

BAB II

DASAR TEORI

2.1 JARINGAN KOMPUTER

Penggabungan komputer dengan komunikasi sangat berpengaruh terhadap cara kerja sistem komputer. Penggunaan “*computer center*” sebagai ruangan yang digunakan user untuk melakukan pengolahan data merupakan sebuah konsep yang tidak *modern*, meskipun *data center* memegang ribuan internet server telah menjadi hal yang umum. Jaringan komputer merupakan suatu sistem yang memungkinkan beberapa komputer untuk saling berkomunikasi.^[1]

Jaringan komputer berbeda dengan sistem terdistribusi. Dalam sistem terdistribusi beberapa komputer berfungsi sebagai sistem tunggal. Pada sistem terdistribusi terdapat model tunggal untuk menyampaikan informasi kepada pengguna. *Middleware* bertanggung jawab untuk melaksanakan model pada sistem terdistribusi. Contoh sistem terdistribusi adalah *World Wide Web* yang berjalan diatas internet dan menyajikan model yang terlihat seperti dokumen (halaman Web).^[1] Berdasarkan media transmisi data yang digunakan, jaringan komputer dibedakan menjadi dua yaitu jaringan berkabel atau *wired network* dan jaringan nirkabel atau *wireless network*.

2.1.1 *Wired Network*

Pada *wired network*, untuk menghubungkan beberapa komputer diperlukan adanya media transmisi berupa kabel. Kabel pada jaringan *wired* berfungsi untuk mengirim dan menerima informasi. Jenis kabel yang digunakan dalam jaringan komputer adalah kabel *Unshielded Twisted Pair* (UTP), *Shielded Twisted Pair* (STP), *coaxial* dan fiber optik.

2.1.2 *Wireless Network*

Pada *wireless network*, beberapa komputer dapat saling terhubung melalui media gelombang radio maupun inframerah. Jaringan *wireless* lebih praktis digunakan apabila dibandingkan dengan jaringan *wired*, karena tidak memerlukan penggunaan kabel.

Jaringan nirkabel memungkinkan adanya pengembangan jaringan LAN, MAN dan WAN tanpa menggunakan media transmisi kabel. IEEE telah

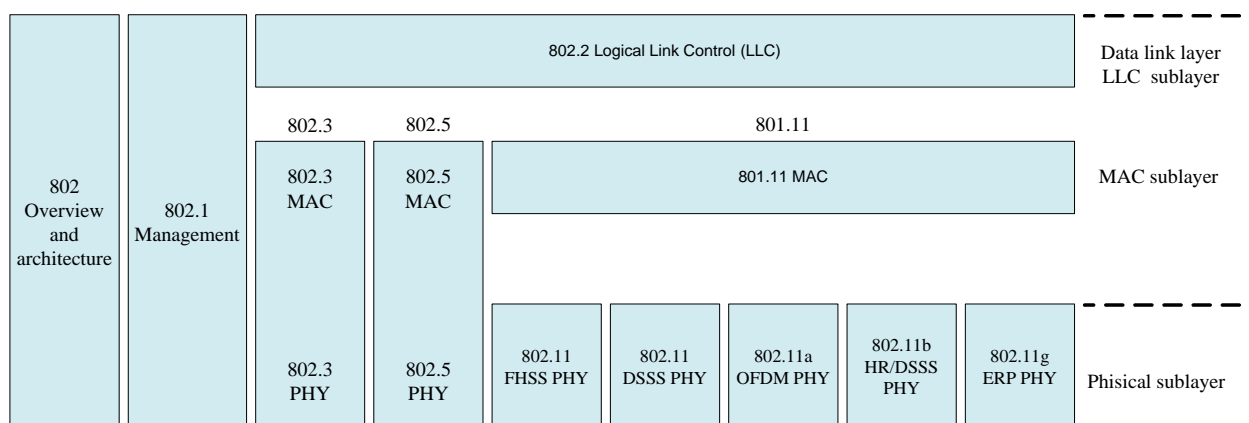
mengembangkan 802.11 menjadi *standard* untuk jaringan lokal nirkabel. IEEE 802.11 menyediakan kecepatan transfer data setinggi 54 Mbps.^[2]

2.2 WIRELESS FIDELITY (Wi-Fi)

Wireless Fidelity (Wi-Fi) merupakan *standard* yang diterapkan pada jaringan lokal nirkabel dengan menggunakan gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi untuk komunikasi data yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Karena memanfaatkan teknologi nirkabel maka jaringan Wi-Fi sangat sesuai apabila diterapkan pada suatu lokasi dengan pengaturan yang berubah-ubah. *Hotspot* merupakan cakupan satu atau lebih titik akses pada jaringan Wi-Fi. Semakin luas cakupan wilayah, maka akan semakin banyak titik akses yang digunakan dengan cakupan titik akses yang saling tumpang tindih.^[3]

2.3 SPESIFIKASI

Institute of Electrical and Electronic Engineer (IEEE) pada tahun 1997 menerapkan standar protokol jaringan nirkabel, yaitu pada grup 802.11. *Standard* protokol ini mendefinisikan berbagai aturan pada layer *Media Access Control* (MAC) yang mendukung setiap operasi WLAN 802.11 untuk mengelola komunikasi antara kartu jaringan radio dan jalur akses. Selain itu standar protokol 802.11 juga mendefinisikan *layer* fisik atau *physical* yang mendefinisikan transmisi data untuk WLAN dengan menggunakan berbagai skema modulasi.^[3]



Gambar 2.1 *Data Link Layer* dan *Physical Layer*^[3]

2.3.1 *Standard Protokol 802.11b*^[4]

IEEE 802.11b juga dikenal sebagai Wi-Fi dan *high rate*. *Standard* ini menggunakan *direct sequencing* (DSSS) yang beroperasi pada 1, 2, 5.5 dan 11 Mbps.

Standard protokol 802.11b bekerja pada frekuensi *band* 2,4 GHz dengan *data rate* atau kecepatan transfer data mencapai 11 Mbps. Namun dengan menggunakan frekuensi yang berada pada *band* 2,4 GHz, maka akan sangat mudah mengalami interferensi yang diakibatkan oleh penggunaan alat dengan frekuensi yang sama.

2.3.2 *Standard Protokol 802.11a*^[4]

Standard protokol 802.11a bekerja pada frekuensi *band* 5 GHz dengan *data rate* yang lebih besar bila dibandingkan dengan *standard* protokol 802.11b yaitu mencapai 54Mbps. Namun semakin tinggi *band* frekuensi yang digunakan maka *coverage area* akan semakin kecil, inilah yang menjadi kelemahan pada *standard* protokol 802.11a.

Perangkat dengan *standard* IEEE 802.11a tidak kompatibel dengan perangkat lainnya. Hal ini dikarenakan penggunaan frekuensi 5 GHz tidak dapat berkomunikasi dengan perangkat yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz.

2.3.3 *Standard Protokol 802.11g*^[3]

Standard protokol 802.11g memiliki *data rate* mencapai 54 Mbps sehingga memungkinkan untuk melayani *user* lima kali lebih banyak bila dibandingkan dengan *standard* protokol 802.11b. Dengan jarak jangkauan *indoor* sejauh 38 meter dan *outdoor* sejauh 140 meter.

