

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penyusunan Laporan ini, peneliti mereferensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang masalah. Berikut ini penelitian terdahulu yang berhubungan dengan Laporan ini antara lain:

Menurut[6] Hasil akhir yang diperoleh adalah penggunaan media kabel lebih baik daripada menggunakan wireless, penggunaan wireless bandwidth yang didapatkan setengah dari penggunaan kabel. dengan menerapkan topologi *ESS* yang memakai wireless roaming memiliki *reliability* dan *mobility* yang lebih baik dibandingkan dengan sebelum menggunakan wireless roaming. Dari 5 kali pengujian perpindahan antara AP1 dan AP2 mengalami request time out sebanyak 4 sampai 14 kali dengan persentase 16,33 % sampai 45,32%. Delay tertinggi yang didapatkan sebesar 61,42 ms.[2]

Menurut [7] Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Wireless LAN IEEE 802.11n* dengan mudah dapat mendukung sampai 100 klien yang melakukan *browsing* aktifitas tinggi terhadap *web e-learning*, penelitian ini berfokus pada perluasan *E-Learning* dan Web yang ada di suatu fakultas untuk mewakili beban kerja web yang lebih realistis. Sehingga pada penerapan di lapangan memudahkan administrator jaringan dalam merencanakan jaringan e learning di suatu fakultas. [3]

Menurut[8] Metode yang digunakan adalah mengukur bandwidth, mengukur kecepatan dan kestabilan transfer data pada saat roaming, lalu mencoba mengukur kecepatan dan kestabilan transfer dengan sistem jaringan nirkabel. Dari penelitian ini, dapat diketahui bahwa jaringan nirkabel dapat menjadi jaringan berkecepatan tinggi dan stabil. Penelitian ini menyimpulkan bahwa berdasarkan simulasi, kondisi ini cukup memenuhi.

Menurut[9] Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mulai dari tahapan analisa, desain, simulasi *prototype*, dan implementasi dapat disimpulkan bahwa kestabilan untuk topologi baru (*wireless roaming*) dikategorikan stabil dan efektif dilihat dari hasil simulasi bahwa pengguna dapat berpindah tempat dan mendapatkan IP yang sama tanpa autentikasi ulang.

Menurut [10] Desain jaringan wireless dengan *Wireless Distribution System (WDS)* memiliki tingkat fleksibilitas yang lebih baik daripada backbone yang menggunakan kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)*. Hasil pengukuran menampilkan bahwa throughput, delay, packet loss, dan jitter menunjukkan hasil yang bagus. Hasil pengujian throughput menghasilkan nilai rata-rata throughput dengan presentase sebesar 90%, dikategorikan BAGUS dengan indeks 3, sedangkan pengujian delay mendapatkan nilai rata-rata sebesar 107,8 dapat dikategorikan “sangat bagus” dengan indeks 4, kemudian nilai rata-rata packet loss dengan presentase 2%, dapat dikategorikan BAGUS dengan indeks 3, dan hasil pengujian jitter diperoleh nilai yang bervariasi dengan nilai rata-rata jitter sebesar 1,71 ms, dapat dikategorikan BAGUS dengan indeks 3.

Menurut [11] Dengan penerapan *Hotspot Server* dan *Controller access point system management (CAPsMAN)* disimpulkan bahwa sangat efektif dan effisien bila kedua konfigurasi ini dikembangkan, karena pada keamanan hotspot server memberikan kemananan dari sisi user dan password yang diberikan. Sedangkan dari sisi *Controller access point system management (CAPsMAN)* dapat memberikan pelayanan baik dalam sisi wireless access point dan dapat memudahkan dalam proses distribusi dan maintenance dan ketika beberapa access point di konfigurasi bersama akan menciptakan roaming dan jangkauan area distribusi wireless yang baik.

Menurut [12] Salah satu tahapan adalah dengan menggunakan beberapa perangkat Access Point menjadi satu kesatuan untuk membantu kondisi terputusnya koneksi dengan menggunakan service jaringan yaitu *WDS Mesh*. *WDS Mesh* mampu meng-coverage area *Wi-Fi* di UM Jember dan hasil ujicoba serta analisa device client terhadap AP yang sudah dikonfigurasi sebagai *WDS Mesh* dengan parameter *Signal Strength*, *CCQ*, *Signal to Noise Ratio*, *Throughput* adalah Excellent (Bagus).

Menurut [13] node LAN *Nirkabel* dirancang dan dianalisis untuk mengevaluasi parameter penting yang berpengaruh pada teknik roaming dan dapat digunakan sebagai indikator yang baik seperti *throughput* pada titik akses di jaringan di samping lalu lintas data yang diterima dari lalu lintas tujuan pada kedua kelompok (A, B).

