai macam topologi jaringan komputer sesuai dengan kebutuhan pengguna.

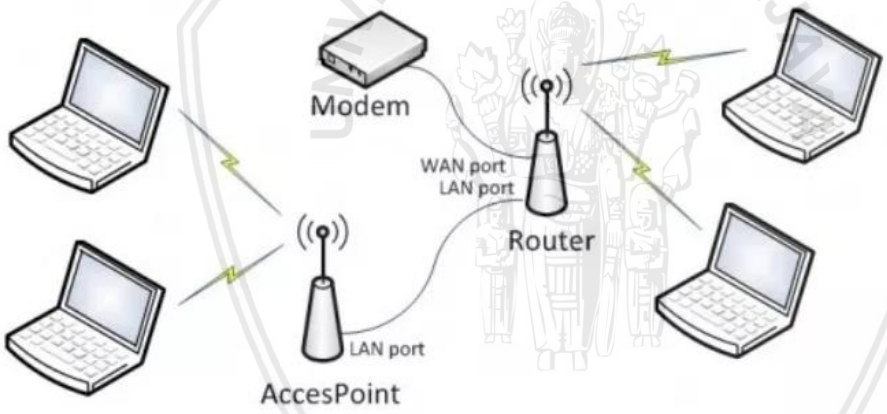
Namun pada penggunannya jaringan WLAN memiliki beberapa kekurangan, berikut kekurangan jaringan WLAN :

a. Dalam menggunakan jaringan WLAN kerahasian dan keamanan data pengguna kurang terjamin.

b. Jaringan WLAN memiliki masalah delay yang cukup besar dari pada penggunaan kabel.
c. Terdapat masalahpada propagasi radio, seperti : terhalang, terpantul dan memungkinkan banyak sumber terinterfrensi.
d. Kapasitas dari jaringan WLAN memiliki keteAPatasan spectrum (Pita frekuensi tidak dapat diperlebar akan tetapi dapat dimanfaatkan secara efisien).

2.2 Prinsip Dasar *Access Point*

Access Point merupakan suatu perangkat jaringan komputer yang dapat menghubungkan piranti *wireless* atau nirkabel dengan jaringan lokal yang menggunakan teknologi seperti *Wifi, Bluetooth, wireless,* dan sebagainya. *Access Point* pada umumnya menggunakan *Routher, hub,* atau *switch* sebagai perangkat keras untuk menghubungkan piranti *wireless* dengan jaringan lokal yang telah dibuat oleh administrator.

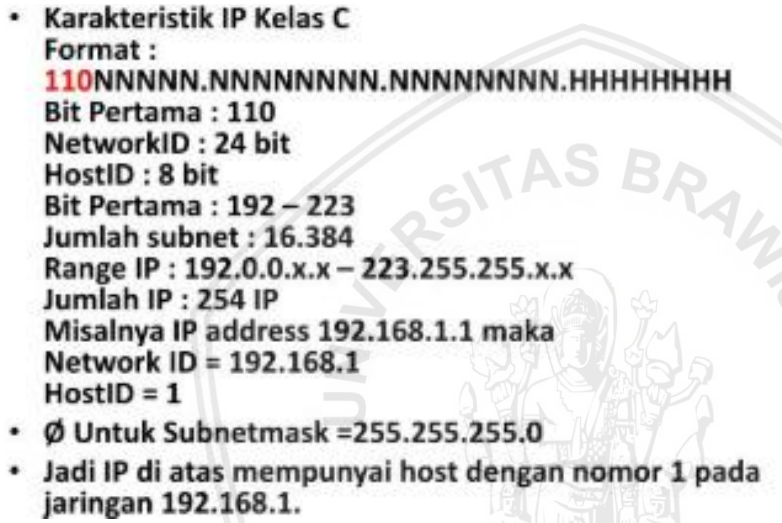


Gambar 2.1 Jaringan *Access Point*
(Sumber : dimensidata.com)

Perangkat *Access Point* memiliki antena sebagai *receiver* dan *transceiver* yang digunakan sebagai penyebar sinyal untuk dihubungkan dengan piranti yang terhubung. Secara umum *Access Point* adalah perantara lalu lintas data dari *client*(perangkat yang terhubung seperti laptop, *smartphone*, komputer, dan sebagainya) dengan jaringan lokal yang telah dibuat. Selain itu *access point* memiliki fungsi sebagai alat untuk mengatur IP *Adress* secara otomatis terhadap perangkat yang terhubung, fungsi ini mirip dengan fungsi *Dynamic Host Configuration* (DHCP).

2.3 Klasifikasi kelas IP *Adress*

Pada penelitian ini klasifikasi kelas IP *address* yang digunakan ialah IP *address* kelas C. IP address kelas C terdiri dari 24 bit untuk network ID, kelas C address mampu menampung hingga lebih dari 2 juta network. sedangkan 8 Bit digunakan untuk Host ID, kelas C network hanya dapat menampung 254 Hosts. Untuk bilangan biner kelas C dimulai dengan 110 (Bilangan decimal 192 – 223). sehingga IP address kelas C sesuai dengan klasifikasi dalam perancangan jaringan *access point* ini karena kelas C biasa digunakan untuk ukuran jaringan yang kecil. Karakteristik IP Kelas C terdapat pada gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Karakteristik IP kelas C
(Sumber :SlideServe.com)

Pada gambar 2.2 menjelaskan tentang karakteristik IP kelas C, yang terdiri dari beberapa standar yang harus sesuai dengan penggunannya. Pada IP kelas C Bit pertama bernilai 192 – 223. Range IP yang berada di angka 192.0.0.x.x – 223.225.255.x.x dengan jumlah IP sebanyak 254 IP. Pada IP kelas C NetworkID dan HostID bernilai 24 dan 8 bit, NetworkID merupakan bagian dari IP address yang menunjukan lokasi jaringan komputer tersebut berada, sedangkan HostID menunjuka *workstation, server, routher,* dan seluruh Host TCP/IP yang berada di dalam jaringan tersebut.

2.4 *Wireless* Distribution System (WDS)

Wireless Distribution System (WDS) merupakan system yang memungkinkan interkoneksi antar *Access Point*. Sistem ini digunakan untuk memperluas jangkauan area *wireless* dengan menggunakan perangkat *access point*. Dalam membangun jaringan WDS

Access Point harus menggunakan Band, frekuensi, dan SSID yang sama. Suatu *Access Point* dapat berfungsi sebagai berikut :

1. ***Main Base Station***

   Access point yang berfungsi sebagai main base *station* mempunyai koneksi langsung dengan menggunakan kabel.

2. ***Relay Base Station***

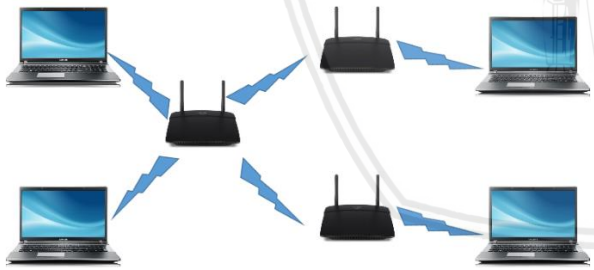
   Access point yang berfungsi dari relay base *station* akan melakukan pancar ulang atau relay dari *Access Point* satu ke *Access Point* lainnya.

3. ***Remote Base Station***

   Access point yang berfungsi sebagai remote base *station* akan berfungsi melayani koneksi *wireless* dari *client*.

2.4.1. Topologi *Wireless Distribution System* (WDS)

Dalam topologi pada Gambar 2.3 menggunakan lebih dari satu *access point* yang akan memancarkan sinyal *wireless* dengan SSID yang sama. *Client* dapat terkoneksi ke *access point* manapun, bergantung pada sinyal dari *access point* yang terdeteksi pada *client*. Ketika *client* berpindah lokasi dan terputus dengan salah satu *access point*, maka *client* akan secara otomatis berpindah ke *access point* lainnya yang terjangkau oleh *client* tersebut.

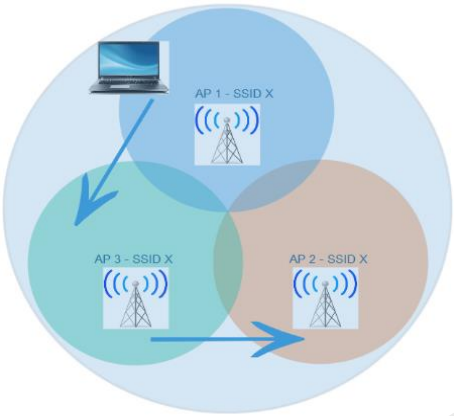


Gambar 2.3 Topologi *Wireless Distribution system (WDS)*
(Sumber : Perancangan)

2.4.2. *Access Point* Dengan WDS

Penggunaan *wireless access point* dengan WDS memiliki keunggulan dibandingkan dengan wireless *access point* non WDS. Pada wireless *access point* yang menggunakan WDS, apabila *client* berpindah tempat dari area *access point* (AP)1 ke area AP lainnya (AP2/AP3), *client* akan teteap berada di area yang sama tanpa kehilangan koneksi. Hal tersebut dikarenakan setiap *access point* memancarkan sinyal *wireless* dengan SSID yang

sama. *client* dapat terkoneksi ke *access point* manapun, bergantung pada sinyal dari *access point* yang terdeteksi pada *client*.

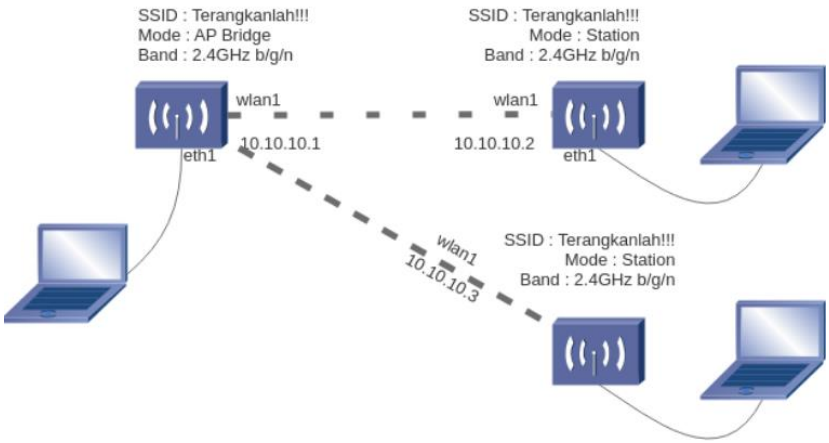


Gambar 2.4 Access Point dengan WDS
(Sumber : Perancangan, 2019)

Apabila *wireless access point* tidak menggunakan WDS, ketika *client* berpindah dari AP 1 ke area lain (AP 2 dan AP 3) maka *client* akan kehilangan koneksi untuk beberapa saat sebelum tergabung dengan AP (atau SSID) yang baru. dikarenakan *access-point-access point* tersebut bukan merupakan satu kesatuan jaringan yang sama (bukan satu SSID).

2.5 Prinsip Kerja *Wireless Distribution System* (WDS)

Wireless Distribution System (WDS) memiliki prinsip kerja dengan menghubungkan antara satu *access point* dan *access point* lainnya memori MAC *address* dari kedua *access point* tersebut. Dalam ppenggunaan WDS pengaturan kedua *access point* harus disamakan, SSID, *password*, dan MAC *address*.

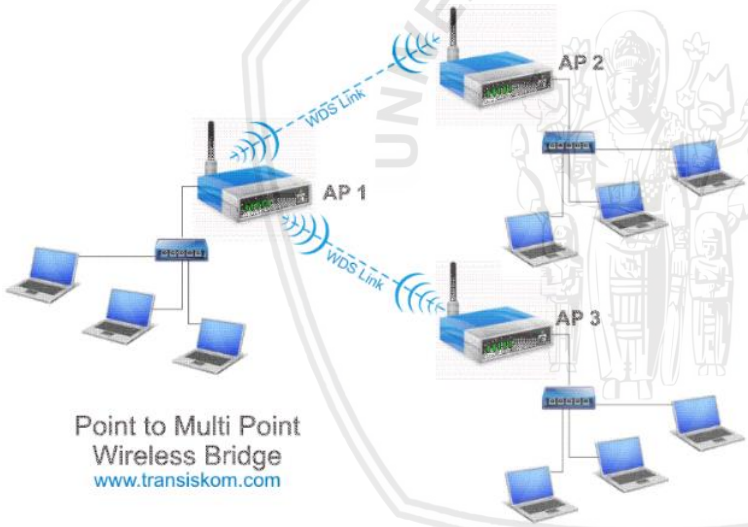


Gambar 2.5 Prinsip Kerja WDS
(Sumber : Dzikra, F. 2017)

Gambar 2.5 menjelaskan bahwa *coverage* dari jaringan WLAN dapat diperluas dengan menggunakan 3 buah *access point* yang dapat bekerja sama antara satu *access point* dengan *access point* lainnya melalu koneksi *wireless*. Dalam membangun WDS diperlukan dua atau lebih aksess *point*. Dalam pendistribusiannya, beberapa *Access Point* tersebut dikonfigurasikan dengan parameter SSID dan frekuensi yang sama. Dengan demikian beberapa *Access Point* tersebut menjadi sebuah kesatuan jaringan atau dapat disebut *broadcast domain*.

2.5.1 *Point to Multipoint* WDS

Metode yang digunakan pada *Wireless Distribution System* (WDS) ialah metode *Point to Multipoint* dapat menghubungkan dua atau lebih *access point*. Penggunaan metode tersebut disebabkan pada penelitian penulis menggunakan lebih dari dua *access point* untuk dapat digunakan oleh banyak *client*.



Gambar 2.6 Point to Multipoint WDS
(Sumber : transiskom.com)

2.5.2 Konsep Koneksi WDS

1. Koneksi hanya dapat digunakan antara *access point* dengan dua atau lebih *station*.
2. Koneksi dapat digunakan apabila SSID dan *Band* sama.
3. *Station* dapat mengikuti *channel* frekuensi pada *access point* secara otomatis.
4. *Station* hanya dapat melakukan *scan access point* dengan list channel yang di*setup* pada *station.*

2.6 Mikrotik *Routher*OS

Mikrotik RouterOS adalah sebuah sofware yang berfungsi mengubah PC (komputer) menjadi sebuah router (Yulianto, 2011), pengendali atau pengatur lalu-lintas data antar jaringan, komputer jenis ini dikenal dengan nama *routher*. Pada intinya mikrotik adalah salah satu sistem operasi khusus untuk *routher*. Mikrotik dikenal sebagai salah satu *Routher* OS yang handal dan memiliki banyak sekali fitur untuk mendukung kelancaran network. Mikrotik dikenal sebagai salah satu *Routher* OS yang handal dan memiliki banyak sekali fitur untuk mendukung kelancaran network.mencakup berbagai fitur yang dibuat untuk ip network dan jaringan nirkabel. cocok digunakan oleh ISP dan provider hotspot. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik untuk digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah system jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks sekalipun (Sinaga, 2013).

Gambar 2.7 Mikrotik AP 941-2nd-TC
(Sumber : mikrotik.id)

Routher Mikrotik bisa digunakan pada jaringan komputer berskala kecil atau besar, berdasarkan disesuaikan pada resource dari pada komputer itu sendiri. Jika mikrotik digunakan untuk mengatur network kecil maka penggunaan perangkat komputernya bisa yang biasa-biasa saja, namun jika menangani jaringan berskala besar seperti kelas ISP maka penggunaan perangkat komputernya pun harus yang benar-benar handal yang memiliki spesifikasi tinggi.

