BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Antena

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara, dan sebaliknya. Saluran transmisi adalah alat yang berfungsi sebagai penghantar atau penyalur energi gelombang elektromagnetik. Suatu sumber yang dihubungkan dengan saluran transmisi yang tak berhingga panjangnya menimbulkan gelombang berjalan yang *uniform* sepanjang saluran itu. Jika saluran ini dihubung singkat maka akan muncul gelombang berdiri yang disebabkan oleh interferensi gelombang datang dengan gelombang yang dipantulkan. Jika gelombang datang sama besar dengan gelombang yang dipantulkan akan dihasilkan gelombang berdiri murni. Konsentrasi-konsentrasi energi pada gelombang berdiri ini berosilasi dari energi listrik seluruhnya ke energi magnet total dua kali setiap periode gelombang itu

Antena merupakan sebuah perangkat yang digunakan memancar dan atau menerima gelombang elektromagnetik secara efisien. Sebagai contoh penggunaan antena yaitu;

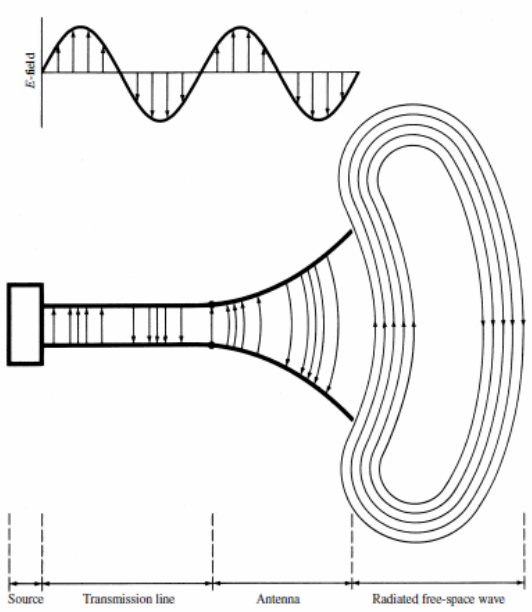
a. Komunikasi Tanpa Kabel

(*Wireless Communication*) berupa sistem komunikasi personal (PCS), sistem *Global Positioning Satellite* (GPS), *Wireless Local Area Netrworks* (WLAN), *Direct Broadcast Satellite* (DBS) *Television*, *Mobile Communications, Telephone Microwave/Satellite Links, Broadcast Television* dan Radio, dan lainnya.

b. Penginderaan jauh (*Remote Sensing*)

Berupa Radar (Penginderaan Jauh aktif yang bekerja meradiasi dan menerima gelombang), Pemakaian untuk militer sebagai pencari target dan tracking, radar cuaca, pengaturan lalu lintas udara, deteksi kecepatan mobil, pengatur lalu lintas (*magnetometer*), ground penetrating radar (GPR), pemakaian untuk pertanian. *Radiometry* adalah Penginderaan jauh pasif yang bekerja dengan cara menerima emisi gelombang. Penggunaan militer dalam bentuk perlakuan gelombang dan penggabungan sinyal.

Gambar 2.1 memperlihatkan sumber atau pemancar yang dihubungkan dengan sebuah saluran transmisi ke antena. Jika saluran transmisi disesuaikan dengan impedansi antena, maka hanya akan ada gelombang berjalan ke arah antena saja. Di daerah antena energi diteruskan ke ruang bebas sehingga daerah ini merupakan transisi antara gelombang terbimbing dengan gelombang bebas.



Gambar 2.1 Antena sebagai peralatan transisi

2.2 Daerah Medan Antena

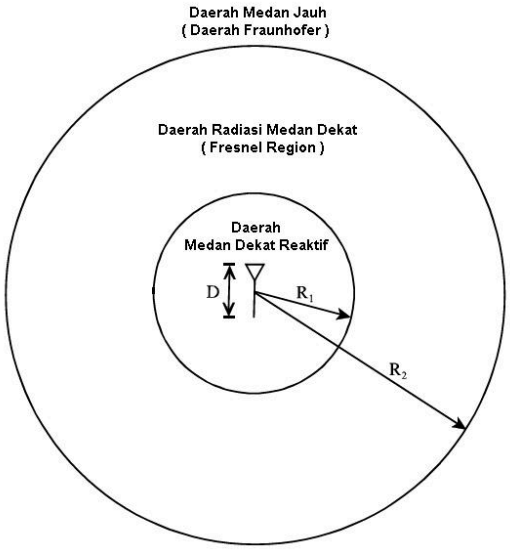
Daerah antena merupakan pembatas dari karakteristik gelombang elektromagnetika yang dipancarkan oleh antena. Pembagian daerah di sekitar antena dibuat untuk mempermudah pengamatan struktur medan di masing-masing darah antena tersebut. Gambar 2.2 menjelaskan tentang daerah-daerah di sekitar antena .

Daerah – daerah medan antena :

A. Daerah medan dekat reaktif yang merupakan daerah yang berada disekitar antena dimana medan reaktif sangat dominan (energi tersimpan – gelombang berdiri).

B. Daerah medan dekat Fresnel yang merupakan daerah antara medan dekat reaktif dan medan jauh dimana radiasi medan sangat dominan dan distribusi medan tergantung jarak dari antena.