Menurut [14] TIPHON adalah (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*). TIPHON merupakan standar penilaian

parameter *QoS* yang dikeluarkan oleh badan standar *ETSI (European Telecommunications Standards Institute)*. Menurut [15] TIPHON adalah standar yang dirancang untuk menilai kualitas layanan di jaringan telekomunikasi yang mencakup layanan suara, video, data, dan aplikasi lainnya yang menggunakan protokol internet (IP) sebagai basisnya. Standar ini fokus pada peningkatan kualitas layanan melalui jaringan IP dan memberikan panduan tentang parameter *QoS* yang harus diukur dan dievaluasi untuk memastikan layanan yang optimal. Parameter *QoS* yang dinilai oleh TIPHON mencakup berbagai faktor seperti latensi, jitter, kapasitas bandwidth, keandalan, dan ketersediaan jaringan. Dengan mengikuti standar TIPHON, penyedia layanan dan operator jaringan dapat mengukur dan meningkatkan performa jaringan serta memastikan pengalaman pengguna yang lebih baik dalam menggunakan layanan telekomunikasi melalui IP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan trafik data menuju wilayah yang dipindahkan dan penurunan trafik data dari lokasi awal. Di samping itu, peneliti juga memanfaatkan pendekatan penelitian tindakan serta metode penelitian *Reliability, Maintainability, and Availability (RMA)*. Metode tersebut sendiri merupakan pendekatan tindakan langsung guna mengatasi permasalahan, dan RMA juga mendukung pendekatan *Quality of Service (QoS)* [16].

2.2 Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya

Berdasarkan penelitian sebelumnya Pembangunan hotspot menggunakan *topologi BSS (Basic Service Set)* menyebabkan client kurang efektif saat menggunakan fasilitas hotspot dan berpindah-pindah lokasi. Masalah yang muncul adalah user harus melakukan login ulang jika berpindah dari satu *access point* ke *access point* yang lain. Hal ini menyebabkan mobilitas serta reliabilitas dari jaringan hotspot tersebut berkurang.

Pada penelitian yang akan saya lakukan adalah analisis *Quality Of Service (QOS)* dan *Reliability, Maintainability, and Availability (RMA)* yang merupakan bidang pengetahuan di mana data dihimpun dan model disusun guna merumuskan keputusan terkait kegagalan sistem, kesiapan operasional, kesuksesan, pemeliharaan, serta permintaan layanan. Di sini, informasi yang berkaitan dengan efektivitas suatu sistem dievaluasi dan dikembangkan, yang pada gilirannya memungkinkan estimasi RMA pada tahap perancangan, manufaktur, pengujian, dan analisis.

2.3 Reliability, Maintainability, and Availability (RMA)

Reliability, Maintainability, and Availability (RMA) adalah bidang pengetahuan di mana informasi terkumpul dan model dirumuskan untuk mengambil keputusan tentang kegagalan sistem, kesiapan operasional, pemeliharaan, serta kebutuhan layanan. Ini melibatkan pengumpulan data tentang efektivitas suatu sistem yang dievaluasi dan dikembangkan, sehingga

RMA dapat diprediksi selama fase desain, manufaktur, pengujian, dan analisis [17].

1. *Reliability*, secara statistik, mencerminkan frekuensi kegagalan jaringan dan komponennya, serta menggambarkan layanan yang mengalami keluar dari jadwal yang diharapkan.
2. *Maintainability*, sebagai ukuran statistik, mewakili waktu yang diperlukan untuk mengembalikan sistem ke kondisi operasional penuh setelah mengalami kegagalan. Ini sering dinyatakan dalam bentuk *mean time-to-repair* (MTTR). Proses perbaikan setelah kegagalan sistem melibatkan langkah-langkah seperti mendeteksi kegagalan, mengisolasi komponen yang perlu diganti, mengamankan bagian yang diperlukan di lokasi komponen yang rusak, serta mengganti komponen, mengujinya, dan mengembalikan layanan secara keseluruhan.
3. *Availability*, dikenal sebagai kemampuan operasional, menggambarkan hubungan antara frekuensi kegagalan yang sangat penting dalam misi dan waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan layanan. Definisi dari *availability* adalah rata-rata interval waktu antara kegagalan berbasis misi (atau *mean time between failures/MTBF*) dibagi oleh jumlah *mean time to repair/MTTR* dan *mean time between* kegagalan yang sangat penting dalam misi, atau rata-rata interval waktu antara kegagalan (*mean time between failures/MTTF*) dan waktu pemulihan (*mean time to repair/MTTR*) dalam konteks kegagalan yang sangat penting dalam misi. Dalam rumusnya, *availability* (A) dapat dihitung sebagai perbandingan MTTF (*Mean Time*

Between Failures) dengan jumlah MTTF dan MTTR (*Mean Time To Repair*), yaitu $A = (MTTF) / (MTTF + MTTR)$.

