

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Antena

2.1.1. Pengertian Antena

Antena adalah perangkat komunikasi radio yang bekerja mengubah sinyal listrik menjadi sinyal gelombang elektromagnetik dan memancarkan/meradiasikannya ke udara bebas, atau sebaliknya menangkap/menerima sinyal gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Pada penerima akhir gelombang elektromagnetik dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan antenna [3]. Antena merupakan batangan konduktor yang dialiri arus listrik yang akan menimbulkan induksi magnet dan kuat medan magnet. Energi total tersebut dipancarkan dalam bentuk gelombang yang hampir konstan ke udara bebas dan ada beberapa yang terserap oleh tanah. Antena merupakan elemen penting yang terdapat dalam sistem telekomunikasi tanpa kabel (*wireless*). Pemilihan antena yang tepat, perancangan yang baik dan pemasangan yang benar menjamin kinerja (performansi) sistem tersebut.

Jadi, secara umum dapat diartikan bahwa antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk dapat memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting antenna*) adalah sebuah transduser (*pengubah*) elektromagnetis, yang digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di dalam saluran transmisi menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai alat penerima (*receiving antenna*) mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.1. Dimana, panjang antena untuk radiasi efektif tergantung pada frekuensi sinyal yang dipancarkan. Antena pendek untuk frekuensi tinggi, dan antena panjang untuk frekuensi rendah.



Gambar 2.1. Peran Antena Dalam Sistem Komunikasi Wireless
(Sumber : Abdullah, 2012)

2.1.2. Fungsi Antena

Berdasarkan definisi/cara kerjanya maka antena mempunyai 3 fungsi pokok, yaitu:

1. Antena berfungsi sebagai konverter. Antena dikatakan konverter karena antena mengubah bentuk sinyal, yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal gelombang elektromagnetik, atau sebaliknya mengubah sinyal gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik. Jadi, baik antenna transmitter maupun antenna receiver mempunyai fungsi konverter.
2. Antena berfungsi sebagai radiator/re-radiator. Antena dikatakan radiator karena antena memancarkan/meradiasikan sinyal gelombang elektromagnetik ke udara bebas di sekelilingnya, sebaliknya jika antena menerima sinyal gelombang elektromagnetik maka fungsinya dikatakan re-radiator. Jadi antenna transmitter mempunyai fungsi radiator sedangkan antenna receiver mempunyai fungsi Re-radiator.
3. Antena berfungsi sebagai impedance matching. Antena dikatakan impedance matching karena antena selalu menyesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud disini adalah pesawat komunikasi (transmitter/receiver) dengan udara bebas sebagai media transmisi. Disini antena akan selalu menyesuaikan impedansi karakteristik saluran transmisi pesawat dengan impedansi karakteristik udara bebas.

Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi sekaligus yaitu sebagai pemancar yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik lalu memancarkannya ke ruangan bebas atau sebaliknya sebagai penerima yang menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sifat antena yang bisa sebagai pemancar dan penerima dikatakan *reciprocal*. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja.

2.1.3. Jenis-Jenis Antena

2.1.3.1. Jenis Antena Berdasarkan Bahan

Elemen antena dibuat dari bahan penghantar (konduktor). Bahan yang umum digunakan adalah tembaga dan aluminium. Berdasarkan bahan yang digunakan antena dibagi dua macam, yaitu :

a. Solid Wire Antena

Solid wire antenna adalah antena yang mempunyai elemen terbuat dari kawat (konduktor) padat atau yang dipadatkan. Bahan yang umum digunakan adalah tembaga. Contoh desainnya seperti batang, sehingga antenna jenis ini dikenal dengan istilah antenna batang (Rod Antenna). Antena jenis ini digunakan untuk bekerja pada daya yang tinggi. Contoh penggunaannya adalah sebagai antenna transmitter broadcasting.

b. Aperture Antenna

Aperture antenna adalah antena yang mempunyai elemen terbuat dari konduktor berongga (diberi rongga/celah). Bahan yang umum digunakan adalah aluminium. Bentuk desain elemen aperture bermacam-macam, diantaranya :

1) *Cylindrical aperture*

Cylindrical aperture merupakan elemen antena yang didesain berbentuk pipa silinder kecil. Antena dengan elemen seperti ini biasanya digunakan untuk bekerja pada daya yang kecil. Contoh penggunaannya sebagai antenna radio amatir dan antenna receiver TV.