C. Daerah medan jauh *Fraunhofer* merupakan daerah paling terjauh dari antena dimana distribusime dan secara esensial berdiri sendiri dari jarak antena sumber (propagasi gelombang).



Gambar 2.2 Daerah-daerah medan antenna

2.3 Parameter Antena

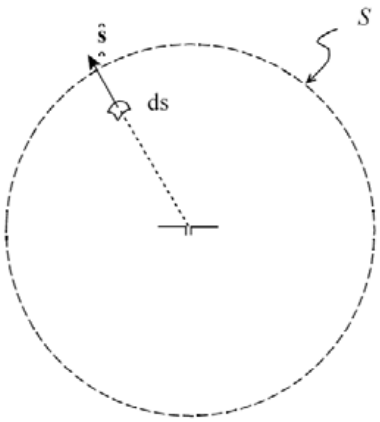
Kinerja dan daya guna suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antena tersebut . Beberapa dari parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain.

2.3.1 Daya Radiasi

Untuk menentukan daya radiasi rata – rata oleh sebuah antena, kita mulai dengan vektor *pointing* sesaat $\overline{S}$ (vektor densitas daya) yang didefinisikan sebagai persamaan,

$$\overline{S} = \overline{E} x \overline{H} \tag{2.1}$$

diasumsikan bahwa antena dibatasi oleh permukaan S,



Gambar 2.3 Daerah Radiasi dengan permukaan S

2.3.2 Intensitas Radiasi

Intensitas radiasi merupakan daya radiasi per sudut soliditas (normalisasi daya radiasi terhadap sebuah satuan spheris).

$$P_{rad} = \oint_S \overline{P}_{rata-rata}\, ds \tag{2.2}$$

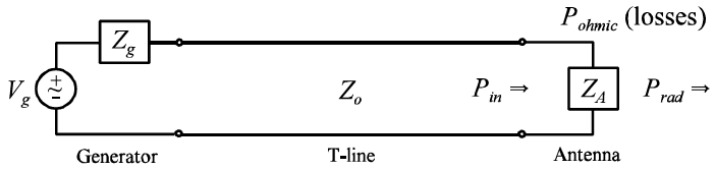
2.3.3 Keterarahan

Keterarahan ini dimaksudkan sebagai perbandingan intensitas radiasi pada arah tertentu dari sebuah antena terhadap intensitas radiasi rata-rata keseluruh arah. Persamaan keterarahan ini dapat dituliskan persamaan yaitu,

$$D(\theta,\phi) = \frac{U(\theta,\phi)}{U_{rata-rata}} = \frac{4\pi U(\theta,\phi)}{P_{rad}} \tag{2.3}$$

2.3.4 Efisiensi Antena

Ketika antena dikendalikan oleh sumber tegangan (generator), maka daya radiasi antena tidak akan seluruhnya untuk dipancarkan ke antena dari sumber tegangan. Faktor rugi-rugi sangat berpengaruh terhadap efisiensi antena serta dapat diidentifikasi dengan contoh umum sebuah generator dihubungkan terhadap sebuah antena pemancar melalui saluran transmisi seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Transmisi saluran dari generator menuju antenna.

2.3.5 Penguatan Antena (*Gain*)

Definisi daripada keterarahan antena dan penguatan antena secara esensialnya mempunyai kesamaan kecuali pada bagian daya yang digunakan. Keterarahan merupakan perbandingan antara densitas daya radiasi antena pada jarak titiktertentu terhadap daya radiasi total antena secara isotropis. Penguatan merupakan perbandingan densitas radiasi antena pada jarak titik tertentu terhadap

daya input total antena yang diradiasikan secara isotropis. Maka, penguatan antena akan tergantung pada daya total yang melayani terminal masukan antena, serta perhitungan untuk rugi-rugi ohmic pada antena dilakukan ketika keterarahan tergantung pada daya total radiasi dan tidak termasuk efek rugi-rugi ohmic.

$$gain = 4\pi \frac{U(\theta,\phi)}{P_{in}} \tag{2.4}$$

2.3.6 Impedansi Antena

Impedansi input suatu antena adalah impedansi pada terminalnya. Impedansi input akan dipengaruhi oleh antena-antena lain atau obyek-obyek yang dekat dengannya. Untuk mempermudah dalam pembahasan diasumsikan antena terisolasi.

Impedansi antena terdiri dari bagain riil dan imajiner, yang dapat dinyatakan dengan :

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} \tag{2.5}$$

Resistansi input (R_{in}) menyatakan tahanan disipasi. Daya dapat terdisipasi melalui dua cara, yaitu karena panas pada srtuktur antena yang berkaitan dengan perangkat keras dan daya yang meninggalkan antena dan tidak kembali (teradiasi). Reaktansi input (X_{in}) menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat dari antena.