Kelebihan *Routher* Mikrotik adalah mudah dalam pengoperasian. Disebut mudah bila kita bandingkan dengan *Routher* OS lain seperti Cisco dan lainnya. Kemudahan pengoperasian *Routher* berbasis Mikrotik OS salah satunya adalah berkat tersedianya fitur GUI. Memungkinkan setup *routher* tidak hanya melalui tampilan text yang biasa digunakan OS *routher* lain, tetapi juga bisa dilakukan melalui sebuah aplikasi remote berbasis GUI

bernama Winbox. Kelebihan lain dari Mikrotik *Routher*OS adalah banyaknya fitur yang didukung. Fitur-fitur network yang terdapat pada Mikrotik OS tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Routing – Static Routing*
2. *Hotspot*
3. *Simple Tunnels*
4. *Web Proxy*
5. *DHCP*
6. *Data Rate Management* , dan sebagainya.

Dapat disimpulkan bahwa Mikrotik adalah sebuah sistem operasi *routher* yang bisa menjalankan dan mengatur aktivitas network secara menyeluruh. Mulai dari management bandwidth, routing, billing hotspot, data *user*, load balancing, hingga routing BGP.

Routher Mikrotik AP 941-2nd-TC merupakan salah satu varian *routheAPoard* seri 900 yang memungkinkkan digunakan dalam segala kondisi. Dengan fitur *routher*OS yang cukup banyak *Routher* Mikrotik AP 941-2nd-TC dapat digunakan dikantor maupun dirumah.

2.7 WinBox

Winbox merupakan sebuah utility yang digunakan untuk melakukan *remote* ke *server* mikrotik dalam mode *Graphical UserInterface* (GUI). Untuk mengkonfigurasi mikrotik dalam text mode melalui PC itu sendiri, maka untuk mode GUI yang menggunakan winbox harus mengkonfigurasi mikrotik melalu PC/ komputer *client*. Winbox lebih sering digunakan dibandingkan dengan menggunakan mode *Command Line Interface* (CLI) winbox juga tidak perlu menghafal perintah-perintah dari *console* dan hasilnya lebih cepat dibandingkan menggunakan *browser*.

Fungsi utama winbox adalah untuk *setting* beberapa parameter yang terdapat pada mikrotik, seperti :

1. *Setting* mikrotik *routher*.
2. *Setting* bandwidth jaringan internet.
3. *Setting* blokir sebuah situs. Dan sebagainya.

2.8 *Quality of Service*(QoS)

Quality of Service(QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan dengan baik dengan menyediakan kapasitas jaringan, mengatasi *packet loss, delay* dan

throughput (Langi, 2011). Sedangkan menurut Rahayu, (2013) kualitas layanan atau QoS merupakan kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang baik bagi trafik. Kualitas jaringan yang digunakan sangat menentukan QoS. terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi nilai QoS, seperti Redaman, distorsi, dan *noise.* QoS dirancang untuk memudahkan *end user*agar lebih produktif dan memastikan bahwa *user*mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi berbasis jaringan (Rasudin, 2014).

2.8.1 *Throughput*

Throughput, adalah *bandwidth* actual yang terukur pada suatu waktu tertentu dalam menstransmisikan berkas (F. Hasanul, 2018). *Throughput* merupakan kecepatan transfer data (*rate*) efektif yang diukur dalam bps. Throughput adalah jumlah total kedatangan paket data yang diamati selama interval waktu tertentu yang dibagi oleh interval waktu tersebut. Berikut adalah tabel mengenai pengelompokan kategori *throughput.*

Kategori *Throughput*	Besar *Throughput* (bps)
Sangat Memuaskan	100
Memuaskan	75
Kurang Memuaskan	50
Tidak Memuaskan	<25

Tabel 2.1 Pengelompokan kategori *Throughput*
(Sumber : TIPHON dalam Wulandari, 2016)

Persamaan perhitungan *Throughput* :

$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(2.3)}$$

Keterangan :
Data yang dikirim : Jumlah paket data yang diterima dari server ke *client.*
Lama pengamatan : Waktu pengamatan jumlah kedatangan paket data.

2.8.2 *Delay*

Delay adalah total waktu yang dilalui suatu paket dari antara pengirim ke penerima melalui jaringan. *Delay* dari pengirim ke penerima pada dasarnya tersusun atas *hardware latency, delay access,* dan *delay* transmisi. *Delay* yang sering dialami ialah *Delay* transmisi.

Kategori *Latency*	Besar Delay (ms)
Sangat Memuaskan	< 150
Memuaskan	150 s/d 300
Kurang Memuaskan	300 s/d 450
Tidak Memuaskan	> 450

Tabel 2.2 Pengelompokan kategori *Delay/latency*
(Sumber : TECHSI Vol 4 2014)

Delay yang terjadi adalah *delay* yang ada pada saat pengiriman paket data dari sumber ke tujuan pengiriman pada setiap hop. Pada tabel 2.2 adalah pengelompokan kategori *latency* terhadap besarnya *delay. Delay/latency* dapata dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau waktu proses yang lama. Berikut persamaan perhitungan *Delay* (Wulandari, 2016) :

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{..... (2.4)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

Keterangan :

Total *Delay* : Total waktu pengiriman paket data dari server menuju *client*.

Total paket yang diterima : Total paket data yang diterima

2.8.3. *Packet Loss*

Packet Loss adalah suatu parameter yang menggambarkan sutu kondisi yang menunjukan jumlah total paket yang hilang saat proses transmisi terjadi. *Packet Loss* dapat terjadi karena *collision* (tabrakan) dan *congestion* (tumbukan pada paket) pada jaringan tersebut serta penurunan sinyal dalam media jaringan, kesalahan perangkat jaringan, atau akibat radiasi dari lingkungan sekitat. Berikut merapakan tabel dalam pengelompokan kategori *packet loss.*

Kategori Degredasi	*Packet Loss* (%)
Sangat Memuaskan	0
Memuaskan	3
Kurang Memuaskan	15
Tidak Memuaskan	25

Tabel 2.3 Pengelompokan kategori *Packet Loss*
(Sumber : TIPHON dalam Wulandari, 2016)

Persamaan perhitungan *Packet Loss* :

$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim}} \quad \text{..... (2.5)}$$

Keterangan :

Paket terkirim : Total paket yang terkirim
Paket diterima : paket yang berhasil Diterima

2.9 *Network Monitoring*

Monitoring jaringan diperlukan untuk melakukan pengawasan pada jaringan yang digunakan. *Monitoring* jaringan sangat dibutuhkan agar jaringan selalu terkontrol dan apabila ada gangguan seperti jaringan yang terputus dapat langsung diketahui oleh pengguna. Dalam skripsi ini *monitoring* jaringan yang digunakan melalui *software* yang disebut *Wireshark*.

2.10 *Wireshark*

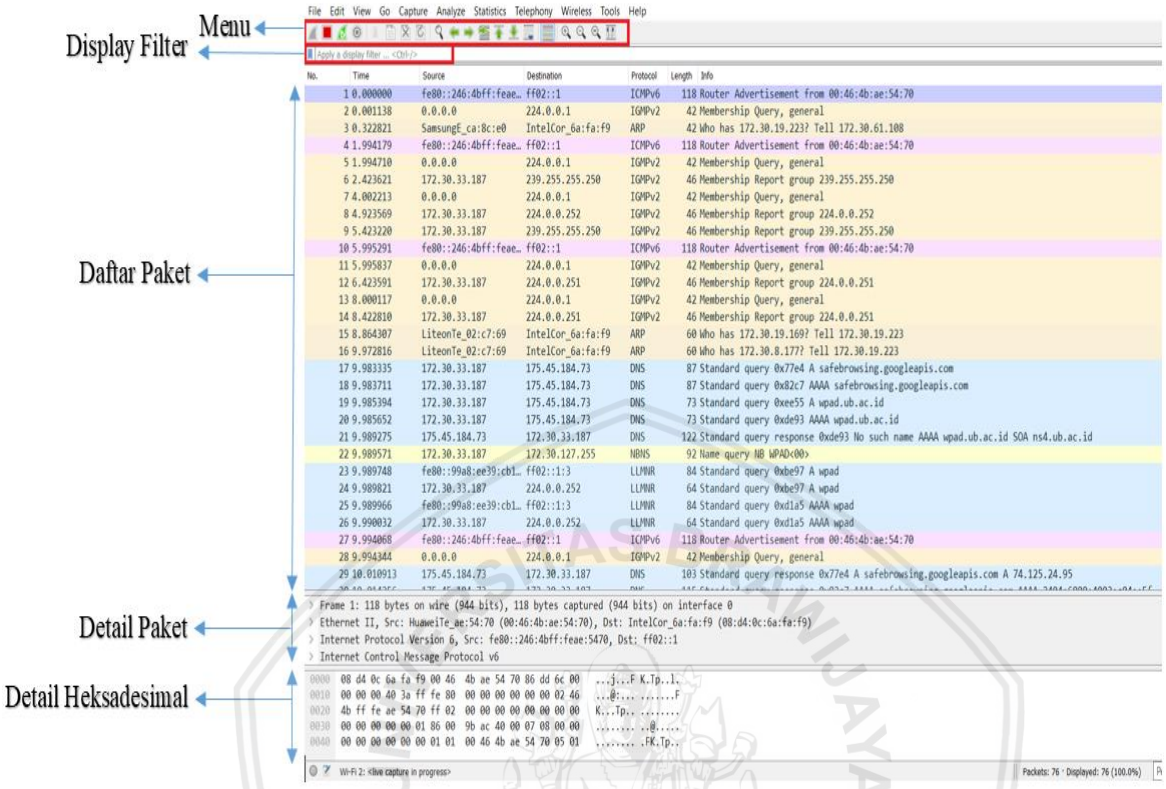
Wireshark adalah *tool* yang dtujukan untuk penganalisaan paket data jaringan (Kurniawan, 2012). *Wireshark* disebut juga *network packet analyser* yang merupakan sebuah aplikasi yang dapat menangkap (*capture*) paket-paket jaringan (*sniffing*) pada sisi *client* yang berfungsi untuk menampilkan informasi-informasi secara *detail* pada paket tersebut. *Wireshark* memiliki fungsi utama yaitu membantu administrator jaringan dalam menganalisis kinerja pada jaringan dan protokol yang tergantung didalam jaringan tersebut. Beberapa contoh penggunaan aplikasi *Wireshark*, diantaranya :

1. *Admin* sebuah jaringan menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk *troubleshooting* masalah pada jaringan.
2. Penggunaan aplikasi *Wireshark* untuk mengamankan suatu jaringan.

Aplikasi *Wireshark* memiliki banyak fitur dan kelebihan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi *Wireshark* bersifat *open source* untuk menganalisis paket jaringan.
2. *Wireshark* mampu menanangkap paket data secara langsung dari sebuah *network interface.*
3. Mengetahui informasi mengenai paket, mulai dari IP *source*, hingga IP *destination.*
4. Dapat menyimpan paket data yang ditangkap.
5. Mampu mem*filter* paket data pada jaringan.
6. Pewarnaan pada tampilan paket data yang dapat mempermudah analisa paket data.
7. *Wireshark* tersedia untuk *Linux* dan *Windows*.

8. Mampu menampilkan hasil statistika dari hasil *capture* pada sebuah jaringan.



Gambar 2.8 Tampilan *Wireshark saat mengcapture suatu jaringan*
(Sumber : Perancangan, 2019)

Beberapa menu yang terdapat pada *Wireshark* :

1. File : *Open*, *Save*, *Print*, *export*, *capture*, *edit*, dan sebagainya.
2. *Edit* : Mencari paket, Refrensi waktu, menandai paket, konfigurasi paket, dan *set prefrences*.
3. *View* : Menangani tampilan data (pewarnaan, zooming, dan sebagainya).
4. *Go* : Untuk menuju ke paket tertentu.
5. *Capture* : Untuk memulai dan menghentikan *Capturing*, dan mengedit filter.
6. *Analyze* : Untuk memanipulasi filter, *enable* atau *disable* protokol yang diinginkan.
7. *Statistics* : Untuk menampilkan berbagai *statistic*, termasuk paket yang inginkan.
8. *Tools* : Menyediakan *tool-tool* dalam *Wireshark.*
9. *Help* : Informasi dan dokumenstasi.

Adapun beberapa fitur yang terdapat pada *Wireshark* :

1. Menu : Merupakan menu-menu yang tersedia pada *Wireshark.*
2. Display Filter : Merupakan kolom yang dapat diisi dengan sintaks-sintaks

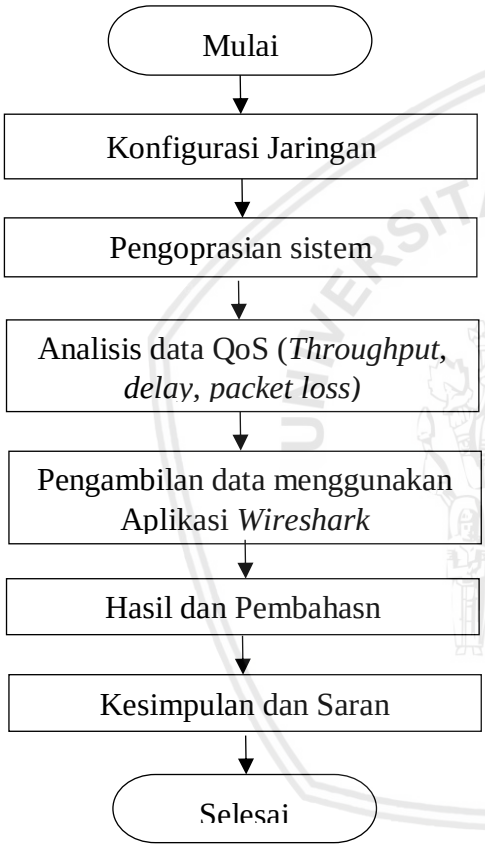
untuk membatasi paket-paket yang akan ditampilkan.

3. Daftar Paket : Menampilkan paket-paket yang berhasil di*capture* oleh *Wireshark*, secara berurutan dari paket pertama dan seterusnya.
4. Detail Paket : Menampilkan detail paket yang terpilih pada daftar paket.
5. Detai Heksadesimal : Menampilkan detail paket yang terpilih dan ditampilkan dalam bentuk heksadesimal.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Melakukan kajian pustaka untuk memahami perancangan dan anlisis jaringan *access point* dengan menggunakan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis mikrotik serta untuk mengukur *Quality of Service*(QoS) yaitu *throughput, delay,* dan *packet loss.*



Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Penelitian
(Sumber : Perancangan, 2019)

Skripsi ini memiliki beberapa tahapan, yakni konfigurasi jaringan, pengoprasian sistem, analisis data QoS (*throughput, delay*, dan *packet loss)*, Pengambilan data melalui aplikasi *Wireshark*, selanjutnya dapat memperoleh hasil dari data yang telah didapat pada aplikasi *Wireshark.*

3.2. Studi Literatur

Melakukan kajian pustaka untukmemahami karakteristik, analisis perancangan serta hasil dari perancangan jaringan *access point* berbasis mikrotik serta menganilisis Throughput dan Delay dari masing-masing server dan *client*. Peneliti dapat mendapatkan dan mengumpulkan data-data dan informasi dari jurnal, buku-buku pada perkuliahan, dan refrensi-refrensi yang terdapat pada internet yang memiliki keterkaitan dengan masalah. Terdapat beberapa permasahan antara lain, mikrotik, WDS, *throughput*, *delay*, dan *packet loss.*

Dalam pengujian skripsi ini, peneliti akan menguji 3 buah *Access Point* yang dibangun dengan metode *point multi point Wireless Distribution System* (WDS) akan digunakan oleh banyaknya *client*, pada penelitian ini akan mengukur beberapa parameter *Quality of Service(QoS) yaitu delay* dan *throughput. Delay* digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan saat pentransmisian pengiriman data dari sumber ke tujuan. *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket data yang diamati pada tujuan pengiriman selama interval waktu tertentu yang dibagi oleh durasi interval waktu.