2.4 *Quality Of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis [18].

2.5 *Parameter Quality Of Service (QoS)*

Ada 5 parameter Quality Of Service (QoS) yaitu :

1. *Bandwidth*

Bandwidth adalah luas atau lebar cakupan frekuensi yang dipakai sinyal dalam medium transmisi. Bandwidth sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan transfer data (transfer rate) yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya dalam detik).

2. *Troughput*

Throughput adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. *Bandwidth* lebih bersifat fix sementara *throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang

sedang terjadi. Adapun faktor yang mempengaruhi *bandwidth* dan *throughput* yaitu seperti piranti jaringan, tipe data yang ditransfer, banyaknya pengguna jaringan, topologi jaringan, spesifikasi komputer *client/user*, spesifikasi server komputer, induksi listrik, cuaca dan lain sebagainya.

Throughput adalah kecepatan (*rate*) transfer data efektif yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang berhasil serta yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* dirumuskan sebagai berikut:

Rumus Throughput [18].

$$\textbf{Throughput} : \frac{\textit{Packet received (kb)}}{\textit{Time Transmitted (s)}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan Rumus :

Throughput = Kecepatan Transfer data Efektif

Packet received (kb) = Jumlah data yang diterima

Time Transmitted (s) = Waktu yang diukur dalam satuan detik

Contoh:

Jika pada suatu transmisi data, jumlah data yang berhasil diterima adalah 500 kilobit (500 Kbps) dan waktu transmisi data tersebut adalah 10 detik, maka *throughput*-nya adalah:

$$\textit{Throughput} = 500 \textit{ kb} / 10 \textit{ s} = 50 \textit{ Kbps}.$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa *throughput* pada contoh tersebut adalah 50 kilobit per detik (Kbps). Ini menunjukkan bahwa data sebanyak 500 kilobit berhasil diterima dalam waktu 10 detik, atau rata-rata 50 Kbps dalam jaringan tersebut. Adapun standar *Throughput* menurut TIPHON dapat dilihat pada Tabel Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar *Throughput* menurut standar TIPHON

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
<i>Bad</i>	0 – 338 kbps	0
<i>Poor</i>	338 – 700 kbps	1
<i>Fair</i>	700 – 1200 kbps	2
<i>Good</i>	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
<i>Excelet</i>	>2,1 Mbps	4

Keterangan Tabel :

- a) Kategori *Throughput* adalah Kategori dari Kecepatan Transfer data Efektif, yang meliputi *Bad*, *Poor*, *Fair*, *Good*, Dan *Excelet*.
- b) Kategori *throughput "Bad"* menunjukkan kondisi jaringan yang buruk dan kualitas layanan yang sangat rendah 0 – 338 kbps. Pada tingkat ini, transfer data akan sangat lambat, sering terjadi kehilangan paket data, atau lalu lintas jaringan menjadi sangat terbatas.
- c) Kategori *"Poor"* menunjukkan kualitas layanan yang buruk, meskipun sedikit lebih baik daripada kategori *"Bad"*. Di tingkat ini, kecepatan dan stabilitas transfer data masih sangat rendah antara 338 – 700 kbps,

dan mungkin ada masalah seperti *jitter* yang mengganggu atau *latency* yang tinggi.

- d) Kategori "*Fair*" menunjukkan kualitas layanan yang cukup memadai, namun masih belum optimal. Di tingkat ini, kecepatan transfer data sedikit meningkat antara 700 – 1200 kbps, dan beberapa masalah seperti *jitter* dan *latency* mungkin sudah berkurang.
- e) Kategori "*Good*" menunjukkan kualitas layanan yang baik. Transfer data berjalan dengan lancar dengan sedikit gangguan, kecepatan transfer data berada pada tingkat yang memadai yakni 1200 kbps hingga 2,1 mbps , dan masalah seperti *jitter* dan *latency* sudah dalam batas yang wajar.
- f) *Excellent* Kategori "*Excellent*" menunjukkan kualitas layanan yang sangat baik dan optimal. Pada tingkat ini, transfer data berjalan lancar dan sangat cepat, kecepatan transfer data mencapai level yang tinggi lebih dari 2,1 mbps, dan hampir tidak ada masalah *jitter* atau *latency* yang terlihat.
- g) *Indeks* merupakan pengelompokan atau penilaian tingkat kecepatan transfer data atau kapasitas jaringan dalam beberapa kategori atau tingkatan tertentu. *Indeks throughput* digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang seberapa baik jaringan atau saluran komunikasi dapat mentransfer data dengan berbagai tingkat kecepatan yang di nilai mulai dari 0 hingga 4.

