

## BAB II

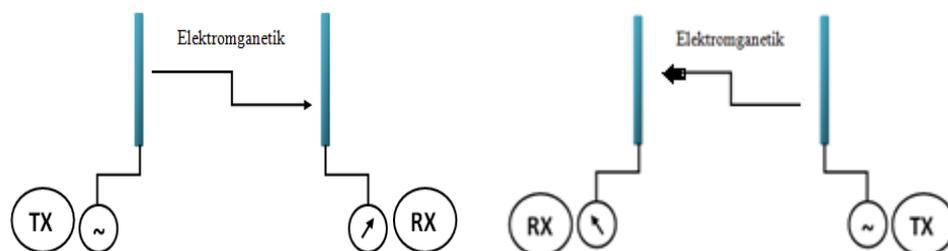
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Antena

##### 2.1.1. Pengertian Antena

Menurut IEEE *Standard Definitions of Terms of Antenna*, Antena didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk mengirim atau menerima gelombang radio. Secara garis besar, antena berfungsi sebagai transformator dari sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnet ataupun sebaliknya. Antena juga tergolong sebagai transduser karena dapat merubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya [9]. Antena merupakan perangkat radio yang bekerja mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya, yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubah menjadi sinyal listrik [3].

Antena yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik dikatakan transmitter. Antena yang mengubah sinyal elektromagnetik menjadi sinyal listrik dikatakan antena receiver. Sesuai dengan definisinya dapat dilihat bahwa antena mempunyai sifat kerja bolak-balik. Sifat kerja bolak-balik ini dikatakan sifat reciprocal dari antena. Dimana 1 buah antena dapat dioperasikan sebagai antena transmitter dan sekaligus sebagai antena receiver [3].



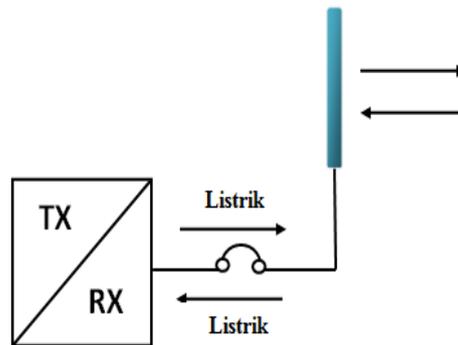
Gambar 2.1. Gambaran Sifat Reciprocal Antena <sup>[3]</sup>

### 2.1.2. Fungsi Antena

Berdasarkan definisi dari antena atau berdasarkan cara kerja antena maka antena memiliki 3 fungsi pokok yaitu :

#### 1. Antena berfungsi sebagai Konverter

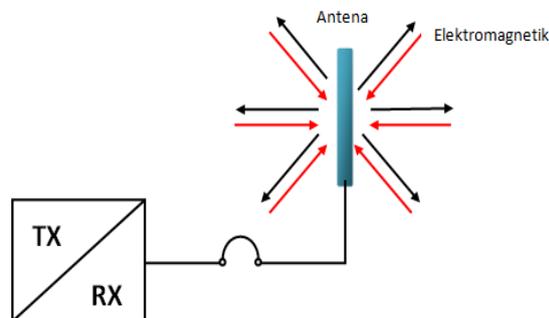
Antena dikatakan sebagai Konverter karena antena berfungsi mengubah bentuk sinyal yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik ataupun sebaliknya.



