

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi tinjauan bahan bacaan yang bersifat akademik untuk menyelesaikan permasalahan. Bahan bacaan yang digunakan didasarkan pada referensi-referensi dan hasil penelitian yang telah diuji kebenarannya. Teori yang dibahas adalah tentang telekomunikasi *wireless*, *Wi-Fi*, gelombang elektromagnetik, propagasi gelombang, alat ukur *field strength meter*, dan alat ukur termometer.

#### 2.1 Telekomunikasi *Wireless*

Telekomunikasi *wireless* atau sering disebut juga telekomunikasi nirkabel adalah komunikasi menggunakan frekuensi/spektrum radio, yang memungkinkan transmisi (pengiriman/penerimaan) data informasi (suara, data, gambar, video) tanpa kabel tembaga atau serat optik dan pada gambar 2.1 ini merupakan contoh jaringan *wireless*.



Gambar 2.1 Contoh jaringan *wireless*

Sumber: Mutiaraayu (2014)

#### 2.2 Pengertian *Wi-Fi*

*Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*) atau lebih dikenal dengan WLAN (*Wireless Local Area Network*) merupakan teknologi jaringan *wireless* yang ditujukan untuk menghubungkan beberapa terminal berbasis IP (PC, *notebook*, *smartphone* atau PDA) dalam suatu area LAN (*Local Area Network*). WLAN merupakan salah satu aplikasi pengembangan *wireless* untuk

komunikasi data. Sesuai dengan namanya yaitu *wireless*, berarti tanpa kabel, WLAN adalah jaringan lokal yang tidak menggunakan kabel (Wibisono, 2008). Dengan performa dan keamanan yang dapat diandalkan, pengembangan jaringan WLAN menjadi tren baru pengembangan jaringan menggantikan jaringan *wired* atau jaringan penuh kabel. Solusi dari pengembangan WLAN dapat mencakup sebuah kawasan rumah, kantor kecil, perusahaan hingga ke area-area publik (Mulyanta, 2005).

### 2.2.1 Topologi Wi-Fi

Pada *Wi-Fi* hanya dikenal 2 jenis topologi jaringan yaitu *ad hoc* dan *infrastructure*.

#### a. Topologi *Ad Hoc*

Topologi *ad hoc* adalah topologi *Wi-Fi* dimana komputer maupun *mobile station* terhubung secara langsung tanpa menggunakan *access point*. Jadi, komunikasi langsung dilakukan melalui masing-masing perangkat *wireless* yang terdapat pada komputer atau perangkat komunikasi lainnya.

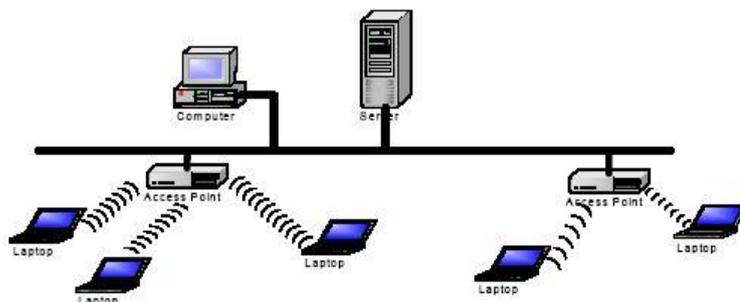


Gambar 2.2 Prinsip kerja topologi *ad hoc*

Sumber: Riza (2012)

#### b. Topologi *Infrastructure*

Topologi *infrastructure* adalah topologi *Wi-Fi* dimana komputer-komputer maupun *mobile stations* dalam suatu jaringan terhubung melalui *access point*. Jadi, setiap komputer maupun *mobile station* yang hendak berhubungan satu sama lain harus melewati *access point* terlebih dahulu.



Gambar 2.3 Prinsip kerja topologi *infrastructure*

Sumber: Riza (2012)

## 2.2.2 Standar dan Spesifikasi Wi-Fi

WLAN (*Wireless Local Area Network*) dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11. Sekarang ini ada 4 (empat) variasi standar 802.11, yaitu: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n. Spesifikasi b merupakan produk pertama dari Wi-Fi. Tabel 2.1 menunjukkan tabel dari spesifikasi Wi-Fi (Wibisono & Hantoro, 2008):

Tabel 2.1

Spesifikasi *Wi-Fi*

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Band	Cocok dengan
802.11 b	11 Mb/s	2.4 GHz	b
802.11 a	54 Mb/s	5 GHz	b
802.11 g	54 Mb/s	2.4 GHz	b,g
802.11 n	100 Mb/s	2.4 GHz	b,g,n

Dari ke empat variasi standar 802.11 yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, versi *Wi-Fi* yang paling luas adalah standar 802.11b/g yang menggunakan frekuensi 2.400 MHz sampai 2.483.50 Mhz. Pada Tabel 2.2 memperlihatkan *channel Wi-Fi* yang beroperasi di frekuensi yang dimiliki oleh standar 802.11 b/g .

Tabel 2.2

*Channel Wi-Fi*

Channel	Frequency (MHz)
Channel 1	2.412
Channel 2	2.417
Channel 3	2.422
Channel 4	2.427
Channel 5	2.432
Channel 6	2.437
Channel 7	2.442
Channel 8	2.447
Channel 9	2.452
Channel 10	2.457
Channel 11	2.462

### 2.2.3 Komponen Wi-Fi

Terdapat empat komponen utama untuk membangun jaringan *Wi-Fi*:

#### a. *Access Point*



Gambar 2.4 Access point

Sumber: Endy (2016)

Fungsi dari *access point* adalah mengirim dan menerima data, sebagai *buffer* data antara *wireless LAN (WLAN)*, serta berfungsi mengkonversi sinyal frekuensi radio (RF) menjadi sinyal digital yang akan disalurkan melalui kabel, atau disalurkan ke perangkat WLAN yang lain dengan dikonversikan ulang menjadi sinyal frekuensi radio. Pada *wireless LAN*, *device transceiver* disebut sebagai *access point* dan terhubung pada jaringan kabel pada suatu lokasi yang tetap.