3.3. Tempat dan Lokasi Penelitian

Penentuan untuk melakukan penelitian ini, dilaksanakan di Laboraturium Telekomunikasi Elektro Universitas Brawijaya . Jl. Mayjjend Haryono No. 167. Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian ini dilakukan Laboraturium Telekomunikasi dikarenakan ramainya pengguna dari kalangan Mahasiswa, Dosen, Staff maupun orang yang datang berkunjung ke Laboraturium Telekomunikasi Elektro Universitas Brawijaya agar banyaknya pengguna akses internet mendapati keteAPatasan atau hambatan dalam mengakses jaringan internet.

3.4. Pengumpulan Data

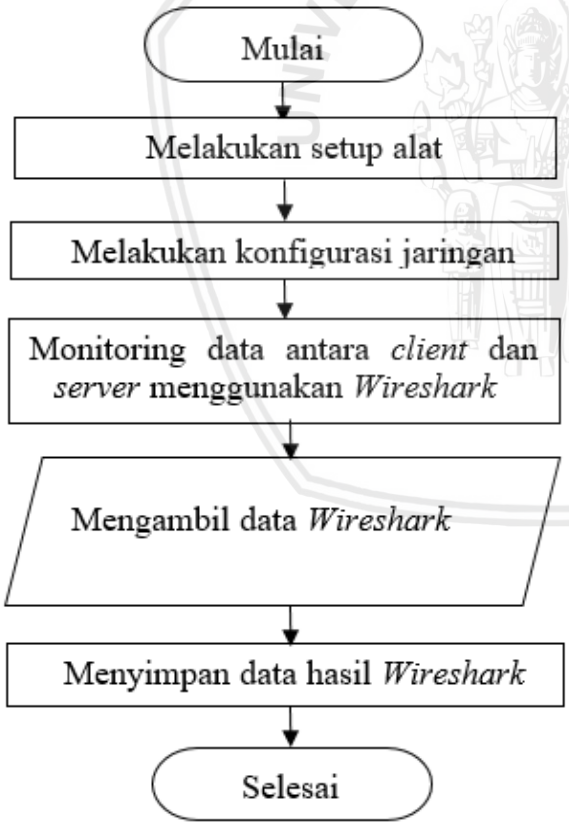
Dalam penelitian ini dibutuhkan data untuk menunjang keberlangsungan penelitian. Data dapat diperoleh dari berbagai sumber. Pada proses pengambilan data, tahap yang pertama adalah menentukan jenis jaringan *access point* yang digunakan. Jenis jaringan yang digunakan adalah *Wireless Local Network* (WLAN) atau disebut nirkabel. Tahap selanjutnya adalah menentukan metode *access point* yang akan digunakan, metode yang digunakan adalah *Point to Multipoint* akses*point* yang dikombinasikan dengan sistem WDS.

Selanjutnya mencari informasi tentang *Wireless Distribution System* (WDS). Informasi yang terkait didapatkan melaui sumber-sumber di internet maupun jurnal penelitian tentang

WDS. Dalam skripsi ini *routher* yang digunakan adalah mikrotik AP941. Dalam membangung *point to multipoint access point* dibutuhkan penentuan jumlah *access point*. Perhitungan jumlah *access point* berdasarkan banyaknya jumlah *client* yang terdapat pada area coverage.

Parameter QoS yang dibutuhkan untuk penelitian ini antara lain *latency* (*delay*), *throughput* dan *packet loss. Delay* digunakan untuk mengukur waktu transmisi yang dibutuhkan dari sumber ke tujuan. *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu. *Packet loss* merupakan paket data yang hilang pada saat pengiriman. Parameter tersebut digunakan untuk mengetahui kualitas unjuk kerja jaringan *wireless* berbasis mikrotik.

3.5. Teknik Pengambilan Data

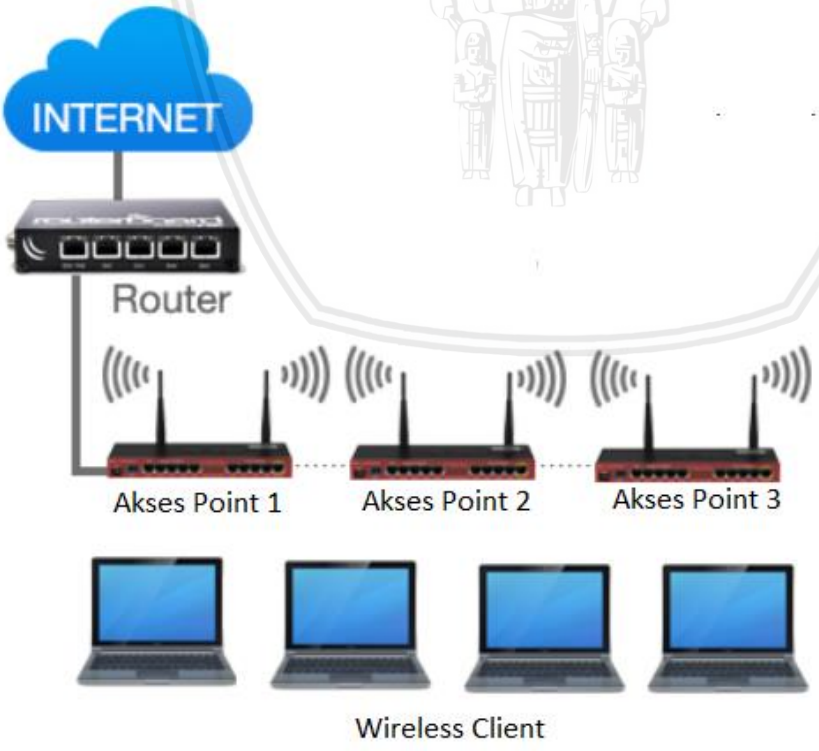


Gambar 3.2 Diagram Alir Teknik Pengambilan Data
(Sumber : Perancangan, 2019)

Pada gambar 3.2 merupakan diagram alir teknik pengambilan data yang memaparkan alur-alur yang dilakukan dalam mengambil data dimulai dari melakukan setup alat yang diperlukan dalam membangun jaringan *access point* lalu mengkonfigurasikan alat-alat penunjang agar menjadi suatu jaringan *access point.* Apabila sudah terkonfigurasi dan masing-masing *client* sudah mendapatkan koneksi, *client* tersebut akan di *monitoring* menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk mengambil data dari nilai-nilai *throuhput, delay,* dan *packet loss client* tersebut lalu hasilnya akan disimpan.

3.6. konfigurasi jaringan

Perangkat penunjang yang digunakan untuk melakukan perancangan jaringan access point yaitu : dua buah PC/Laptop dan *smartphone* yang terhubung dengan tiga buah *access point, access point* utama terhubung dengan *router* Internet sebagai *server* serta dua buah *access point* lainnya berfungsi sebagai *station* yang menggunakan sistem WDS dengan metode point to multipoint, kemudian kinerja jaringan tersebut akan dianalisis menggunakan aplikasi Wireshark berdasarkan parameter QoS (*troughput, delay*, dan *Packet loss*). Berikut konfigurasi jaringan point to multipoint WDS berbasis mikrotik :



Gambar 3.3 Konfigurasi *Point to Multipoint* WDS
(Sumber : perancangan, 2019)

3.7. Spesifikasi Perangkat

Dalam perancangan jaringan *access point* dengan menggunakan sistem WDS berbasis Mikrotik, perangkat yang digunakan sebagai berikut :

No.	Perangkat	Fungsi
1.	2 Buah PC/Laptop	Sebagai *user*
2.	1 Buah Smartphone Samsung S8	Sebagai *user*
3.	3 Buah Mikrotik RB941-2nD-TC	Sebagai *server* dan *station*
4.	*Software Winbox*	Untuk pengaturan *routher* mikrotik
5.	Modem Wifi	Untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet
6.	*Software Wireshark*	Untuk monitoring jaringan

Tabel 3.1 Perangkat jaringan
(Sumber : Perancangan, 2019)

Dalam melakukan perancangan jaringan *access point* dengan sistem WDS berbasis Mikrotik, setiap perangkat penunjang memiliki berbagai spesifikasi. Berikut spesifikasi perangkat :

3.7.1. Modem Wifi

Gambar 3.4 Spesifikasi Linksys WRT54GL
(Sumber : linksys.com)

Fitur dan spesifikasi yang terdapat pada modem wifi Linksys WRT54GL sebagai berikut :

Merek = Linksys

Antena = 2 x External Antenna

Interface =4 x Rj4510/100 LAN

Keamanan = WEP, WPA 2, dan MAC Filtering

Standar protokol = IEEE 802.11g
IEEE 802.3
IEEE 802.3.u
IEEE 802.11b
Data rate = 54 Mbps

3.7.2. Mikrotik

Gambar 3.5 Spesifikasi Mikrotik AP941-2nd-TC
(Sumber : mikrotik.id)

Fitur dan spesifikasi yang terdapat *routher* Mikrotik RB941-2nd-TC sebagai berikut :

Processor	= 650 Mhz
Port Ethernet	= 4 port
Kode Produk	= RB941-2^{nD}-TC
CPU	= QCA9531-BL3A-R 650Mhz
Penimpanan utama	= 16 MB
RAM	= 32 MB
LAN port	= 4 port
Wireless Standard	= 802.11 b/g/n
Wireless Tx *Power*	= 22 dbm
Integrasi Antena	= Yes
Gain Antena	= 2 x 1.5dbi

3.7.3. Laptop / PC

Gambar 3.6 Spesifikasi Laptop MSI GP62QE
(Sumber : microtik.co.id)

Fitur dan Spesifikasi yang terdapat pada laptop MSI GP62 6QE sebagai berikut :

Model	= GP62 6QE
Pabrikan	= Micro-Star International Co., Ltd.
Sistem operasi	= Windows 10 Home Single Language 64- bit
Processor	= Intel® Core™ i7-6700HQ
CPU	= 2.60 Ghz (8 CPUs)
RAM	= 12 GB RAM
DirectX Version	= DirectX12

3.7.4. *Smartphone*

Gambar 3.7 Spesifikasi Samsung S8
(Sumber : Samsung.com)

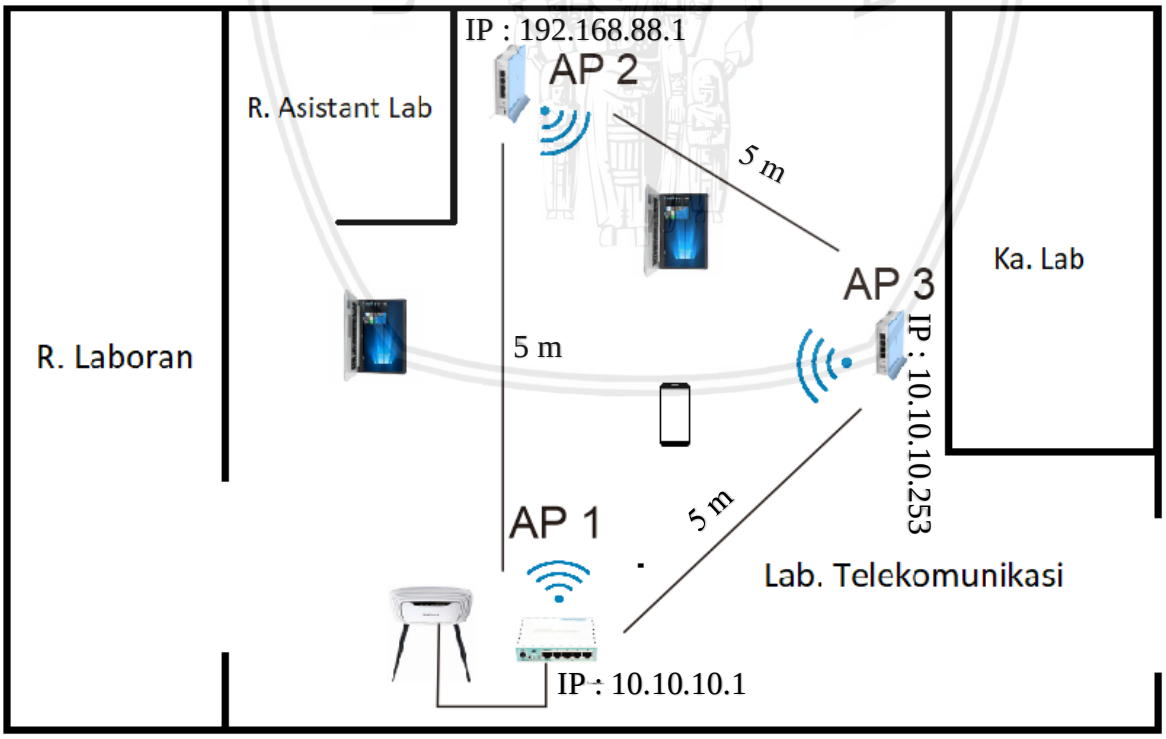
Fitur dan Spesifikasi yang terdapat pada Smarthphone SAMSUNG S8 sebagai berikut :

Model	= SM-G950FD

Serial Number = RR8J604RRNP
CPU = Octa-core 2.3 GHz
Android Version = 9.0 (Android Pie)
RAM = 4 GB
Storage = 64 GB

3.8. Denah Lokasi Percobaan

Pada Gambar 3.8 merupakan denah lokasi pengujian di Laboraturium Telekomunikasi Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Gambar tersebut menunjukan posisi dari masing-masing *access point. Access point* yang digunakan pada percobaan ini terdapat tiga buah yang terdiri dari satu buah *server master* dan dua buah *station/slave. Access point* 1 (AP 1) merupakan *server master* yang diletakan dekat dengan *routher* wifi yang dihubungkan melalui *port Ethernet 1* menggunkan kabel LAN. AP 2 merupakan sisi *station/slave* yang diletakan pada jarak +- 5 meter dari AP 1 dan berjarak 5 meter dari AP 3. AP 3 merupakan *station/slave* yang diletakan pada jarak +- 5 meter dari AP 2 dan berjarak +- 5 meter dari AP 1.



Gambar 3.8 Denah Lokasi Percobaan
(Sumber : perancangan, 2019)

Pada percobaan ini *station* AP 2 dan AP 3 terhubung menggunakan jaringan nirkabel yang sudah dikonfigurasikan menggunakan aplikasi winbox. Proses pengujian ini

menggunakan 2 buah laptop dan 1 buah *smart phone* untuk melakukan uji coba akses internet dari masing-masing *access point* yang terhubung menjadi satu kesatuan *network*. Dalam melakukan pengujian pengguna tidak hanya melakukan percobaan di satu lokasi saja melainkan secara berpindah-pindah untuk mengetahui dan menganalisa kualitas dari jaringan tersebut.

Pada percobaan ini *station* AP 2 dan AP 3 terhubung menggunakan jaringan nirkabel yang sudah dikonfigurasikan menggunakan aplikasi winbox. Proses pengujian ini menggunakan 2 buah laptop dan 1 buah *smart phone* untuk melakukan uji coba akses internet dari masing-masing *access point* yang terhubung menjadi satu kesatuan *network*. Dalam melakukan pengujian pengguna tidak hanya melakukan percobaan di satu lokasi saja melainkan secara berpindah-pindah untuk mengetahui dan menganalisa kualitas dari jaringan tersebut.