Gambar 2.2. Antena Sebagai Konverter<sup>[3]</sup>

#### 2. Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator

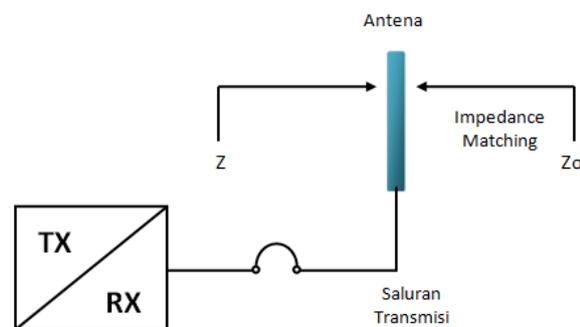
Antena berfungsi sebagai Radiator/Re-Radiator karena berfungsi sebagai peradiasi sinyal dimana sinyal elektromagnetik yang dihasilkan antena akan diradiasikan ke udara bebas sekelilingnya. Sebaliknya jika antenna menerima radiasi elektromagnetik dari udara bebas fungsinya dikatakan Re-Radiator. Jadi antena *transmitter* mempunyai fungsi Radiator sedangkan antena *receiver* mempunyai fungsi Re-Radiator.



Gambar 2.3. Antena Sebagai Radiator/Re-Radiator<sup>[3]</sup>

### 3. Antena berfungsi sebagai *Impedance Matching*

Antena berfungsi sebagai *Impedance Matching* karena pada saat antena tersebut bekerja antena akan selalu menyesuaikan *impedance system*. Sistem yang dimaksud adalah pesawat komunikasi dan udara bebas dimana antena merupakan jembatan antara pesawat komunikasi dengan udara bebas. Adapun impedansi yang disesuaikan tergantung pada jenis pesawat komunikasi, dimana untuk pesawat radio impedansinya  $75\Omega$ . Adapun udara bebas mempunyai karakteristik sebesar  $120\pi\Omega \approx 377\Omega$ .



Gambar 2.4. Antena Sebagai *Impedance Matching* <sup>[3]</sup>

- a. Jika antena berupa antena radio maka antena akan selalu menyesuaikan impedansi radio dengan impedansi udara bebas.
- b. Jika antena berupa antena TV maka akan selalu menyesuaikan impedansi TV dengan impedansi udara bebas.

## 2.2. Parameter Antena

Terdapat beberapa parameter sebuah antena yang perlu dipertimbangkan dalam memilih jenis antena untuk suatu aplikasi (termasuk untuk digunakan pada sebuah teleskop radio), yaitu pola radiasi, direktivitas, gain, dan polarisasi. Parameter-parameter ini umumnya sama pada sebuah antena, baik ketika antena tersebut menjadi peradiasi atau menjadi penerima, untuk suatu frekuensi, polarisasi, dan bidang irisan tertentu [5].

### 2.2.1. Penguatan (*Gain*)

Gain menunjukkan seberapa efisien sebuah antena dapat mentransformasi daya yang ada pada terminal masukan menjadi daya yang teradiasi pada arah tertentu. Dapat juga diartikan sebagai suatu besaran yang dihasilkan oleh perbandingan antara besar sinyal keluaran dan sinyal masukan dalam logaritmi 10 dengan satuan dB [9]. Ada dua jenis parameter penguatan (*Gain*) yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antaraintensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena ( $P_{in}$ ) dibagi dengan  $4\pi$ . *Absolute gain* ini dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini [12].

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (2 - 1)$$

Dimana :

Gain = *Absolute gain*

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\phi$  = Himpunan Kosong

$P_{in}$  = Daya yang diterima oleh Antena

Selain *absolute gain* juga ada *relative gain*. *Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antena referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama di antara kedua antena itu. Akan tetapi, antena referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ( $P_{in}(lossless)$ ) [12]. Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut:

$$Gain = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(lossless)} \quad (2 - 2)$$

Dimana :

Gain = *Absolute gain*

$\pi$  = pi (3,14)

$\theta$  = sudut teta

$\emptyset$  = Himpunan Kosong

$P_{in}(lossless)$  = Sumber isotropik yang *lossless*

Jika arah tidak ditentukan, maka perolehan daya biasanya diperoleh dari arah radiasi maksimum.