3. *Jitter*

Jitter adalah variasi atau perubahan *latency* dari *delay* atau variasi waktu kedatangan paket. *Jitter* juga didefinisikan sebagai gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu. Adanya *Jitter* ini dapat mengakibatkan hilangnya data, terutama pada pengiriman data dengan kecepatan tinggi. Banyak hal yang dapat menyebabkan *Jitter*, antara lain:

Panjangnya antrian dalam waktu pengolahan data, Peningkatan trafik secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan Bandwidth dan menimbulkan antrian dan, Kecepatan terima dan kirim paket dari setiap node juga dapat menyebabkan *Jitter*.

Jitter merupakan bagian yang mewakili QoS audio, atau ukuran variasi penundaan paket berturut-turut pada suatu arus lalu lintas. Dengan mengenali berapa banyak *Jitter* yang dihasilkan dalam proses akses internet, maka akan didapatkan kualitas dari suatu device yang digunakan seperti menghitung rata-rata nilai *Jitter* yang dihasilkan. Adapun standar *Jitter* menurut TIPHON dapat dilihat pada Tabel 2.2 :

Tabel 2.1 Standar *Jitter* Menurut standar TIPHON

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter</i>	Indeks
<i>Poor</i>	125 – 225 ms	1
<i>Medium</i>	75 – 125 ms	2
<i>Good</i>	0 – 75 ms	3
<i>Perfect</i>	0 ms	4

Keterangan Tabel :

- a) Kategori *Jitter* adalah variasi atau perubahan *latency* dari *delay* atau variasi waktu kedatangan paket, yang meliputi *Poor*, *Medium*, *Good*, dan *Perfect*.
- b) Kategori "*Poor Jitter*" menunjukkan nilai antara 125 – 225 *mili second* (*ms*) dimana variasi waktu tiba paket data yang sangat tinggi dan tidak stabil. *Jitter* dalam kategori ini dapat menyebabkan masalah serius dalam aplikasi yang memerlukan waktu tiba yang konsisten, seperti *VoIP* atau *video streaming*. Performa layanan mungkin terganggu dan menyebabkan pengalaman pengguna yang buruk.
- c) Kategori "*Medium Jitter*" menunjukkan nilai 75 – 125 *ms* , dimana variasi waktu tiba yang ada, tetapi masih dalam batas yang dapat ditoleransi. *Jitter* dalam kategori ini biasanya dapat diatasi atau dikendalikan dengan baik, dan tidak akan mempengaruhi layanan secara signifikan.
- d) Kategori "*Good Jitter*" menunjukkan variasi waktu tiba yang relatif kecil dan stabil yakni antara 0 – 75 *ms*. *Jitter* dalam kategori ini tidak menyebabkan masalah yang berarti, dan aplikasi dapat berjalan dengan baik tanpa terpengaruh oleh *jitter*.
- e) Kategori "*Perfect Jitter*" menunjukkan tidak ada *jitter* sama sekali alias 0 *ms*. Waktu tiba paket data adalah sama persis setiap saat, dan kualitas layanan sangat optimal. Kategori ini mungkin jarang terjadi dalam praktiknya, tetapi digunakan untuk menggambarkan kondisi jaringan yang sangat baik dan stabil.

4. *Packet Lost*

Packet lost adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. *Packet Lost* merupakan kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain yaitu:

- a) Terjadinya *overload* trafik didalam jaringan.
- b) Tabrakan (*collision*) dalam jaringan.
- c) Error yang terjadi pada media fisik.
- d) Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *Overflow* yang terjadi pada *buffer*.

Packet lost dapat terjadi disebabkan oleh kesalahan yang didapatkan oleh medium transmisi fisik. Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya *packet lost* juga bisa karena kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan radio *frequensi*, *sel hand-off* selama *roaming*, dan interferensi seperti pohon-pohon, bangunan, dan pegunungan.

Packet Lost dihitung berdasarkan persentase paket yang berhasil dikirim, dirumuskan sebagai berikut:

$$\textbf{Packet Loss} : \frac{(\textit{Packet transmitted} - \textit{Packet received})}{\textit{Packet transmitted}} \times 100\% \dots \dots (2)$$

Keterangan Rumus :

Packet Loss = Packet yang hilang

Packet Transmitted – *packet Received* = Jumlah data yang diterima

Packet Transmitted = Paket yang diterima dalam jumlah waktu tertentu

Contoh :

Jika selama pengiriman data sebanyak 800 paket, hanya 750 paket yang berhasil tiba di tujuan, maka cara untuk menghitung *packet loss percentage*:

$$\text{Packet Loss Percentage} = (50 / 800) * 100 = 6.25\%$$

Jadi, dalam contoh di atas, terdapat *packet loss* sebesar 6.25%. Hal ini berarti dari total 800 paket yang dikirim, sebanyak 50 paket hilang selama proses transmisi.