#### b. *WLAN Interface*



Gambar 2.5 PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*)

Sumber: Riza (2012)

Merupakan peralatan yang dipasang di *mobile/desktop PC*, peralatan yang dikembangkan secara massal adalah dalam bentuk PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) card, PCI Card maupun melalui port USB (*Universal Serial Bus*).

### c. *Mobile Desktop/PC*



*Gambar 2.6 Desktop PC*

Sumber: Isnainoora (2016)

Merupakan perangkat akses untuk pengguna. *Mobile PC* pada umumnya sudah terpasang *port PCMCIA*. Sedangkan *desktop PC* harus ditambahkan *wireless adapter* melalui USB (*Universal Serial Bus*).

### d. Antena



*Gambar 2.7 Antena omnidirectional*

Sumber: Riza (2012)

Antena dalam suatu jaringan *Wi-Fi* memiliki fungsi sebagai pemancar dan penerima sinyal radio. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desainnya. Fungsi dari antena adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi elektromagnetik, lalu meradiasikannya. Begitu pula sebaliknya, antena juga dapat digunakan untuk menerima sinyal radio dan mengubahnya menjadi bentuk sinyal listrik. Pada jaringan *Wi-Fi*, antena yang digunakan adalah antena *omnidirectional*. Pola radiasi *omnidirectional* memiliki arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi yang sama besar pada satu bidang.

## 2.2.4 Aspek Propagasi Wi-Fi

### a. Aspek Propagasi Indoor

Propagasi radio adalah aspek yang relatif penting pada jaringan *wireless*. Banyak faktor yang akan mempengaruhi propagasi radio seperti dinding, *furniture*, pintu/jendela, dan bahkan kehadiran manusia. Dalam kaitannya dengan propagasi *multipath*, variasi penghalang, mobilitas *user* dan perubahan jarak, maka karakteristik propagasi akan berubah pula. Mekanisme perambatan gelombang dalam ruangan dipengaruhi oleh penghalang, refleksi dan difraksi. Akibat adanya pemantulan dari berbagai benda, gelombang sinyal akan menempuh jalur yang berbeda. Interaksi antara gelombang ini dan variasi jarak akan menyebabkan perubahan redaman dan level daya sinyal pada sisi penerima.

### b. Fresnel Zone

*Fresnel zone* adalah sebuah metode untuk menentukan dimana pemantulan akan terjadi di antara pengirim dan penerima. Rumus *Fresnel Zone* ini dapat menentukan posisi ketinggian antena dengan jarak yang dapat di tembus oleh sinyal *wireless*. Dengan perhitungan yang tepat akan didapatkan hasil yang memuaskan dan tentunya diperhitungkan. Namun penerapan di *indoor* sinyalnya terlalu pendek sehingga tidak terlalu berefek dalam jaringan *Wi-Fi indoor*.

### c. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

(Sahu dkk, 2013) menyatakan bahwa RSSI merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat *wireless*. Namun, pemetaan langsung dari nilai RSSI yang berdasarkan jarak memiliki banyak keterbatasan, karena pada dasarnya, RSSI rentan terhadap *noise*, *multipath fading*, gangguan, dan lain sebagainya yang mengakibatkan fluktuasi besar dalam kekuatan yang diterima.

Dalam telekomunikasi, RSSI adalah sebuah ukuran kekuatan sinyal radio yang diterima oleh *receiver*. Teknologi *localization node of wireless sensor network* (WSN) biasanya menggunakan nilai RSSI untuk melakukan pengukuran jarak. Dengan mengumpulkan nilai RSSI, maka dapat ditentukan jarak antara *transmitter* dan *receiver*.

### d. Signal to Noise Ratio (SNR)

SNR adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan seberapa kuat sinyal dibandingkan dengan gangguan di sekeliling yang mengganggu sinyal. Bila sinyal lebih kuat daripada gangguan/*noise* maka sinyal dapat ditangkap oleh *receiver* lebih baik, dan

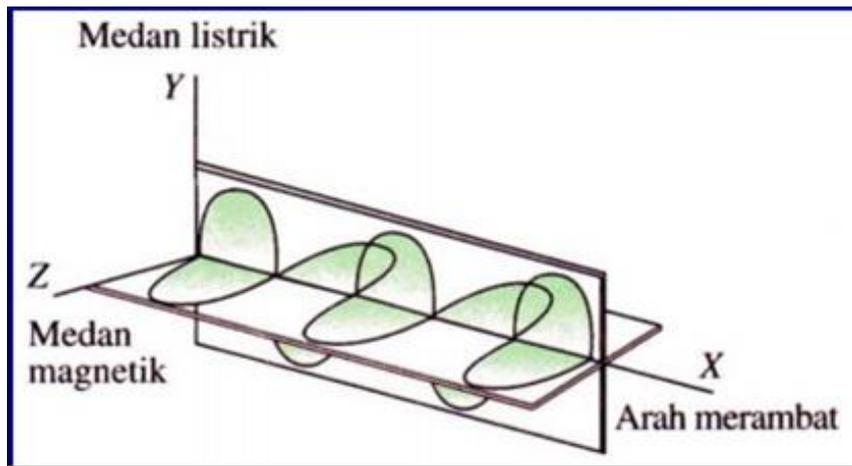
sebaliknya demikian. Bila *noise* sekitar terlalu besar, maka yang akan ditangkap oleh *receiver* adalah sinyal yang samar-samar dan transmisi data tidak dimengerti.

