

BAB II **WIRELESS LAN (IEEE 802.11)**

2.1 Umum

Inovasi di dalam teknologi telekomunikasi berkembang dengan cepat dan selaras dengan perkembangan karakteristik masyarakat modern yang memiliki mobilitas tinggi, mencari pelayanan yang fleksibel, serta mudah dan memuaskan serta mengejar efisiensi di segala aspek. Perkembangan karakteristik masyarakat seperti itu membuat LAN menawarkan suatu alternatif untuk komputer portabel yaitu WLAN (*Wireless LAN*).

WLAN (*Wireless Local Area Network*) adalah jaringan lokal yang sifatnya hampir sama dengan jaringan LAN (*Local Area Network*). Perbedaannya terletak pada[1]:

- a) WLAN memakai gelombang radio sebagai *physical layer*-nya.
- b) WLAN menggunakan MAC CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance*) sedangkan LAN menggunakan CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access Collision Detection*).
- c) WLAN mendukung pengguna yang bersifat *mobile*, sedangkan LAN tidak.

WLAN adalah jaringan yang menggunakan titik akses (*access point*) yang memiliki fungsi seperti *ethernet hub* pada LAN, WLAN menggunakan komunikasi radio *half duplex* dan menggunakan frekuensi radio yang sama untuk mengirimkan dan menerima sinyal.

WLAN juga bukan jaringan telepon selular ataupun transmisi paket data yang menggunakan GPRS, 2.5G ataupun 3.5G. WLAN adalah 802 LAN. Maksudnya

adalah IEEE membuat standar untuk WLAN dan LAN pada 802, untuk *Ethernet* LAN menggunakan standar 802.3 sedangkan WLAN menggunakan standar 802.11. Jadi dengan kata lain, WLAN adalah keluarga LAN yaitu pada standar 802.

Pada umumnya, masalah yang terjadi pada jaringan kabel adalah terjadinya kerusakan pada kabel. Banyak faktor yang dapat menyebabkan kabel terganggu bahkan rusak, seperti kesalahan mekanik (terinjak, tertarik, putus dll.), kerusakan akibat air yang mengenai kabel, dan banyak lagi faktor yang berpotensi untuk merusak kabel. Pada WLAN, semua gangguan diatas tidak akan terjadi, dan biaya akan semakin murah, karena biaya perawatan WLAN jauh lebih sedikit dari LAN. Dari segi waktu, instalasi WLAN lebih cepat dari LAN.

2.2 Arsitektur WLAN

Ada empat tipe peralatan WLAN secara umum dan dapat digunakan pada tipe yang berbeda dalam struktur jaringan nirkabel. Peralatan tersebut adalah WLAN *station*, tipe *station* spesial yang sesuai dengan *access point*, dan dua tipe spesial *access point* secara umum dikenal sebagai *wireless routers* dan *wireless bridges*. Pada bagian ini akan dipelajari fungsi dan operasi dasar dari setiap tipe peralatan nirkabel tersebut. Informasi ini akan digunakan untuk melihat bagaimana peralatan ini bisa terhubung ke arsitektur jaringan yang lain dari peralatan ini untuk berkomunikasi ke peralatan lain [2].

2.2.1 WLAN Station

Peralatan yang termasuk dalam WLAN *station* adalah peralatan yang secara fungsi menggunakan standar 802.11 pada MAC dan *physical layer* untuk mendukung komunikasi nirkabel. *Station-station* tersebut bisa berupa *notebook*, komputer meja, atau peralatan yang menggunakan *access point*, *bridge* dan *router*[2].

a) The Network Interface Card (NIC)

Pada umumnya *notebook* dan komputer meja memiliki kemampuan WLAN dengan menggunakan NIC dan perangkat lunak *driver*. NIC didesain supaya dapat digunakan pada laptop atau *notebook* yang memiliki slot PC card. Gambar 2.1 adalah contoh NIC, dapat dilihat pada bagian kiri *adapter* dimasukkan kedalam slot PC card, dan bagian yang berwarna hitam adalah antena *built-in* yang berada di luar slot.