Gain total antenna uji secara sederhana dirumuskan oleh persamaan

$$G_t \text{ (dB)} = (P_t \text{ (dBm)} - P_s \text{ (dBm)}) + G_s \text{ (dB)} \quad (2-3)$$

Dimana :

$G_t$  = Gain antenna mikrostrip

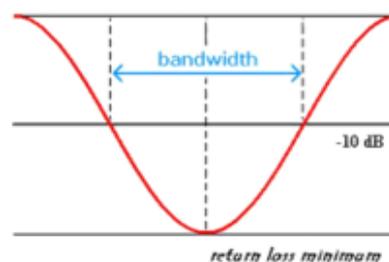
$P_t$  = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna mikrostrip

$P_s$  = Nilai level sinyal maksimum yang diterima GSM

$G_s$  = Gain GSM

### 2.2.2. Bandwidth

*Bandwidth* suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dari kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *bandwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, *VSWR*, *return loss*, *axial ratio*) yang sesuai dengan spesifikasi standar [1]. Pada rentang frekuensi tersebut, antenna diusahakan dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik pada *band* frekuensi tertentu.



Gambar 2.5. Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth* [5]

*Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2-4)$$

dimana :

$f_2$  = frekuensi tertinggi

$f_l$  = frekuensi terendah

$f_c$  = frekuensi tengah

### 2.2.3. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah rasio perbandingan antara gelombang datang dan gelombang pantul sehingga kedua gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V|_{\max}$ ) dengan minimum ( $|V|_{\min}$ ). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) [9].

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2-5)$$

Dimana  $Z_L$  adalah impedansi beban (*load*) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka :

- a.  $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- b.  $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna,
- c.  $\Gamma = +1$ : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah;

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1 + |\tau|}{1 - |\tau|} \quad (2-6)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ( $S=1$ ) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah  $VSWR \leq 2$  [9].

#### 2.2.4. Return Loss

*Return Loss* pada dasarnya memiliki asal yang saling besinergi dengan VSWR yaitu terjadinya pencampuran antara gelombang yang ditransmisikan dan gelombang yang dipantulkan yang sama-sama menentukan *matching* antara perangkat *transmitter* dengan antenna [sm]. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan ( $V_0^-$ ) dibanding dengan gelombang yang dikirim ( $V_0^+$ ). *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi [12].

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2-7)$$

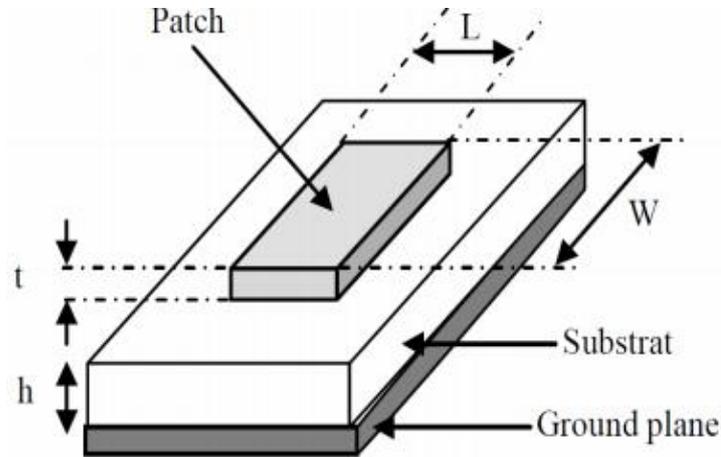
$$\text{Return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2-8)$$

Dengan menggunakan nilai  $VSWR \leq 2$  maka diperoleh nilai *return loss* yang dibutuhkan adalah di bawah -9,5 dB. Dengan nilai ini, dapat dikatakan bahwa nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah dapat dianggap *matching*.

#### 2.2.5. Polarisasi

Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda. Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips) [12].

### 2.3. Antena Mikrostrip



Gambar 2.6. Struktur Antena Mikrostrip <sup>[5]</sup>

Antena mikrostrip merupakan suatu konduktor metal yang menempel di atas ground plane yang diantaranya terdapat bahan substrat dielektrik. Secara umum antenna mikrostrip terdiri atas tiga bagian yaitu patch, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak diatas substrat sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah [10]. Antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi yang rendah [11].