e. ***Free Space Loss***

*Path loss* merupakan representasi dari pelemahan daya sinyal, yaitu perbandingan daya yang dipancarkan oleh pemancar dengan daya yang diterima oleh *receiver* pada jarak tertentu dari pemancar. Model propagasi *free space* digunakan untuk memperkirakan kuat sinyal yang diterima oleh penerima dalam kondisi *line of sight* atau tidak terhalang oleh penghalang apapun. Redaman *free space loss* merupakan penurunan level daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Pada saat sinyal meninggalkan antena, sinyal akan berpropagasi atau lepas ke udara. Antena yang digunakan akan menentukan propagasi akan terjadi. Pada frekuensi 2,4 GHz sangat penting untuk menentukan agar jalur antara dua antena ini tidak ada penghalang, tetapi kemungkinan adanya degradasi dari sinyal yang berpropagasi di udara jika ada hambatan di jalur. Sebagian besar redaman dalam sistem *wireless* adalah redaman karena sinyal harus merambat di udara.

### 2.3 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walaupun tidak ada medium dan terdiri dari medan listrik dan medan magnetik. Dan energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa parameter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, dan kecepatan. Amplitudo adalah tinggi gelombang, sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak, frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan, panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang maka semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang maka semakin tinggi frekuensinya pula.



Gambar 2.8 Gelombang elektromagnetik

Sumber: elibrary.akademitelkom.ac.id (2012)

### 2.3.1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Spektrum gelombang elektromagnetik adalah rentang semua radiasi elektromagnetik yang mungkin. Spektrum elektromagnetik dapat dijelaskan dalam panjang gelombang, frekuensi, atau tenaga per foton. Spektrum gelombang elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah yang terentang dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada gelombang mikro dan gelombang radio dengan panjang gelombang sangat panjang. Biasanya dalam mendeskripsikan energi spektrum elektromagnetik dinyatakan dalam elektronvolt untuk foton berenergi tinggi (di atas 100 eV), dalam panjang gelombang untuk energi menengah, dan dalam frekuensi untuk energi rendah ( $\lambda \geq 0,5$  mm). Berikut merupakan macam spektrum elektromagnetik berdasarkan panjang gelombangnya.

#### a. Gelombang Radio

Gelombang radio terdiri dari osilasi (getaran) cepat pada medan elektrik dan magnetik. Berdasarkan lebar frekuensinya, gelombang radio dibedakan menjadi seperti *low frequency* (LF), *medium frequency* (MF), *high frequency* (HF), *very high frequency* (VHF), *Ultra high frequency* (UHF), dan *super high frequency* (SHF). Gelombang radio MF dan HF dapat mencapai tempat terjauh di permukaan bumi karena gelombang ini dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Gelombang LF diserap oleh ionosfer, sedang gelombang VHF dan UHF menembus ionosfer, sehingga dapat digunakan untuk komunikasi satelit.

## b. Gelombang Mikro

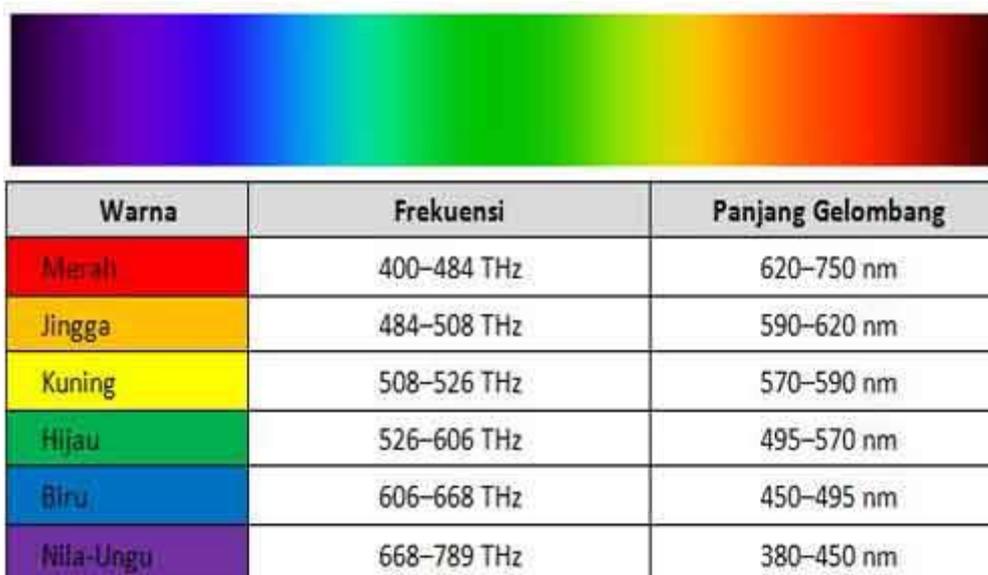
Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang dalam selang antara  $10^3$  dan 0,03 mm. Gelombang mikro dihasilkan dari peralatan elektronik khusus. Gelombang ini biasanya dimanfaatkan di alat *microwave*, sistem komunikasi Radar (*radio detection and ranging*), dan analisis struktur molekul dan *atomic*.

## c. Sinar Inframerah

Radiasi inframerah merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih panjang dari pada panjang gelombang cahaya merah, namun lebih pendek daripada panjang gelombang radio. Dengan kata lain pada selang panjang gelombang 0,7  $\mu\text{m}$  hingga 1 mm. Sinar inframerah dapat juga dimanfaatkan dalam fotografi inframerah untuk keperluan pemetaan sumber alam atau untuk medis untuk mengetahui penyakit.

## d. Cahaya Tampak

Cahaya tampak merupakan radiasi gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia normal. Cahaya tampak memiliki panjang gelombang yaitu antara  $4 \times 10^{-7}\text{m}$  hingga  $7 \times 10^{-7}\text{m}$ .