Gambar 2.1 Kartu Adapter Nirkabel SMC Networks 802.11a.

b) Faktor-faktor bentuk NIC

Dengan desain bentuk kartu NIC, maka diperlukan satu PCI bus yang bentuknya disesuaikan dengan kartu NIC. Kartu adapter yang didesain berdasarkan NIC SMC bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bus PCI Berdasarkan NIC dengan Menyatukan Kartu PC
dengan Kartu Adapter PC.

Dikarenakan bentuk dan slot yang dibutuhkan untuk digunakan pada PC, penggunaan bentuk ini harus melalui cara yang tidak mudah. Diantaranya adalah harus terlebih dahulu membuka penutup PC dan kemudian memasukkan PCI card ini ke slot sistem PC. Untuk memudahkan pengguna, maka beberapa vendor telah mendesain ulang NIC dan pada saat ini sudah terdapat NIC USB. Alat ini memudahkan pengguna dapat menikmati koneksi nirkabel tanpa harus membuka sistem desktop ataupun laptop.

2.2.2 Access Point

Access point (AP) berfungsi untuk menjembatani infrastruktur komunikasi kabel dengan infrastruktur komunikasi nirkabel. Sebagai *layer 2*, alat ini beroperasi menggunakan sistem MAC sehingga dapat mengaplikasikan teknik *filtering*, *forwarding* dan *flooding*. Gambar 2.3 memperlihatkan SMC Networks 802.11a Wireless Access point.



Gambar 2.3 SMC Networks 802.11a *Wireless Access point*
Menggunakan Dua Antena.

2.2.3 Wireless Bridge

Wireless Bridge adalah bentuk spesial dari *access point*. Yang menjadi ciri khas wireless bridge jika dibandingkan dengan *access point* adalah unit dasar yang terpisah dengan antenna terhubung dengan kabel beresistansi rendah. Cara kerja wireless bridge hampir sama dengan *access point*, perbedaannya hanya terletak pada letak antenna yang terpisah dengan unit dasar dan kemampuan pengarahannya (*directionally*). Antena wireless bridge didesain untuk diletakkan di atas bangunan, biasanya di atap bangunan. Tingkat sensitivitas penerima yang tinggi memberikan kemampuan komunikasi LOS (*Line Of Sight*) yang memungkinkan komunikasi antara dua daerah yang berjarak 4 sampai 7 km.

2.2.4 Wireless Router

Wireless Router adalah *access point* yang dilengkapi dengan kemampuan perutean (*routing*). Untuk mendukung perutean dasar, wireless router biasanya

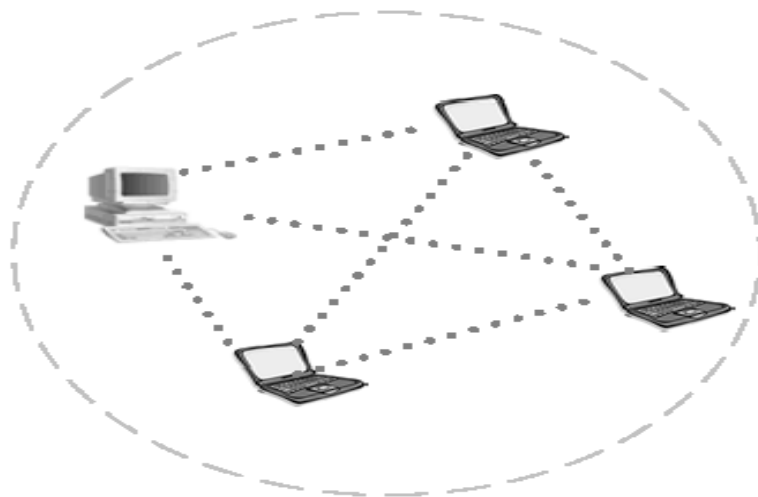
mendukung teknologi DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) dan NAT (*Network Address Translation*).

2.2.5 BSS (*Basic Service Set*)

BSS dapat dikatakan sebagai area komunikasi yang memungkinkan anggota untuk bertukar informasi. Ada dua tipe BSS yang sesuai dengan dua metode transmisi yang didukung oleh WLAN.