Standard protokol 802.11g memanfaatkan *orthogonal frequency-division multiplexing* (OFDM) sebagai cara untuk melakukan transmisi sehingga memiliki kecepatan sinyal yang lebih tinggi dan membagi lebar kanal frekuensi menjadi beberapa sub-kanal untuk kemudian mengirimkan data secara paralel. Pada kondisi normal, standar ini mampu menyediakan *throughput* maksimum sekitar 20 Mbps. Dengan menggunakan frekuensi 2,4 GHz sehingga perangkat 802.11g kompatibel dengan perangkat lain yang menggunakan frekuensi yang sama, tetapi dengan teknik modulasi yang berbeda untuk mencegah terjadinya tabrakan apabila menggunakan frekuensi yang sama.

2.3.4 *Standard Protokol 802.11n*^[3]

Standard Protokol 802.11n bekerja pada *band* frekuensi 2,4 GHz sehingga perangkat yang digunakan kompatibel dengan perangkat 802.11b, dan 802.11g. *Standard* protokol ini memiliki *data rate* mencapai 100 Mbps dengan jarak jangkauan *indoor* sejauh 70 meter dan *outdoor* sejauh 250 meter.

2.3.5 *Standard Protokol 802.11ac*^[5]

Merupakan *standar* protokol generasi ke lima yang memiliki kecepatan tiga kali lebih tinggi bila dibandingkan dengan 802.11n. *Standard* protokol 802.11ac biasa disebut dengan Gigabit Wi-Fi atau 5G Wi-Fi karena merupakan standar nirkabel pertama yang dapat melewati gigabit. *Standard* ini bekerja pada frekuensi *band* 5 GHz dengan kecepatan hingga 1,3 Gbps. Selain itu *standard* 802.11ac menggunakan teknologi *beamforming*, dimana sinyal tidak lagi menyebar kesegala arah tetapi sinyal menjadi lebih terarah dan efektif.

2.3.6 *Standard Protokol 802.11ad*^[6]

IEEE 802.11ad merupakan *standard* Wi-Fi yang bekerja pada *band* 60 GHz dengan *data rate* hingga 6,76 Gbps. *Standard* ini mendefinisikan skema komunikasi *directional* yang memanfaatkan *gain* antena *beamforming* untuk mengatasi meningkatkannya pelemahan sinyal pada band 60 GHz. IEEE 802.11ad mencapai maksimum *throughput* hingga 7 Gbps dengan *coverage* sejauh 10 meter.

2.3.7 *Standard Protokol 802.11af*^[7]

IEEE 802.11af bekerja pada frekuensi 54-790 MHz dengan kecepatan transfer data hingga 26,7 Mbps yang dirancang untuk dapat beroperasi seperti jaringan Wi-Fi tradisional dengan meningkatkan *bandwidth* melalui jaringan WLAN. *Standard* ini memiliki *coverage* hingga 1 km pada daya maksimum, *single stream*, *channel* dan *data rate* yang lebih rendah. IEEE 802.11af menggunakan beberapa teknik yang diadopsi oleh *standard* IEEE 802.11 terbaru, seperti *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM), dan *channel bonding*.

2.3.8 *Standard Protokol 802.11ah*^[7]

IEEE 802.11ah merupakan *standard* Wi-Fi yang bekerja pada frekuensi 900 MHz dan memungkinkan jarak yang jauh hingga 1 kilometer dengan

kecepatan transfer data maksimum hingga 40 Mbps yang bekerja pada *channel* 1, 2, 4, 8, dan 16 MHz. 802.11ah menggunakan *relay access points* (RAPs) dan *network stations* (STAs) untuk berkomunikasi.

Secara umum, perbandingan *band* frekuensi yang digunakan serta *data rate* maksimum masing-masing *standard* IEEE 802.11 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan *Standard* IEEE 802.11

Standard	Band Frekuensi	Data Rate	Kompatibel Dengan
802.11 b	2,4 GHz	11 Mbps	b
802.11 a	5 GHz	54 Mbps	b
802.11 g	2,4 GHz	54 Mbps	b, g
802.11 n	2,4 GHz	100 Mbps	b, g, n
802.11 ac	5 GHz	1,3 Gbps	a, ac
802.11 ad	60 GHz	6,76 Gbps	ad
802.11 af	54-790 MHz	26,7 Mbps	af
802.11 ah	900 MHz	40 Mbps	ah

2.4 KOMPONEN JARINGAN Wi-Fi

Jaringan Wi-Fi tersusun atas *Server* dan *Client* . *Server* merupakan penyedia jenis layanan dalam sebuah jaringan komputer sedangkan *client* adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dimana data tersebut diperoleh dari *server*. Dalam melakukan perencanaan jaringan Wi-Fi terdapat beberapa komponen yang digunakan, antara lain:

2.4.1 Access Point

Access point merupakan perangkat yang berfungsi untuk menerima dan mengirimkan data yang diperoleh dari adapter *wireless*. *Access point* melakukan konversi sinyal frekuensi radio menjadi sinyal digital, serta sebaliknya. *Access point* memiliki fungsi yang sama dengan *hub/switch* pada jaringan *Ethernet*. Satu *access point* mampu meng-*handle* beberapa *user*.^[8] Salah satu model *Access Point* ditunjukkan pada gambar 2.2.

Gambar 2.2 Access Point^[9]

Apabila dipasang lebih dari satu *access point*, dimana *coverage* tiap *access point* saling *overlap*, maka dapat diatasi dengan melakukan *roaming*. *Roaming* adalah kemampuan *user* untuk berpindah tanpa terputus dengan jaringan.^[4]

2.4.2 Wireless LAN Card^[4]

Wireless LAN card berfungsi sebagai *interface* antara sistem operasi jaringan pada *client* dengan format *interface* udara ke *access point*. *Wireless LAN card* dapat berupa *ISA card*, *Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA)*, *USB card* maupun *ethernet card*.

Wireless LAN card umumnya sudah tertanam atau *embedded* didalam terminal, baik itu laptop maupun *handphone*. *PCMCIA* umumnya digunakan untuk *notebook* sedangkan perangkat lainnya digunakan untuk komputer *desktop*.

Gambar 2.3 Wireless LAN Device^[10]

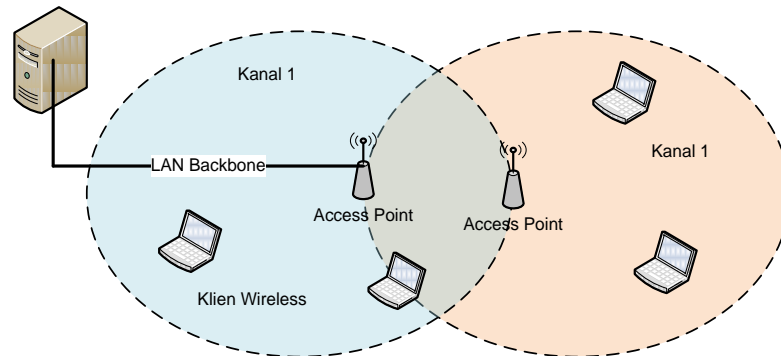
2.4.3 Dekstop PC atau Mobile PC^[8]

Merupakan komponen akses yang digunakan *client*. *Mobile PC* atau laptop umumnya sudah terpasang *Personal Computer Memory Card International Assosiation (PCMCIA)* sehingga dapat terhubung dengan jaringan *Wi-Fi*, tetapi pada *desktop PC* perlu ditambahkan *Peripheral Componen Interconnect (PCI) Card* dan *USB adapter* agar dapat terhubung dengan jaringan *Wi-Fi*.