2) *Reactangular aperture*

Reactangular aperture merupakan elemen antenna yang didesain berbentuk pipa balok-balok empat persegi panjang. Contoh penggunaannya sama seperti cylindrical aperture. Penggunaan lain dari reactangular aperture ini adalah sebagai saluran transmisi gelombang mikro, dimana saluran transmisi jenis ini dikenal dengan nama *reactangular waveguide*.

3) *Horn*

Horn merupakan elemen antenna yang didesain berbentuk corong. Antena dengan elemen seperti ini khusus digunakan sebagai antenna gelombang mikro. Bentuk desain elemen horn ada dua macam yaitu :

1. Conocal Horn, yaitu elemen yang didesain berbentuk corong kerucut.
2. Pyramidal Horn, yaitu elemen yang didesain berbentuk corong pyramid.

2.1.3.2. Jenis Antena Berdasarkan Jumlah Kutub

Antena dihubungkan dengan pesawat komunikasi melalui kutub-kutubnya, dimana kutub antenna dan kutub pesawat dihubungkan oleh saluran transmisi (kabel antenna). Saluran transmisi yang dipilih disesuaikan dengan jenis pesawat komunikasinya. Pada umumnya kabel antenna yang digunakan berupa kabel coaxial.

Desain kutub antenna disesuaikan dengan beban kerja antenna. Untuk antenna yang akan dioperasikan pada daya yang tinggi biasanya kutubnya dibuat 1 buah, dan untuk antenna yang akan dioperasikan pada daya yang rendah biasanya kutubnya dibuat dua buah. Berdasarkan desain kutub ini dikenal dua jenis antenna, yaitu :

a. *Monopole Antenna (Antena 1 Kutub)*

Monopole antenna adalah antenna yang didesain hanya mempunyai 1 buah kutub. Contoh desainnya adalah antenna batang (Rod antenna). Antena jenis ini umumnya digunakan untuk bekerja pada daya yang tinggi. Contoh penggunaannya adalah sebagai antenna transmitter radio broadcasting dan

antenna transmitter TV broadcasting.

b. Dipole Antenna (Antena 2 Kutub)

Dipole antenna adalah antenna yang didesain mempunyai 2 buah kutub. Antena jenis ini umumnya digunakan untuk bekerja pada daya yang kecil sampai sedang. Contoh penggunaannya adalah sebagai antenna radio amatir (transceiver) dan antenna receiver TV.

Desain elemen dipole ada bermacam-macam, diantaranya :

1. Elemen open dipole merupakan elemen yang didesain berupa elemen dengan dua kutub terbuka.
2. Elemen folded dipole merupakan elemen yang didesain berupa elemen dua kutub tertutup dengan bentuk elemen seperti ellips.
3. Elemen circular loop dipole merupakan elemen yang didesain berupa elemen dua kutub tertutup dengan bentuk elemen seperti lingkaran. Antena dengan jenis ini juga dikenal dengan istilah *antenna Ring-O*.
4. Elemen square loop dipole merupakan elemen yang didesain berupa elemen dua kutub tertutup dengan bentuk elemen seperti bujur sangkar.