1. Jaringan *Point-to-Point* (*Jaringan Ad-hoc*)

Sebuah grup dengan dua atau lebih *station* nirkabel yang saling berkomunikasi tanpa harus menggunakan *access point*. Jaringan ini akan terbentuk apabila antara terminal (laptop, atau desktop PC) yang telah dilengkapi Wireless LAN *card* saling terhubung tanpa AP. Gambar 2.4 adalah contoh konfigurasi jaringan ini.

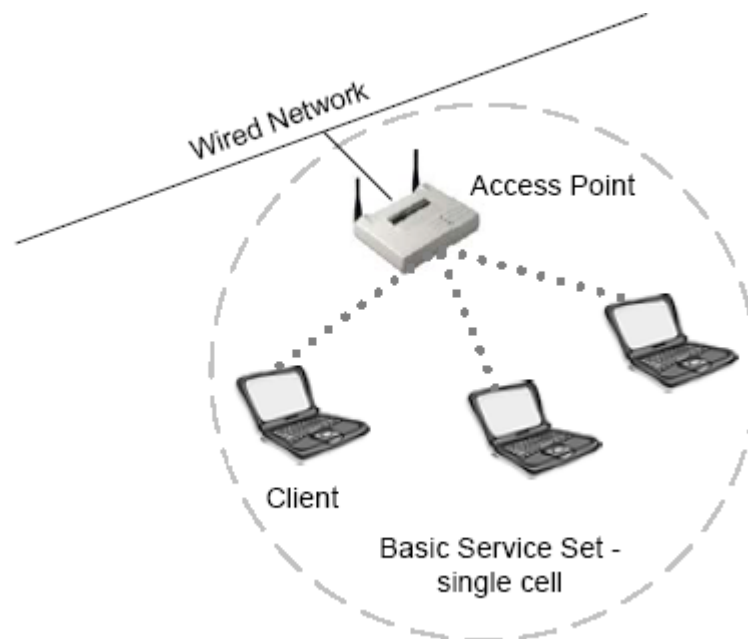


Gambar 2.4 Jaringan *Point-to-Point* (*Jaringan Ad Hoc*)

Setiap *station* dapat berkomunikasi tanpa harus menggunakan fasilitas *access point*. Konfigurasi ini disebut juga IBSS (*Independent Basic Service Set*).

2. Jaringan Infrastruktur

Tipe kedua struktur jaringan yang didukung WLAN IEEE 802.11 adalah setiap *station* membutuhkan *access point* untuk saling berkomunikasi. Tipe struktur jaringan ini menggunakan *access point* sebagai *relay* antar *station* nirkabel atau antara *station* nirkabel dengan infrastruktur berkabel atau disebut dengan *Infrastructure Basic Service Set*. Gambar 2.5 mengilustrasikan contoh IBSS.

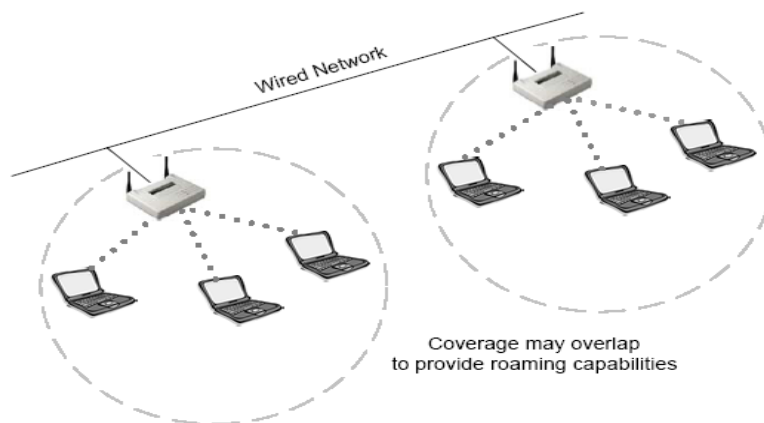


Gambar 2.5 *Infrastructure Basic Service Set*

Dikarenakan *access point* menyebabkan *station* nirkabel berkomunikasi dengan *Access point* yang menyampaikan/meneruskan setiap *frame*, menjadi memungkinkan cakupan area konfigurasi ini empat kali lebih luas dari IBSS. Hasil ini didapat dari fakta bahwa *access point* dapat menambah jarak cakupan menjadi dua kali lebih luas didalam infrastruktur BSS. Dari rumus luas area πr^2 dimana r adalah radius, maka dengan menambah dua kali radius menyebabkan area cakupan meningkat empat kali.