Gambar 2.9 Spektrum cahaya tampak dan panjang gelombangnya

Sumber: risalahku.com (2017)

## e. Sinar Ultraviolet

Sinar ultraviolet memiliki panjang gelombang yang pendek. Matahari merupakan pemancar radiasi ultraviolet yang kuat, dan banyak membawa energi dari pada gelombang cahaya lain. Karena itu gelombang ultraviolet dapat masuk dan membakar

kulit. Kulit manusia sangat sensitif terhadap sinar ultraviolet matahari. Meskipun merugikan sinar ultraviolet dapat dihambat oleh atmosfer bumi untuk mengurangi resiko kanker kulit.

#### **f. Sinar X**

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari penembakan atom-atom dengan partikel-partikel yang memiliki energi kuantum tinggi. Panjang gelombang Sinar-X berkisar antara  $10^{-11}m$  hingga  $10^{-9}m$ . Sinar-X dihasilkan oleh elektron-elektron yang berada dibagian dalam kulit elektron atom, atau pancaran yang terjadi karena elektron dengan kemajuan besar menumbuk logam. Sinar-X dapat melintas melalui banyak banyak materi sehingga digunakan dalam bidang medis dan industry untuk menelaah struktur bagian dalam. Sinar-X dapat dideteksi oleh film fotografik, karena itu digunakan untuk menghasilkan gambar benda yang biasanya tidak dapat dilihat, seperti patah tulang.

#### **g. Sinar Gamma**

Sinar atau gelombang gamma ialah merupakan bentuk radioaktif yang dikeluarkan oleh inti-nti atom tertentu, mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar gamma membawa energi dalam jumlah besar dan dapat menembus logam atau beton, sinar gamma sangat berbahaya dan dapat membunuh sel hidup, terutama sinar gamma tingkat tinggi yang dilepaskan reaksi nukir, seperti ledakan bom nuklir. (Jendela Iptek Cahaya. PT Balai Pustaka, 2000).

### **2.3.2 Radiasi Elektromagnetik**

Radiasi elektromagnetik dapat dikonseptualisasikan sebagai aliran foton, energi radiasi dapat dilihat sebagai energi foton. Atau, radiasi elektromagnetik dapat dilihat sebagai gelombang elektromagnetik yang membawa energi dalam osilasi medan listrik dan magnetik. Kedua pandangan ini benar-benar setara dan digunakan satu sama lain dalam teori medan kuantum.

Ketika gelombang elektromagnetik diserap oleh suatu benda, energi gelombang diubah menjadi panas (atau dikonversi ke listrik dalam kasus bahan fotolistrik). Hal ini merupakan efek yang familiar karena sinar matahari menghangatkan permukaan yang disinari. Seringkali fenomena ini dikaitkan terutama dengan radiasi inframerah, tetapi setiap jenis radiasi elektromagnetik akan menghangatkan sebuah benda yang menyerapnya.

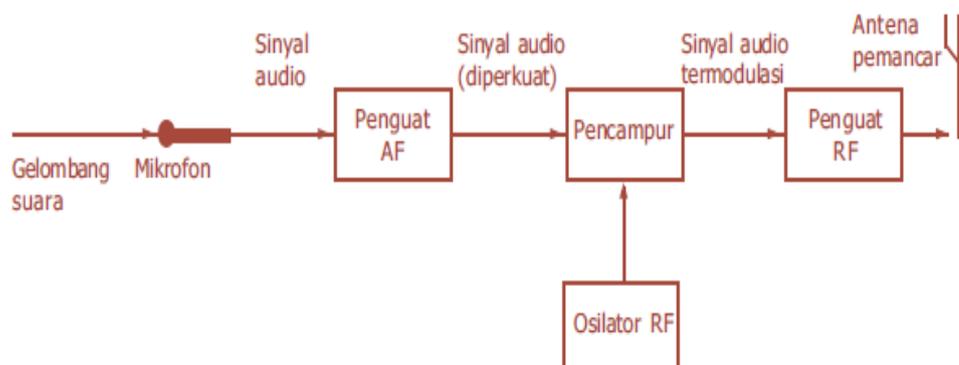
Gelombang elektromagnetik juga dapat dipantulkan atau tersebar, dalam hal ini energi mereka diarahkan atau didistribusikan.

### 2.3.3 Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik ada di kehidupan sehari-hari dan sudah kita manfaatkan untuk sarana telekomunikasi, karena sifat yang tidak terlihat dan dapat merambat melalui udara menjadikan gelombang elektromagnetik sangat praktis, berikut ini beberapa macam telekomunikasi yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik, antara lain:

#### a. Telekomunikasi radio

Pengiriman informasi suara oleh stasiun radio memanfaatkan gelombang elektromagnetik sebagai media pengiriman informasi. Proses pengiriman ditunjukkan pada Gambar 2.10. Informasi suara (audio) diubah menjadi sinyal listrik dengan frekuensi sama oleh mikrofon atau *head tape recorder*. Sinyal listrik ini dinamakan sinyal frekuensi audio (AF), karena frekuensi berada didalam interval audio (20 Hz – 20.000 Hz). Sinyal ini diperkuat secara elektronik, kemudian dicampur dengan sinyal frekuensi radio (RF) yang ditentukan oleh nilai L dan C dalam rangkaian resonansi RLC, dan dipilih sedemikian rupa hingga menghasilkan frekuensi khas setiap stasiun, dinamakan frekuensi pembawa (*carrier*).