2.3.7 *Bandwidth*

Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemacar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada *range* frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu. Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif adalah bahwa distribusi arus dan impedansi dari antena

pada *range* frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti. Sehingga pola radiasi yang sudah direncanakan serta VSWR yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Daerah frekuensi kerja dimana antena masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth antenna.* Suatu misal sebuah antena bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_C, namun ia juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_1 (di bawah f_C) sampai dengan f_2 (di atas f_C), maka lebar *bandwidth* dari antena tersebut adalah ($f_1 - f_2$). Tetapi apabila dinyatakan dalam prosen, maka *bandwidth* antena tersebut adalah :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} x100\% \qquad (2.6)$$

Bandwidth yang dinyatakan dalam prosen seperti ini biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* antena-antena yang memliki *band* sempit (*narrow band*). Sedangkan untuk *band* yang lebar (*broad band*) biasanya digunakan definsi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah.

$$BW = \frac{f_2}{f_1} \qquad (2.7)$$

Suatu antena digolongkan sebagai antena *broad band* apabila impedansi dan pola radiasi dari antena itu tidak mengalami perubahan yang berarti untuk $f_2 / f_1 > 1$. Batasan yang digunakan untuk mendapatkan f_2 dan f_1 adalah ditentukan oleh harga *VSWR = 1.*

Bandwidth antena sangat dipengaruhi oleh luas penampang konduktor yang digunakan serta susunan fisiknya (bentuk geometrinya). Misalnya pada antena *dipole,* ia akan mempunyai *bandwidth* yang semakin lebar apabila penampang konduktor yang digunakannya semakin besar. Demikian pula pada

antena yang mempunyai susunan fisik yang berubah secara *smoth*, biasanya iapun akan menghasilkan pola radiasi dan impedansi input yang berubah secara *smoth* terhadap perubahan frekuensi (misalnya pada antena *biconical*, *log periodic,* dan sebagainya*).* Selain daripada itu, pada jenis antena gelombang berjalan (*tavelling wave*) ternyata ditemukan lebih lebar range frekuensi kerjanya daripada antena resonan.

2.3.8 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah kemampuan suatu antenna untuk bekerja pada frekuensi yang diinginkan. Pengukuran VSWR behubungan dengan pengukuran koefisien refleksi dari antenna tersebut. Perbandingan level tegangan yang kembali ke pemancar (V_-) dan yang dating menuju beban (V_+) ke sumbernya lazim disebut koefisien pantul atau koefisien refleksi yang dinyatakan dengan symbol "Γ".

$$\Gamma = \frac{V_-}{V_+} \tag{2.8}$$

hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban/antena (Z_l) dapat ditulis :

$$\Gamma = \frac{Z_l - Z_o}{Z_l - Z_o} \tag{2.9}$$

harga koefisien refleksi ini dapat bervariasi antara 0 (tanpa pantulan/*match*) sampai 1, yang berarti sinyal yang dating ke beban seluruhnya dipantulkan kembali ke sumbernya semula. Maka untuk pengukuran *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, dinyatakan sebagai berikut :

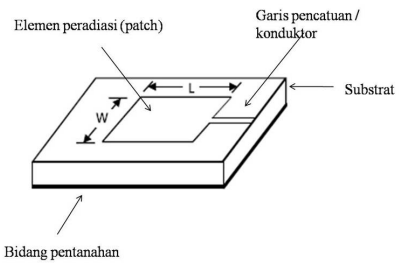
$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \tag{2.10}$$

besarnya VSWR yang ideal adalah 1, yang berarti semua daya yang diradiasikan antenna pemancar diterima oleh antenna penerima (*match*). Semakin besar nilai VSWR menunjukan bahwa daya yang dipantulkan juga semakin besar dan tidak *match*. Dalam prakteknya VSWR harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

2.4 Antena Mikrostrip

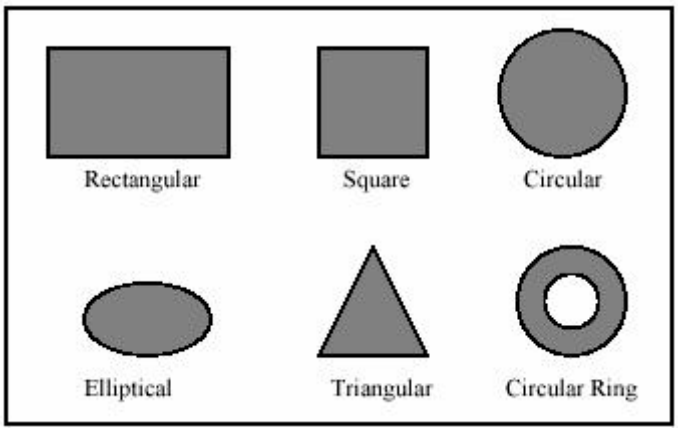
Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran.

Antena microstrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik seperti tampak pada Gambar 2.5 Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk dipabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat di-integrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi rendah.



Gambar 2.5 Struktur Antena Mikrostrip dengan Garis Pencatuan

Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis. Adapun jenis-jenis antena microstrip terlihat pada Gambar2.6.