2.4.4 Repeater

Merupakan mode pada *access point* yang bertujuan untuk meneruskan sinyal dari *access point* utama sehingga jaringan yang terhubung dengan *access point* utama dan *access point repeater* menjadi satu jaringan yang sama. Agar

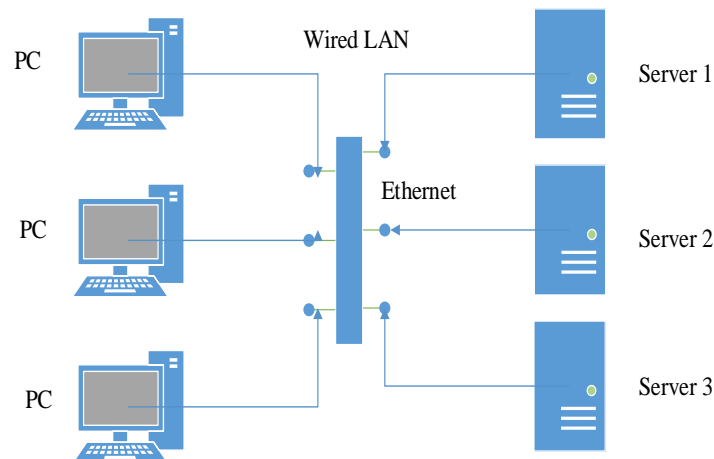
hal tersebut dapat dilakukan maka pengaturan frekuensi dan SSID pada *repeater* harus sama dengan pengaturan pada *access point* yang digunakan.^[8] Jaringan *repeater* akan ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Jaringan Sederhana *Repeater*.^[4]

2.4.5 *Ethernet* LAN

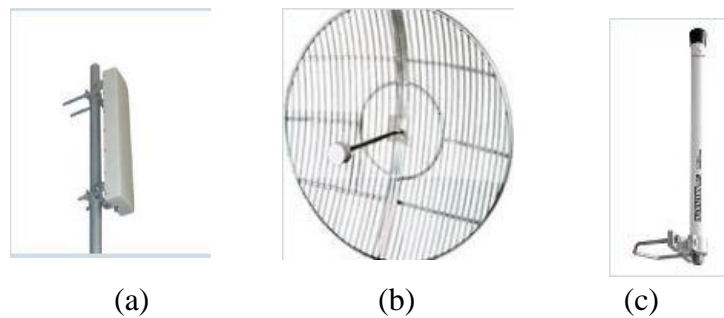
Ethernet merupakan teknologi jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan suatu jaringan LAN yang melibatkan komputer dalam jumlah banyak. Contoh sederhana *Ethernet* LAN diilustrasikan pada gambar 2.5, dimana terdapat 3 *workstation* yang masing-masing memiliki sebuah *server* yang dihubungkan oleh jaringan *ethernet*.^[10]



Gambar 2.5 *Ethernet* LAN Sederhana^[10]

2.4.6 Antena

Antena digunakan untuk memperkuat daya pancar pada sebuah jaringan. Terdapat berbagai macam *tipe* antena yang dapat diimplementasikan pada jaringan Wi-Fi, diantaranya adalah antenna omni, sektoral, dan *directional*.^[11] Beberapa model antena ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 (a) *Antena Sectoral*, (b) *Parabolic Grid*, (c) *Antena Omni-Directional*[10]

2.5 MEDIA TRANSMISI

Media transmisi data yang digunakan oleh jaringan WLAN diantaranya adalah *Infra Red* (IR) dan *Radio Frequency* (RF).

2.5.1 *Infrared* (IR)^[4]

Infrared umumnya digunakan untuk komunikasi jarak dekat. *Infrared* bersifat *directional*, serta tidak dapat menembus tembok dan benda gelap. Pada jaringan WLAN, *infrared* digunakan karena *data rate* yang tinggi, sekitar 100 Mbps, dan konsumsi daya yang kecil. Pemanfaatan *infrared* pada jaringan WLAN memiliki tiga macam teknik, yaitu:

1. *Diffused IR* (DFIR)

Diffused IR merupakan teknik komunikasi dengan memanfaatkan pemantulan. Keunggulan teknologi ini adalah tidak memerlukan adanya *Line Of Sight* (LOS) antara pengirim dan penerima, akan tetapi teknologi ini membutuhkan daya yang tinggi, *data rate* dibatasi oleh *multipath* dan memiliki resiko tinggi terhadap interferensi pada keadaan simultan.

2. *Direct Beam IR* (DBIR)

Direct Beam IR (DBIR) merupakan teknik komunikasi *infrared* dengan memanfaatkan LOS, sehingga perlu dilakukan pengaturan arah radiasi. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah *data rate* tinggi, konsumsi daya rendah dan tidak ada *multipath*.

2.5.2 *Radio Frequency*^[4]

Penggunaan frekuensi radio sebagai media komunikasi WLAN dikarenakan *coverage*-nya yang luas, dapat menembus tembok, memungkinkan

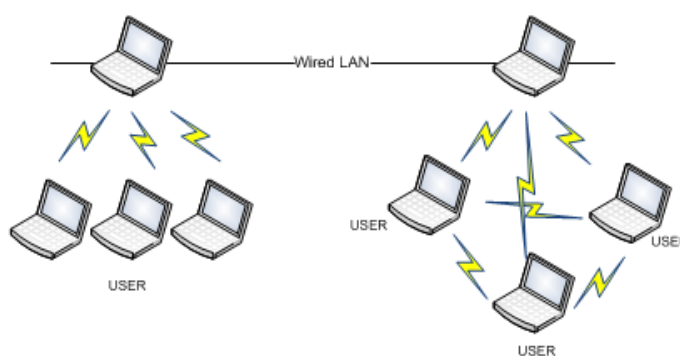
adanya *handoff* serta mendukung mobilitas yang tinggi. WLAN menggunakan pita ISM dan menggunakan teknik *spread spectrum*. Jaringan WLAN dengan frekuensi radio memiliki beberapa topologi, yaitu:

1. Tersentralisasi

Topologi ini disebut juga *star* atau *hub based*, dimana terdapat *server* dan beberapa *terminal* pengguna. Pada topologi ini, komunikasi antar pengguna harus melalui *server*. Topologi ini memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah daerah cakupan yang luas, transmisi lebih efisien, serta desain jaringan yang sederhana. Akan tetapi topologi ini memiliki *delay* yang besar, serta tidak dapat bekerja apabila terdapat kerusakan pada *server*.

2. Terdistribusi

Topologi ini disebut juga dengan *peer to peer* dimana setiap terminal pengguna dapat saling berkomunikasi tanpa melalui *server*. Pada topologi ini, *server* bertugas untuk menghubungkan jaringan LAN dengan jaringan WLAN. Apabila terdapat kerusakan pada salah satu terminal pengguna, maka hal ini tidak akan mempengaruhi kinerja jaringan. Gambar 2.7 menunjukkan jaringan WLAN terdistribusi.



Gambar 2.7 Jaringan WLAN Terdistribusi

Topologi terdistribusi juga memiliki *delay* yang kecil dan kompleksitas perencanaan yang minim. Tetapi topologi ini tidak memiliki unit pengontrol jaringan.