Gambar 2.10 Diagram blok pemancar radio

Sumber: rochman ananda (2015)

#### b. Telepon seluler (*handphone*)

*Handphone* atau telepon seluler atau disebut telpon genggam yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telpon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa kemana-mana (*portable mobile*) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telpon menggunakan kabel (nirkabel, *wireless*). Saat ini Indonesia mempunyai dua

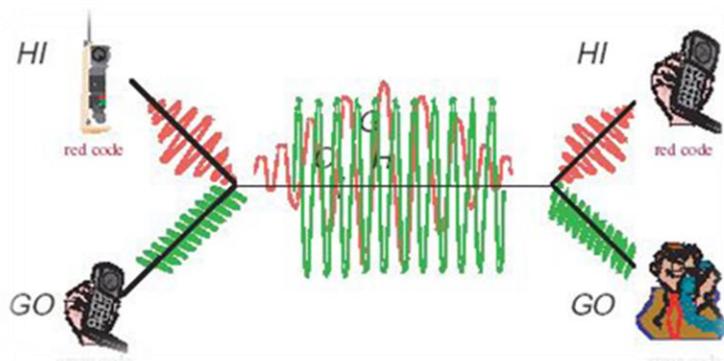
jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global System for Mobile Telecommunications*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*).

**c. Radar (*radio detection and ranging*)**

Radar (*radio detection and ranging*) adalah suatu sistem telekomunikasi yang memakai gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat peta benda-benda seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor dan informasi cuaca (hujan). Panjang gelombang yang dipancarkan radar bervariasi mulai millimeter hingga meter. Gelombang radio/sinyal yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda tertentu akan ditangkap oleh radar. Dengan menganalisis sinyal yang dipantulkan tersebut, pemantul sinyal dapat ditentukan lokasinya dan melalui analisis lebih lanjut dari sinyal yang diterima relatif lemah/kecil, namun radio sinyal tersebut dapat dideteksi dan diperkuat oleh penerima radar.

**d. CDMA (*Code Division Multiple Access*)**

*Code Division Multiple Access* atau sering disingkat dengan CDMA adalah sebuah metode akses secara bersama (multiplex) yang membagi kanal dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada. CDMA mengacu pada sistem telepon seluler digital yang menggunakan skema akses secara bersama.



Gambar 2.11 Ilustrasi prinsip multiplexer pada CDMA

Sumber: rochman ananda (2015)

Dalam CDMA setiap pengguna menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu bersamaan tetapi menggunakan sandi unik yang saling ortogonal. Sandi sandi ini membedakan antara pengguna satu dengan pengguna yang lain. Ini berarti kapasitas dan kualitas sistem dibatasi oleh daya interferensi yang timbul pada lebar bidang frekuensi yang digunakan. CDMA2000, yang juga dikenal sebagai *IMT Multi Carrier* adalah

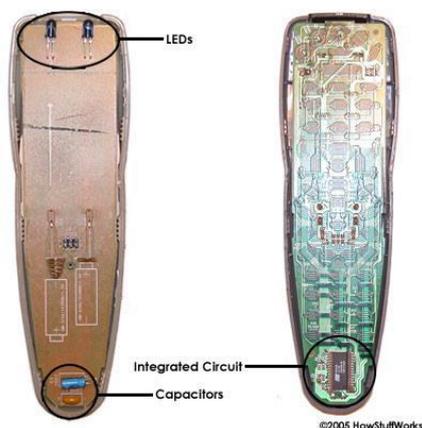
keluarga dari 3G standar teknologi ponsel untuk mengirim suara, data, dan sinyal data antara ponsel dan situs sel. Tahapan evolusi dari teknologi CDMA 2000 ini adalah :

Voice : CDMA2000 1xRTT 1X Advance

Data : CDMA2000 1xEV-DO (Evolution-Data Optimized): Rilis 0, Revisi A, dan Revisi B, Ultra Mobile Broadband (UMB)

#### e. *Infrared Remote Control*

Teknologi *remote-control* yang umum digunakan untuk aplikasi *home theater* dan *Air Conditioner* adalah inframerah (IR). Prinsip kerja dalam *remote control* IR adalah penggunaan cahaya Inframerah untuk membawa sinyal antara *remote control* dan perangkat itu mengarahkan. Cahaya inframerah sendiri adalah cahaya yang tak tampak dari bagian spektrum elektromagnetik.



Gambar 2.12 Komponen utama pada *IR Remote Control*

Pemancar pada IR remote control mengirimkan pulsa cahaya inframerah yang mewakili kode biner tertentu. Kode-kode biner sesuai dengan perintah, seperti *Power on/off* dan *Volume up*. Kemudian IR penerima di TV, Stereo, atau perangkat lain melakukan *decode* pulsa cahaya ke dalam data biner (satu dan nol) yang bias terbaca oleh mikroprosesor sehingga bisa melaksanakan perintah yang sesuai.

### 2.3.4 Sifat Gelombang Elektromagnetik

#### a. Absorpsi

Pada saat gelombang elektromagnetik menabrak sesuatu (suatu material), biasanya gelombang akan menjadi lebih lemah atau teredam. Daya yang hilang akan sangat tergantung pada frekuensi yang digunakan dan tentunya material yang ditabrak.

Gelombang radio akan menyebabkan molekul air bergetar. Molekul air akan berputar

dan bergetar karena adanya gelombang radio dan panas akan muncul karena adanya daya yang tinggi dari gelombang radio pada semua frekuensi. Material lain, seperti pohon dan kayu, banyaknya penyerapan sangat tergantung pada jumlah air yang ada.

#### **b. Interferensi**

Interferensi adalah interaksi antar gelombang di dalam suatu daerah. Interferensi dapat bersifat membangun dan merusak. Bersifat membangun jika beda fase kedua gelombang sama dengan nol, sehingga gelombang baru yang terbentuk adalah penjumlahan dari kedua gelombang tersebut. Bersifat merusak jika beda fasenya adalah  $180^\circ$ , sehingga kedua gelombang saling menghilangkan.