Packet loss dapat mempengaruhi kualitas layanan di jaringan dan dapat menyebabkan gangguan dalam aplikasi yang memerlukan keandalan data, seperti *VoIP* atau *video streaming*. Meningkatkan kualitas jaringan dan mengurangi packet loss adalah hal yang penting untuk memastikan kualitas layanan yang baik . Adapun standar *packet lost* menurut TIPHON dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Standar Packet Lost Menurut standar TIPHON

Kategori Packet Loss	Packet Loss	Indeks
<i>Poor</i>	>25%	1
<i>Medium</i>	12 – 24%	2
<i>Good</i>	3 – 14%	3
<i>Perfect</i>	0 – 2%	4

Keterangan Tabel :

Kategori "*Poor*," "*Medium*," "*Good*," dan "*Perfect*" dalam *packet loss* adalah penilaian atau pengelompokan tingkat kehilangan paket data (*packet loss*) dalam sebuah jaringan atau saluran komunikasi berdasarkan persentase kehilangan paket.

- a) Kategori "*Poor Packet Loss*" menunjukkan tingkat kehilangan paket data yang tinggi atau buruk. Jumlah paket data yang hilang mencapai persentase yang signifikan dari total paket yang dikirimkan, yang dapat menyebabkan masalah dalam layanan seperti aplikasi real-time yang tersedat atau kualitas layanan yang buruk.
- b) Kategori "*Medium Packet Loss*" menunjukkan tingkat kehilangan paket data yang sedang antara 12-24%. Persentase kehilangan paket dalam kategori ini biasanya lebih rendah dari "*Poor Packet Loss*," tetapi masih dapat mempengaruhi kualitas layanan, terutama pada aplikasi yang memerlukan keandalan data.
- c) Kategori "*Good Packet Loss*" menunjukkan tingkat kehilangan paket data yang rendah 3 – 14 %. Persentase kehilangan paket dalam

kategori ini sudah cukup kecil sehingga tidak signifikan dalam mempengaruhi layanan atau aplikasi yang berjalan.

- d) Kategori "*Perfect Packet Loss*" menunjukkan bahwa tidak ada paket data yang hilang sama sekali. Persentase kehilangan paket adalah nol hingga dua persen, yang menunjukkan bahwa proses pengiriman data berjalan dengan sangat baik dan stabil.

5. Latency/Delay

Latency adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. *Delay* di dalam jaringan terdiri dari *delay processing*, *delay packetization*, *delay serialization*, *delay Jitter buffer* dan *delay network*. Adapun standar *latency* menurut TIPHON dapat dilihat pada tabel 2.4 :

Tabel 2.3 Standar *delay* menurut standar TIPHON

Kategori Latency	Latency	Indeks
<i>Poor</i>	> 450 s	1
<i>Medium</i>	300 – 450 s	2
<i>Good</i>	150 – 300 s	3
<i>Perfect</i>	< 150 s	4

Keterangan Tabel :

Dalam konteks jaringan atau koneksi internet, kategori *latency/delay* biasanya diukur dalam *second (s)*. Berikut adalah kategori *latency/delay* berdasarkan rentang waktu:

- a) *Poor* (buruk) : Lebih dari 450 s. Koneksi dengan *latency* yang buruk akan mengalami jeda yang signifikan dalam transmisi data, dan dapat menyebabkan *lag* (terjeda) dalam bermain game online atau kesulitan saat berbicara dalam panggilan video atau telepon.
- b) *Medium* (sedang) : Antara 300 s hingga 450 s. Koneksi dengan *latency* sedang mungkin masih cukup untuk kebanyakan aktivitas internet, tetapi beberapa interaksi seperti permainan online atau panggilan video dapat merasakan sedikit *lag*.
- c) *Good* (baik): Antara 150 s hingga 300 s. Koneksi dengan *latency* baik cukup responsif untuk kebanyakan aktivitas internet sehari-hari. Ini merupakan latensi yang diterima dan dapat memberikan pengalaman yang mulus untuk bermain game dan melakukan panggilan video.
- d) *Perfect* (sempurna): Kurang dari 150 s. Koneksi dengan *latency* sempurna adalah yang paling diinginkan karena memberikan respons instan dan sangat baik untuk kegiatan yang membutuhkan waktu tindak lanjut yang cepat, seperti bermain game daring atau panggilan video berkualitas tinggi.

Penting untuk diingat bahwa nilai latensi dapat bervariasi tergantung pada banyak faktor, termasuk lokasi geografis, jenis koneksi internet, kualitas penyedia layanan, dan banyak faktor lainnya. Semakin rendah latensi, semakin responsif dan cepat koneksi internet Anda [19].