2.1.3.3. Jenis Antena Berdasarkan Bentuk Desain / Konstruksi

Konstruksi antenna didesain sesuai dengan penggunaan antenna, dalam hal ini adalah jenis pesawat komunikasi yang akan menggunakan antenna tersebut. Ada beberapa jenis antenna yang disesuaikan dengan penggunaannya, diantaranya :

a. Antena Tunggal

Antena tunggal adalah antenna yang didesain hanya mempunyai 1 buah elemen. Pada umumnya antenna ini dibuat berupa antenna batang. Antena jenis ini sangat cocok digunakan sebagai antenna transmitter broadcasting, baik antenna radio maupun antenna TV. Antena jenis ini mempunyai pola radiasi *omnidirectional*, dimana energy radiasi yang dipancarkan mengarah ke segala arah disekeliling batangan antenna.

b. Antena Deret

Antena deret adalah antenna yang didesain mempunyai banyak elemen

yang disusun secara berderet-deret. Antena deret ini dikenal juga dengan istilah *antenna array*. Antena jenis ini mempunyai pola radiasi yang terarah, dimana energy radiasi yang dihasilkan akan mengarah pada satu jurusan, yaitu ke bagian depan antenna. Antena jenis ini umum digunakan sebagai antenna radio amatir dan antenna penerima TV. Contoh antenna deret yang terkenal adalah *antenna yagi*.

Antena deret mempunyai tiga kelompok elemen, yaitu :

1. Elemen driver/feeder merupakan elemen inti antenna. Pada elemen ini terdapat kutub antenna. Elemen ini berfungsi sebagai kendali antenna, dimana elemen inilah yang menghasilkan energy radiasi awal antenna. Elemen ini biasanya hanya 1 buah elemen berupa elemen open dipole atau folded dipole.
2. Elemen reflector merupakan elemen bantu yang berfungsi untuk memantulkan radiasi kearah yang diinginkan. Elemen ini biasanya berupa elemen batang dengan jumlah elemen 1 atau 2 buah sesuai kebutuhan. Elemen reflector dibuat lebih panjang dari elemen driver.
3. Elemen director merupakan elemen bantu yang berfungsi mengarahkan radiasi kearah tertentu sesuai yang diinginkan. Elemen ini biasanya berupa elemen batang dengan jumlah 1 atau lebih sesuai yang diinginkan. Semakin banyak elemen director maka gain antenna akan semakintinggi. Elemen director dibuat lebih pendek dari elemen driver.

Posisi elemen driver dikatakan pusat antenna, posisi elemen reflector dikatakan bagian belakang antenna, dan posisi elemen director dikatakan bagian depan antenna.

c. Antena Pantul

Antena pantul adalah antenna yang didesain bekerja dengan memanfaatkan efek pantulan sinyal gelombang elektromagnetik. Efek pantulan sinyal gelombang elektromagnetik identic dengan efek pantulan cahaya. Antena jenis ini mempunyai pola radiasi yang terarah dan terfokus. Antena jenis ini mempunyai gain yang sangat tinggi, dimana gain antenna ini dapat mencapai 60

dB. Contoh desain antenna pantul yang terkenal adalah *antenna parabola* (*parabolic antenna*). Penggunaan antenna parabola secara umum adalah sebagai antenakomunikasi satelit dan antenna komunikasi gelombang mikro.

Antena pantul mempunyai dua kelompok elemen, yaitu :

1. Elemen driver merupakan elemen inti antenna. Elemen ini biasanya didesain berupa elemen open dipole yang kecil.
2. Elemen reflector merupakan elemen bantu yang berfungsi untuk memantulkan radiasi secara terfokus. Elemen ini biasanya didesain berupa parabola dengan diameter tertentu. Diameter parabola akan menentukan besaran gain antenna, dimana semakin besar diameter parabola maka gain antenna akan semakin tinggi.

Bentuk desain antenna parabola ada dua macam, yaitu :

1. Front feed parabolic antenna ; merupakan antenna parabola dengan efek satu kali pantulan radiasi.
2. Cassegrain feed parabolic antenna ; merupakan antenna parabola dengan efek dua kali pantulan radiasi.

d. Antena Bias

Antena bias adalah antenna yang didesain bekerja dengan memanfaatkan efek pembiasan sinyal gelombang elektromagnetik. Efek pembiasan sinyal gelombang elektromagnetik identic dengan efek pembiasan cahaya. Seperti halnya antenna pantul, antena jenis ini juga mempunyai pola radiasi yang terarah dan terfokus, dan mempunyai gain yang sangat tinggi, dimana gain antenna ini dapat mencapai 60 dB.