3.9. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan ditulis berdasarkan hasil analisis dan pengujian jaringan yang dilakukan. Pada bagian ini dijelaskan secara singkat tentang hasil yang telah dicapai beserta saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB IV
ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

Analisis hasil dan pembahasan dilakukan dengan melakukan pengujian sistem secara menyeluruh. Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah hasil perancangan sesuai dengan spesifikasin perangan serta mengetahui hasil responnya.

4.1.Tinjauan Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai prosedur maupun langkah-langkah dalam membangun jaringan *access point* dengan menggunakan sistem WDS berbasis mikrotik. Dengan demikian akan diketahui bagaimana hasil dari perancangan jaringan *access point* yang telah dibuat.

Tujuan utama pada perancangan jaringan *access point* ini adalah untuk merancang dan merealisasikan jaringan *access point* berbasis mikrotik dengan menggunakan sistem WDS. Serta menganalisis koneksi dari masing-masing *user.* Adapun hal-hal yang akan dibahas, antara lain:

1. Membangun Jaringan *access point* dengan menggunakan sistem WDS.
2. Melakukan tes koneksi internet dari masing-masing *access point.*
3. Menganalisis pengaruh WDS terhadap QoS (*packet loss, throughput,* dan *delay*).

4.2. Pembangunan Jaringan

Dalam membangun jaringan *access point* ini , metode yang digunakan adalah metode *point to multipoint* yang dapat menghubungkan dua atau lebih *access point*. dalam jaringan ini terdapat 1 buah *access point* sebagai *server master* dan 2 buah *access point* sebagai *station/slave* yang terhubung dengan sistem WDS. Untuk mengkonfigurasikan tiap *access point* membutuhkan aplikasi winbox yang terunduh pada PC/laptop *user.* Pada masing-masing *access point* akan di analisa menggunakan aplikasi *wireshark* untuk mengetahui kualitas layanan jaringan tersebut.

4.2.1. Perangkat yang digunakan

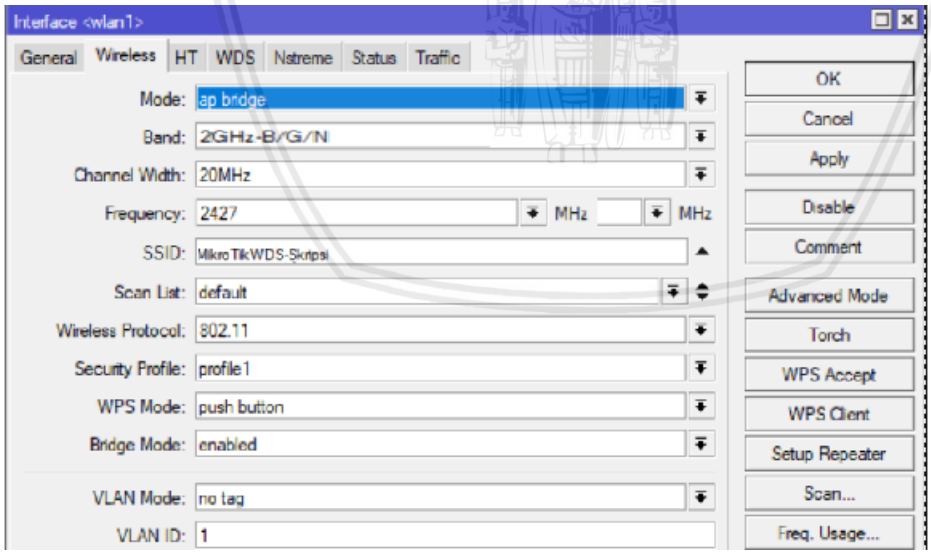
Beberapa perangkat yang digunakan sebagai penunjang dalam membangun

1. PC/Laptop (2 Buah)
2. Modem Wifi Linksys WRT54GL (1 buah)

3. Mikrotik RB941-2nD-TC (3 buah)
4. Kabel LAN (2 Buah)
5. Aplikasi Winbox
6. Aplikasi Wireshark

4.2.2. Langkah-langkah Pengujian

1. Pada sisi *Routher Board* 1 (AP 1) *Server Master* / Pemancar
   a. Pastikan mikrotik AP 1 terhubung dengan *routher* wifi yang tersambung melalui kabel LAN pada *port* 1.
   b. Menghubungkan port 2 mikrotik AP 1 menggunakan kabel LAN dengan laptop yang ter*install* aplikasi winbox.
   c. Melakukan *setting* mikrotik RB941-2nD-TC sebagai *server* dengan mode AP *Bridge* dan penyesuaian *band* 2 GHz-B/G/N sesuai dengan standar protokol yang mampu digunakan oleh mikrotik tersebut.
   d. Frekuensi yang digunakan adalah 2427 MHz yang digunakan berdasarkan penggunaan frekuensi pada perangkat agartidak terjadi interfrensi dengan perangkat lainnya. dengan menggunakan lebar *channel* sesuai default 20 MHz,serta merubah SSID dengan MikroTikWDS-Skripsi.

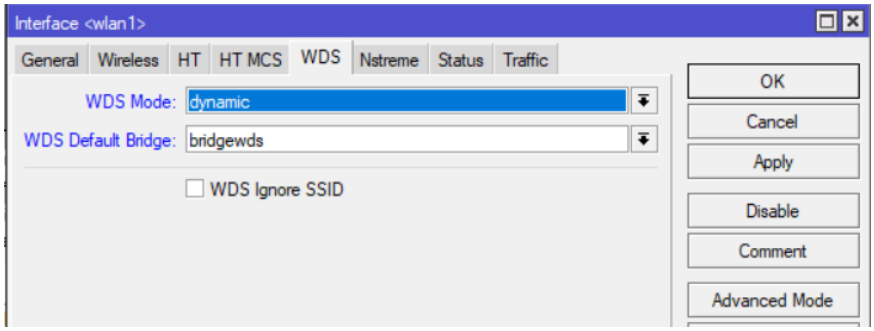


Gambar 4.1 Interface wireless server master

(Sumber : Hasil pengujian)

   e. Pada *wireless security* di*set* pada *wireless security profile* dengan WPA/WPA2.
   f. Menggunakan *access list* untuk membuat manajemen *wireless client* berdasarkan MAC *Adress.*

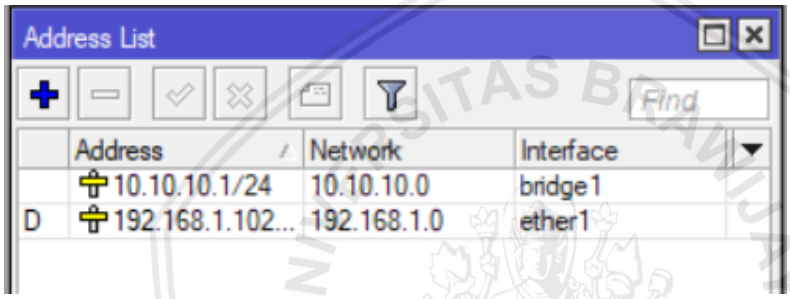
g. Mengaktifkan sistem WDS dengan mode *Dynamic* dan *default* bridgewds.



Gambar 4.2 Mengaktifkan sistem WDS

(Sumber : Hasil pengujian)

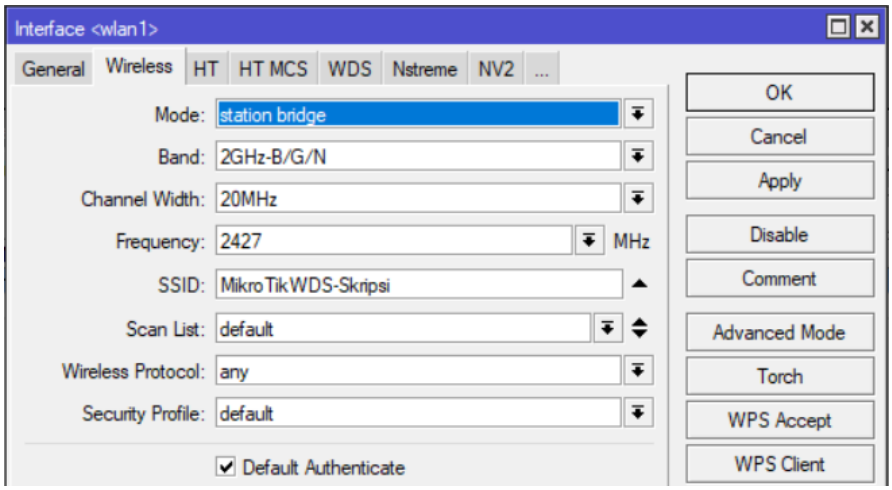
h. Menambahkan IP *address* WLAN 1 dan juga IP *client.*



Gambar 4.3 Penambahan IP *address*

(Sumber : Hasil pengujian)

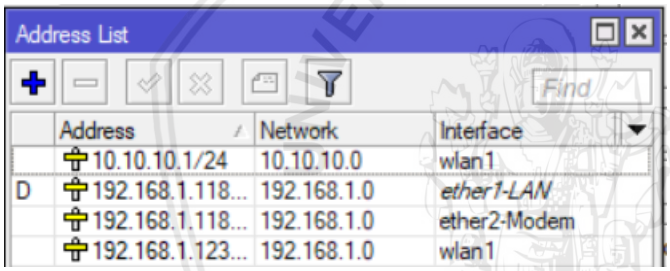
2. Pada sisi *Station/Slave* AP 2
   a. Pada AP 2 mikrotik harus dihubungkan terlebih dahulu dengan *routher* wifi yang tersambung melalui kabel LAN pada *port* 1.
   b. Menghubungkan port 2 mikrotik AP 2 menggunakan kabel LAN dengan laptop yang ter*install* aplikasi winbox.
   c. Melakukan konfigurasi mikrotik RB941-2nD-TC sebagai *station* dengan mode *station bridge* dan penyesuaian *band* 2 GHz-B/G/N sesuai dengan standar protokol yang mampu digunakan oleh mikrotik tersebut.
   d. Frekuensi yang digunakan adalah 2427 MHz yang digunakan berdasarkan penggunaan frekuensi pada sisi *server*. dengan menggunakan lebar *channel* sesuai default 20 MHz,serta merubah SSID dengan MikroTikWDS-Skripsi sesuai dengan SSID *server*.



Gambar 4.4 Interface wireless station/slave

(Sumber : Hasil pengujian)

e. Menambahkan IP WLAN 1 dan juga IP *client*, pada IP WLAN 1 AP 2 dibuat menjadi satu *network* dengan IP WLAN 1 pada AP 1 dengan cara *add address*.

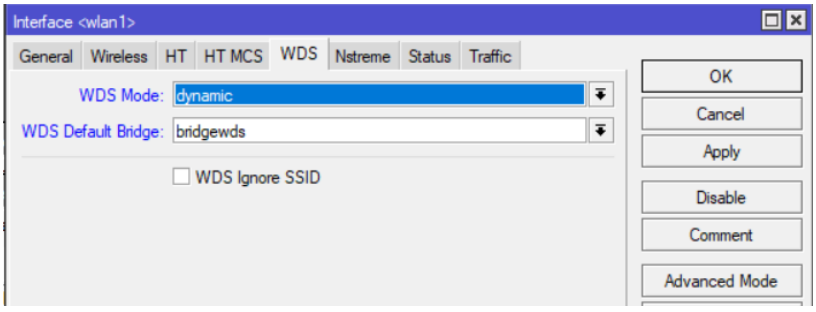


Gambar 4.5 Penambahan IP *address* AP 1

(Sumber : Hasil pengujian)

f. Kemudian melakukan *scan* WiFi pada mode *wireless* dan klik WiFi yang akan disambungkan, Wifi yang dipilih adalah wifi dari *access point dari master* (AP 1) dengan nama SSID MikoTikWDS-Skripsi.

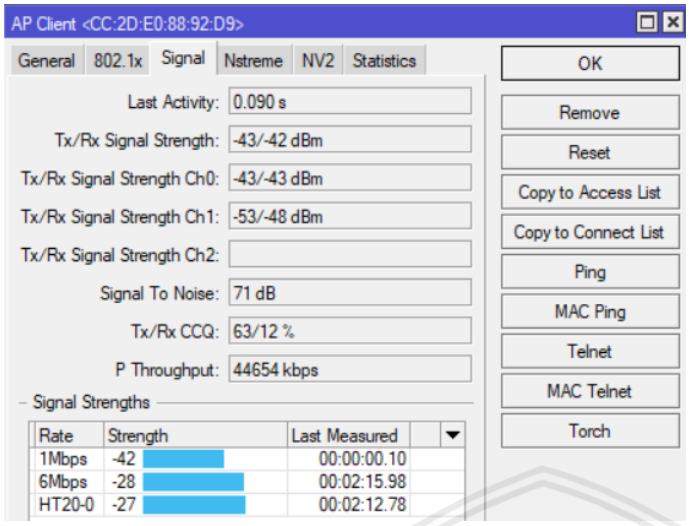
g. Mengaktifkan sistem WDS dengan mode *Dynamic* dan *default bridge*wds.



Gambar 4.6 Mengaktifkan sistem WDS pada sisi AP 2

(Sumber : Hasil pengujian)

h. Melakukan registrasi pada *wireless table.*

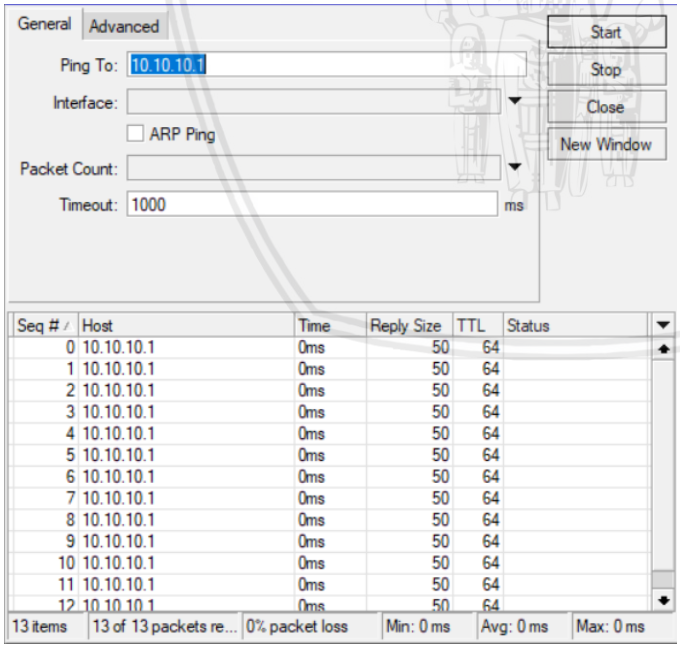


Gambar 4.7 Registrasi AP 1 dari sisi AP 2

(Sumber : Hasil pengujian)

i. Melakukan *ping* pada wifi yang terdaftar untuk memastikan bahwa wifi dapat digunakan. Wifi yang terdaftar adalah dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi.

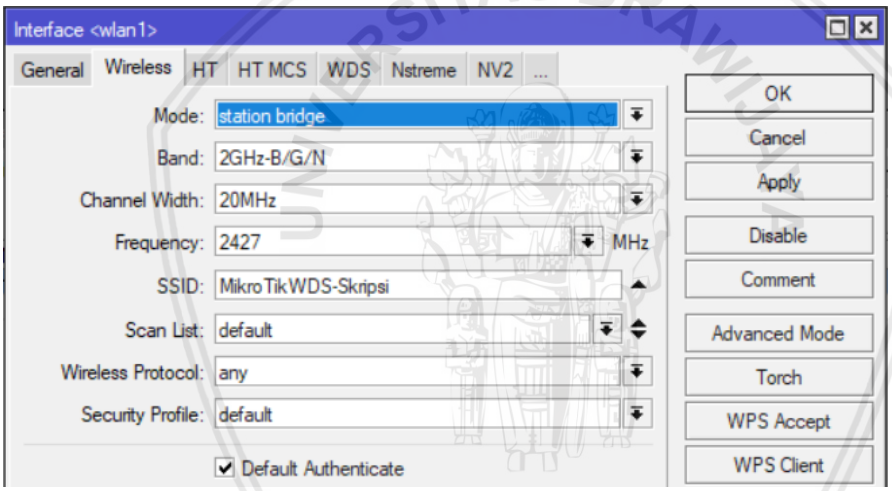
j. AP2 dengan *interface* WLAN 1 dapat dapat melakukan *ping* ke AP 1 dengan IP 10.10.10.1.