2.6 Bandwidth

Adalah suatu nilai konsumsi transfer data yang dihitung dalam bit/detik atau yang biasanya di sebut dengan *bit per second (bps)*, antara *server* dan *client* dalam waktu tertentu. Atau bisa didefinisikan sebagai lebar cakupan frekuensi yang dipakai oleh sinyal dalam medium transmisi. Bandwidth dibagi menjadi 2 yaitu *bandwidth* analog dan *bandwidth* digital [20].

2.1.1. Bandwidth Analog

Bandwidth analog merupakan perbedaan antara frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi dalam sebuah rentang frekuensi yang diukur dalam satuan *Hz (hertz)* yang dapat menentukan banyaknya informasi yang dapat ditransmisikan dalam suatu saat.

2.1.2. Bandwidth Digital

Bandwidth digital dapat dijelaskan tentang jumlah atau volume suatu data (dalam satuan bit per detik/*bps*) yang dapat dikirimkan melalui sebuah saluran komunikasi tanpa adanya distorsi.

2.7 Manajemen Bandwidth di Mikrotik

Manajemen *Bandwidth* merupakan teknik manajemen trafik jaringan komputer untuk pengaturan bandwidth sesuai dengan yang diinginkan. Manajemen bandwidth digunakan untuk optimasi kinerja trafik jaringan, *latency* atau mengendalikan penggunaan *bandwidth*.

Ada Empat metode Manajemen Bandwidth di Mikrotik.

2.6.1 *Simple Queue*

Simple Queue merupakan suatu konfigurasi *bandwidth* untuk proses upload dan download yang diterapkan pada jaringan skala kecil sampai menengah pada setiap pengguna yang terkoneksi. *Simple queue* digunakan untuk mempermudah pengaturan *bandwidth* untuk alamat IP tertentu dan atau subnet tertentu.[21] *Simple queue* merupakan sebuah metode pengaturan *bandwidth* secara sederhana berdasarkan IP Address *user/pengguna* dengan menentukan kecepatan *upload* dan *download* maksimal yang bisa dicapai oleh pengguna.

2.6.2 *Queue Tree*

Queue Tree merupakan suatu manajemen *bandwidth* pada pengguna berdasarkan *parent/group tree* dengan menerapkan fungsi yang lebih kompleks dalam manajemen *bandwidth* terutama pembatasan (limitasi) *bandwidth* pada perangkat router yaitu pengguna packet mark-nya memiliki fungsi yang lebih baik. Metode pembatasan *bandwidth* digunakan untuk membatasi satu arah koneksi saja baik itu download maupun upload [20]. *Queue Tree* merupakan metode pembagian *bandwidth* yang digunakan untuk membatasi satu arah koneksi untuk download maupun untuk *upload* secara *fixed* sehingga dapat membagi *bandwidth* secara *real*.

2.6.3 Metode Pembagian *Bandwidth Shared / Up To* atau *Class Based Queue (CBQ)*

CBQ adalah teknik pengelompokan paket data yang memungkinkan pemakaian bersama (*sharing*) *bandwidth* antar kelas (*class*) dan memiliki fasilitas *user interface* (UI). *CBQ* mengendalikan pemakaian *bandwidth* jaringan yang dialokasikan untuk tiap pengguna. Pemakaian *bandwidth* yang melebihi nilai set akan dipangkas (*shaping*), *CBQ* juga dapat diatur untuk *sharing* dan meminjam *bandwidth* antar class. *CBQ* adalah algoritma pengendalian lalu lintas jaringan yang dikembangkan oleh *Network Research Group at Lawrence Berkeley National Laboratory* sebagai salah satu alternatif teknologi router *based* yang masih tradisional [20].

Metode yang digunakan untuk mengalokasikan *bandwidth* dengan membaginya secara utuh sesuai dengan maksimum *bandwidth* yang sudah diberikan dan akan mendapatkan *bandwidth* total jika hanya ada satu user aktif.

2.6.4 Manajemen *Bandwidth* Berdasarkan Prioritas Trafik

Adalah salah satu mekanisme penjadwalan *Bandwidth*, bertujuan menyediakan link *sharing* antar kelas yang menggunakan jalur fisik yang sama, sebagai acuan untuk membedakan trafik yang memiliki prioritas-prioritas yang berlainan [22].