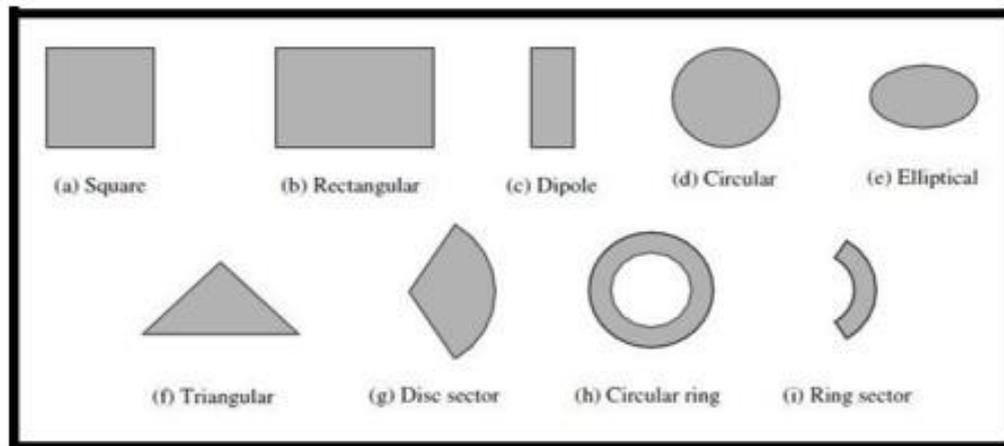
#### 2.3.1 Conducting Patch

*Conducting patch* atau *patch* adalah bagian paling atas dari lapisan *substrate* antena *mikrostrip*. *Patch* terbuat dari bahan konduktor. Pada lapisan ini dapat dibentuk sesuai dengan antena yang diinginkan berdasarkan bentuk *patch*-nya, seperti lingkaran, *rectangular*, segitiga, ataupun berbentuk *circular ring* [1].

Berdasarkan bentuk *patch*-nya antena mikrostrip terbagi menjadi :

- a. Antena mikrostrip *patch* persegi panjang (*rectangular*)
- b. Antena mikrostrip *patch* persegi (*square*)
- c. Antena mikrostrip *patch* lingkaran (*circular*)
- d. Antena mikrostrip *patch* elips (*elliptical*)

- e. Antena mikrostrip *patch* segitiga (*triangular*)
- f. Antena mikrostrip *patch* *circular ring*



Gambar 2.7. Jenis Patch Antena Mikrostrip<sup>[5]</sup>

### 2.3.2 Substrat Dielektrik

*Dielectric substrate* merupakan lapisan yang terdapat di bagian tengah *substrate* yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*. Bahan dielektrik adalah bahan yang digunakan pada bagian ini dengan permitivitas relatif tertentu sesuai dengan kebutuhan perancangan. Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Pada antena mikrostrip, semakin tinggi besar permitivitas relatif, ukuran *conducting patch* akan semakin kecil dan sebagai akibatnya memperkecil daerah radiasi. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antena adalah pada *bandwidth* [1].

### 2.3.3 Ground plane.

Bagian terakhir atau bagian paling bawah dari substrat adalah *groundplane* biasanya terbuat dari bahan *konduktor* yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan dari gelombang elektromagnetik [1]. *Groundplane* pada antena berpengaruh pada nilai parameter antena yaitu *Return*

*loss*, *VSWR*, dan *Gain*. Semakin baik bentuk *groundplane* pada antenna maka akan semakin baik pula hasil parameter pada antenna, hal ini tentu saja mempengaruhi kinerja suatu antenna [1].