2.6 SPREAD SPECTRUM

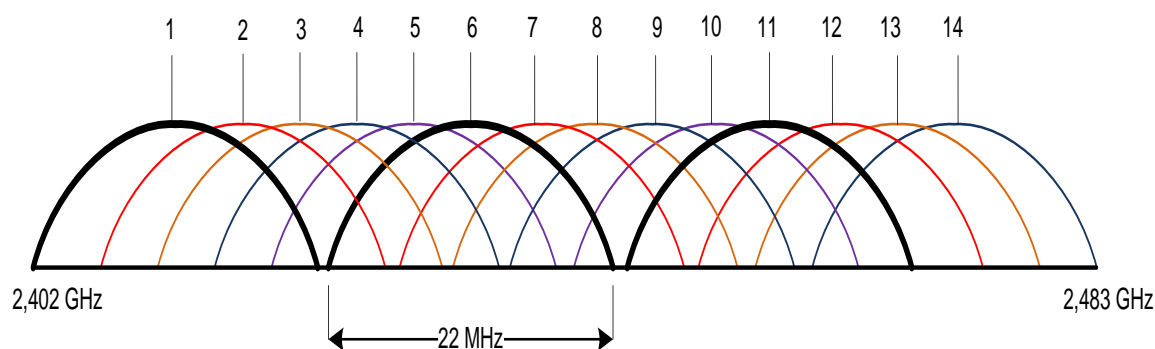
Spread spectrum merupakan teknik modulasi dimana transmisi data disebarkan melalui pita frekuensi yang ada pada skema yang telah disusun sebelumnya. *Spread*

spectrum tidak mudah terkena *noise*, interferensi dan *snooping*. *Wireless LAN* mentransmisikan data dengan memancarkan gelombang elektromagnetik yang menggunakan *spread spectrum* melalui udara. Pada layer fisik WLAN, teknologi *spread spectrum* dibedakan menjadi dua, yaitu *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) dan *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS).^[4]

2.6.1 *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)^[4]

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) merupakan teknik memodulasi sinyal informasi secara langsung dengan menggunakan kode tertentu. Prinsip metode DSSS adalah sinyal dipancarkan pada pita dengan lebar 17 MHz dengan menggunakan kode untuk mengurangi kemungkinan interferensi dan *noise*. Untuk perangkat *wireless* yang dapat bekerja hingga kecepatan 11 Mbps, maka membutuhkan pita frekuensi dengan lebar 22 MHz.

Ketika sinyal dipancarkan, paket data akan diberikan kode yang berbeda dan berurut untuk sampai ke tujuan. Pada perangkat tujuan, sinyal yang diterima akan diproses dan difilter sesuai dengan kode yang diterima, dimana kode yang tidak sesuai akan diabaikan. Pada metode DSSS menggunakan tiga *channel* yang tidak *overlapping* untuk menghindari terjadinya interferensi. Kanal frekuensi yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.8.

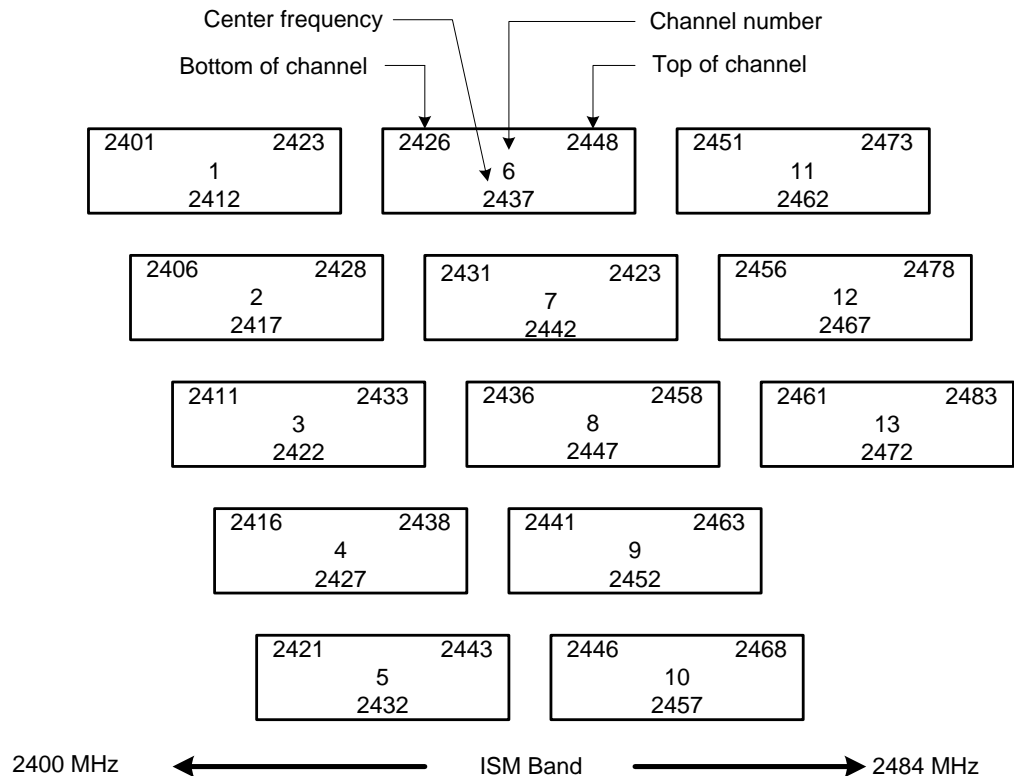


Gambar 2.8 Kanal Frekuensi WLAN^[4]

2.6.2 *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)^[4]

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) merupakan teknik memodulasi sinyal informasi dengan menggunakan hop frekuensi yang tidak konstan. *Hop* frekuensi ini ditentukan oleh kode tertentu. Prinsip metode FHSS adalah menggunakan pita frekuensi yang sempit untuk memancarkan sinyal radio secara bergantian. Sinyal akan berpindah dari kanal frekuensi satu ke kanal

frekuensi lain secara periodik antara 20 hingga 400 ms dimana metode ini harus dikenali oleh pengirim dan penerima. Pembagian kanal pada metode FHSS ditunjukkan pada gambar 2.9.

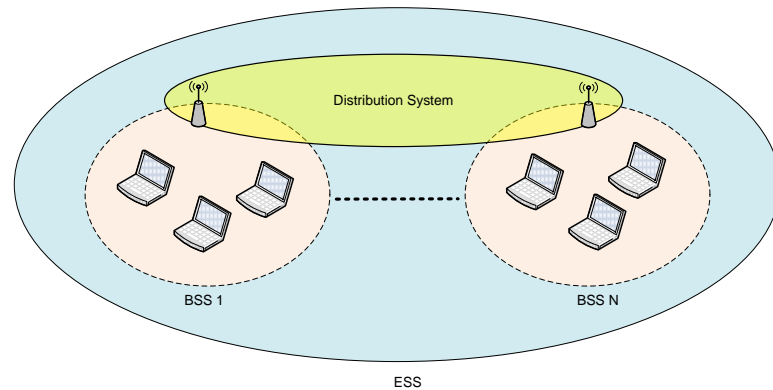


Gambar 2.9 Pembagian Kanal FHSS^[4]

2.7 INFRASTRUKTUR FISIK JARINGAN^[4]

Untuk menghubungkan dua komputer agar dapat saling berkomunikasi, maka digunakan kabel jaringan yang saling dihubungkan melalui *port NIC adapter*. Akan tetapi untuk menghubungkan lebih dari dua komputer maka dibutuhkan sebuah *switch LAN*. Sebuah *switch* merupakan infrastruktur fisik jaringan LAN pertama.

Untuk mendapatkan akses internet maka *switch* dihubungkan dengan modem, baik berupa kabel maupun ADSL, dengan menggunakan sambungan kabel UTP dari *port Ethernet* yang terdapat pada modem. Untuk dapat memanfaatkan jaringan *wireless* maka perlu membuat extension secara *wireless* dari sambungan LAN dengan menambahkan sebuah *Access Point*. Gambaran infrastruktur fisik jaringan ditunjukkan pada gambar 2.10.