2.2.6 ESS (*Extended Service Set*)

Dikarenakan sifat sinyal yang menyebar melalui udara, infrastruktur BSS mempunyai jarak cakupan yang terbatas. Untuk menambah area cakupan membutuhkan instalasi satu atau lebih tambahan *access point*. *Access point* yang lain membentuk satu infrastruktur BSS yang baru. Koneksi antara dua atau lebih *access point* terjadi dengan menggunakan DS (*Distribution System*). Fungsi DS adalah untuk koneksi antar *access point* dan *station* pada masing-masing infrastruktur BSS. Sebagai tambahan, DS memperbolehkan *frame-frame* mengikuti *station* bergerak ketika *station* tersebut bergerak dari satu BSS ke BSS yang lain. Koneksi antara dua atau lebih infrastruktur BSS menghasilkan ESS. Gambar 2.6 merupakan contoh dari jaringan ESS (*Extended Service Set*).



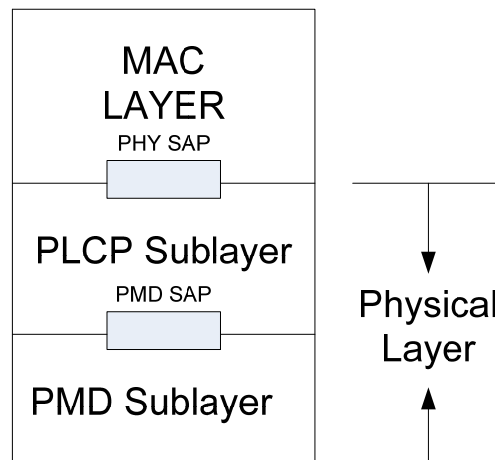
Gambar 2.6 *Extended Service Set (ESS)*

Access point berkomunikasi satu dengan yang lain melalui DS yang biasanya adalah *wired LAN*. Seperti pada Gambar 2.6, tiap BSS memiliki daerah cakupannya sendiri. BSS dapat secara sebagian atau keseluruhannya *overlap* dengan BSS lainnya tanpa terjadi masalah. Standar IEEE 802.11 memungkinkan BSS dapat melakukan

overlap terhadap BSS lain tanpa masalah dikarenakan penggunaan kanal frekuensi yang berbeda. Untuk memastikan *station* berkomunikasi dengan *access point* yang benar dan berfungsi sebagai hub antar BSS, digunakan pengenalan atau pengidentifikasi yang disebut SSID (*Station Set ID*) yang berfungsi untuk mengidentifikasi setiap *access point*.

2.3 Physical Layer (Layer Fisik)

Layer Fisik merupakan layer paling bawah dari konsep model referensi pertukaran data jaringan (model referensi OSI (*Open Standard Interconnection*)).Tanggung jawab utama dari layer ini hanya berkisar pada fungsi pengaturan interface, seperti bagaimana teknik transmisi dan bagaimana bentuk-bentuk interkoneksi secara fisik. Layer fisik dalam setiap definisi jaringan selalu berhubungan dengan karakteristik modulasi dan pensinyalan data serta proses transmisi dari bit-bit dasar melalui kanal komunikasi. Layer fisik dalam jaringan wireless LAN 802.11 terdiri dari 2 bagian sublayer, yaitu PLCP (*Physical Layer Convergence Protocol*) sublayer, dan PMD (*Physical Medium Dependent*) sublayer. PLCP merupakan layer yang berfungsi untuk melakukan hubungan komunikasi dengan MAC Layer dengan menggunakan layanan *primitive* dari layer fisik melalui *Service Access Point* (SAP). SAP merupakan lokasi konseptual dimana salah satu layer OSI dapat meminta layanan ke layer OSI yang lain. PMD merupakan sublayer yang berfungsi untuk menjaga proses penransmisian dan penerimaan unit data dari layer fisik diantara 2 *station* melalui medium *wireless*. Gambar 2.7 menunjukkan layer fisik pada jaringan WLAN 802.11 [6].