### 2.3.4. Pada antenna mikrostrip terdapat ukuran dimensi antenna

a. *Patch*

$$Wp = \frac{c}{2f^0 \sqrt{\frac{\epsilon r + 1}{2}}} \quad (2-9)$$

Dimana :

$c$  = Kecepatan Cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)

$f$  = Frekuensi Antena

$\epsilon r$  = Permittivitas relative substrat (4.3)

Dimana nilai;

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{wp}}} \right] \quad (2 - 10)$$

Dimana :

$\epsilon_{eff}$  = Permittivitas efektif substrat

$Wp$  = Lebar Patch

$h$  = Tebal Substrat

Sedangkan untuk mendapatkan nilai panjang *patch* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_{eff} = \frac{c}{2f^0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2-11)$$

Dimana;

$$\Delta L = 0.412h \left[ \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left( \frac{w}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left( \frac{w}{h} + 0.8 \right)} \right] \quad (2-12)$$

maka didapat hasil untuk panjang *patch*

$$Lp = L_{eff} - 2 \Delta L$$

b. *Groundplane*

Untuk mendapatkan nilai lebar dan panjang *groundplane* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_g = 6h + 3L_p + L_f \quad (2-13)$$

Dimana :

$L_g$  = Panjang *Groundplane*

$h$  = Tebal Substrat (1,6)

$L_p$  = Panjang Patch

$L_f$  = Panjang Pencatu

$$W_g = 6h + 4W_p \quad (2-14)$$

Dimana :

$W_g$  = Lebar *Groundplane*

$W_p$  = Lebar Patch

c. Pencatu

Untuk menghitung nilai saluran pencatu digunakan rumus sebagai berikut:

Untuk nilai lebar saluran pencatu ( $W_f$ ) :

$$wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.039 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dan untuk lebar pencatu ( $l_f$ ) digunakan rumus sebagai berikut:

$$l_f = \frac{90^\circ \times \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right)}{\sqrt{\epsilon_{eff}} k_0} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R + 1}{2} + \frac{\epsilon_R - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12\left(\frac{h}{w}\right)}} \right] \dots\dots\dots (2.18)$$

$$k_0 = \frac{2\pi f}{c} \dots\dots\dots (2.19)$$

#### 2.4. *Array*

Antena mikrostrip memiliki banyak cara dalam mengoptimalkan nilai parameter sesuai ketentuan antenna yang berlaku. Array merupakan salah satu bagian metode tersebut yang pada umumnya tersusun atas beberapa elemen peradiasi berupa susunan geometri dengan metode susunan tertentu sehingga didapatkan pola radiasi yang diinginkan. Tujuan utama dalam konfigurasi array adalah untuk meningkatkan efisiensi, direktivitas, bandwidth dan gain dari antenna. Dipandang dari segi besar arus caruan, maka dapat digolongkan menjadi uniform dan non uniform. Disebut uniform ketika besar arus baikmagnitudo dan fas catuan dari tiap elemen adalah sama. Dan non uniform dengan besar catuan arus tiap elemen berbeda memberikan level side lobe yang lebih kecil [10].

#### 2.5. *Wireless Fidelity (WiFi)*

WiFi merupakan kependekan dari *Wireless Fidelity* yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. WiFi menggunakan standar komunikasi IEEE 802.11, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. 802.11 adalah standar IEEE untuk W-LAN *indoor*[4].



Gambar 2.8. Logo WiFi <sup>[4]</sup>

Perancangan teknologi WiFi didasarkan pada peraturan spesifikasi IEEE 802.11 yang terdiri dari empat variasi dari 802.11 sebagai berikut :

1. 802.11a
2. 802.11b
3. 802.11g

#### 4. 802.11n

Tabel 2.1 Spesifikasi WiFi

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi	Cocok Dengan
802.11b	11 Mb/s	2.4 GHz	B
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	A
802.11g	54 Mb/s	2.4 GHz	b, g
802.11n	100 Mb/s	2.4 GHz	b, g, n