2.8 Jaringan *Wireless* 802.11

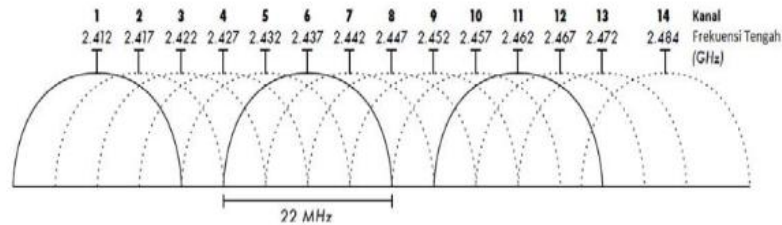
Pada jaringan wireless, alat yang saling berkomunikasi harus berada pada spektrum frekuensi yang sama. 802.11a menggunakan frekuensi 5.0 GHz, 802.11b pada frekuensi sekitar 2.4 GHz. Selain pada spectrum frekuensi yang sama, alat yang berkomunikasi juga harus berada pada kanal yang sama.

Terdapat 4 mode yang dapat difungsikan pada alat yang mendukung 802.11a, 802.11b/g, yaitu: (1) Mode master (mode AP atau mode infrastruktur). Dalam penggunaan pada umumnya berfungsi seperti akses poin. Network Interface Card membentuk jaringan dengan nama khusus yang disebut dengan SSID, kanal khusus dan melayani koneksi antar alat. (2) Mode managed (mode user). Network Interface Card dalam mode ini akan bergabung dengan jaringan master dan otomatis menyesuaikan kanal. (3) Mode ad-hoc Pembentukan jaringan multipoint-to-multipoint, sehingga tidak ada istilah master, di mana dalam mode ini setiap alat akan berkomunikasi secara langsung tanpa perantara. (4) Mode monitor. Dalam penggunaan pada sejumlah alat biasanya untuk mendengar trafik secara pasif, tidak ada data yang dapat dikirim pada mode ini.

Pada jaringan nirkabel ada empat komponen penting dalam komunikasi Wireless yaitu mobile station, access point (AP), media transmisi, dan sistem distribusi. Berikut komponen wireless berdasarkan IEEE 802.11 : (1)

Station (user) adalah perangkat komputer dengan wireless network interfaces. Biasanya merupakan alat dengan power bateray seperti laptop, dan komputer jinjing, tapi bisa juga merupakan sebuah workstation. (2) *Access points (AP)* merupakan alat yang menjembatani antara jaringan wireless dan kabel. (3) *Distribution system (DS)* merupakan mekanisme pertukaran frame antara AP dengan user melalui jaringan kabel. Biasanya DS merupakan jaringan *Ethernet* yang digunakan sebagai backbone. (4) Media wireless adalah medium transmisi sinyal yaitu udara lewat peralatan tertentu.

2.9 Non-Overlapping Channel Set



Gambar 2.1 Kanal frekuensi 2,4GHz

Orthogonal channel set atau *non-overlapping channel* adalah satu set channel yang mempunyai cukup pemisahan frekuensi dan dapat bekerja bersamaan pada beberapa sambungan radio tanpa meng-interferensi satu sama lain. Pada gambar tampak jelas kanal-kanal yang digunakan dengan waktu yang sama yaitu kanal 1, kanal 6 dan kanal 11 yang terletak pada frekuensi 2412MHz, 2437MHz dan 2462MHz. Pada gambar 2.1 interferensi tidak terjadi (terlihat dari tidak adanya potongan garis frekuensi antara frekuensi yang satu dengan frekuensi yang lainnya).

2.10 Wireless Roaming

Wireless roaming adalah keadaan dimana suatu *mobile station* dapat berpindah dari satu *access point* ke *access point* yang lain, dan masih dalam subnet yang sama tanpa harus melakukan koneksi ulang ke *access point*. *Mobile station* dapat menemukan *access point* yang memiliki sinyal terbaik, kemudian memutuskan kapan untuk berpindah ke *access point* yang lain. Semua proses tersebut membutuhkan waktu dalam pemilihan *access point* terbaik maupun konfigurasi IP address. *Wireless roaming* dapat membantu

mobile station untuk mendapatkan alamat IP yang baru tanpa mempengaruhi koneksi. Pemindaian dan pengambilan keputusan adalah bagian dari proses roaming yang memungkinkan *mobile station* menemukan *access point* baru pada saluran yang cocok ketika pengguna berpindah tempat. Dalam jaringan wireless, roaming antara dua jaringan terdiri dari *internal roaming* dan *external roaming*. *Internal roaming* terjadi jika *mobile station* berpindah ke jaringan lain melalui satu *access point* ke *access point* yang lain tetapi masih dalam satu *home network*. Sedangkan *external roaming* terjadi jika *mobile station* sudah berpindah antar *provider* jaringan yang digunakan.

2.11 Karakteristik dan Sifat Roaming

Roaming terdiri dari dua macam karakteristik yaitu: (1) *Seamless Roaming* adalah kondisi di mana *roaming* terjadi pada saat transfer data sedang berjalan, dan *roaming* yang terjadi tidak mengakibatkan transfer data yang sedang berlangsung terputus. (2) *Nomadic Roaming* adalah *roaming* yang terjadi saat tidak ada transfer data pada client.