Gambar 2.7 Layer Fisik

Dalam spesifikasi *Wireless LAN* terdapat beberapa implementasi physical layer yang berbeda, yaitu *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS), *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS), *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM), dan *Infrared* (IR)[3][5].

2.3.1 *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) adalah metode lain dari komunikasi *broadband* RF yang pada awalnya disediakan untuk komunikasi lingkungan militer. Pada DSSS, kode penyebaran digunakan untuk menyebarkan tiap bit data menjadi rentetan bit-bit termodulasi untuk transmisi melalui frekuensi yang tinggi dan jangkauan yang jauh. Umumnya peralatan IEEE 802.11b menggunakan DSSS untuk memancarkan datanya yang memberikan kecepatan sekitar 11 Mbps. Setiap stasiun pemancar akan mengkonsumsi *bandwidth* sekitar 22 MHz.

2.3.2 Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

Dalam sistem FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*), pembangkitan acak semu digunakan untuk mengganti frekuensi-frekuensi secara periodik, memungkinkan *station* untuk melompat dari frekuensi yang satu ke frekuensi yang lainnya. Untuk itu, alat yang digunakan pada sistem WLAN harus memiliki algoritma yang sama. Walaupun penggunaan FHSS dalam WLAN tidak menyebabkan gangguan, komunikasi dapat menyebabkan gangguan dari alat yang lain yang beroperasi pada pita frekuensi 2,4 GHz. Namun, karena *station* WLAN menggunakan FHSS yang hanya menghabiskan waktu sedikit (bergantung pada waktu penempatan) yaitu pada tiap frekuensi diutamakan untuk loncatan berikutnya, teknik ini mengurangi efek gangguan komunikasi.

2.3.3 Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) adalah sebuah teknik transmisi *multicarrier*, dimana aliran data serial laju tinggi dibagi kedalam sekumpulan *subcarrier* data dengan laju yang rendah. Masing-masing *subcarrier* data dengan laju yang rendah ini dimodulasikan pada *subcarrier* yang terpisah.

2.3.4 Infrared (IR)

Infrared (IR) menggunakan sistem transmisi penghamburan sinyal dengan frekuensi 1 Mbps dan 2 Mbps yang hanya dapat mentransmisikan data pada jarak yang pendek.

2.4 W-LAN MAC (*Medium Access Control*)

MAC (*Medium Access Control*) merupakan layer yang mengatur dan menjaga komunikasi diantara station-station pada jaringan WLAN. Layer ini juga berfungsi sebagai pengatur akses protokol ke media fisik jaringan dan mengkoordinasi akses dalam menggunakan kanal radio untuk mempermudah komunikasi melalui media *wireless*.

Pada umumnya WLAN MAC menggunakan protokol CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) atau *Distributed Coordination Function* (DCF). CSMA/CA dapat menghindarkan tabrakan dengan menggunakan *acknowledgment* (ACK), maksudnya paket ACK dikirim oleh *station* penerima untuk mengkonfirmasi bahwa paket data telah terkirim.