#### **c. Refleksi**

Refleksi adalah ketika gelombang elektromagnetik memantul dari permukaan dan kembali ke sumbernya. Gelombang refleksi terjadi pada saat sebuah gelombang yang merambat dalam suatu media sampai di bidang batas media tersebut dengan media lainnya. Dengan demikian, pemantulan (refleksi) sebuah gelombang adalah bidang batas antara dua medium yang berbeda.

#### **d. Difraksi**

Difraksi adalah ketika gelombang yang berjalan melalui lubang kecil dan menyebar keluar. Gelombang ini merambat keluar dengan karakteristik kecepatan gelombang. Gelombang yang dipancarkan oleh semua titik pada muka gelombang saling beradu satu sama lain untuk menghasilkan gelombang berjalan.

#### **e. Refraksi**

Refraksi adalah peristiwa pembelokan arah perambatan suatu gelombang elektromagnetik. Hal ini dapat terjadi jika gelombang tersebut melewati bidang batas dua medium yang memiliki indeks bias yang berbeda. Indeks bias menyatakan kerapatan suatu medium.

### **2.3.5 Material Penghalang Gelombang Elektromagnetik**

Pada saat gelombang elektromagnetik menabrak suatu material, gelombang tersebut akan menjadi lebih lemah atau teredam. Sebagian energi sinyal diserap dan diubah menjadi bentuk energi yang lain, sebagian lainnya diteruskan berpropagasi. Besarnya pelemahan daya sinyal yang terjadi berbeda-beda tergantung dari jenis bahan material tersebut (Riza, 2012).

Dalam sebuah jaringan *wireless*, beberapa material yang digunakan dalam sebuah bangunan dapat menghalangi sinyal. Beberapa material dan besarnya hambatan yang ditimbulkan tampak pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3

Material dan besar hambatan gelombang elektromagnetik

Material	Besarnya Hambatan
Kayu	Kecil
Kaca	Kecil
Bahan sintetis	Kecil
Beton	Besar
Keramik	Besar
Kertas	Besar
Logam	Besar

Sumber: Enterprise (2009)

Material seperti logam merupakan penghalang sinyal dalam kategori besar karena logam merupakan konduktor. Bahan konduktor yang baik adalah bahan yang mudah mengalirkan arus listrik. Kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik ditunjukkan oleh besarnya harga konduktivitas listrik atau daya hantar listrik bahan tersebut.

## 2.4 Propagasi Gelombang

Propagasi adalah proses perambatan gelombang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Model propagasi gelombang radio di latar belakang oleh konsep dari dua buah antena sumber (pemancar dan penerima) pada udara bebas yang dipisahkan oleh jarak (km). Model propagasi umumnya menjelaskan perkiraan rata-rata kuat sinyal yang diterima pada jarak tertentu dari pemancar.

Gelombang elektromagnetik yang mengalami refleksi, difraksi, atau *scattering*, atau disebut dengan gelombang pantul, akan mengalami perubahan nilai amplitude dan fasanya, tergantung dari koefisien refleksi, lintasan dan sudut datangnya gelombang. Kondisi buruk akan terjadi saat gelombang langsung dan gelombang pantul memiliki beda fasa  $180^0$ . Pada kondisi yang demikian akan terjadi proses saling menghilangkan antara gelombang pantulnya. Perbedaan fasa sebesar  $180^0$  terjadi jika terdapat perbedaan jarak tempuh gelombang seperti pada persamaan berikut:

$$\Delta d = \frac{(2n-1)}{2} \lambda \quad (2-1)$$

Keterangan:

d : Jarak tempuh gelombang (m)

n : Jumlah pantulan (1,2,3,... dst)

$\lambda$  : Panjang gelombang (m)

Sedangkan kondisi terbaik akan dicapai jika gelombang langsung dan gelombang tidak langsung memiliki fasa yang sama atau kelipatan dari  $360^0$ . Perbedaan jarak tempuh gelombang langsung dan gelombang pantul pada kondisi ini dijelaskan dalam persamaan di bawah ini:

$$\Delta d = n \lambda \quad (2-2)$$

Keterangan:

d : Jarak tempuh gelombang (m)

n : Jumlah pantulan (1,2,3,... dst)

$\lambda$  : Panjang gelombang (m)

### 2.4.1 Propagasi *Outdoor* dan *Indoor*

#### a. Propagasi *Outdoor*

Cakupan area untuk propagasi *outdoor* sangat luas dan memiliki tingkat interferensi yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena propagasi gelombang pada ruang terbuka akan melewati penghalang yang lebih banyak, seperti gedung, rumah, pepohonan, gunung, bukit dan sebagainya, serta terpengaruh oleh cuaca.

#### b. Propagasi *Indoor*

Propagasi dalam ruangan (*indoor*) memiliki mekanisme yang sama seperti pada propagasi *outdoor*, yaitu pantulan, difraksi, dan hamburan, tetapi kondisinya bervariasi. Cakupan daerahnya dan variasi lingkungan yang lebih besar seiring dengan makin kecilnya jarak antara *transmitter* dan *receiver*. Propagasi *indoor* sangat dipengaruhi oleh hal-hal spesifik pada bangunan, seperti konstruksi material dan tipe bangunan.