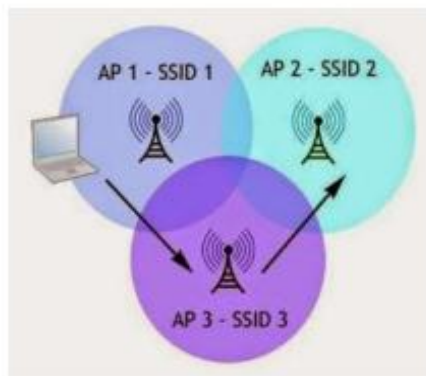
Roaming dalam 802.11 memiliki suatu sifat yang sama yaitu “*break before make*”. Yang dimaksud dengan “*break before make*” adalah sebuah client yang memutuskan koneksi dengan sebuah *access point* sebelum melakukan koneksi ke *access point* yang baru. Mungkin tampak tidak menguntungkan dari sisi client, tapi dengan sifat *roaming* ini, bisa menyajikan *protocol* MAC yang lebih sederhana.

2.12 Mikrotik *Wireless Distribution System*

Wireless Distribution System (WDS) merupakan sistem yang memungkinkan interkoneksi antar access point. Sistem ini dipakai untuk memperluas jarak akses area wireless, dengan menggunakan beberapa perangkat *access point* yang menjadi satu kesatuan, tanpa membangun backbone jaringan. Kriteria dalam merancang bangun jaringan *WDS* adalah access point harus menggunakan *Band*, *Frequency*, dan *SSID* yang sama. Konsep *WDS* adalah dengan mengkonfigurasi access point dengan *WDS*, maka apabila user berpindah dari satu area access point ke area access point lainnya, maka user seakan-akan tetap berada di area yang sama

2.13 *Wireless AP non-WDS*

Pada gambar 2.2 terlihat apabila user berpindah tempat dari area access point 1 ke area access point lain (*access point 2* atau *access point 3*), maka user akan mengalami kehilangan koneksi beberapa saat dan harus melakukan login ulang sebelum terhubung ke access point yang baru



Gambar 2.2 Wireless access point non-WDS

2.14 Wireless AP dengan WDS

Pada gambar 2.3 apabila *user* berpindah tempat dari area access point 1 ke area *access point* lain (*access point 2/access point 3*), maka user seakan-akan tetap berada di area yang sama tanpa perlu kehilangan koneksi dan user tidak perlu melakukan login ulang untuk dapat terkoneksi.



Gambar 2.3 Wireless access point WDS

2.15 Topologi Basic Service Set (BSS)

Basic Service Set (BSS), terdiri dari satu buah access point ke jaringan kabel atau internet. Jenis ini dikenal juga sebagai manage network di jaringan *WLAN*, *access point (AP)* bertindak sebagai *server logical* disebuah sel atau kanal *WLAN*. Komunikasi antara dua node A dan B dalam jaringan BSS biasanya dari A ke AP kemudian AP akan mengulang data yang dikirim ke B [22].

2.16 Topologi Extend Service Set (ESS)

Extend Service Set terdiri dari beberapa BSS yang saling *overlap* (masing-masing mempunyai access point). AP dihubungkan satu sama lain menggunakan *distribution system (DS)*, biasanya berupa ethernet LAN atau teknik lainnya. Konfigurasi ini merupakan konfigurasi standart yang biasa digunakan warnet dalam membangun jaringan internetnya. Biasanya pada AP dipasang perangkat lunak router atau bridge yang akan menghubungkan jaringan nirkabel LAN dengan LAN berbasis kabel [7].

2.17 Faktor penting dalam implementasi jaringan nirkabel

Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam implementasi jaringan nirkabel antara lain: (1) Frekuensi – Tidak banyak frekuensi kosong yang dapat digunakan untuk frekuensi radio jaringan nirkabel. Oleh karena itu beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam implementasi jaringan nirkabel yaitu menjaga jarak antar sistem atau membatasi area cakupan suatu sistem, serta memperkecil daya pancar yang digunakan. (2) Interferensi – Jika beberapa jaringan nirkabel digunakan dalam satu gedung maka interferensi merupakan hal penting yang perlu dicegah. Hal ini biasanya terjadi pada gedung bertingkat yang terdiri dari beberapa kantor atau perusahaan yang masing-masing memiliki sistem nirkabel data sendiri. Sistem nirkabel data perlu didesain agar dapat menggunakan spectrum frekuensi secara bersama. Tentu hal ini membutuhkan perencanaan frekuensi yang cukup rumit.