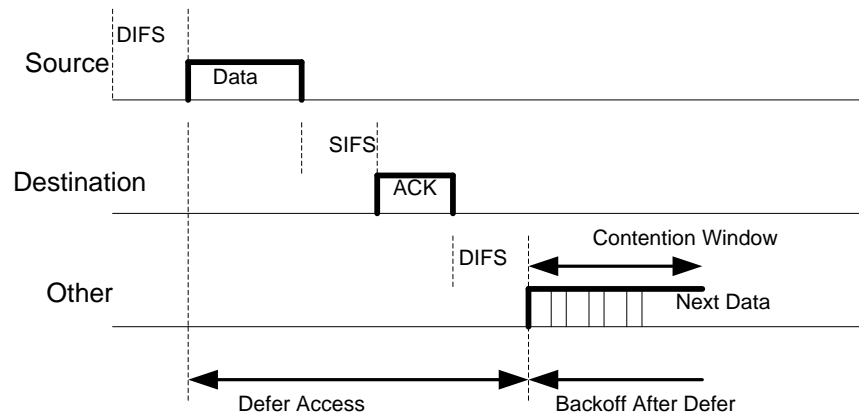
Prinsip kerja CSMA/CA sebagai berikut. *Station* ingin mengirimkan paket data, *station* tersebut merasakan kanal, jika kanal ditemukan sibuk (ada *station* yang sedang melakukan transmisi) maka *station* menunggu transmisi di waktu berikutnya dengan menggunakan *exponential backoff*. Jika kanal dirasakan bebas/idle selama waktu tertentu atau lebih dari waktu DIFS (*Distributed Inter-Frame Space*) maka *station* dapat mengirimkan paket. Jika paket utuh terkirim, penerima memberikan *frame* ACK, dan jika *frame* ACK diterima pengirim tadi, proses selesai. Jika *frame* ACK tidak dideteksi pengirim, dikarenakan data tidak terkirim ke penerima atau *frame* ACK tidak diterima pengirim, diasumsikan tabrakan telah terjadi dan paket data dikirimkan kembali setelah menunggu hingga beberapa saat waktu acak. Protokol CSMA/CA sangat efektif digunakan ketika media tidak memiliki beban yang berat, dikarenakan *station* dapat mengirimkan data dengan *delay* yang

minimum. Tapi juga selalu ada kemungkinan *station-station* secara bersamaan merasakan media sedang bebas dan mengirimkan data secara bersamaan, hal ini menyebabkan tabrakan.

Skema *exponential backoff* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ketika *station-station* ingin mentransmisi data pada saat yang sama. Ketika *station-station* berada dalam keadaan *backoff*, *station* memilih slot waktu yang disebut juga *contention window* (pada 802.11b, satu slot memiliki durasi $20\mu s$ dan angka acak harus diatas 0 dan nilai maksimum sebesar *contention window* (CW). Sewaktu menunggu, *station* tetap merasakan media untuk memeriksa apakah media dalam keadaan bebas atau ada *station* lain yang sedang melakukan transmisi. Ketika dalam kurun waktu CW *station* lain masih mengirimkan data, penghitung *backoff* berhenti dan kemudian kembali menghitung dari awal kembali ketika kanal dalam keadaan *idle*. Pada *Wireless LAN* algoritma *backoff* dijalankan dengan beberapa kondisi, yaitu :

1. Ketika *station* merasakan media sibuk sebelum mengirimkan paket pertama.
2. Setelah setiap transmisi ulang.
3. Setelah transmisi berhasil.

Mekanisme *backoff* tidak digunakan ketika *station* memutuskan untuk mengirimkan paket baru setelah periode *idle* dan media telah bebas lebih dari DIFS (*Distributed Inter Frame Space*) untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.8[3].



Gambar 2.8 Metode Akses CSMA/CA pada Wireless LAN.

Terdapat beberapa masalah terkait dengan dimensi CW. *Contention Window* (CW) pada pengiriman (transmisi) pertama paket nilainya ditentukan sama dengan CW_{min} . Dengan CW yang kecil, jika banyak *station* berusaha mengirimkan data pada saat yang sama, maka sangat memungkinkan beberapa *station* memiliki interval *backoff* yang sama. Hal ini mengakibatkan akan terjadi tabrakan yang berkelanjutan, yang berakibat serius pada kinerja jaringan. Disisi lain jika CW besar, jika beberapa *station* ingin mengirimkan data, akan terjadi *backoff* yang lama dan *delay* yang berakibat menurunkan kinerja jaringan. Solusinya adalah dengan menaikkan ukuran CW secara eksponensial. Dimulai dengan nilai yang kecil ($CW_{min}=31$) dan melipatgandakannya setiap kali terjadi tabrakan, hingga mencapai nilai maksimum ($CW_{max}=1023$). *Contention Window* (CW) tidak akan bertambah secara eksponensial jika tidak terjadi tabrakan, oleh karena itu CW selalu sama dengan ukuran CW_{min} [3].