Gambar 4.8 Ping AP 1 dari sisi AP 2

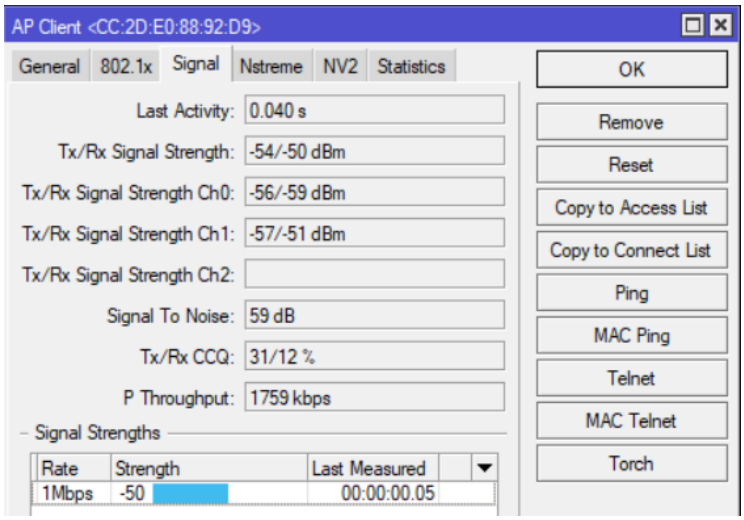
(Sumber : Hasil pengujian)

3. Pada sisi *Station/Slave* AP 3
   a. Pada AP 3 mikrotik harus dihubungkan terlebih dahulu dengan *routher* wifi yang tersambung melalui kabel LAN pada *port* 1.
   b. Menghubungkan port 2 mikrotik AP 3 menggunakan kabel LAN dengan laptop yang ter*install* aplikasi winbox.
   c. Melakukan konfigurasi mikrotik RB941-2nD-TC sebagai *station* dengan mode *station bridge* dan penyesuaian *band* 2 GHz-B/G/N sesuai dengan standar protokol yang mampu digunakan oleh mikrotik tersebut.
   d. Frekuensi yang digunakan adalah 2427 MHz yang digunakan berdasarkan penggunaan frekuensi pada sisi *server*. dengan menggunakan lebar *channel* sesuai default 20 MHz,serta merubah SSID dengan MikroTikWDS-Skripsi sesuai dengan SSID *server*.



Gambar 4.9 Interface wireless station/slave AP 3
(Sumber : Hasil pengujian)

   e. Menambahkan IP WLAN 1 dan juga IP *client*, pada IP WLAN 1 AP 3 dibuat menjadi satu *network* dengan IP WLAN 1 pada AP 1 dengan cara *add address*.
   f. Kemudian melakukan *scan* WiFi pada mode *wireless* dan klik WiFi yang akan disambungkan, Wifi yang dipilih adalah wifi dari *access point dari master* (AP 1) dengan nama SSID MikoTikWDS-Skripsi.
   g. Melakukan registrasi pada *wireless table.*

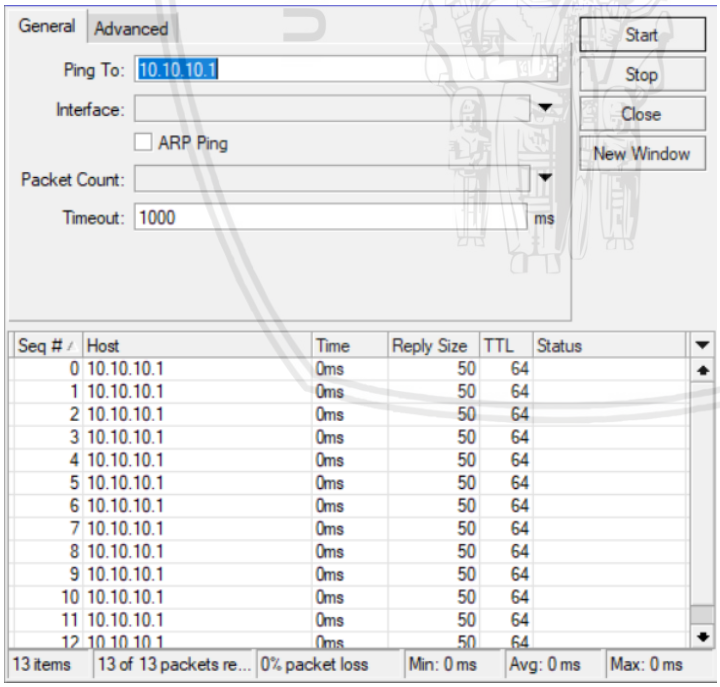


Gambar 4.10 Registrasi AP 1 dari sisi AP 3

(Sumber : Hasil pengujian)

h. Melakukan *ping* pada wifi yang terdaftar untuk memastikan bahwa wifi dapat digunakan. Wifi yang terdaftar adalah dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi.

i. AP 3 dengan *interface* WLAN 1 dapat dapat melakukan *ping* ke AP 1 dengan IP 10.10.10.1.



Gambar 4.11 Ping AP 1 dari sisi AP 3

(Sumber : Hasil pengujian)

4.3. Hasil Analisis dan Pengukuran

Dalam pembangunan jaringan *access point point to multipoint*, pembangunan jaringan *access point* berlokasi di Laboraturium Telekomunikasi Teknik Elektro Universitas Brawijaya gedung C lantai 2. *Acces point master* (AP 1) ditempatkan dekat dengan *routher* wifi dikarenakan AP 1 digunakan sebagai pemancar yang memberikan akses-akses ke masing-masing *station/slave*, pada AP 1 perangkat yang digunakan adalah Mikrotik AP951UI-2hnd.

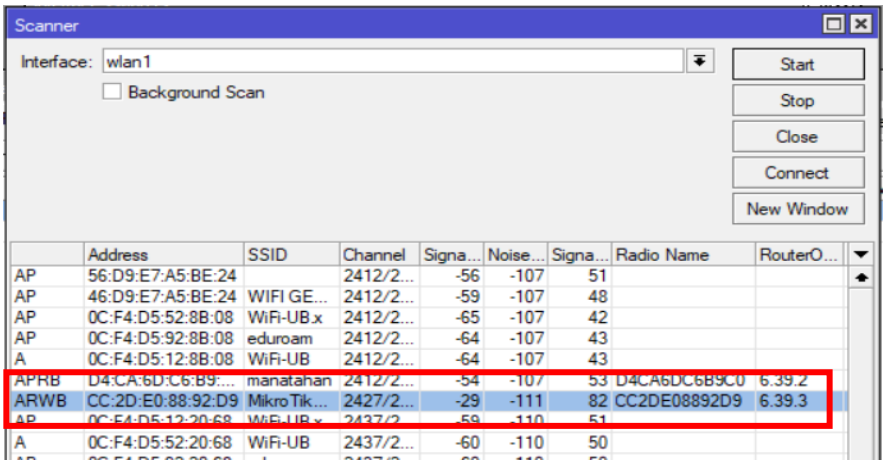
Pada sisi *station* terdapat dua buah perangkat yang menggunakan Mikrotik AP941-2nD-TC yang terkonfigurasi dengan *channel, frequency*, serta SSID yang sama agar menjadi satu kesatuan *network.* *station* AP 2 diletakan berjarak 10 meter dengan *server master* sedangkan *station* AP 3 diletakan berjarak 5 meter dengan *station* pertama dan berjarak 15 meter dengan *server master* AP 1.

4.3.1. Hasil *Scanning* Wifi *Server* dan *Station*

Pada proses *scanning* wifi, sisi *station* harus melakukan *scanning* terlebih dahulu untuk menghubungkan *station* dengan wifi yang akan disambungkan. Langkah utama dalam proses *scanning* adalah dengan merubah mode *wireless* dengan mode *station* agar dapat melakukan navigasi/*scan.*

4.3.1.1. Hasil *Scan* Wifi *station* AP 2

Pada Gambar 4.12 merupakan hasil *scanning* yang diperoleh *station* AP 2 untuk menghubungkan sisi *station* AP 2 dengan sisi *master* AP 1. Gambar tersebut menunjukan *Address*, SSID, *Channel*, serta jumlah *signal* dan *noise* pada *device* yang akan digunakan. Pada pengujian ini *device* wifi yang akan digunakan adalah *device* dengan *address* CC:2D:E0:88:92:D9 dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi dengan *channel* 20 Mhz serta frekuensi yang digunakan 2427 Mhz.

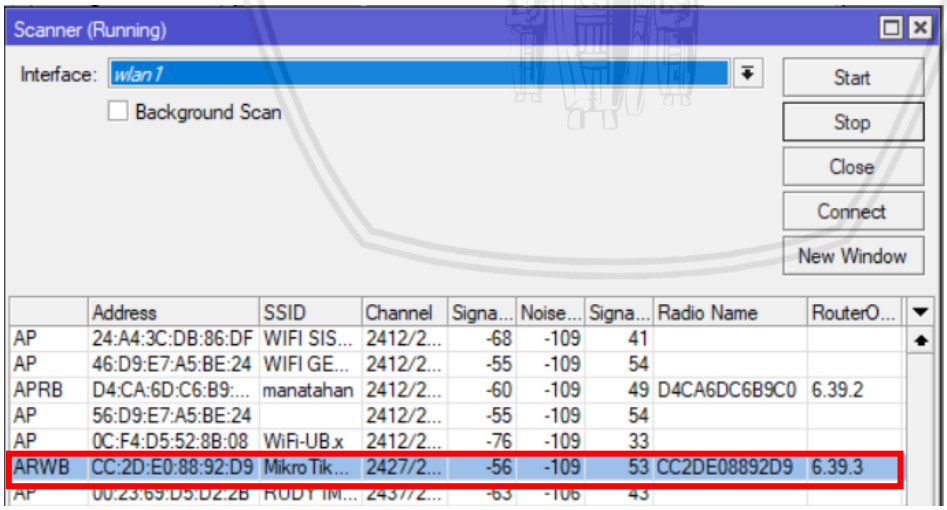


Gambar 4.12 Hasil *Scan* Wifi *Station* AP 2

(Sumber : Hasil pengujian)

4.3.1.2.Hasil *Scan* Wifi *station* AP 3

Pada Gambar 4.13 merupakan hasil *scanning* yang diperoleh *station* AP 3 untuk menghubungkan sisi *station* AP 3 dengan sisi *master* AP 1. Gambar tersebut menunjukan *Address*, SSID, *Channel*, serta jumlah *signal* dan *noise* pada *device* yang akan digunakan. Pada pengujian ini *device* wifi yang akan digunakan adalah *device* dengan *address* CC:2D:E0:88:92:D9 dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi dengan *channel* 20 Mhz serta frekuensi yang digunakan 2427 Mhz.



Gambar 4.13 Hasil *Scan* Wifi *Station* AP 3

(Sumber : Hasil pengujian)

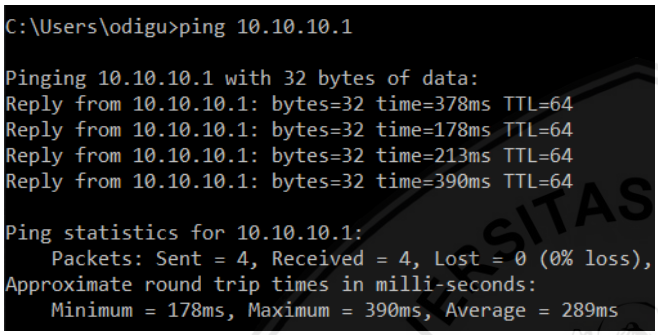
4.3.2. Ping antara *Station* AP2 dan AP 3 kepada *Server* AP 1

Setelah melakukan *scanning* antara masing-masing *station* kepada *server master* AP 1, proses berikutnya adalah dengan melakukan *ping* kepada *server master* AP 1 untuk

memastikan bahwa tiap *station* sudah terhubung dan sudah mendapatkan koneksi internet dari *server master* AP 1.

4.3.2.1. Ping antara *User*/Pengguna ke *Server* AP 1

Gambar 4.14 merupakan hasil ping dari user/pengguna kepada *server master* AP 1 dengan IP 10.10.10.1. Pada percobaan ini pengguna menguji ping AP 1 (*server*) pada jarak 1 meter dari lokasi AP 1 yang bertujuan untuk ping antara pengguna yang terhubung melalui AP 1 agar tidak memasuki jangkauan AP 2 dan AP 3.

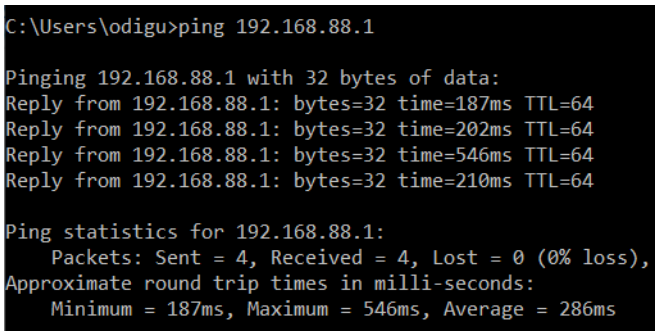


Gambar 4.14 Hasil Ping *User* kepada AP 1
(Sumber : Hasil pengujian)

Gambar 4.14 menunjukan bahwa pengguna sudah terhubung dan dapat mengakses internet dari AP 1 dengan total paket yang terkirim 4 dari 4 paket, dengan waktu minimum sebesar 178 ms dan waktu maksimum sebesar 390 ms dengan rata-rata waktu 289 ms serta *loss* 0% yang artinya tidak ada paket yang gagal terkirim.

4.3.2.2. Ping antara *User*/Pengguna ke *Station* AP 2

Gambar 4.15 merupakan hasil ping dari user/pengguna kepada *station* AP 2 dengan IP 192.168.88.1. Pada percobaan ini pengguna menguji ping AP 2 (*station*) pada jarak 1 meter dari lokasi AP 2 yang bertujuan untuk ping antara pengguna yang terhubung melalui AP 2 agar tidak memasuki jangkauan AP 1 dan AP 3.



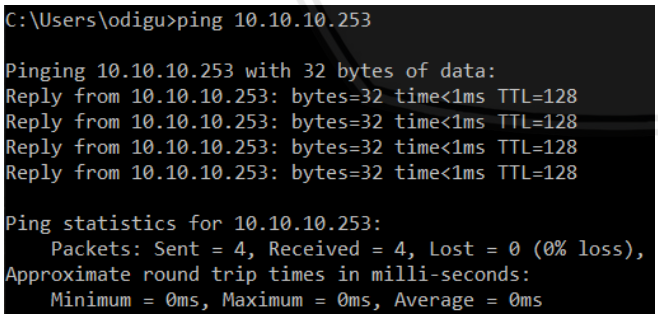
Gambar 4.15 Hasil Ping *User* kepada AP 2

(Sumber : Hasil pengujian)

Gambar 4.15 merupakan hasil ping dari user/pengguna kepada *station* AP 2 dengan IP 192.168.88.1. gambar tersebut menunjukan bahwa pengguna sudah terhubung dan sudah mengakses internet dari AP 2 dengan total paket yang terkirim 4 dari 4 paket, dengan waktu minimum sebesar 187 ms dan waktu maksimum sebesar 546 ms dengan rata-rata waktu 429 ms serta *packet loss* 0% yang artinya tidak ada paket yang gagal terkirim.