Gambar 2.6 Jenis *patch* antena mikrostrip

Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena *wireless* yang paling popular digunakan saat ini. Ada beberapa alasan kenapa antena microstrip sangat terkenal :

a. Sangat mudah dipabrikasi.
b. Selaras dengan permukaan non-planar
c. Sangat murah karena hanya dengan menggunakan papan cetak sirkuit
d. Fleksibel sehingga menghasilkan berbagai macam pola dan polarisasi yang berbeda
e. strukturnya sangat kuat

2.4.1 Model *Cavity*

Untuk menganalisi sebuah antena microstrip, maka diperlukan sebuah pemodelan yang dapat menggambarkan kondisi antena ke dalam sebuah kondisin persamaan yang dapat dianalisis secara kuat. Berbagai pemodelan untuk antena

mikrostrip tersebut telah banyak dikemangkan dan satu diantaranya yang populer adalah model *cavity.*

Pada model *cavity*, daerah interior yaitu ruang antara *patch* dan *ground plane* diasumsikan sebagai sebuah ruang (*cavity*) yang dilingkari oleh suatu dinding magnetik sepanjang tepinya, dan diapit oleh dinding elektrik dari atas dan bawah. Model *cavity* dari sebuah antena mikrostrip diperlihatkan pada Gambar 2.7. Beberapa asumsi model *cavity* berdasarkan observasi dari substrat tipis ($h<<\lambda 0$).

a. Medan di daerah interior tidak bervariasi dengan z ($\partial/\partial z \equiv 0$) karena substrat sangat tipis ($h<<\lambda 0$).
b. Medan elektrik hanya muncul dalam arah z, Ez saja, dan medan magnetis hanya ada komponen *transvers*-nya saja (Hx, dan Hy) di daerah yang dibatasi oleh *patch* dan *ground plane*. Observasi ini juga memperhatikan dinding elektris atas bawah.
c. Patch arus listrik tidak mempunyai komponen normal pada ujung metal, yang termasuk komponen tangensial dari sepanjang sisi diabaikan,

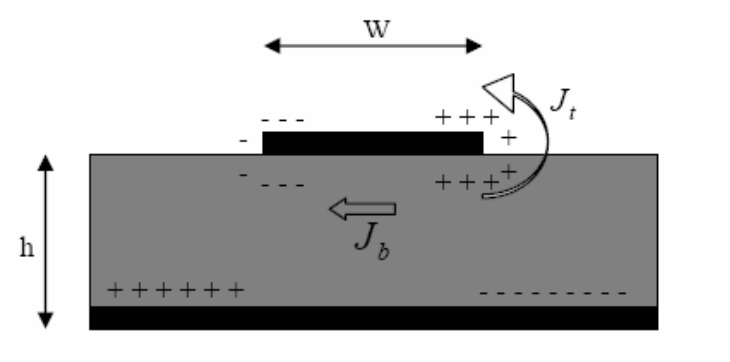
Model *cavity* ini menggunakan persamaan Maxwell. Adapun persamaan Maxwell untuk daerah dibawah *patch* adalah sebagai berikut:

$$\nabla x E = -j\omega\mu_0 H \tag{2.11}$$

$$\nabla . H = j\omega\varepsilon E + J \tag{2.12}$$

$$\nabla . E = \rho/\varepsilon \tag{2.13}$$

$$\nabla . H = 0 \tag{2.14}$$



Gambar 2.7 distribusi muatan dan densitas arus yang terbentuk pada *patch microstrip.*

Ketika suatu patch diberikan daya, maka akan terjadi distribusi muatan seperti yang terlihat pada bagian atas dan bawah dari permuakaan elemen peradiasi dan pada bagian *ground plane* (Gambar 2.7). Distribusi muatan ini diatur dengan dua mekanisme yaitu mekanisme aktraktif dan mekanisme repulsif. Mekanisme aktraktif terjadi antara dua muatan yang berlawanan yaitu pada bagian bawah *patch* dan bagian *ground plane* yang cenderung untuk mempertahankan kosentrasi muatan pada bagian bawah *patch*. Mekanisme repulsif terjadi antara muatan yang terdapat pada bagian bawah *patch*. Hal tersebut akan menyebabkan beberapa muatan terdorong dari bagian bawah patch ke bagian atas dari *patch*. Pergerakan muatan ini akan menyebabkan arus mengalir pada bagian bawah dan atas dari patch. Kedua jenis mekanisme ini dperlihatkan pada Gambar 2.7 beserta dengan kerapatan arusnya (*J*). Dapat diasumsikan bahwa besarnya arus yang mengalir ke atas permukaan *patch* adalah nol, sehingga tidak menyebabkan adanya medan magnet tangensial ke ujung patch. Hal ini menyebabkan keempat dinding samping menyerupai permukaan magnet konduksi yang sempurna sehingga tidak mengganggu medan magnetik menyebabkan distribusi medan elektrik tetap berada di bawah permukaan *patch*.

2.4.2 Parameter Umum Antena Mikrostrip

Untuk dapat melihat kerja dari antena *microstrip*, maka perlu diamati parameter – parameter pada *microstrip*. Beberapa parameter umum dijelaskan sebagai berikut.