### 2.4.2 Kanal Propagasi

Kanal merupakan suatu media transmisi yang digunakan untuk mentransmisikan informasi dari pemancar ke penerima. Dalam sistem nirkabel yang tentunya menggunakan medium *wireless*, terdapat dua macam gangguan yang dinilai memiliki efek signifikan terhadap sistem. Gangguan tersebut adalah:

#### a. *Noise* atau derau

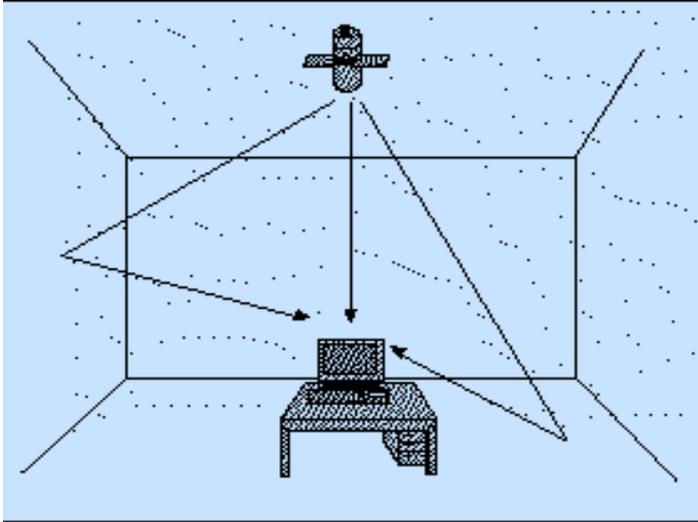
Merupakan gelombang elektromagnetik yang terdapat di alam dapat berasal dari bumi, matahari, galaksi dan lain-lain. Dalam sistem nirkabel, sinyal asli dapat bercampur dengan sinyal noise. Sehingga magnitudo sinyal total per satuan waktu merupakan penjumlahan kedua sinyal.

#### b. *Fading*

*Fading* merupakan fluktuasi amplitudo sinyal secara cepat dalam periode satu waktu tertentu yang disebabkan oleh diterimanya dua atau lebih sinyal oleh penerima akibat banyaknya lintasan sinyal. Pada proses transmisi, sinyal yang sampai dipenerima tidak hanya melewati satu jalur, tetapi datang dari berbagai jalur (*multipath*). Efek fading terhadap sinyal diantaranya mengakibatkan modulasi frekuensi yang acak yang disebabkan oleh perbedaan sinyal *multipath* berdasarkan efek *doppler*

### 2.4.3 *Multipath Fading*

Propagasi *multipath fading* adalah perambatan sinyal antara pemancar dan penerima melalui berbagai lintasan yang berbeda. Lintasan yang berbeda-beda tersebut mengakibatkan kuat sinyal penerimaan menjadi bervariasi. Sedangkan pengertian dari *multipath fading* atau *fading* yaitu *fading* yang terjadi akibat propagasi *multipath*. Sinyal yang diterima oleh penerima merupakan jumlah superposisi dari keseluruhan sinyal (Sinyal LOS dan sinyal hasil pemantulan) yang dipantulkan akibat banyak lintasan (*multipath*). Dalam propagasi *multipath* ini terdapat tiga mekanisme utama perambatan gelombang, yaitu refleksi (pemantulan), difraksi dan *scattering* (sebaran).



Gambar 2.13 Gejala *multipath fading*

Adanya *multipath* ini memungkinkan sinyal yang dikirim dapat diterima meskipun lintasan terhalang, namun hal ini sangat mempengaruhi pada penerimaan sinyal dan penerima. Berikut ini beberapa akibat yang dapat ditimbulkan oleh propagasi *multipath*:

- a. Sinyal RF hasil pemantulan menempuh jarak yang lebih jauh dan tiba lebih lama dibanding sinyal RF LOS.
- b. Sinyal yang dipantulkan mengalami rugi-rugi energi yang lebih besar karena jarak transmisi yang lebih panjang.
- c. Sinyal mengalami rugi-rugi akibat pemantulan oleh banyak objek.
- d. Terdapat banyak salinan dari suatu sinyal yang tiba di penerima pada fase yang berbeda. Jika fase-fase ini menjumlah secara destruktif, tingkatan sinyal relatif terhadap *noise* akan menurun. Hal ini akan menyebabkan deteksi sinyal pada penerima akan semakin sulit.
- e. Terjadi *intersymbol interference* (ISI).

## 2.5 Field Strength Analyzer



Gambar 2.14 Field strength analyzer

Sumber: datasheet

*Field strength analyzer* adalah alat ukur untuk mengukur kuat medan elektromagnetik pada antenna. *Field strength analyzer* mampu digunakan pada frekuensi hingga 2.9 GHz. Sebelum menggunakan alat ukur ini, terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan antenna referensi. Untuk mengetahui besarnya kuat medan elektromagnetik pada suatu antenna yang diukur, terlebih dahulu mengukur daya pada antenna, dan dihasilkan nilai daya dalam satuan dBm. Kemudian, antenna yang telah terukur dayanya dalam satuan dBm diubah kedalam satuan Watt dengan menggunakan rumus:

$$P \text{ (dBm)} = 10 \log \frac{P \text{ (watt)}}{10^{-3}} \quad (2-3)$$

$$P \text{ (mWatt)} = 10 \left( \frac{P \text{ dBm}}{10} \right) \quad (2-4)$$

$$P \text{ (Watt)} = \frac{10 \left( \frac{P \text{ dBm}}{10} \right)}{1000} \quad (2-5)$$

Setelah dikonversikan kedalam bentuk watt, besarnya medan elektromagnetik didapatkan dengan membagi nilai daya dalam watt dengan jarak dalam satuan meter.