Antena bias mempunyai dua kelompok elemen, yaitu :

1. Elemen driver/feeder merupakan elemen inti antenna. Elemen ini biasanya didesain berupa elemen open dipole yang kecil.
2. Elemen refractor merupakan elemen bantu yang berfungsi untuk membiaskan radiasi secara terfokus. Elemen ini biasanya didesain berupa lensa atau bahan yang dapat bekerja seperti lensa dengan diameter tertentu. Diameter refractor akan menentukan besaran gain antenna, dimana semakin besar diameter refractor maka gain antenna akan semakin

tinggi. Contoh penggunaan antenna bias ini adalah sebagai antenna radar yang biasa digunakan pada fasilitas-fasilitas militer.

e. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antenna yang didesain menggunakan printed circuit board (pcb). PCB yang digunakan biasanya adalah pcb dua permukaan (2 layer pcb). Satu permukaan dibentuk berupa jalur-jalur tertentu (strip) sesuai bentuk desain yang diinginkan, sedangkan permukaan lainnya berfungsi sebagai ground (chasis) antenna. Antena mikrostrip ini biasa didesain mempunyai dua kutub (dipole). Contoh penggunaan antenna mikrostrip ini diantaranya sebagai antenna hotspot internet pada komunikasi data dan antenna GSM untuk telepon seluler.

Namun ada juga yang mengategorikan macam – macam antenna menjadi 5 kategori, yaitu :

1. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya antenna dibedakan menjadi 2 antara lain adalah antenna pemancar, antenna penerima, dan antenna pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia antenna pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Selanjutnya antenna penerima, antenna penerima ini biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, TV, dan alat komunikasi lainnya.

2. Berdasarkan Gain-nya

Berdasarkan besarnya gainnya antenna dibedakan menjadi 2 macam antenna yaitu VHF dan UHF. Kedua antenna ini biasa digunakan pada TV. Pada umumnya besarnya daya pancar, akan memengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level kuat medan penerimaan siaran televisi. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun TV dan daya terima pada TV maka perlu digunakan antenna.

Besarnya *gain* antenna dipengaruhi oleh jumlah dan susunan *director* serta frekuensi yang digunakan. Antena pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya karena akan menimbulkan VSWR yang

tinggi. Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun *gain* antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya. Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Berdasarkan Polarisasinya

Antena dibedakan menjadi 2 yaitu antena *dipole* dan *monopole*. Antena *dipole* memiliki polarisasi *linear vertikal*, sedangkan antena *monopole* polarisasinya hanya pada satu arah. Oleh karena itu, antena *dipole* banyak dimanfaatkan untuk sistem komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas.

4. Antena Directional dan Antena Omnidirectional

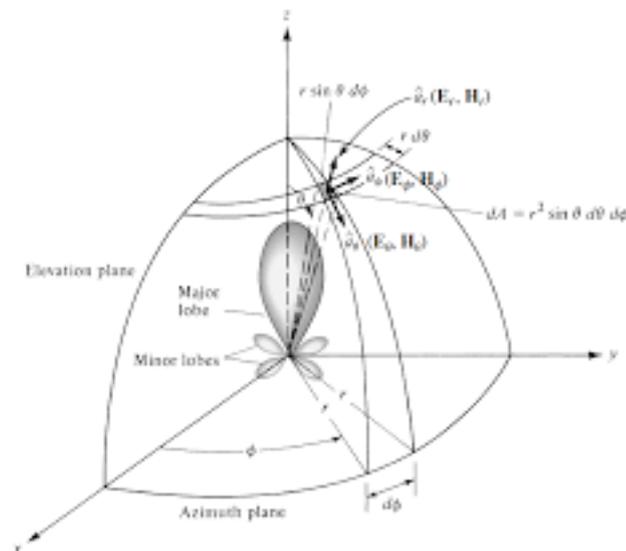
Antena *directional* adalah antena yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja, sedangkan antena *omnidirectional* dapat memancarkan gelombang ke segala arah[8]. Yang termasuk antena *directional* adalah antena model Yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antena penerima siaran TV. Contoh antena *omnidirectional* adalah antena model *groundplane* seperti antena mikrostrip.