2.4.2.1 Dimensi Antena

Untuk mencari dimensi antena *microstrip* (*W* dan *L*), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (*h*), konstanta dielektrik (ε_r), tebal konduktor (*t*) dan rugi – rugi bahan. Panjang antena *microstrip* harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena *microstrip* (*W*) impedansi input juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena *microstrip* dapat menggunakan persamaan :

$$W = \frac{c}{2f_0\sqrt{\frac{(\varepsilon_r + 1)}{2}}} \tag{2.15}$$

dimana :

W = lebar konduktor
ε_r = konstanta dielektrik
c = kecepatan cahaya di ruang hampa
f_0 = frekuensi kerja antenna

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (*L*) diperlukan parameter Δ*L* yang merupakan pertambahan panjang dari *L* akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari *L* (Δ*L*) tersebut dirumuskan dengan :

$$\Delta L = 0{,}412h\frac{\left(\varepsilon_{reff}+0{,}3\right)\left(\frac{W}{h}+0{,}264\right)}{\left(\varepsilon_{reff}-0{,}258\right)\left(\frac{W}{h}+0{,}8\right)} \tag{2.16}$$

Dimana *h* merupakan tinggi substrat atau tebal substrat, dan ε_{reff} adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan sebagai :

$$\varepsilon_{reff} = \frac{\varepsilon_r+1}{2}+\frac{\varepsilon_r-1}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+12\,h/W}}\right) \tag{2.17}$$

Dengan panjang *patch* (*L*) dirumuskan oleh :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \tag{2.18}$$

dimana L_{eff} merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \tag{2.19}$$

2.4.2.2 Teknik Pencatuan

Antena *microstrip* dapat dicatu dengan beberapa metode. Metode-metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu terhubung (*contacting*) dan tidak terhubung (*non-contacting*). Pada metode terhubung, daya RF dicatukan secara langsung ke *patch* radiator dengan menggunakan elemen penghubung. Pada metode tidak terhubung, dilakukan pengkopelan medan elektromagnetik untuk menyalurkan daya di antena saluran *microstrip* dengan *patch*. Beberapa teknik pencatuan yang sering digunakan, yaitu : teknik *microstrip line*, *coaxial probe*, *aperture coupling* dan *proximity coupling*. Dalam hal ini perancangan dilakukan dengan teknik pencatu *microstrip line*.

2.4.2.3 Lebar Pencatu (Feed Point)

Setelah menghitung panjang dan lebar dari *patch* untuk *substrate* yang telah diberikan, langkah selanjutnya adalah menentukan lebar pencatu, panjang pencatu dimana dalam perancangan ini besarnya panjang pencatu sangat mempengaruhi nilai VSWR dan besarnya lebar (*W*) sangat mempengaruhi nilai panjang pencatu dapat dituliskan dalam persamaan :

$$y_f = \frac{W}{2} \tag{2.20}$$

dan untuk lebar pencatu sangat dipengaruhi dengan tinggi bahan *substrate* dan jenis bahan *substrate* yang digunakan. Dapat dituliskan dalam persamaan :

$$w_f = \frac{8h\exp(A)}{\exp(2A)-2} \tag{2.21}$$

dimana,

$$A = \frac{Z_0}{60}\left\{\frac{\varepsilon_r+1}{2}\right\}^{1/2} + \frac{\varepsilon_r-1}{\varepsilon_r-1}\left\{0.23+\frac{0,11}{\varepsilon_r}\right\} \tag{2.22}$$

untuk mencari dimana letak posisi pencatu dapat dicari dengan rumus :

$$x_f = \frac{L}{2\sqrt{\in_{re}(L)}} \tag{2.23}$$

dimana,

$$\in_{re(L)} = \frac{\varepsilon_r+1}{2} + \frac{\varepsilon_r-1}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+12\,h/L}}\right) \tag{2.24}$$

2.5 WLAN (*Wireless Local Area Network)*

Pada akhir 1970-an IBM mengeluarkan hasil percobaan mereka dalam merancang WLAN dengan teknologi IR, perusahaan lain seperti Hewlett-Packard (HP) menguji WLAN dengan RF. Kedua perusahaan tersebut hanya mencapai data rate 100 Kbps. Karena tidak memenuhi standar IEEE 802 untuk LAN yaitu 1 Mbps maka produknya tidak dipasarkan. Baru pada tahun 1985, (FCC) menetapkan pita Industrial, *Scientific and Medical* (ISM band) yaitu 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz dan 5725-5850 MHz yang bersifat tidak terlisensi, sehingga pengembangan WLAN secara komersial memasuki tahapan serius. Barulah pada tahun 1990 WLAN dapat dipasarkan dengan produk yang menggunakan teknik *spread spectrum* (SS) pada pita ISM, frekuensi terlisensi 18-19 GHz dan teknologi IR dengan data rate >1 Mbps. Pada tahun 1997, sebuah lembaga *independence* bernama IEEE membuat spesifikasi/standar WLAN pertama yang diberi kode 802.11. Peralatan yang sesuai standar 802.11 dapat bekerja pada frekuensi 2,4GHz, dan kecepatan *transfer* data (*throughput*) teoritis maksimal 2 Mbps.