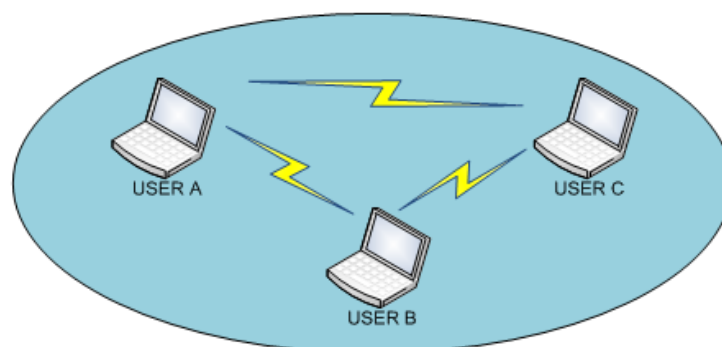
Gambar 2.10 Infrastruktur Fisik Jaringan^[10]

2.8 METODE AKSES JARINGAN WI-FI

Metode akses diimplementasikan sesuai dengan kondisi pemodelan jaringan yang akan digunakan. Metode akses jaringan Wi-Fi dapat dilakukan dengan sistem *ad-hoc* dan infrastruktur.

2.8.1 Sistem Ad-Hoc

System ad-hoc terbentuk apabila antara terminal, baik itu PC maupun laptop, yang telah dilengkapi dengan *Wireless LAN card* dapat saling terhubung tanpa tersambung dengan *access point*. Salah satu contoh *system ad-hoc* adalah jaringan *peer to peer wireless LAN* yang hanya membutuhkan *wireless interface* yang terdapat didalam setiap *device* yang terhubung.^[4] Metode jaringan *ad-hoc* ditunjukkan pada gambar 2.11.

Gambar 2.11 Metode Jaringan Ad-Hoc^[4]

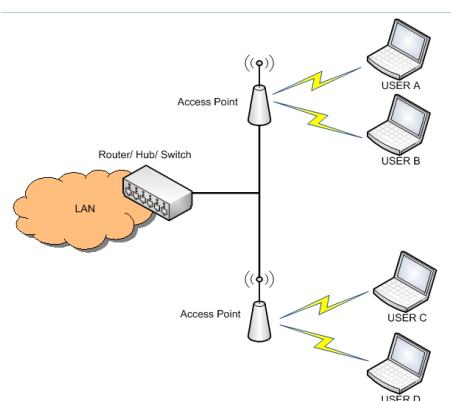
Pada gambar 2.11 terdapat 3 *workstation*, dimana salah satu *workstation* berfungsi sebagai *server*. Sistem ini menggunakan *Service Set Identifier* (SSID) untuk dapat menghubungkan antar komputer.

Sistem *ad-hoc* tidak menggunakan *system server*. System ini menggunakan sebuah komputer yang memiliki SSID atau MAC *address* dengan sistem *Basic Service Set Identifier* (BSSID).^[4]

2.8.2 Infrastruktur

Sistem infrastruktur merupakan konfigurasi jaringan WLAN dimana jaringan *wireless* tidak hanya berhubungan dengan sesama jaringan *wireless*. Akan tetapi terhubung dengan jaringan *wireless* dan *wired*, sehingga diperlukan adanya *access point*.^[11]

Sistem infrastruktur dibangun oleh infrastruktur *fixed* yang terdiri atas *Base Station* (BS) atau *Access Point* (AP) yang berfungsi untuk memberikan *service* dan *control* pada *mobile node* atau *workstation* yang berada pada *coverage area*-nya. Pada *system* ini, BS ataupun AP saling dihubungkan dengan menggunakan media kabel dan setiap *mobile node* dihubungkan dengan BS maupun AP dengan menggunakan media *wireless*. Sistem infrastruktur dapat diilustrasikan pada gambar 2.12.^[12]

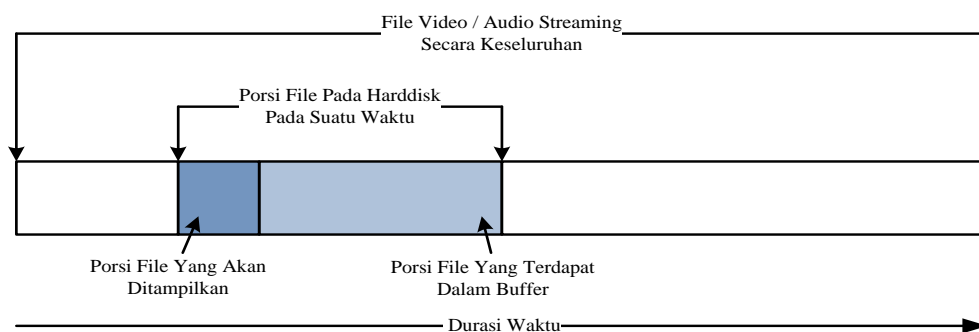


Gambar 2.12 Sistem Infrastruktur.^[4]

2.9 VIDEO STREAMING

Streaming merupakan sebuah teknologi yang digunakan untuk menjalankan *file video* maupun *audio*, baik itu secara langsung maupun dengan menggunakan *prerecorder* yang terdapat pada *web server*. *Prerecorder* digunakan untuk menghindari proses *download* yang memakan waktu lama dengan menjalankan *file audio* dan *video* pada komputer *client* setelah *user* mengirimkan permintaan. *Buffer* akan terbentuk ketika *file video* di *stream* pada komputer *client* kemudian data akan di

download kedalam *buffer*, hingga *buffer* terisi penuh dalam waktu sepersekian detik dan akan dijalankan oleh sistem secara otomatis. Proses *download* akan tetap dilakukan sementara sistem informasi pada *buffer*, sehingga proses *streaming* tetap berlangsung.^[13] Gambar 2.13 menunjukkan prinsip kerja *streaming*.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja *Streaming*^[13]

2.9.1 Metode Transfer^[13]

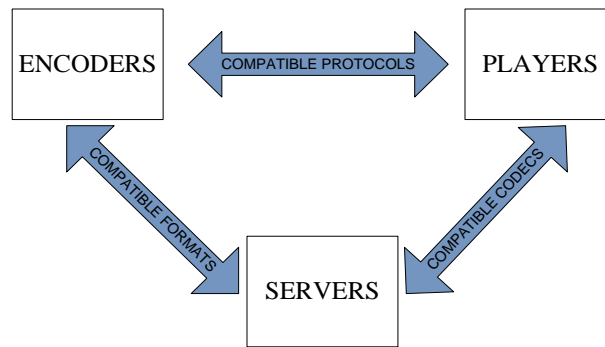
Terdapat dua metode transfer yang dapat digunakan dalam menampilkan *file video*, yaitu dengan men-*download file video* yang akan ditampilkan atau dengan menggunakan metode *streaming*. Pada metode yang pertama, *file video* diambil dari *server video*. *File* tersebut tidak dapat ditampilkan hingga seluruh *file video* selesai ter-*download*. Metode ini memerlukan media penyimpanan yang besar serta waktu yang tidak sebentar. Metode *streaming* digunakan untuk mengatasi masalah yang terdapat pada metode *download*. Pada metode *streaming file* dibagi menjadi beberapa paket sebelum ditransmisikan. Penerima akan mendekode paket tersebut untuk kemudian dijalankan tanpa harus menunggu *file* terkerim secara keseluruhan.