## 2.6 *Wifi Overview 360*



Gambar 2.15 Tampilan perangkat lunak *wifi overview 360*

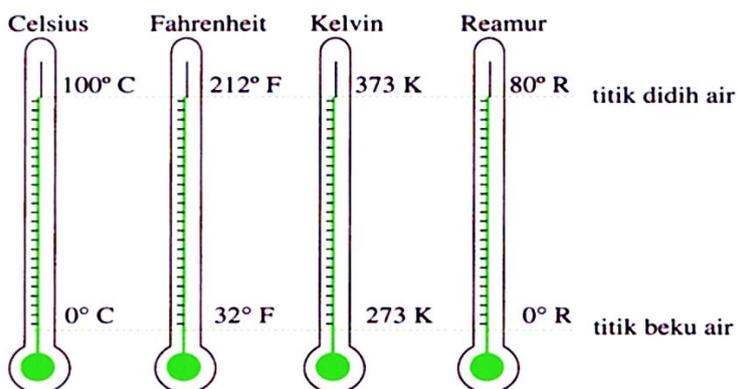
Aplikasi ini biasa digunakan untuk mengukur besar level daya yang diterima. Perangkat lunak ini dapat dipasang di PC atau *smartphone* dengan beberapa syarat yang harus dipenuhi baik itu dari segi spesifikasi PC / *smartphone* itu sendiri maupun dari segi versi yang cocok.

Selain itu, dengan *tool* ini pengguna dapat mengelola dan mengoptimalkan jaringan nirkabel yang digunakan untuk mendapatkan informasi rinci tentang WLAN atau SSID, kekuatan sinyal, nomor saluran, enkripsi terbuka atau tidak di lingkungan sekitar.

## 2.7 Pengertian Suhu/Temperatur

Suhu dapat didefinisikan sebagai derajat panas satu benda. Benda yang panas memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan benda yang dingin. Sebenarnya alat indera (kulit) tidak dapat menentukan suhu benda secara akurat, hanya berdasarkan perkiraan dan perasaan subjeknya saja. Hal ini dikarenakan alat indera memiliki keterbatasan, salah satunya tidak dapat digunakan untuk menyentuh benda yang terlalu panas atau terlalu dingin.

## 2.7.1 Mengubah Skala Suhu



Gambar 2.16 Pembagian derajat suhu pada empat skala termometer

Setiap termometer memiliki standar skala, skala termometer dibuat dengan dengan menentukan titik tetap. Titik tetap disini adalah titik tetap bawah (titik beku) dan titik tetap atas (titik didih). Berikut titik tetap masing-masing skala:

- Skala Celcius : memiliki titik tetap bawah 0, dan 100 sebagai titik tetap atas.
- Skala Fahrenheit : memiliki titik tetap bawah 32, dan 212 sebagai titik tetap atas.
- Skala Reamur : memiliki titik tetap bawah 0, dan 80 sebagai titik tetap atas.
- Skala Kelvin : memiliki titik tetap bawah 273 K, dan 373 K sebagai titik tetap atas.

Dari data di atas dapat diketahui bahwa  $0^{\circ}\text{C}=32^{\circ}\text{F}=0^{\circ}\text{R}$  dan  $100^{\circ}\text{C}=212^{\circ}\text{F}=80^{\circ}\text{R}$ . Berarti pada skala celcius terdapat 100 skala, pada skala fahrenheit terdapat 180 skala, dan pada skala reamur terdapat 80 skala. Perbandingan skalanya adalah:  $^{\circ}\text{C} : (^{\circ}\text{F}-32) : ^{\circ}\text{R} = 5 : 9 : 4$ , Jadi untuk mengubah suhu dari skala yang satu ke skala yang lain dapat menggunakan rumus pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4

Rumus untuk mengubah skala suhu

No.	Suhu yang diketahui	Suhu yang dicari	Rumus yang digunakan
1.	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{F} = 9/5 ^{\circ}\text{C} + 32$
2.	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} = 5/9 * (^{\circ}\text{F} - 32)$
3.	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{R} = 4/5 ^{\circ}\text{C}$
4.	$^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} = 5/4 ^{\circ}\text{R}$
5.	$^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{F} = 9/4 ^{\circ}\text{R} + 32$
6.	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{R} = 4/9 * (^{\circ}\text{F} - 32)$

### 2.7.2 Alat Untuk Mengukur Suhu



*Gambar 2.17* Termometer digital

Alat untuk mengukur suhu disebut termometer. Termometer memanfaatkan sifat termometrik suatu zat, yaitu perubahan sifat-sifat zat karena perubahan suhu zat tersebut. Termometer pertama kali ditemukan oleh Galileo Galilei (1564-1642). Termometer ini disebut termometer udara. Termometer udara terdiri dari sebuah bola kaca yang dilengkapi dengan sebatang pipa kaca panjang. Pipa tersebut dicelupkan ke dalam cairan berwarna. Ketika bola kaca dipanaskan, udara di dalam pipa akan mengembang sehingga sebagian udara keluar dari pipa. Namun, ketika bola didinginkan udara di dalam pipa menyusut sehingga sebagian air naik ke dalam pipa. Termometer udara peka terhadap perubahan suhu sehingga suhu udara saat itu dapat segera diketahui. Meskipun peka terhadap perubahan suhu, namun termometer ini harus dikoreksi setiap terjadi perubahan tekanan udara.

## 2.8 Pengaruh Temperatur Terhadap Level Daya

Banyak jaringan nirkabel yang beroperasi di luar rumah terkena perubahan kondisi cuaca, yang dapat menyebabkan degradasi parah pada kinerja sistem. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas radio link untuk mengurangi dampaknya dan menyesuaikan dengan berbagai kondisi. Hasilnya menunjukkan bahwa perubahan kondisi cuaca mempengaruhi kekuatan sinyal yang diterima. Dari variabel cuaca yang dipelajari, variasi kekuatan sinyal paling baik dijelaskan oleh variasi suhu/temperatur. Efek linier pada level daya secara umum, sedangkan kelembaban relatif tinggi mungkin memiliki beberapa efek, terutama saat suhu di bawah 0°C. Korelasi antara level daya dan variabel cuaca yang dipelajari bervariasi tergantung pada saluran radio dan link.