5. Berdasarkan Bentuknya

Antena berdasarkan bentuknya antara lain: mikrostrip, parabola, *vee*, *horn*, *helix*, dan *loop*. Walaupun sering dijumpai teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk parabola, ada beberapa jenis antena lainnya yang juga sering digunakan pada sebuah teleskop radio atau *interferometer*. Misalnya, *Mauritius Radio Telescope (MRT)* yang menggunakan 1084 buah antena berbentuk *helix*. Contoh lainnya adalah teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk *horn*, yang digunakan oleh Arno Penzias dan Robert Woodrow Wilson ketika menemukan *Cosmic Microwave Background (CMB)*. Antena parabol merupakan antena yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antena. Antena parabola biasanya didesain untuk *Ultra High Frequency (UHF)*, penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro.

2.1.4. Pola Radiasi Antena

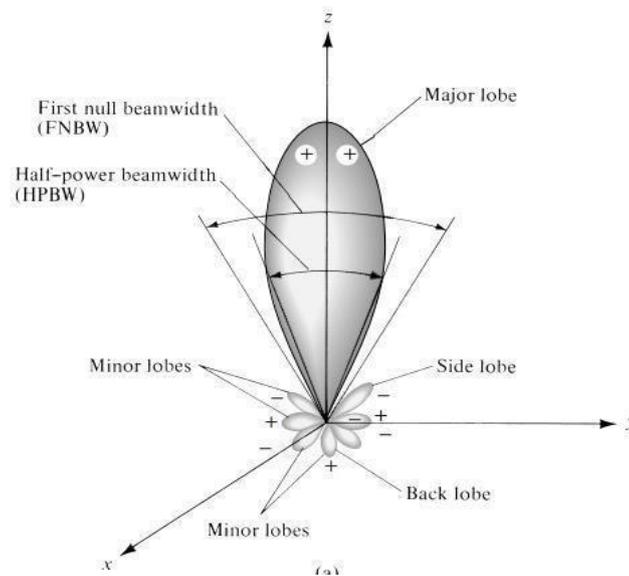
Pola radiasi sebuah antena dapat didefinisikan sebagai pola radiasi fungsi matematis atau gambaran secara grafis dari karakteristik radiasi sebuah antena sebagai fungsi dari koordinat ruang. Pada kasus secara keseluruhan, pola radiasi dihitung/diukur pada medan jauh dan digambarkan kembali sebagai koordinat arah. Karakteristik radiasi mencakup rapat *flux* daya, intensitas radiasi, kuat medan, direktivitas, fasa atau polarisasi. Karakteristik radiasi yang menjadi pusat perhatian adalah distribusi energi radiasi dalam ruang dua dimensi maupun tiga dimensi sebagai fungsi dari posisi pengamat di sepanjang jalur dengan jari-jari yang konstan. Contoh koordinat yang sesuai diperlihatkan pada Gambar 2.2. :



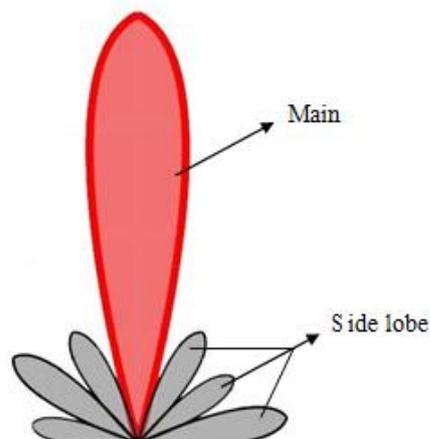
Gambar 2.2. Sistem Koordinat untuk Menganalisis Antena

(Sumber : Yenny, 2017)

Banyaknya variasi pola radiasi yang muncul pada sebuah antena dapat dikatakan sebagai *lobe*. Lobe adalah sebuah porsi pola radiasi yang dibatasi oleh intensitas radiasi yang mana lobe tersebut dapat diklasifikasikan lagi sebagai *main lobe*, *side lobe* dan *back lobe* seperti pada Gambar 2.3 :



Gambar 2.3. Variasi Bentuk Lobes
(Sumber : Constantine A. Balanis, 2005)



Gambar 2.4. Pola Radiasi Antenna
(Sumber : Abdullah, 2012)

Gambar 2.4. merupakan presentasi bagian-bagian dari pola radiasi yang ditunjukkan sebagai *lobe-lobe*. *Lobe-lobe* tersebut dapat diklasifikasikan menjadi *main* (utama), *side* (samping), dan *back* (belakang).