Metode *streaming* memiliki beberapa keuntungan, yaitu tidak membutuhkan media penyimpanan yang besar, serta *delay* yang dibutuhkan relatif lebih singkat. Proses *streaming* dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

1. Mempartisi data yang telah dikompresi kedalam paket-paket data.
2. Mengirim paket-paket data.
3. Penerima melakukan *decode* dan menjalankan *file video*.

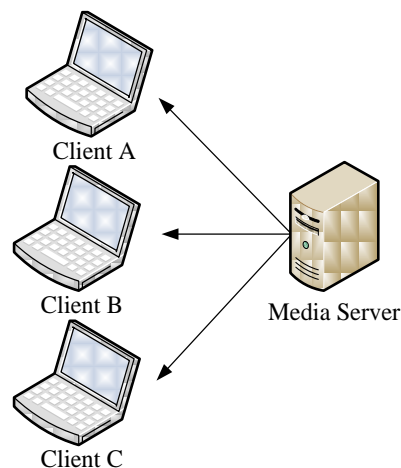
2.9.2 Arsitektur *Streaming*^[13]

Sistem *streaming* tersusun atas *server*, transmisi, *player* dan *encoders* yang digunakan. Gambar 2.14 menunjukkan hubungan tiap-tiap komponen penyusun sistem *streaming*.

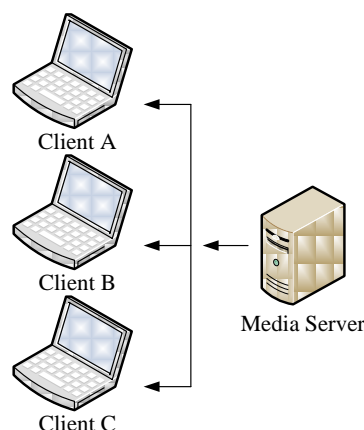
Gambar 2.14 Komponen Penyusun Sistem *Streaming*^[13]

2.9.3 Sistem Transmisi dalam Proses *Streaming*^[13]

Pada proses streaming, terdapat dua jenis sistem transmisi yang dapat digunakan yaitu transmisi *unicast* dan transmisi *multicast*. Transmisi *unicast* biasa disebut dengan transmisi *point to point*, dimana transmisi informasi dilakukan dari satu pengirim ke satu penerima. Pada transmisi *unicast*, masing-masing penerima akan memperoleh *stream* yang berbeda, meskipun *file* yang dikirimkan sama. Apabila terdapat 3 *client* yang meminta transmisi informasi sebesar 100 kbps, maka total *bandwidth* yang digunakan oleh sistem transmisi *unicast* adalah sebesar 300 kbps. Gambar 2.15 menunjukkan sistem transmisi *unicast*.

Gambar 2.15 Sistem Transmisi *Unicast*^[13]

Sedangkan transmisi *multicast* adalah transmisi informasi dari satu pengirim ke beberapa penerima. Pada transmisi *multicast* apabila terdapat 3 *client* yang meminta transmisi informasi sebesar 100 kbps, maka total *bandwidth* yang dibutuhkan adalah tetap 100 kbps. Gambar 2.16 menunjukkan sistem transmisi *multicast*.

Gambar 2.16 Sistem Transmisi *Multicast*^[13]

2.9.4 *International Telecommunications Union (ITU) H-263*^[14]

ITU H-263 dipublikasikan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) sebagai *standard* kompresi *video* yang umum digunakan pada *video conference* maupun *video telephony*. ITU-H 263 diarahkan untuk melakukan pengkodean terhadap *video* dengan kecepatan rendah. Pola kerja H-263 adalah *video frame* akan di-*encode* pada sisi pengirim dengan menggunakan *video encoder*. *Video* kemudian dikirimkan ke penerima untuk kemudian di-*decode*. *Video frame* yang telah di-*decode* inilah yang akan ditampilkan kepada *user*. *Standard* H-263 menentukan kebutuhan akan *encoder* dan *decoder video*, tetapi tidak menjelaskan tentang *encoder* dan *decoder video* itu sendiri. *Standard* H-263 menspesifikasikan format *video* serta isi aliran data yang di-*encode*. H-263 mendukung lima resolusi *video*, yaitu QCIF, CIF, SQCIF, 4CIF dan 16 CIF.

2.9.5 *Kualitas Video Youtube*

Youtube menawarkan lima format kualitas *video* yang berbeda, yaitu 240p, 360p, 480p 720p dan 1080p. Untuk *video* dengan kualitas rendah seperti 240p, 360p dan 480p, *Youtube* menggunakan *download progresif streaming* untuk pendekatan *video*. Sedangkan untuk kualitas *video* HD, yaitu 720p dan 1080p, *Youtube* menggunakan *regular HTTP streaming*.^[15] Tabel 2.2 menunjukkan profil *video Youtube*.

Tabel 2.2 Profil *Video Youtube*^[16]

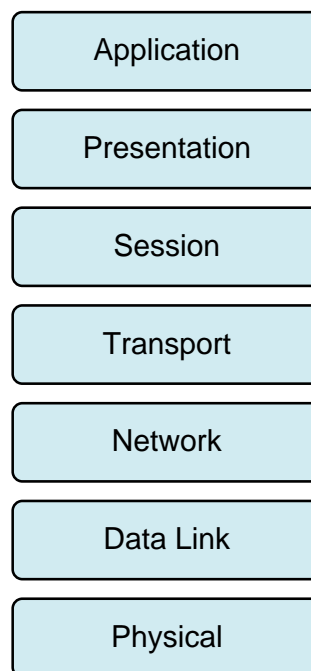
Parameters	240p	360p	480p	720p	1080p
Video Width (pixel)	426	640	854	1280	1920

Tabel 2.2 Profil Video Youtube^[16]

Video Height (pixel)	240	360	480	720	1080
Maximum Video Bitrate (Kbps)	700	1000	2000	4000	6000
Recommended Video Bitrate (Kbps)	400	750	1000	2500	4500
Minimum Video Bitrate (Kbps)	300	400	500	1500	3000

2.10 OPEN SYSTEM INTERCONNECTION (OSI) LAYER

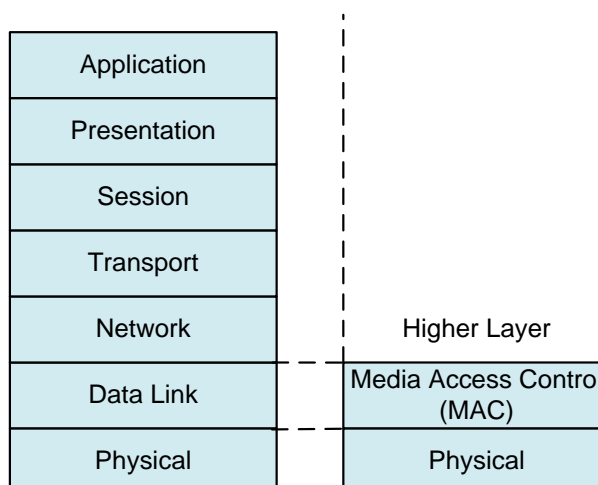
Skema model OSI *layer* dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu *Upper Layer* dan *Lower Layer*. *Upper Layer* fokus pada aplikasi penggunaan serta bagaimana *file* direpresentasikan, sedangkan *lower layer* fokus pada komunikasi data. Tujuan utama penggunaan model OSI adalah untuk memahami fungsi dari setiap *layer* yang digunakan yang berhubungan dengan komunikasi data, termasuk didalamnya jenis *protocol* dan metode transmisi yang digunakan. *Layer* OSI dapat dilihat pada gambar 2.17.