4.3.2.3 Ping antara *User*/Pengguna ke *Station* AP 3

Gambar 4.16 merupakan hasil ping dari user/pengguna kepada *station* AP 3 dengan IP 10.10.10.253. Pada percobaan ini pengguna menguji ping AP 3 (*station*) pada jarak 1 meter dari lokasi AP 3 yang bertujuan untuk ping antara pengguna yang terhubung melalui AP 3 agar tidak memasuki jangkauan AP 1 dan AP 2.



Gambar 4.16 Hasil Ping *User* kepada AP 3

(Sumber : Hasil pengujian)

Gambar 4.16 merupakan hasil ping dari user/pengguna kepada *station* AP 1 dengan IP 10.10.10.253. gambar tersebut menunjukan bahwa pengguna sudah terhubung dan dapat mengakses internet dari AP 3 dengan total paket yang terkirim 4 dari 4 paket, dengan waktu

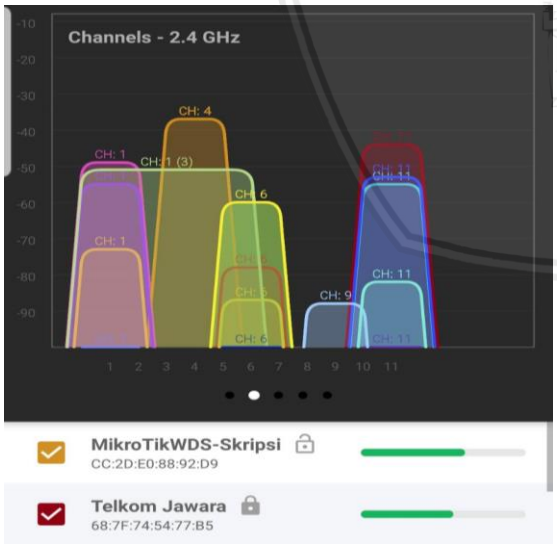
minimum sebesar 0 ms dan waktu maksimum sebesar 0 ms dengan rata-rata waktu 0 ms serta *loss* 0% yang artinya tidak ada paket yang gagal terkirim.

4.3.3. Analisis aktivitas dan efektifitas jaringan menggunakan aplikasi NetSpot

Pada pengujian ini menggunakan aplikasi NetSpot untuk mengetahui dan menganalisa aktivitas dan efektivitas jaringan wifi yang berada pada rentang frekuensi 2.4 GHz. Pengujian ini dilakukan menggunakan *smartphone* dikarenakan kepraktisan dan mudah berpindah tempat,. Proses pengujian dilakukan sebanyak 3 kali agar mengetahui kualitas dari masing-masing *access point*.

4.3.3.1. Analisis jaringan pada *Server* AP 1

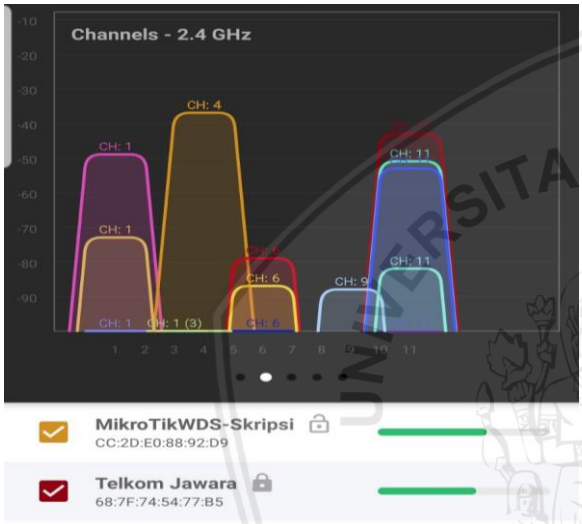
Gambar 4.17 menunjukan aktivitas dan efektifitas jaringan wifi yang sedang beroperasi. Pengujian pertama dilakukan dekat dengan *server master* AP 1 pada jarak <1 meter untuk mengetahui kualitas sinyal pada AP 1. Gambar tersebut menujukan bahwa aktivitas pada jaringan wifi dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi yang berada pada *channel* 4 dengan rentang frekuensi 2,427 GHz. Grafik tersebut menunjukan bahwa kekuatan sinyal MikroTikWDS-Skripsi berada pada nilai -35 dBm yang menandakan bahwa kualitas sinyal tersebut cukup bagus atau dalam kondisi optimal.



Gambar 4.17 Hasil analisis jaringan pada *Server Master* AP 1
(Sumber : Hasil pengujian)

4.3.3.2. Analisis jaringan pada *Station* AP 2

Gambar 4.18 menunjukan aktivitas dan efektifitas jaringan wifi yang sedang beroperasi. Pengujian kedua dilakuakan dekat dengan *station* AP 2 pada jarak <1 meter dan berjarak +-10 meter dengan *server master* AP 1 untuk mengetahui kualitas sinyal pada AP 2. Gambar tersebut menujukan bahwa aktivitas pada jaringan wifi dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi yang berada pada *channel* 4 dengan rentang frekuensi 2,427 GHz. Grafik tersebut menunjukan bahwa kekuatan sinyal (dBm) MikroTikWDS-Skripsi berada pada nilai -38 dBm yang menandakan bahwa kualitas sinyal tersebut masih dalam kondisi yang baik.



Gambar 4.18 Hasil analisis jaringan pada *Station* AP 2
(Sumber : Hasil pengujian)

4.3.3.3. Analisis jaringan pada *Station* AP 3

Gambar 4.19 menunjukan aktivitas dan efektifitas jaringan wifi yang sedang beroperasi. Pengujian ketiga dilakuakan dekat dengan *station* AP 3 pada jarak <1 meter dan berjarak +-5 meter dengan AP 2 serta berjarak +-15 meter dengan *server master* AP 1 untuk mengetahui kualitas sinyal pada AP 3. Gambar tersebut menujukan bahwa aktivitas pada jaringan wifi dengan SSID MikroTikWDS-Skripsi yang berada pada *channel* 4 dengan rentang frekuensi 2,427 GHz. Grafik tersebut menunjukan bahwa kekuatan sinyal (dBm) MikroTikWDS-Skripsi yang mengalami penurunan yang signifikan disebabkan oleh jarak yang cukup jauh dengan *server master* AP 1 dan gangguan lainnya yang berada disekitar *station* AP 3. Nilai yang di dapat sebesar -49 dBm, kondisi tersebut menandakan kualitas sinyal masih dalam kategori yang cukup baik.

Gambar 4.19 Hasil analisis jaringan pada *Station* AP 3
(Sumber : Hasil pengujian)

4.4. Hasil Analisis *Quality of Service* (QoS) menggunakan *Wireshark*

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan *access point* dengan sistem WDS, memiliki beberapa parameter yang harus di analisis yaitu *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Pada proses pengujian dilakukan *streaming* video pada jejaring internet yang dilakukan secara bersamaan dengan aplikasi *wireshark*.

4.4.1. Hasil Pengukuran nilai *Throuhput*

Proses pengujian dilakukan dengan meng*capture* aktivitas pada *browser* dengan menginisialisasi filter *Transmission Control Protocol* (TCP). Proses inisialisasi dilakukan untuk mengetahui informasi secara spesifik dan lengkap pada alamat yang dituju. Proses peengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk menguji kestabilan pada jaringan.

4.4.1.1.Hasil Percobaan pertama

Pada Tabel 4.1 merupakan hasil *capture* dari tampilan *statistic* pada aplikasi *wireshark* yang menampilkan aktivitas pada saat pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	68	55 (80.9%)	N/A
2.	Time span, s	24.497	24.101	N/A
3.	Average pps	2.8	2.3	N/A

4.	Average packet size, B	96.5	109.5	N/A
5.	Bytes	6592	6046 (91.7%)	0
6.	Average bytes/s	269	250	N/A
7.	Average bits/s	2152	2006	N/A

Tabel 4.1 Hasil analisis *throughput* pada percobaan pertama

(Sumber : Hasil pengujian)

Hasil Perhitungan *throughput* Percobaan pertama :

$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(4.1)}$$

$$Throughput = \frac{6592}{24{,}497} = 269{,}094\ bps$$

Pengujian pertama dilakukan pada waktu pengiriman 24,497 s dengan total paket sebanyak 68 paket serta jumlah data yang dikirim sebesar 6592 *Bytes.* Nilai *throughput* didapat dengan membagi antara jumlah paket yang dikirim dengan waktu pengamatan, hasil yang diperoleh adalah 269,094 bps yang menunjukan bahwa nilai *throughput* dalam kategori sangat memuaskan.

4.4.1.2.Hasil Percobaan kedua

Pada Tabel 4.2 merupakan hasil *capture* dari tampilan *statistic* pada aplikasi *wireshark* yang dilakukan pada proses percobaan kedua. Pengujian kedua dilakukan pada waktu pengiriman 46,708 s dengan total paket sebanyak 1363 paket serta jumlah data yang dikirim sebesar 1068563 Bytes.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1363	1343 (98.5%)	N/A
2.	Time span, s	46.708	46.708	N/A
3.	Average pps	29.2	28.8	N/A
4.	Average packet size, B	783.5	793.5	N/A
5.	Bytes	1068563	1065851 (99.7%)	0
6.	Average bytes/s	22 k	22 k	N/A
7.	Average bits/s	183 k	182 k	N/A

Tabel 4.2 Hasil analisis *throughput* pada percobaan kedua

(Sumber : Hasil pengujian)

Hasil Perhitungan *Throughput* Percobaan kedua :

$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(4.2)}$$

$$Throughput = \frac{1068563\ (\text{bytes})}{46{,}708\ (\text{s})} = 22877{,}51\ bps$$

Nilai *throughput* didapat dengan membagi antara jumlah paket yang dikirim dengan waktu pengamatan, hasil yang diperoleh adalah 22877,51 bps yang menunjukan bahwa nilai *throughput* cendrung menurun apabila dibandingkan dengan percobaan pertama, namun nilai *throughput* tersebut dalam kategori yang sangat memuaskan.

4.4.1.3.Hasil Percobaan ketiga

Pada Tabel 4.3 merupakan hasil *capture* dari tampilan *statistic* pada aplikasi *wireshark* yang dilakukan pada proses percobaan ketiga. Pengujian ketiga dilakukan pada waktu pengiriman 77,777 s dengan total paket sebanyak 1793 paket serta jumlah data yang dikirim sebesar 1547359 Bytes.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1793	1771 (98.8%)	N/A
2.	Time span, s	77.777	77.776	N/A
3.	Average pps	23.1	22.8	N/A
4.	Average packet size, B	863.5	872.5	N/A
5.	Bytes	1547359	1545587 (99.9%)	0
6.	Average bytes/s	19 k	19 k	N/A
7/	Average bits/s	159 k	158 k	N/A

Tabel 4.3 Hasil analisis *throughput* pada percobaan ketiga
(Sumber : Hasil pengujian)

Hasil Perhitungan *Throughput* Percobaan ketiga :

$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(4.3)}$$

$$Throughput = \frac{1547359\ (\text{bytes})}{77{,}777\ (\text{s})} = 19896{,}60\ bps$$

Nilai *throughput* didapat dengan membagi antara jumlah paket yang dikirim dengan waktu pengamatan, hasil yang diperoleh adalah 19896,60 bps yang menunjukan bahwa nilai *throughput* cendrung menurun apabila dibandingkan dengan percobaan pertama dan

kedua namun masih dalam kategori yang sangat memuaskan. Penurunan nilai diakibatkan oleh beberapa faktor seperti *delay* saat pengiriman, jarak yang lebih jauh serta rata-rata bit yang dikirim tidak stabil.

4.4.1.4.Hasil Percobaan keempat

Pada tabel 4.4 merupakan hasil *capture* dari tampilan *statistic* pada aplikasi *wireshark* yang dilakukan pada proses percobaan ketiga. Pengujian ketiga dilakukan pada waktu pengiriman 78,288 s dengan total paket sebanyak 2794 paket serta jumlah data yang dikirim sebesar 23222 Bytes.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	2794	2786 (99,7%)	N/A
2.	Time span, s	78.288	78.288	N/A
3.	Average pps	35.7	35.6	N/A
4.	Average packet size, B	829.5	831.5	N/A
5.	Bytes	2316275	2315939 (100%)	0
6.	Average bytes/s	29 k	29 k	N/A
7.	Average bits/s	236 k	236 k	N/A

Tabel 4.4 Hasil analisis *throughput* pada percobaan keempat
(Sumber : Hasil pengujian)

Hasil Perhitungan *Throughput* Percobaan keempat :

$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(4.4)}$$

$$Throughput = \frac{2316275 \text{ (bytes)}}{78{,}288 \text{ (s)}} = 29586{,}59 \; bps$$

Nilai *throughput* didapat dengan membagi antara jumlah paket yang dikirim dengan waktu pengamatan, hasil yang diperoleh adalah 29586,59 bps yang menunjukan bahwa nilai *throughput* melonjak menaik apabila dibandingkan dengan percobaan kedua dan ketiga kondisi ini berada dalam kategori yang sangat memuaskan.