Pada bulan Juli 1999, IEEE kembali mengeluarkan spesifikasi baru bernama 802.11b. Kecepatan *transfer* data teoritis maksimal yang dapat dicapai adalah 11 Mbps. Kecepatan *tranfer* data sebesar ini sebanding dengan *Ethernet* tradisional (IEEE 802.3 10Mbps atau 10Base-T). Peralatan yang menggunakan standar 802.11b juga bekerja pada frekuensi 2,4Ghz. Salah satu kekurangan peralatan *wireless* yang bekerja pada frekuensi ini adalah kemungkinan terjadinya interferensi dengan *cordless phone*, *microwave oven*, atau peralatan lain yang menggunakan gelombang radio pada frekuensi sama.

Pada saat hampir bersamaan, IEEE membuat spesifikasi 802.11a yang menggunakan teknik berbeda. Frekuensi yang digunakan 5Ghz, dan mendukung kecepatan transfer data teoritis maksimal sampai 54Mbps. Gelombang radio yang dipancarkan oleh peralatan 802.11a relatif sukar menembus dinding atau penghalang lainnya. Jarak jangkau gelombang radio relatif lebih pendek dibandingkan 802.11b. Secara teknis, 802.11b tidak kompatibel dengan 802.11a. Namun saat ini cukup banyak pabrik *hardware* yang membuat peralatan yang mendukung kedua standar tersebut. Pada tahun 2002, IEEE membuat spesifikasi baru yang dapat menggabungkan kelebihan 802.11b dan 802.11a. Spesifikasi yang diberi kode 802.11g ini bekerja pada frekuensi 2,4Ghz dengan kecepatan *transfer* data teoritis maksimal 54Mbps. Peralatan 802.11g kompatibel dengan 802.11b, sehingga dapat saling dipertukarkan. Misalkan saja sebuah komputer yang menggunakan kartu jaringan 802.11g dapat memanfaatkan *access point* 802.11b, dan sebaliknya.

Pada tahun 2006, 802.11n dikembangkan dengan menggabungkan teknologi 802.11b, 802.11g. Teknologi yang diusung dikenal dengan istilah MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) merupakan teknologi Wi-Fi terbaru. MIMO dibuat berdasarkan spesifikasi Pre-802.11n. Kata ”*Pre*-” menyatakan “*Prestandard versions of 802.11n*”. MIMO menawarkan peningkatan *throughput*, keunggulan reabilitas, dan peningkatan jumlah klien yg terkoneksi. Daya tembus MIMO terhadap penghalang lebih baik, selain itu jangkauannya lebih luas sehingga Anda dapat menempatkan laptop atau klien Wi-Fi sesuka hati. *Access Point* MIMO dapat menjangkau berbagai perlatan Wi-Fi yg ada disetiap sudut ruangan. Secara teknis MIMO lebih unggul dibandingkan saudara tuanya

802.11a/b/g. *Access Point* MIMO dapat mengenali gelombang radio yang dipancarkan oleh adapter Wi-Fi 802.11a/b/g. MIMO mendukung kompatibilitas mundur dengan 802.11 a/b/g. Peralatan Wi-Fi MIMO dapat menghasilkan kecepatan *transfer* data sebesar 108Mbps.*Wireless Local Area Network* (WLAN) adalah suatu jaringan area lokal nirkabel yang digunakan gelombang radio sebagai media transmisinya dan untuk memberi sebuah koneksi jaringan ke seluruh pengguna dalam area sekitar. Area dapat berjarak dari ruangan tunggal ke seluruh kampus.

WLAN adalah suatu jaringan nirkabel yang menggunakan frekuensi radio untuk komunikasi antara perangkat komputer dan akhirnya titik akses yang merupakan dasar dari *transceiver* radio dua arah yang tipikalnya bekerja di *bandwidth* 2,4 GHz (802.11b, 802.11g). Kebanyakan peralatan mempuanyai kualifikasi Wi-Fi(*wireless fidelity*) dan menawarkan beberapa level keamanan seperti WEP dan WPA.

2.5.1 Topologi Jaringan WLAN

Topologi adalah istilah yang digunakan untuk menguraikan cara bagaimana komputer terhubung dalam suatu jaringan. Topologi ini biasanya dibedakan dari dua sisi, yaitu topologi fisik dan topologi logika. Topologi fisik menguraikan layout perangkat keras jaringan sedangkan topologi logika menguraikan perilaku komputer jaringan dari sudut pandang operator. Ada tiga jenis topologi yang biasa digunakan pada WLAN yaitu bus, cincin (*ring*), bintang (*star*), dan pohon (*tree*).

2.5.2 Standar WLAN 802.11

Seiring dengan perkembangan yang semakin pesat, beberapa pabrikan RF wireless mempunyai metode berbeda dalam mengembangkan frekuensi, skema encoding, jenis antena, dan protokol jaringan *wireless*. Banyaknya variasi jenis tentu saja tidak menguntungkan bagi para pengguna. Untuk itu pada jaringan *wireless* ditetapkan standarisasi peralatan *wireless* yang disebut standarisasi IEEE 802.11. Dengan berkembangnya waktu, implementasi dari standar ini semakin populer dan meluas. Penambahan ekstensi di belakang 802.11 dipergunakan untuk mengenali beberapa perbaikan dan tambahan fitur dari standar yang telah ditentukan oleh 802.11. Dari sekian banyak standar, ada empat jenis standar yang sering digunakan dan paling dikenal yaitu standar awal 802.11, 802.11a, 802.11b, dan 802.11g.