Gambar 2.17 Model OSI^[17]

Pada gambar 2.17 dapat dilihat bahwa model OSI terdiri dari tujuh *layer* dimana setiap lapisan dipisahkan berdasarkan fungsinya. Fungsi dari masing-masing *layer* OSI adalah sebagai berikut ^[17]:

1. *Layer physical* bertanggung jawab atas proses konversi data menjadi bit untuk kemudian di transfer, serta bertanggung jawab untuk menjaga koneksi fisik antar sistem.
2. *Layer data link* bertanggung jawab sebagai penyedia *link* untuk kemudian diubah menjadi *frame* yang berhubungan dengan *hardware* untuk kemudian diangkut melalui media, lapisan ini juga mengatur komunikasi *layer physical* antara sistem koneksi dan *error handling*.
3. *Layer network* bertanggung jawab menentukan alamat jaringan, menentukan *route* yang dapat digunakan, serta menjaga antrian trafik data.
4. *Layer transport* bertanggung jawab membagi data menjadi segmen, menjaga koneksi logika antar terminal serta sebagai penyedia *error handling*, *layer transport* juga bertanggung jawab untuk menjaga keutuhan data selama proses transmisi.
5. *Layer session* bertanggung jawab untuk menentukan bagaimana dua terminal menjaga, memelihara dan mengatur koneksi agar dapat saling terhubung satu sama lain serta mengakhiri sesi antar aplikasi.
6. *Layer presentation* bertanggung jawab untuk melakukan konversi serta format data yang akan di transfer, *layer presentation* membentuk kode konversi, translasi data, enkripsi, dan konversi.
7. *Layer application* bertanggung jawab terhadap pertukaran informasi yang terjadi serta sebagai penyedia jasa untuk aplikasi pengguna *layer* ini juga berfungsi sebagai *interface user* dengan lingkungan OSI.

Pada *layer* OSI, arsitektur WLAN bekerja pada dua layer terbawah, yaitu *layer* fisik dan datalink. Layer data link dibagi menjadi dua, yaitu *Logical Link Layer* (LLC) dan *Medium Access Control* (MAC), namun yang digunakan sebagai fungsi logika WLAN adalah MAC.^[18] Gambar 2.18 menunjukkan arsitektur logika WLAN pada *layer* OSI.

Gambar 2.18 Arsitektur Logika WLAN Pada *Layer* OSI^[18]

2.10.1 *Physical Layer*^[18]

Physical layer bertanggung jawab untuk menjaga proses transmisi *data* pada kanal komunikasi. *Physical layer* merupakan *interface* antara perangkat *wireless* dengan lapisan MAC. *Physical layer* di kelompokkan menjadi lima kategori, yaitu:

1. *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) merupakan teknik dimana terdapat frekuensi *hoping* pada beberapa kanal frekuensi. *Wireless LAN* mendukung konfigurasi FHSS pada frekuensi 2,4 GHz.

2. *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan lebar frekuensi sebesar 22 MHz. perangkat pada sistem DSSS menggunakan frekuensi *center* yang sama tetapi sinyal yang dipancarkan menyebar dengan menggunakan kode penyebaran yang berbeda pada teknik *multiplexing*, hal untuk mengurangi kemungkinan terjadinya interferensi dan *noise*. Proses penyebaran sinyal pada sistem DSSS disebut dengan *chipping code*. DSSS digunakan oleh perangkat *wireless LAN* dengan *standard* IEEE 802.11b.

3. *Infrared*

Infrared adalah teknologi *wireless* jarak dekat dengan jangkauan maksimum sejauh 20 meter. *Infrared* digunakan untuk mentransmisikan data menggunakan modulasi *Pulse Position Modulation* (PPM).

4. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) adalah teknik pentransmisian data dengan memanfaatkan frekuensi yang saling tegak lurus. Teknik OFDM memungkinkan perangkat WLAN untuk dapat mencapai *data rate* maksimal 54 Mbps. Teknik OFDM digunakan oleh perangkat *wireless* dengan *standard IEEE 802.11a*.

5. *High Rate Direct Sequence Spread Spectrum (HR/DSSS)*

High Rate Direct Sequence Spread Spectrum (HR/DSSS) adalah penambahan pada sistem DSSS. Teknik ini menambahkan *Complementary Code Keying (CCK)* pada modulasinya untuk mendapatkan *data rate* yang lebih tinggi. Teknik ini digunakan oleh perangkat *wireless* dengan *standard IEEE 802.11b*.

2.10.2 *Media Access Control (MAC)*

Media Access Control (MAC) bertanggung jawab untuk melakukan pengalamatan, pembangkitan *frame*, pengecekan *frame*, akses medium untuk konfigurasi pembagian media fisik. *Wireless LAN* menggunakan *Carrier Sense Multiple Access/ Collision Avoidance (CSMA/CA)* agar perangkat *wireless* dapat saling berkomunikasi dengan membagi frekuensi dan ruang yang sama.^[18]

2.11 PARAMETER *QUALITY OF SERVICE* PADA JARINGAN WI-FI

Quality of Service (QoS) atau kualitas layanan merupakan aspek penting dalam sebuah jaringan. QoS menggambarkan seberapa baik kualitas layanan yang disediakan oleh *provider*.

2.11.1 *Throughput*

Throughput adalah kecepatan transfer data efektif yang merupakan jumlah total kedatangan paket data yang sukses diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu pengamatan. *Throughput* dinyatakan dalam satuan bps. *Throughput* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.1.^[12]

$$R \text{ (bps)} = \frac{A}{T} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

$R = \textit{Throughput}$ (bps)

$A =$ Jumlah paket yang diterima (*bit*)

$T =$ Waktu pengamatan (s)

Nilai parameter *throughput* yang diklasifikasikan menurut versi ETSI ditunjukkan pada tabel 2.3.^[20]

Tabel 2.3 Klasifikasi *Throughput*

Kategori	Throughput
Sangat Bagus	100%
Bagus	75%
Sedang	50%
Jelek	<25%

2.11.2 *Delay (Latency)*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan paket data untuk sampai ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu jarak, media fisik yang digunakan, serta waktu proses yang lama (kongesti).^[19]

Delay atau *latency* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.2.^[4]

$$\text{Delay Rata-Rata} = \frac{\text{Total Waktu Pengamatan}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti, dan waktu proses yang lama. Nilai parameter *delay* yang diklasifikasikan menurut versi ETSI ditunjukkan pada tabel 2.4.^[20]

Tabel 2.4 Klasifikasi *Delay*

Kategori	Delay
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 - 300 ms
Sedang	300 – 450 ms
Jelek	>450 ms

2.11.3 *Jitter*

Jitter merupakan variasi *delay* antar paket pada jaringan IP yang dipengaruhi oleh beban trafik jaringan. Semakin besar beban trafik pada suatu jaringan maka *jitter* akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar

beban trafik akan memperbesar peluang terjadinya kongesti. Pada aplikasi *video* besarnya harga *jitter* dapat diketahui dengan menggunakan distribusi *poisson*.^[19] Distribusi *poisson* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.3.^[12]

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket yang diterima}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Total variasi *delay* adalah jumlah selisih tiap *delay*. Total variasi *delay* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.4.^[12]

$$\text{Total Variasi Delay} = (\text{Delay } 2 - \text{Delay } 1) + (\text{Delay } 3 - \text{Delay } 2) + \dots + (\text{Delay } n - \text{Delay } (n-1)) \dots\dots\dots (2.4)$$