4.4.1.5.Hasil Percobaan kelima

Pada Tabel 4.5 merupakan hasil *capture* dari tampilan *statistic* pada aplikasi *wireshark* yang dilakukan pada proses percobaan ketiga. Pengujian ketiga dilakukan pada waktu pengiriman 93,713 s dengan total paket sebanyak 128 paket serta jumlah data yang dikirim sebesar 31100 Bytes.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	128	114 (89.1%)	N/A
2.	Time span, s	93.713	92.898	N/A
3.	Average pps	1.4	1.2	N/A
4.	Average packet size, B	242.5	261.5	N/A
5.	Bytes	31100	29838 (95.9%)	0
6.	Average bytes/s	331	321	N/A
7.	Average bits/s	2654	2569	N/A

Tabel 4.5 Hasil analisis *throughput* pada percobaan keempat

(Sumber : Hasil pengujian)

Hasil Perhitungan *Throughput* Percobaan kelima :

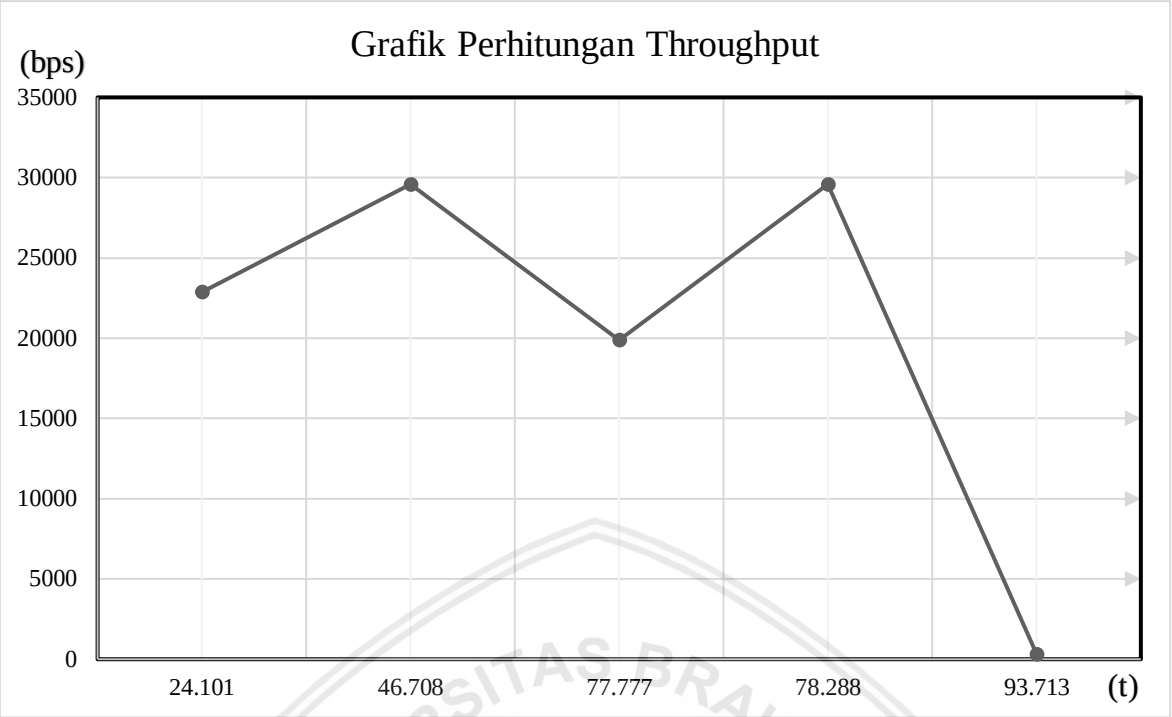
$$Throughput = \frac{\text{data yang dikirim (Bytes)}}{\text{Lama pengamatan (s)}} \quad \text{(4.5)}$$

$$Throughput = \frac{31100\ \text{(bytes)}}{93{,}713\ \text{(s)}} = 331{,}86\ bps$$

Nilai *throughput* didapat dengan membagi antara jumlah paket yang dikirim dengan waktu pengamatan, hasil yang diperoleh adalah 331,86 bps yang menunjukan bahwa nilai *throughput* jauh mengalami penurunan apabiladibandingkan dengan keempat percobaan yang sebelumnya. Penurunan yang sangat drastic tersebut terjadi karena banyak sekali faktor, namun kategori *throughput* tersebut masih teAPilang cukup baik.

4.4.1.6.Grafik Pengukuran *Throughput*

Gambar 4.20 merupakan hasil analisis nilai *throughput* berdasarkan waktu pengamatan, proses pengamatan dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark* dan pada saat bersamaan melakukan *video streaming* pada *web browser*. lalu meng*capture* aktivitas jaringan menggunakan aplikasi *wireshark.* Proses pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan beberapa jeda waktu yang diuji secara bertahap.



Gambar 4.20 Grafik Analisis *Throughput*

(Sumber : Hasil pengujian)

Time Spain (s)		*Throughput* (bps)
Percobaan 1	24,101	22877,51
Percobaan 2	46,708	29586,59
Percobaan 3	77,777	19896,60
Percobaan 4	78,288	29586,59
Percobaan 5	93,713	331,86
Rata-rata		14538,51

Tabel 4.6 Tabel percobaan Perhitungan *Throuhput*

(Sumber : Hasil pengujian)

Berdasrkan tabel percobaan perhitungan *throughput* Tabel 4.6 didapatkan rata-rata nilai *throughput* sebesar 14538,51 bps atau 14,53 kbps. Berdasarkan kelima percobaan tersebut membuktikan bahwa kualitas *throughput* pada jaringan tersebut masih dalam kategori yang cukup memuaskan, ketgori tersebut didapat berdasarkan rata-rata nilai *throughput* yang cukup besar dikarenakan melebihi 100 bps.

4.4.2. Hasil Pengukuran *Packet Loss*

Prosedur pada percobaan ini menyerupai dengan perhitungan *throughput* yaitu dengan melakukan *streaming* video dari *web browser* kemudian menjalankan aplikasi *wireshark* dengan menginisialisasi filter menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment* untuk mendapatkan informasi secara rinci mengenai jumlah *packet loss* pada saat proses pengiriman. Percobaan ini di uji sebanyak lima kali percobaan. Percobaan pertama pada waktu pengiriman 24,101 s, percobaan kedua pada waktu 46,708 s, percobaan ketiga pada waktu 77,777 s, dan percobaan keempat yang dilakukan pada waktu 78,288 s, serta percobaan kelima dilakukan waktu pengiriman 93,713 s. kelima percobaan tersebut dilakukan untuk mendapatkan rata-rata persentase paket yang hilang.

4.4.2.1. Hasil percobaan pertama

Pada percobaan pertama *user* menjalankan video melalui *google chrome* kemudian menginisialisasi filter pada aplikasi *wireshark* menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment.* Pada Tabel 4.7 merupakan hasil *capture* dari aplikasi *wireshark* yang memberikan informasi mengenai jumlah *packet loss* pada saat pengiriman data. Tabel 4.7 menunjukan waktu percobaan 24,497 s, dengan jumlah paket yang terkirim sebanyak 68 paket.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	68	55 (80.9%)	N/A
2.	Time span, s	24.497	24.101	N/A
3.	Average pps	2.8	2.3	N/A
4.	Average packet size, B	96.5	109.5	N/A
5.	Bytes	6592	6046 (91.7%)	0
6.	Average bytes/s	269	250	N/A
7.	Average bits/s	2152	2006	N/A

Tabel 4.7 Hasil analisis *packet loss* pada percobaan pertama
(Sumber : Hasil pengujian)

$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim (paket)}} \quad \text{..... (4.6)}$$

$$Packet\ Loss = \frac{(68-55)\ X\ 100\%}{68\ (\text{paket})} = 19\ \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* tabel no. 1, pada saat pengiriman data jumlah paket yang diterima sebanyak 55 (80,9 %) paket dari 68 paket. Jumlah nilai presentasi paket

yang hilang diperoleh dari jumlah paket yang terkirim serta jumlah paket yang diterima. Pada percobaan ini nilai presentasi paket yang hilang sebesar 19 %.

4.4.2.2.Hasil percobaan kedua

Pada percobaan kedua *user* menjalankan video melalui *google chrome* kemudian menginisialisasi filter pada aplikasi *wireshark* menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment.* Pada Tabel 4.8 merupakan hasil *capture* dari aplikasi *wireshark* yang memberikan informasi mengenai jumlah *packet loss* pada saat pengiriman data. Dengan waktu percobaan 46,708 s, dengan jumlah paket yang berhasil terkirim sebanyak 1363 paket.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1363	1343 (98.5%)	N/A
2.	Time span, s	46.708	46.708	N/A
3.	Average pps	29.2	28.8	N/A
4.	Average packet size, B	783.5	793.5	N/A
5.	Bytes	1068563	1065851 (99.7%)	0
6.	Average bytes/s	22 k	22 k	N/A
7.	Average bits/s	183 k	182 k	N/A

Tabel 4.8 Hasil analisis *packet loss* pada percobaan kedua
(Sumber : Hasil pengujian)

$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim (paket)}} \quad \text{..... (4.7)}$$

$$Packet\ Loss = \frac{(1363-1343)\ X\ 100\%}{1363\ (\text{paket})} = 1{,}5\ \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* tabel no. 1, pada saat pengiriman data jumlah paket yang diterima sebanyak 1343 (80,9 %) paket dari 1363 paket. Jumlah nilai presentasi paket yang hilang diperoleh dari jumlah paket yang terkirim serta jumlah paket yang diterima. Pada percobaan ini nilai presentasi paket yang hilang sebesar 1,5 %.

4.4.2.3.Hasil percobaan ketiga

Pada percobaan ketiga *user* menjalankan video melalui *google chrome* kemudian menginisialisasi filter pada aplikasi *wireshark* menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment.* Pada Tabel 4.9 merupakan hasil *capture* dari aplikasi *wireshark* yang memberikan informasi mengenai jumlah *packet loss* pada saat pengiriman data. Berdasarkan hasil *capture* pada

waktu percobaan 77,777s serta menunjukan jumlah paket yang berhasil terkirim sebanyak 1793 paket.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1793	1771 (98.8%)	N/A
2.	Time span, s	77.777	77.776	N/A
3.	Average pps	23.1	22.8	N/A
4.	Average packet size, B	863.5	872.5	N/A
5.	Bytes	1547359	1545587 (99.9%)	0
6.	Average bytes/s	19 k	19 k	N/A
7.	Average bits/s	159 k	158 k	N/A

Tabel 4.9 Hasil analisis *packet loss* pada percobaan ketiga
(Sumber : Hasil pengujian)

$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim (paket)}} \quad (4.8)$$

$$Packet\ Loss = \frac{(1793-1771)\ X\ 100\%}{1793\ (\text{paket})} = 1{,}2\ \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* tabel no. 1, pada saat pengiriman data jumlah paket yang diterima sebanyak 1771 (98,8 %) paket dari 1793 paket. Jumlah nilai presentasi paket yang hilang diperoleh dari jumlah paket yang terkirim serta jumlah paket yang diterima. Pada percobaan ini nilai presentasi paket yang hilang sebesar 1,2 %.

4.4.2.4.Hasil percobaan keempat

Pada percobaan keempat *user* menjalankan video melalui *google chrome* kemudian menginisialisasi filter pada aplikasi *wireshark* menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment.* Pada Tabel 4.10 merupakan hasil *capture* dari aplikasi *wireshark* yang memberikan informasi mengenai jumlah *packet loss* pada saat pengiriman data. Hasil *capture* pada waktu percobaan 78,288s menunjukan jumlah paket yang berhasil terkirim sebanyak 2794 paket.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	2794	2786 (99,7%)	N/A
2.	Time span, s	78.288	78.288	N/A
3.	Average pps	35.7	35.6	N/A
4.	Average packet size, B	829.5	831.5	N/A
5.	Bytes	2316275	2315939 (100%)	0
6.	Average bytes/s	29 k	29 k	N/A
7.	Average bits/s	236 k	236 k	N/A

Tabel 4.10 Hasil analisis *packet loss* pada percobaan keempat

(Sumber : Hasil pengujian)

$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim (paket)}} \quad \text{..... (4.9)}$$

$$Packet\ Loss = \frac{(2794-2786)\ X\ 100\%}{2794\ (\text{paket})} = 0{,}3\ \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* tabel no. 1, pada saat pengiriman data jumlah paket yang diterima sebanyak 2786 (99,7 %) paket dari 2794 paket. Jumlah nilai presentasi paket yang hilang diperoleh dari jumlah paket yang terkirim serta jumlah paket yang diterima. Pada percobaan ini nilai presentasi paket yang hilang sebesar 0,3 %.

4.4.2.5.Hasil percobaan kelima

Pada percobaan kelima *user* menjalankan video melalui *google chrome* kemudian menginisialisasi filter pada aplikasi *wireshark* menjadi *tcp.analysus.ack_lost_segment*. Pada Tabel 4.11 merupakan hasil *capture* dari aplikasi *wireshark* yang memberikan informasi mengenai jumlah *packet loss* pada saat pengiriman data. Hasil *capture* pada waktu percobaan 93,713 s menunjukan jumlah paket yang berhasil terkirim sebanyak 128 paket.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	128	114 (89.1%)	N/A
2.	Time span, s	93.713	92.898	N/A
3.	Average pps	1.4	1.2	N/A
4.	Average packet size, B	242.5	261.5	N/A
5.	Bytes	31100	29838 (95.9%)	0
6.	Average bytes/s	331	321	N/A
7.	Average bits/s	2654	2569	N/A

Tabel 4.11 Hasil analisis *packet loss* pada percobaan keempat

(Sumber : Hasil pengujian)

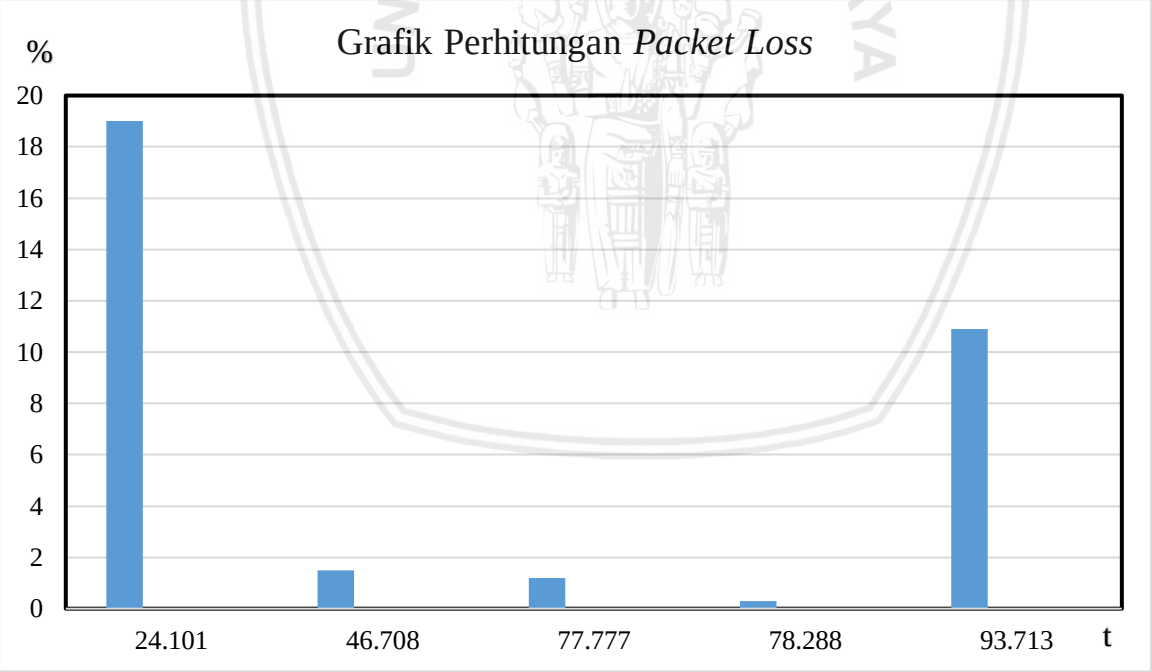
$$Packet\ Loss = \frac{(\text{Paket terkirim} - \text{Paket diterima})\ X\ 100\%}{\text{Paket terkirim (paket)}} \quad \text{..... (4.10)}$$

$$Packet\ Loss = \frac{(128-114)\ X\ 100\%}{128\ (\text{paket})} = 10{,}9\ \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* tabel no. 1, pada saat pengiriman data jumlah paket yang diterima sebanyak 114 (89,1%) paket dari 128 paket. Jumlah nilai presentasi paket yang hilang diperoleh dari jumlah paket yang terkirim serta jumlah paket yang diterima. Pada percobaan ini nilai presentasi paket yang hilang sebesar 10,9 %.

4.4.2.6.Grafik Pengukuran *Packet Loss*

Setelah melakukan lima kali perngujian dan kemudia dilakukan perhitungan yang memperoleh nilai presentse *packet loss* yang terjadi antara paket yang terkirim dan paket yang diterima. Persentase nilai beserta grafik analisis *packet loss* dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan Tabel 4.12 :



Gambar 4.21 Grafik analisis *Packet Loss*

(Sumber : Hasil pengujian)

Time Span (s)		*Packet loss* (%)
Percobaan 1	24,101	19
Percobaan 2	46,708	1,5
Percobaan 3	77,777	1,2
Percobaan 4	78,288	0,3
Percobaan 5	93,713	10,9
Rata-rata		6,6

Tabel 4.12 Tabel Hasil Perhitungan *Packet Loss*
(Sumber : Hasil pengujian)

Berdasrkan tabel percobaan perhitungan *packet loss* Tabel 4.12 didapatkan rata-rata persentase nilai sebesar 6,6 % . Berdasarkan kelima percobaan tersebut membuktikan bahwa *packet loss* pada jaringan tersebut masih dalam kategori yang cukup memuaskan, ketgori tersebut didapat berdasarkan rata-rata persentase nilai yang kurang dari 15 % dan mendekati 3 %.