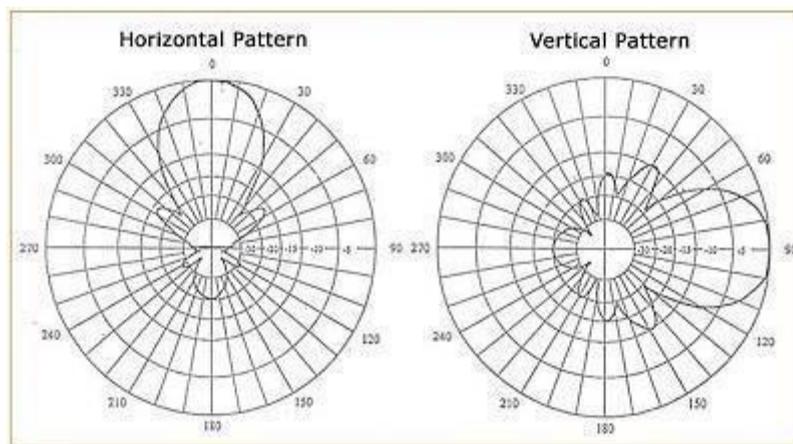
- a. *Main lobe* atau lobe utama adalah lobe yang mempunyai arah dengan pola radiasi maksimum.
- b. *Side lobe*, adalah *lobe-lobe* selain *main lobe*. Side lobe atau lobe sisi yang secara praktis disebut minor lobe adalah lobe yang besarnya lebih kecil dari

main lobe. Side lobe bisa berharga positif atau negatif.

- c. *Back lobe*, adalah *lobe* yang arahnya berlawanan atau bertolak belakang 180° dengan *main lobe*. *Side lobe* dan *back lobe* merupakan *minor lobe* yang keberadaannya tidak diharapkan.
- d. Half Power Beamwidth adalah HPBW adalah sudut dari selisih titiktitik pada setengah pola daya dalam main lobe.

2.1.4.1. Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

Antena *Unidirectional* mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang relative jauh. Gambar 2.5. merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena *unidirectional*.

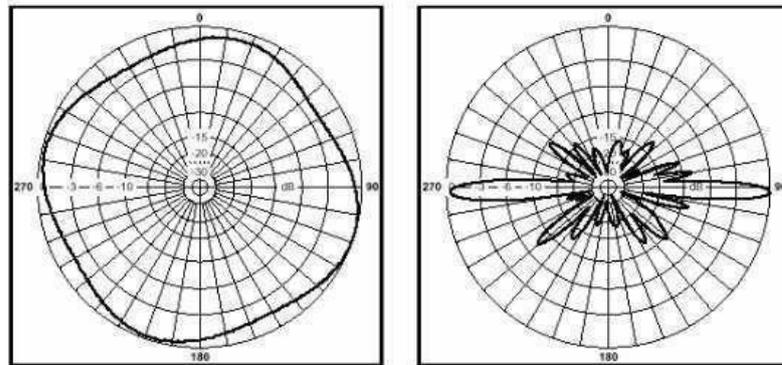


Gambar 2.5. Bentuk Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

(Sumber : Supriyanto, 2014)

2.1.4.2. Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*

Antena *Omnidirectional* mempunyai pola radiasi yang digambarkan seperti bentuk kue donat dengan pusat berimpit. Antena *Omnidirectional* pada umumnya mempunyai pola radiasi 360° jika dilihat pada bidang medan magnetnya. Gambar 2.6. merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh Antena *Omnidirectional*.