2.5.3 Standar Awal 802.11

Standar ini merupakan standar awal untuk WLAN yang diperkenalkan pada tahun 1997 oleh IEEE. Standar ini beroperasi pada *layer* fisik yang menggunakan teknologi penyebaran spektrum *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) dan *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) yang beroperasi pada pita 2,4 GHz dan data rate hingga 2 Mbps. Karena versi ini hanya mempunyai *data rate* maksimum 2 Mbps, versi ini tidak banyal dipergunakan pada WLAN indoor.

802.11 merupakan standar dasar WLAN yang mendukung transmisi data 1 Mbps hingga 2 Mbps. 802.11a merupakan standar High Speed WLAN untuk 5 GHz band yang mendukung hingga 54 Mbps. 802.11b merupakan standar WLAN untuk 2,4 GHz band yang mendukung hingga 11 Mbps atau disebut Wi-Fi.

802.11e merupakan perbaikan dari QoS (*Quality of Service*) pada semua *interface* radio IEEE WLAN. 802.11f mendefinisikan komunikasi inter-access point untuk memfasilitasi beberapa vendor yang mendistribusikan WLAN. 802.11g menetapkan teknik modulasi tambahan untuk 2,4 GHz band, yang dimaksudkan untuk menyediakan kecepatan hingga 54 Mbps. 802.11h mendefinisikan pengaturan spektrum 5 GHz band yang digunakan di Eropa dan Asia Pasifik. 802.11i menyediakan keamanan yang lebih baik. Penentuan alamat dimana terdapat kelemahan keamanan pada protokol autentifikasi dan enkripsi. 802.11j merupakan penambahan pengalamatan pada channel 4,9 GHz hingga 5 GHz untuk standar 802.11a di Jepang.

2.5.4 Standar 802.11a

Pada tahun 1999, IEEE mengeluarkan standar 802.11a yang beroperasi pada pita 5 GHz. Standar ini menggunakan skema modulasi yang disebut *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* video. Kekurangan dari standar ini adalah terbatasnya cakupan area pancarnya karena menggunakan pita frekuensi 5 GHz. Pita ini hanya dapat mencakup area tidak lebih dari 50 meter pada berbagai fasilitas. Akibatnya standar ini memerlukan AP yang lebih banyak. Seperti terlihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 standar-standar WLAN 802.11

802.11	Standar dasar WLAN yang mendukung transmisi data 1 Mbps hingga 2 Mbps
802.11a	Standar *High Speed* WLAN untuk 5 Ghz *band* yang mendukung hingga 54 Mbps
802.11b	Standar WLAN untuk 2,4 Ghz *band* yang mendukung hingga 11 Mbps atau disebut Wi-fi
802.11e	Perbaikan dari QoS (*Quality of Service*) pada semua *Interface radio IEEE WLAN*
802.11f	Mendefinisikan komunikasi *inter-Access point* untuk memfasilitasi beberapa vendor yang mendistribusikan WLAN
802.11g	Menetapkan teknik modulasi tambahan untuk 2,4 Ghz *band*, yang dimasukan untuk menyediakan kecepatan hingga 54 Mbps
802.11h	Mendefinisikan pengeturan spectrum 5 Ghz *band* yang digunakan di eropa dan asia fasifik
802.11i	Menyediakan keamanan yang lebih baik. Penentuan alamat dimana terdapat kelemahan pada protocol authentifikasi dan enkripsi
80211j	PEnambahan pengalamatan pada kanal 4,9 Ghz hingga 5 Ghz untuk standar 802.11a di jepang.

2.5.5 Standar 802.11b

Pada tahun yang sama ketika IEEE mengeluarkan standar 802.11a, IEEE juga mengeluarkan standar 802.11b, tepatnya pada bulan Juli 1999. Standar ini beroperasi pada frekuensi radio dengan bandwidth 97 MHz (frekuensi 2,4 GHz -

2,497 GHz). Standar ini menggunakan metode modulasi DSSS dengan kecepatan transmisi datanya mencapai 11 Mbps. Keuntungan utama dari standar 802.11b adalah *range* yang relatif panjang hingga 100 meter pada fasilitas di dalam gedung. *Range* ini sangat efektif dipergunakan untuk mengembangkan LAN secara *wireless* dibandingkan dengan standar sebelumnya.

Kerugian dari standar ini adalah terbatasnya penggunaan kanal pada pita frekuensi 2,4 GHz. Standar ini hanya menggunakan tiga buah kanal bila dibandingkan dengan standar 802.11 yang menggunakan 11 kanal untuk melakukan konfigurasi AP. Pembatasan ini membuat dukungan standar 802.11b terhadap performa aplikasi menengah seperti *e-mail* atau *web surfing* menjadi lebih baik. Kerugian lain dari standar ini adalah terdapatnya kemungkinan interferensi RF dengan peralatan radio yang lain yang dapat mengurangi performa dari standar.

2.5.6 Standar 802.11g

Standar 802.11g dikeluarkan oleh IEEE pada bulan Juni 2003. Standar ini beroperasi pada frekuensi yang sama seperti pada standar 802.11b yaitu pada pita 2,4 GHz hingga 2,497 GHz. Tetapi standar ini menggunakan teknik modulasi OFDM yang digunakan pada standar 802.11a. Kombinasi dari fitur ini menghasilkan infrastruktur yang lebih cepat, lebih murah, serta koneksi yang lebih luas.