Nilai parameter *jitter* yang diklasifikasikan menurut versi ETSI ditunjukkan pada tabel 2.5.^[20]

Tabel 2.5 Klasifikasi *Jitter*

Kategori	Jitter
Sangat Bagus	0-< 75 ms
Bagus	75 - 125 ms
Sedang	125 – <225 ms
Jelek	≥ 225 ms

2.12 DIFFERENTIATED SERVICE CODE POINT (DSCP)

DSCP merupakan pengembangan dari *ip precedence* yang dapat dikodekan sebagai nilai *Type of Service (ToS)* pada *header IP*. Nilai DSCP merupakan hasil penjumlahan *IP Precedence* dengan *variable delay, throughput* dan *reliable*. *Variable delay* dan *throughput* dikenal sebagai *drop probability* pada pengimplementasian DSCP. Terdapat dua kelas DSCP yang sering digunakan, yaitu *expedited forwarding (EF)* dan *assure forwarding (AF)*.^[21] Nilai Nilai DSCP dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Nilai dan Kelas Layanan DSCP^[21]

DSCP Name	Biner	Dec.	Ip Precedence	Drop Precedence	Associated Service
CS0	000 000	0	0		Standard (DNS, DHCP)

Tabel 2.6 Nilai dan Kelas Layanan DSCP (Lanjutan)^[21]

<i>DSCP Name</i>	<i>Biner</i>	<i>Dec.</i>	<i>Ip Precedence</i>	<i>Drop Precedence</i>	<i>Associated Service</i>
CS1	001 000	8	1		<i>Low priority data (Semua trafik yang tidak mendapat jaminan bandwidth)</i>
AF11	001 010	10	1	Low	<i>High-Throughput Data (Transfer file, email, store and forward application)</i>
AF12	001 100	12	1	Medium	
AF13	001 110	14	1	High	
CS2	010 000	16	2		<i>OAM (OAM&P)</i>
AF21	010 010	18	2	Low	<i>Data latency rendah (Transaksi web, transfer keuangan)</i>
AF22	010 100	20	2	Medium	
AF23	010 110	22	2	High	
CS3	011 000	24	3		<i>Broadcast Video (Broadcast TV & live events, video surveillance, video on demand)</i>
AF31	011 010	26	3	Low	<i>Multimedia Streaming (Buffered streaming, Audio, webcast)</i>
AF32	011 00	28	3	Medium	
AF33	011 110	30	3	High	
CS4	100 000	32	4		<i>Real-time interactive (Video conference, permainan interaktif, IP VPN)</i>
AF41	100 010	34	4	Low	<i>Multimedia conferencing (H.323/v2 video conferencing (adaptive))</i>
AF42	100 100	36	4	Medium	
AF43	100 110	38	4	High	
CS5	101 000	40	5		<i>Signaling (Peer-to-peer IP, IP telephony signaling)</i>
EF	101 110	46	5		<i>Telephony (VoIP, Voice dan data)</i>

Tabel 2.6 Nilai dan Kelas Layanan DSCP (Lanjutan)^[21]

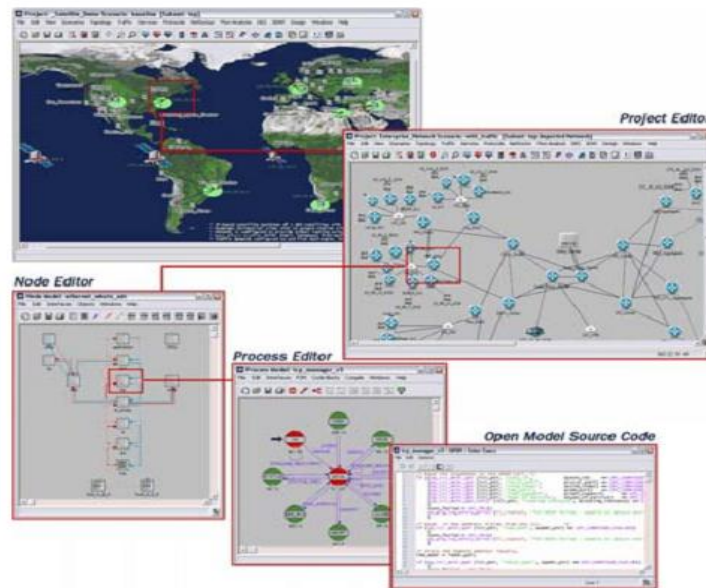
<i>DSCP Name</i>	<i>Biner</i>	<i>Dec.</i>	<i>Ip Precedence</i>	<i>Drop Precedence</i>	<i>Associated Service</i>
CS6	110 000	48	6	Routing	<i>Network control (Network routing)</i>
CS7	111 000	56	7	Network	

2.13 OPNET MODELER

Optimized Network Engineering Tool (OPNET) merupakan sebuah simulator jaringan yang digunakan untuk mendesain serta melakukan optimasi jaringan yang dirancang oleh *Technologies Inc.* dengan menggunakan simulasi *designer* jaringan dapat menekan dana yang dikeluarkan untuk penelitian serta dapat memastikan kualitas produk yang optimal. Selain melakukan desain protokol dan teknologi, pada OPNET modeler juga dapat dilakukan pengujian serta pendemonstrasian *scenario* yang telah dibuat secara realistis sebelum diproduksi.^[19] Pada perancangan jaringan Wi-Fi, OPNET digunakan sebagai simulator dikarenakan hal-hal sebagai berikut^[21]:

1. OPNET mendukung sistem jaringan WLAN sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu acuan referensi.
2. Simulasi yang dihasilkan menggambarkan kondisi suatu jaringan dari waktu ke waktu.
3. Dapat melakukan *modeling* serta analisis yang digunakan untuk memprediksi performansi dari sebuah infrastruktur jaringan.
4. Simulasi dapat dilakukan terhadap satu titik maupun semua titik pada sebuah jaringan.

OPNET *modeler* digunakan untuk merancang serta mempelajari perangkat komunikasi, jaringan komunikasi, aplikasi dan protokol yang digunakan. Pada OPNET juga terdapat antarmuka grafis *editor* yang digunakan untuk membangun model jaringan, mulai dari lapisan fisik hingga proses aplikasi. OPNET mendukung spesifikasi model perangkat yang digunakan, sehingga mirip dengan struktur sistem yang sesungguhnya.^[22] Sistem pada OPNET dapat dilihat pada gambar 2.17.

Gambar 2.19 Sistem OPNET Modeler^[19]

Pada OPNET Modeler 14.5, untuk layanan *video streaming* terdapat beberapa jenis distribusi yang digunakan. Secara umum, distribusi yang sering digunakan adalah distribusi konstan, eksponensial dan *uniform*.

1. Distribusi Konstan^[23]

Pada layanan *video streaming*, distribusi konstan merupakan *bitrate control* dengan nilai tetap, sehingga meminimalkan perubahan kualitas layanan.

2. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial terjadi pada beberapa kondisi yang berbeda, diantaranya adalah waktu antara suatu kejadian pada laju yang konstan. Distribusi eksponensial digunakan untuk memodelkan waktu tunggu hingga sebuah peristiwa terjadi, serta untuk memodelkan waktu kejadian antar peristiwa^[23]. Pada *video streaming*, distribusi eksponensial adalah suatu kondisi dimana *bitrate* dibangkitkan pada tingkat dan level kuantisasi yang berbeda.^[24]

3. Distribusi *Uniform*^[25]

Distribusi *uniform* merupakan probabilitas distribusi sederhana. Distribusi probabilitas *uniform* memiliki kemungkinan kemunculan yang sama.