Gambar 2.6. Bentuk Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*
(Sumber : Supriyanto, 2014)

2.2. Antena Mikrostrip

2.2.1. Pengertian Antena Mikrostrip

Mikrostrip terdiri dari dua kata, yaitu mikro (sangat tipis/kecil) dan strip (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil. Antena mikrostrip bisa memiliki berbagai macam bentuk seperti lingkaran, segitiga, kotak atau persegi panjang [4]. Menurut Constantiene A. Balanis (2005: 812), Antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik. Pengembangan antena mikrostrip berawal dari ide dasar bagaimana menggunakan *printed circuit technology* tidak hanya untuk komponen rangkaian dan saluran transmisi pada sistem elektronika, tetapi bisa juga digunakan sebagai elemen peradiasi. Antena mikrostrip mendapat perhatian yang cukup besar yaitu ditahun 1970an meskipun ide dasar pembuatannya yaitu tahun 1933 dan mendapatkan hak paten tahun 1935. Antena mikrostrip merupakan antena kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak diatas substrat.

Antena mikrostrip memiliki karakterisitk-karakteristik berikut :

1. Kemampuan mengadopsi teknologi *printed-circuit modern* pembuatan

antena mikrostrip dapat dikatakan cukup mudah, yaitu dengan cara *photolithographic*. Cara ini mirip dengan mencetak PCB (*Printed Circuit Board*) untuk aplikasi pada frekuensi tinggi.

2. Kompatible dengan desain modular. Penelitian dan pengembangan beberapa tahun terakhir mempermudah proses integrasi antena mikrostrip dengan piranti dengan *solid-state* lainnya, seperti *amplifier*, osilator, modulator, peradam, *switch*, *mixer*, dan sebagainya. Elemen-elemen tersebut dapat ditambahkan pada substrat dielektrik tanpa memerlukan memerlukan proses yang sulit.
3. Memiliki fitur-fitur menarik. Antena mikrostrip memiliki ukuran lebih kecil, lebih ringan, dan *low profile*. Proses pembuatannya juga relatif sederhana.

Beberapa keuntungan dari antena mikrostrip antara lain :

1. *Low profile* yakni berdimensi kecil dan ringan dan dapat dibuat konformal
2. Biaya fabrikasi murah
3. Polarisasi *linear* maupun melingkar dapat dimungkinkan hanya dengan catu sederhana
4. Memungkinkan untuk dibuat *dual-frequency* dan *dual-polarization*
5. Dapat diintegrasikan dengan rangkaian *microwave* lainnya dengan mudah
6. *Feed line* dan *matching network* dapat difabrikasi pada struktur antena sekaligus

Akan tetapi, terdapat beberapa kekurangan dari antena mikrostrip itu sendiri, diantaranya:

1. *Bandwidth* yang sempit
2. Memiliki *gain* yang rendah
3. Rugi-rugi *ohmic* yang tinggi pada struktur *feed* untuk bentuk antena susun
4. Untuk antena mikrostrip susun diperlukan struktur *feed* yang kompleks
5. Kemurnian polarisasi sulit dicapai
6. Beberapa radiasi yang tidak diinginkan dapat muncul dari pencatu atau

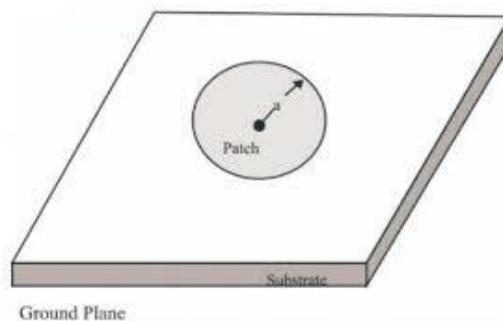
sambungan

7. Hanya mampu menangani daya yang rendah
8. Munculnya gelombang permukaan
9. Konsekuensi atas *cross-polarization* atau *mutual coupling* pada antena susun pada penurunan kualitas *gain* dan efisiensi