Layer MAC juga memiliki beberapa fungsi umum, yaitu [4][5] :

1. Scanning

Merupakan proses mencari sinyal terbaik di AP dengan mem**roadcast** sebuah frame dan semua AP yang mendengar akan meresponnya dengan mengirim suatu frame respon. Dengan begitu NIC radio selalu menerima respon dengan segera dari AP tanpa menunggu transmisi pancarnya.

2. Fragmentasi

Merupakan suatu fungsi jaringan yang memungkinkan station-station pada jaringan 802.11 dapat membagi paket-paket datanya ke dalam frame-frame yang kecil agar tidak melebihi ambang batas yang ditentukan. Hal ini digunakan untuk menghindari proses *retransmit* frame-frame dengan ukuran yang besar yang dapat menimbulkan interferensi RF.

3. Autentikasi

Autentikasi merupakan proses pencocokan antara NIC radio dengan AP.

4. Asosiasi

Merupakan proses penggabungan AP point sebelum mengirimkan frame data. Penggabungan atau asosiasi ini memerlukan sinkronisasi NIC radio dengan AP tentang beberapa informasi yang penting seperti *data rate*.

5. RTS/CTS (*Request to Send / Clear to Send*)

RTS dan CTS merupakan frame yang mengizinkan AP untuk mengatur penggunaan media pada station. RTS/CTS digunakan untuk mengurangi permasalahan hidden node, dimana dua atau lebih NIC radio tidak dapat mendengar satu sama lain walaupun berada dalam satu cakupan AP yang sama.

6. *Power Save Mode*

Power Save Mode digunakan untuk memberikan pada user untuk mengaktifkan atau me-nonaktifkan NIC radio untuk mempertahankan tenaga dari baterai saat tidak diperlukan dalam pengiriman data.

7. *Wired Equivalent Privacy (WEP)*

WEP merupakan skema enkripsi yang melindungi aliran data WLAN antara klien AP dan AP yang telah ditentukan oleh standar 802.11.

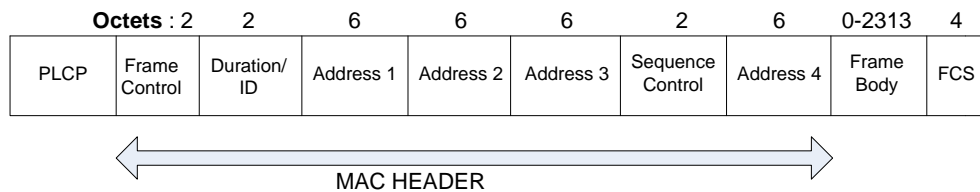
2.5 Struktur Frame WLAN 802.11

Frame adalah paket yang dienkode untuk keperluan transmisi data pada layer data link. Setiap frame mempunyai ukuran dan format yang berbeda. Standar WLAN 802.11 mendefinisikan beberapa tipe frame yang digunakan pada setiap komunikasi antar station (baik menggunakan NIC maupun AP) maupun yang digunakan sebagai pengatur dan pengendali link wireless. Setiap frame mempunyai *header* dengan beberapa *field* yang digunakan diantara MAC *sublayer*.

Ada 4 susunan utama dalam wireless LAN MAC melakukan manajemen, dan pengontrolan frame, yaitu :

1. *Physical Layer Convergence Protocol (PLCP).*
2. *MAC Header.*
3. *Frame Body.*
4. *Frame Check Sequence (FCS).*

Format frame keseluruhan pada jaringan wireless LAN 802.11 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.9[6].



Gambar 2.9 Struktur Frame Data 802.11

2.6 *Inter Frames Spaces (IFS)*

Inter Frames Spaces merupakan interval waktu diantara frame-frame yang digunakan untuk menyatakan beberapa kondisi atau keadaan ketika sebuah node ingin mengirimkan paket datanya. Dalam WLAN 802.11 terdapat 4 jenis *Inter Frames Spaces*, yaitu [3] :

1. SIFS (*Short Inter Frames Spaces*)

SIFS merupakan interval waktu yang digunakan untuk memberikan *delay* pada saat pengiriman dan penerimaan frame RTS, CTS, Data, dan ACK. SIFS merupakan interval waktu paling kecil diantara *Inter Frames Spaces*. Nilai SIFS (*Short Inter Frames Spaces*) untuk WLAN 802.11 adalah $10\ \mu s$.