Keunggulan dari standar ini adalah memiliki kompatibilitas dengan standar 802.11b, dimana kita hanya perlu meng-*upgrade* AP pada jaringan 802.11b ke standar 802.11g. Tetapi peralatan pada standar 802.11b tidak memahami transmisi pada peralatan 802.11g karena perbedaan teknik modulasi

pada kedua standar. Sehingga saat peralatan jaringan 802.11b digunakan pada lingkungan standar 802.11g terdapat berbagai keterbatasan. Kerugian lainnya dari standar ini adalah adanya interferensi RF karena standar ini menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang sarat dengan interferensi stasiun yang dapat menyebabkan seluruh jaringan terganggu. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan cincin (*ring*) ganda dengan salah satu cincin back-up seperti yang dipakai pada jaringan ring berteknologi FDDI.

2.5.7 *Wireless Channel*

Jaringan *wireless* menggunakan konsep yang sama dengan stasiun radio, dimana saat ini terdapat dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz yang bisa dianalogikan sebagai frekuensi radio AM dan FM. Frekuensi 2,4 GHz yang digunakan oleh 802.11b/g juga dibagi menjadi *channel – channel* seperti pembagian frekuensi untuk stasiun radio.

Organisasi internasional ITU (*International Telecomunication Union*) yang bermarkas di Genewa membaginya menjadi 14 *channel* namun setiap negara mempunyai kebijakan tertentu terhadap channel ini. Amerika hanya mengijinkan penggunakan channel 1-11, Eropa hanya menggunakan 1-13, sedangkan di Jepang diperbolehkan menggunakan semua *channel* yang tersedia yaitu 1-14. Frekuensi *channel* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Wi-Fi Channel*

Channel	Frequency (MHz)	North America	Japan	Most Of World1
1	2412	Yes	Yes	Yes
2	2417	Yes	Yes	Yes
3	2422	Yes	Yes	Yes
4	2427	Yes	Yes	Yes
5	2432	Yes	Yes	Yes
6	2437	Yes	Yes	Yes
7	2442	Yes	Yes	Yes
8	2447	Yes	Yes	Yes
9	2452	Yes	Yes	Yes
10	2457	Yes	Yes	Yes
11	2462	Yes	Yes	Yes
12	2467	No	Yes	Yes
13	2472	No	Yes	Yes
14	2484	No	11b only	No

2.6 ANSOFT *High Frequency Structure Simulator v11*.

Banyak perangkat lunak (software) simulasi yang digunakan dalam menganalisis karakteristik antena mikrostrip. Salah satunya adalah. Dalam Tugas Akhir ini menggunakan *Ansoft High Frequency Structure Simulator v11* untuk menganalisis karakteristik antena microstrip patch segi empat. *Ansoft High Frequency Structure Simulator v11* adalah *software* yang mempunyai skematik terintegrasi dan manajemen disain *front-end* dalam teknologi simulasi.

Ansoft High Frequency Structure Simulator v11 juga merupakan dasar dari perancangan desain yang menyarankan pemakai untuk mendesain model dan

mensimulasikannya secara analog, RF, aplikasi *mixed-signal*, membentuk papan sirkuit, dan memperformasikan sinyal tersebut. *Software* simulasi ini sangat fleksibel dan mudah untuk digunakan. Dalam *software* ini terdapat bentuk-bentuk skematik dengan berbagai macam *layout*, dan mempunyai bermacam bentuk visualisasi dan analisis data.

HFSS adalah simulator gelombang elektromagnetik penuh dengan performa yang baik untuk pemodelan benda 3 dimensi yang memiliki volume yang berubah-ubah. HFSS ini menyatukan proses simulasi, visualisasi, dan proses pemodelan kedalam suatu bentuk yang mudah untuk dipelajari. Simulator ini dapat dimanfaatkan untuk menghitung parameter seperti S parameter, frekuensi resonansi, dan medan. Simulator ini khususnya digunakan pada bidang:

- *Package Modeling* à *BGA, QFP, Flip-Chip*
- *PCB Board Modeling* à *Power/Ground planes, Mesh Grid Grounds,Backplanes*
- *Silicon/GaAs* à *Spiral Inductors, Transformers*
- *EMC/EMI* à *Shield Enclosures, Coupling, Near- or Far-Field Radiation s*
- *Antennas/Mobile Communications* à *Patches, Dipoles, Horns, ConformalCell Phone Antennas, Quadrafilar Helix, Specific Absorption Rate(SAR), Infinite Arrays, Radar Cross Section(RCS), Frequency Selective Surfaces(FSS)*
- *Connectors – Coax, SFP/XFP, Backplane, Transitions*

HFSS adalah simulator interaktif yang elemen dasar *mesh*-nya adalah tetrahedron. Hal ini membuat kita dapat menyelesaikan persoalan yang berhubungan dengan bentuk geometri 3 dimensi yang berubah-ubah khususnya yang memilki bentuk dan kurva yang kompleks.