Terdapat kelebihan dan tingkat kemampuan yang berbeda-beda pada variasi di atas terutama dari segi kecepatan akses data. 802.11g dan 802.11n merupakan produk terbaru yang diaplikasikan pada perangkat dan mulai diperkenalkan pada pengguna pada tahun 2005 [4]. Dibelahan dunia frekuensi yang digunakan adalah WiFi, pengguna tidak perlu mendapatkan izin pada pengatur local (misal, Komisi Komunikasi Federal di A.S). 802.11a menggunakan frekuensi yang tinggi, sehingga jangkauannya sempit, lainnya sama. Versi WiFi yang paling luas dalam pasaran AS sekarang (berdasarkan IEEE 802.11b/g) beroperasi pada frekuensi 2.400 MHz sampai 2.483,50 MHz [4].

#### 2.6. CST Studio

CST Menawarkan solusi komputasi yang akurat dan efisien untuk desain dan analisis elektromagnetik. Perangkat lunak simulasi 3D EM kami user-friendly dan memungkinkan Anda untuk memilih metode yang paling tepat untuk desain dan optimalisasi perangkat yang beroperasi dalam berbagai frekuensi [5].

#### 2.7. Wireless USB Adapter TP Link

*USB Wireless* merupakan suatu perangkat jaringan yang bertugas untuk membagi koneksi WiFi dari satu PC/Komputer ke PC/Komputer lain. Wireless N USB Adapter TL-WN722N memungkinkan kita untuk menghubungkan *computer* atau *notebook* ke jaringan nirkabel dan akses internet berkecepatan tinggi.

Memenuhi standar IEEE 802.11n memberikan kesempatan kecepatan nirkabel hingga 150 Mbps, yang bermanfaat untuk game online atau bahkan video streaming [7].



Gambar 2.9. *Wireless USB Adapter TL-WN722N* [7]

TL-WN722N dilengkapi CD dengan utilitas yang membantu menyelesaikan instalasi perangkat lunak dan pengaturan jaringan nirkabel, termasuk konfigurasi keamanan dan koneksi nirkabel, yang nyaman bagi pengguna dan bahkan bagi pengguna pemula [7]. Dengan keamanan koneksi WiFi, enkripsi WEP saat ini bukanlah enkripsi yang terbaik dan paling aman. TL-WN277N menyediakan enkripsi WPA/WPA2 yang diubah oleh kelompok industri aliansi WiFi, mempromosikan interpretabilities dan keamanan untuk WLAN [7]. Berdasarkan teknologi IEEE 802.11n, TL-WN722N menunjukkan kemampuan lebih baik mengurangi kehilangan data jarak jauh dan melalui rintangan di kantor kecil atau apartemen besar, bahkan dalam bangunan baja dan beton [7].

## **2.8. Xirrus WiFi Inspector**

Xirrus WiFi Inspector adalah sebuah aplikasi pembantu wifi dalam menangkap sinyal yang lemah atau jauh dari jangkauan card wifi dengan memantau jaringan WiFi, mengelo operasi WiFi dan memecahkan masalah WiFi pada windows XP, Vista, atau Windows 7 [8]. Biasanya program Xirrus ini akan membantu Card WiFi di laptop untuk memonitoring dan menjangkau area sekitar WiFi. setelah Xirrus Inspector menscan wifi di area sekitar, maka otomatis aplikasi ini akan menampilkan secara detail informasi dari sinyal WiFi tersebut berupa router yang digunakan atau WiFi bersifat secured atau unsecured dari masing-

masing WiFi tersebut, manajemen koneksi WiFi pada laptop, dan alat untuk memecahkan masalah konektivitas WiFi. yang istimewanya dari Xirus ini adalah adanya tampilan pendeteksi SSID berupa radar, selain itu informasi SSID yang ditampilkan dari aplikasi ini lengkap, selain itu juga disediakan menu untuk mengetes kecepatan, kualitas, dan koneksi pada jaringan yang digunakan [8].