4.4.3. Hasil Perhitungan *Delay*

Delay yang terjadi adalah *delay* secara keseluruhan sistem yang terdiri dari *delay* transmisi, *delay* propagasi, Pengujian dilakukan sebanyak lima kali ntuk mengetahui besarnya *delay* yang terjadi pada saat pengiriman data. Untuk mengetahui besarnya *delay* dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Gambar 4.22 Proses terjadinya *delay*
(Sumber : Hasil pengujian)

4.4.3.1. Hasil Percobaan Pertama

Pada percobaan pertama pengujian dilakukan pada waktu 24,497s, untuk mengetahui nilai *delay* yang ditampilkan pada *statistic* pengukuran *wireshark*. Langkah utama untuk mengetahui besarnya *delay* dengan merubah filter menjadi *Transmission Control Protocol*

(TCP) dengan cara memberhentikan aplikasi sementara pada waktu 24,497s. kemudian nilai *delay* dapat dilihat pada *tool statistic* yang menampilkan pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	68	55 (80.9%)	N/A
2.	Time span, s	24.497	24.101	N/A
3.	Average pps	2.8	2.3	N/A
4.	Average packet size, B	96.5	109.5	N/A
5.	Bytes	6592	6046 (91.7%)	0
6.	Average bytes/s	269	250	N/A
7.	Average bits/s	2152	2006	N/A

Tabel 4.13 Hasil analisis *delay* pada percobaan pertama

(Sumber : Hasil pengujian)

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{..... (4.11)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

$$Delay = \frac{(24{,}497 - 24{,}101)\ (\text{s})}{55\ (\text{paket})} = \text{s} = 7{,}2\ \text{ms}$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* Tabel 4.13 No. 2, pada waktu 24,497s terdapat selisih *delay* sebesar 0,396 s yang merupakan total *delay* transmisi, propagasi, serta *delay* pada penerima dengan jumlah paket yang diterima sebanyak 55 (80,9 %) dari 68 paket. Nilai *delay* menjadi sebesar 7,2 ms yang diperoleh dari total *delay* dengan total paket yang diterima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau proses yang lama.

4.4.3.2. Hasil Percobaan Kedua

Pada percobaan kedua pengujian dilakukan pada waktu 46,708s untuk mengetahui nilai *delay* yang ditampilkan pada *statistic* pengukuran *wireshark*. Langkah utama untuk mengetahui besarnya *delay* adalah dengan merubah filter menjadi *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan cara memberhentikan aplikasi sementara pada waktu 46,708s. kemudian nilai *delay* dapat dilihat pada *tool statistic* yang menampilkan pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1363	1343 (98.5%)	N/A
2.	Time span, s	46.708	46.708	N/A
3.	Average pps	29.2	28.8	N/A

4.	Average packet size, B	783.5	793.5	N/A
5.	Bytes	1068563	1065851 (99.7%)	0
6.	Average bytes/s	22 k	22 k	N/A
7.	Average bits/s	183 k	182 k	N/A

Tabel 4.14 Hasil analisis *delay* pada percobaan kedua

(Sumber : Hasil pengujian)

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{..... (4.12)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

$$Delay = \frac{(46{,}708 - 46{,}707)\ (\text{s})}{1343\ (\text{paket})} = \text{s} = 0{,}000745 \text{ ms}$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* Tabel 4.14 No. 2, pada waktu 46,708 s terdapat selisih *delay* sebesar 0,001 s yang merupakan total *delay* transmisi, propagasi, serta *delay* pada penerima dengan jumlah paket yang diterima sebanyak 1343 (98,5 %) dari 1363 paket yang dikirim. Nilai *delay* menjadi sebesar 0,000745 ms yang diperoleh dari total *delay* dengan total paket yang diterima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau proses yang lama.

4.4.3.3. Hasil Percobaan Ketiga

Pada percobaan ketiga pengujian dilakukan pada waktu 77,777 s, untuk mengetahui nilai *delay* yang ditampilkan pada *statistic* pengukuran *wireshark*. Langkah utama untuk mengetahui besarnya *delay* adalah dengan merubah filter menjadi *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan cara memberhentikan aplikasi sementara pada waktu 77,777 s. kemudian nilai *delay* dapat dilihat pada *tool statistic* yang menampilkan pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	1793	1771 (98.8%)	N/A
2.	Time span, s	77.777	77.776	N/A
3.	Average pps	23.1	22.8	N/A
4.	Average packet size, B	863.5	872.5	N/A
5.	Bytes	1547359	1545587 (99.9%)	0
6.	Average bytes/s	19 k	19 k	N/A
7.	Average bits/s	159 k	158 k	N/A

Tabel 4.15 Hasil analisis *delay* pada percobaan ketiga

(Sumber : Hasil pengujian)

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{..... (4.13)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

$$Delay = \frac{(77{,}777 - 77{,}776)\ (\text{s})}{1771\ (\text{paket})} = \text{ s} = \ 0{,}0056\ \text{ms}$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* Tabel 4.15 No. 2, pada waktu 77,776 s terdapat selisih *delay* sebesar 0,001s yang merupakan total *delay* transmisi, propagasi, serta *delay* pada penerima dengan jumlah paket yang diterima sebanyak 1771 (98,8 %) dari 1793 paket yang dikirim. Nilai *delay* menjadi sebesar 0,0056 ms yang diperoleh dari total *delay* dengan total paket yang diterima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau proses yang lama.

4.4.3.4. Hasil Percobaan Keempat

Pada percobaan keempat pengujian dilakukan pada waktu 78,288 s, untuk mengetahui nilai *delay* yang ditampilkan pada *statistic* pengukuran *wireshark*. Langkah utama untuk mengetahui besarnya *delay* adalah dengan merubah filter menjadi *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan cara memberhentikan aplikasi sementara pada waktu 78,288 s. kemudian nilai *delay* dapat dilihat pada *tool statistic* yang menampilkan pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	2794	2786 (99,7%)	N/A
2.	Time span, s	78.288	78.288	N/A
3.	Average pps	35.7	35.6	N/A
4.	Average packet size, B	829.5	831.5	N/A
5.	Bytes	2316275	2315939 (100%)	0
6.	Average bytes/s	29 k	29 k	N/A
7.	Average bits/s	236 k	236 k	N/A

Tabel 4.16 Hasil analisis *delay* pada percobaan keempat

(Sumber : Hasil pengujian)

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{..... (4.14)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

$$Delay = \frac{(78{,}2883 - 7{,}2880)\ (s)}{2786\ (\text{paket})} = s = 0{,}0001\ \text{ms}$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* Tabel 4.16 No. 2, pada waktu 78,288s terdapat selisih *delay* sebesar 0,0003 ms yang merupakan total *delay* transmisi, propagasi, serta *delay* pada penerima dengan jumlah paket yang diterima sebanyak 2786 (99,7 %) dari 2794 paket yang dikirim. Nilai *delay* menjadi sebesar 0,0001 ms yang diperoleh dari total *delay* dengan total paket yang diterima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau proses yang lama.

4.4.3.5.Hasil Percobaan Kelima

Pada percobaan kelima pengujian dilakukan pada waktu 93,713s, untuk mengetahui nilai *delay* yang ditampilkan pada *statistic* pengukuran *wireshark*. Langkah utama untuk mengetahui besarnya *delay* adalah dengan merubah filter menjadi *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan cara memberhentikan aplikasi sementara pada waktu 93,713s. kemudian nilai *delay* dapat dilihat pada *tool statistic* yang menampilkan pengiriman data secara rinci.

No.	Measurement	Captured	Displayed	Marked
1.	Packets	128	114 (89.1%)	N/A
2.	Time span, s	93.713	92.898	N/A
3.	Average pps	1.4	1.2	N/A
4.	Average packet size, B	242.5	261.5	N/A
5.	Bytes	31100	29838 (95.9%)	0
6.	Average bytes/s	331	321	N/A
7.	Average bits/s	2654	2569	N/A

Tabel 4.17 Hasil analisis *delay* pada percobaan kelima
(Sumber : Hasil pengujian)

$$Delay = \frac{\text{Total } Delay\ (s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}} \quad \text{(4.15)}$$

$$Delay = \frac{(\text{Waktu dikirim} - \text{Waktu diterima})(s)}{\text{Total Paket yang diterima (paket)}}$$

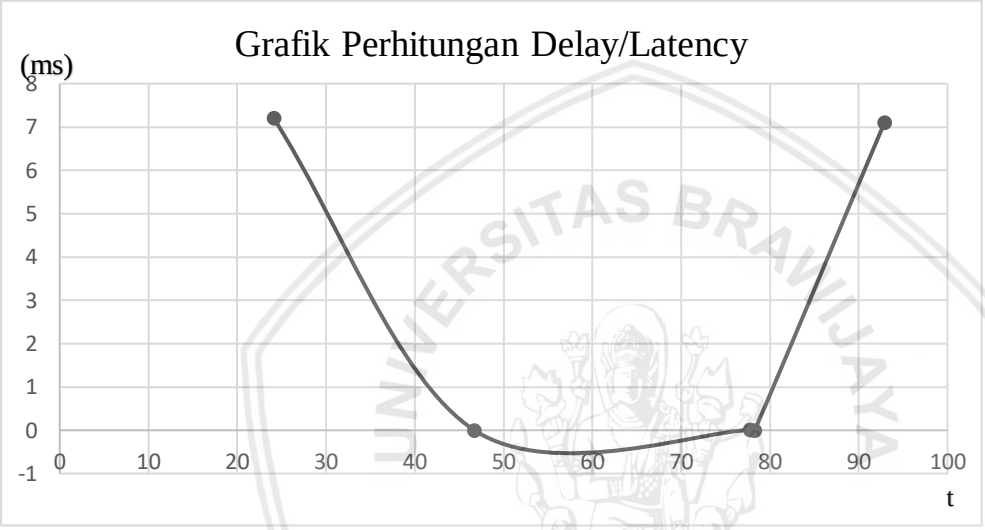
$$Delay = \frac{(93{,}713 - 92{,}898)\ (s)}{114\ (\text{paket})} = s = 7{,}1\ \text{ms}$$

Berdasarkan hasil pengukuran *wireshark* Tabel 4.17 No. 2, pada waktu 93,713 s terdapat selisih *delay* sebesar 0,815 s serta total *delay* sebesar 92,898 s dengan jumlah paket yang

diterima sebanyak 114 (89,1 %) dari 128 paket yang dikirim. Nilai *delay* menjadi sebesar 7,1 ms yang diperoleh dari total *delay* dengan total paket yang diterima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau proses yang lama.

4.4.3.6.Grafik Pengukuran *Delay/Latency*

Berdasarkan hasil kelima percobaaan dan kemudian perhitungan yang memperoleh besarnya nilai *delay* yang terjadi antara waktu paket yang terkirim dengan waktu paket yang diterima. Besarnya *delay* dapat dilihat pada Gambar 4.23 dan Tabel 4.18 :



Gambar 4.23 Grafik analisis perhitungan *delay*
(Sumber : Hasil pengujian)

Time Spain (s)		*Delay* (ms)
Percobaan 1	24,101	7,2000
Percobaan 2	46,708	0,0007
Percobaan 3	77,777	0,0056
Percobaan 4	78,288	0,0001
Percobaan 5	93,713	7,1000
Rata-rata		2,8613

Tabel 4.18 Tabel percobaan Perhitungan *Delay*
(Sumber : Hasil pengujian)

Berdasrkan tabel percobaan perhitungan *delay* Tabel 4.18 didapatkan rata-rata nilai *delay* sebesar 272,0 ms. Berdasarkan kelima percobaan tersebut membuktikan bahwa

kualitas *delay* pada jaringan tersebut masih dalam kategori yang cukup memuaskan, ketgori tersebut didapat berdasarkan rata-rata besar *delay* yang masih berada pada cakupan nilai antara 150 s/d 300 ms.

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, serta analisis *Quality of Service* (QoS) dari jaringan *access point* dengan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis mikrotik. Dapat diperoleh Kesimpulan Sebagai Berikut :

1. Penggunaan sistem WDS untuk access point berbasis mikrotik dapat meningkatkan cakupan jaringan nirkabel dan mempermudah pengguna dalam berpindah lokasi tanpa harus kehilangan koneksi.
2. Pada saat pengujian pengguna dapat memping masing-masing access point berdasarkan ip *address* yang artinya tiap access point sudah mendapatkan koneksi.
3. Berdasarkan hasil analisis *quality of service* (QoS) dari jaringan *access point* dengan *Wireless Distribution System* (WDS) berbasis mikrotik. Dapat diperoleh hasil sebagai berikut :

Time Span (s)		*Throughput* (bps)	*Packet loss* (%)	*Delay* (ms)
Percobaan 1	24,101	22877,51	19	7,2000
Percobaan 2	46,708	29586,59	1,5	0,0007
Percobaan 3	77,777	19896,60	1,2	0,0056
Percobaan 4	78,288	29586,59	0,3	0,0001
Percobaan 5	93,713	331,86	10,9	7,1000
Rata-rata		14538,51	6,6	2,8613

Tabel 5.1 Tabel Hasil Perhitungan *Quality of Service* (QoS)
(Sumber : Hasil pengujian)

Berdasarkan hasil kelima percobaan diperoleh rata-rata nilai *througput* sebesar 14538,51 bps atau 14,53 kbps. Kemudian ata-rata persentase nilai *packet loss* sebesar 6,6 %. Serta dari kelima hasil percobaan diperoleh rata-rata *delay* sebesar 2,8613 ms. Dapat disimpulkan bahwa kualitas dalam kategori layak dan cukup memuaskan.

5.2. Saran

1. Dalam melakukan penelitian dan pengukuran alangkah baiknya untuk melakukan pengujian dengan jarak yang cukup jauh sehingga dapat jangkauan yang lebih luas.
2. Untuk mendapatkan nilai rata-rata QoS (*throughput*, *packet loss*, serta *delay*) yang lebih stabil alangkah baiknya pengujian dilakukan lebih dari lima kali dan dengan merubah durasi pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Ajika Pamungkas, C. (2016). *Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik RouteAPoard di Politeknik Indonusa Surakata.* Surakarta : informatika.

A. Kurniawan. (2012). *Network Forensics: Panduan Analisis dan Investigasi Paket Data Jaringan menggunakan Wireshark.* Yogyakarta : informatika.

F. Hasanul. (2018). *Analisis QoS (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Loss dan Throughput untuk mendapatkan kualitas kerja radio streaming yang baik*. Medan : informatika.

Langi, B. Y. (2011). *Analisis Kualitas Layanan (QoS) Audio-Video Layanan Kelas.* ITB,6. Bandung : Informatika.

Odom, W. (2004). *CCNA INTRO Exam Certification Guide*.indianapolis, IN 46240 USA: Cisco Press.

Sopandi, D. (2008). *Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Komputer*. Bandung:Informatika

U. Lamping, R. Sharpe dan E. Warnicke. (2018). *Wireshark User's Guide for Wireshark 2.1*.

Priambodo, C. (2017). *Penerapan (QoS) Quality of Service pada jaringan internet.* Semarang: Sistem Komputer.

Wulandari, R. Agustus (2016). *Analisis QoS (Quality of Service) pada Jaringan Internet*. Sukabumi: informatika.

Yulianto, T. (2011). *Tutorial Mikrotik edisi 1.* Jakarta : Informatika.