2. PIFS (*Point Inter Frames Spaces*)

PIFS digunakan oleh AP atau titik coordinator untuk memperkuat akses ke medium sebelum ada node lain yang melakukannya. Nilai PIFS (*Point Inter Frames Spaces*) untuk WLAN 802.11 adalah $30\ \mu s$ (SIFS ditambah dengan 1 (satu) *time slot*, dimana 1 *time slot* = $20\ \mu s$).

3. DIFS (*Distributed Inter Frames Spaces*)

DIFS digunakan oleh suatu station ketika akan memulai transmisi baru. Nilai DIFS (*Distributed Inter Frames Spaces*) untuk WLAN 802.11 adalah $50 \mu s$ (PIFS ditambah dengan 1 (satu) *time slot*, dimana $1 \text{ time slot} = 20 \mu s$).

4. EIFS (*Extended Inter Frames Spaces*)

EIFS merupakan IFS yang mempunyai interval waktu yang lebih panjang. EIFS digunakan oleh station ketika menerima suatu paket yang tidak dimengerti. Ini dibutuhkan untuk mencegah station dari tabrakan dengan paket yang akan dikirimkan selanjutnya. Nilai EIFS (*Extended Inter Frames Spaces*) untuk WLAN 802.11 adalah $364 \mu s$.

2.7 Standar IEEE 802.11 Wireless LAN

Standard WLAN yang ditetapkan IEEE dimulai pada tahun 1980-an, dan kemudian mencapai titik loncatan kemajuan teknologi pada tahun 1997 yang telah mencapai dan mempublikasikan standar 802.11. Standar ini pada awalnya mempunyai kecepatan data sederhana sebesar 1 dan 2 Mbps dan semakin meningkat dalam beberapa tahun, banyaknya revisi dicatat dengan tanda adanya penambahan huruf di standar 802.11, contohnya 802.11a, 802.11b, dan 802.11g[7].

2.7.1 802.11a

Standar ini menggunakan skema modulasi yang disebut dengan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dengan kecepatan transmisi data mencapai 54 Mbps. Keuntungan utama dari standar ini adalah kapasitasnya yang cukup tinggi yang menjadikan standar ini sebagai pilihan yang tepat untuk mendukung aplikasi yang membutuhkan performa tinggi, seperti *streaming radio*.

Kekurangan dari standar ini adalah terbatasnya cakupan area pancarnya karena menggunakan pita frekuensi 5 GHz.

2.7.2 802.11b

Standar ini menggunakan teknik modulasi *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) dengan kecepatan transmisi datanya mencapai 11 Mbps. Standar ini beroperasi pada frekuensi radio dengan pita frekuensi 2,4 GHz.

2.7.3 802.11g

Standar 802.11g dikeluarkan pada tahun 2003. Standar ini beroperasi pada frekuensi yang sama seperti pada standar 802.11b yaitu pada pita frekuensi 2,4 GHz. Standar ini menggunakan teknik modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yang sama dengan standar 802.11a dengan kecepatan transmisi datanya mencapai 54 Mbps.

Pada tabel 2.1 dapat dilihat perbandingan antara standar 802.11a, 802.11b, dan 802.11g.

Tabel 2.1 Perbandingan standar 802.11a, b, dan g[1].

| <i>Feature</i> | <i>802.11a</i> | <i>802.11b</i> | <i>802.11g</i> |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Year Ratified | 1999 | 1999 | 2003 |
| Maximum speed using DSSS | -- | 11 Mbps | 11 Mbps |
| Maximum speed using OFDM | 54 Mbps | -- | 54 Mbps |
| Frequency Band | 5 GHz | 2.4 GHz | 2.4 GHz |
| Channels (nonoverlaped) | 23 (12) | 11 (3) | 11 (3) |
| <i>Data Rate (Mbps)</i> | 6,12,24 | 1,2,5,5,11 | 6,12,24 |