2.2.2. Bentuk / Kontruksi Antena Mikrostrip

Suatu antena mikrostrip sederhana memiliki bagian elemen peradiasi menunjukkan penampang dari sebuah antena mikrostrip, yang terdiri dari tiga bagian yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat dan elemen pertanahan (*ground plane*) ditunjukkan pada gambar 2.7. Mikrostrip antena sering disebut juga sebagai *patch* antena. Elemen peradiasi dan *transmission line* biasanya di *photoetched* diatas permukaan substrat dielektrik. Elemen peradiasi terbuat dari bahan metal yang mempunyai ketebalan yang sangat tipis. Elemen ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Besar, panjang, lebar maupun radius dari elemen *patch* sangat mempengaruhi frekuensi kerja antena (Pratama: 2013).

Elemen peradiasi dapat dibuat dalam berbagai macam bentuk, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8. Elemen peradiasi terbuat dari bahan konduktor biasanya berupa tembaga. Elemen peradiasi ini dapat berbentuk segiempat, lingkaran, segitiga, ring serta beberapa bentuk elemen modifikasi. Tiap- tiap bentuk tersebut memiliki karakteristik yang berbeda yang digunakan sesuai kebutuhannya.

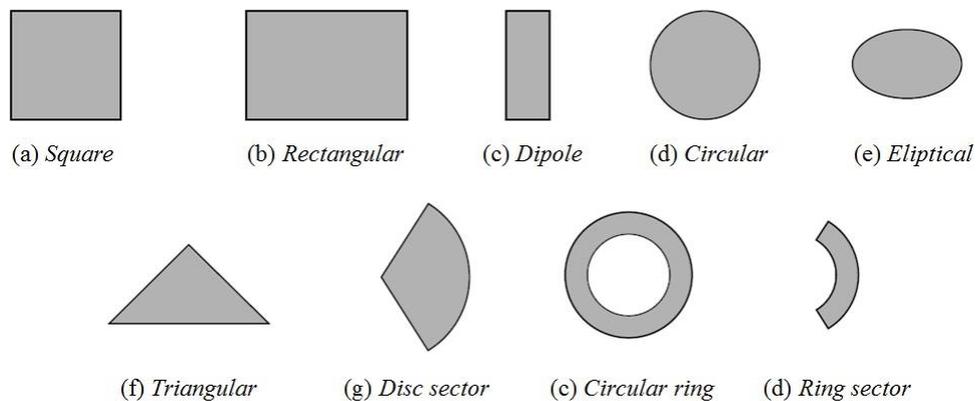


Gambar 2.7. Struktur Antena Mikrostrip Berbentuk *Circular*

(Sumber : Pratama, 2013)

Antena mikrostrip dikenal dalam beberapa bentuk sesuai dengan bentuk *patch*-nya. Bentuk-bentuk *patch* antena mikrostrip antara lain:

- a. Antena mikrostrip *patch* persegi (*square*)
- b. Antena mikrostrip *patch* persegi panjang (*rectangular*)
- c. Antena mikrostrip *patch* dipole
- d. Antena mikrostrip *patch* lingkaran (*circular*)
- e. Antena mikrostrip *patch* elips (*elliptical*)
- f. Antena mikrostrip *patch* segitiga (*triangular*)
- g. Antena mikrostrip *patch* circular ring



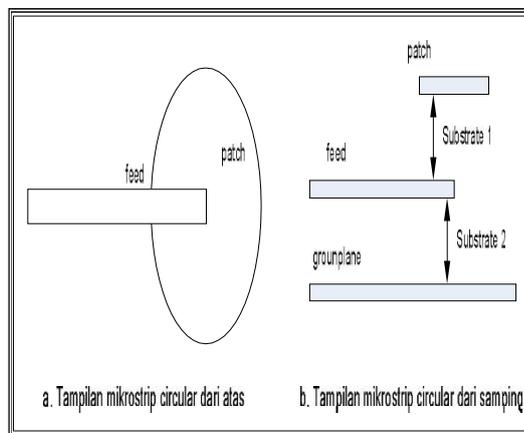
Gambar 2.8. Jenis - Jenis Elemen Peradiasi

(Sumber : Pratama, 2013)

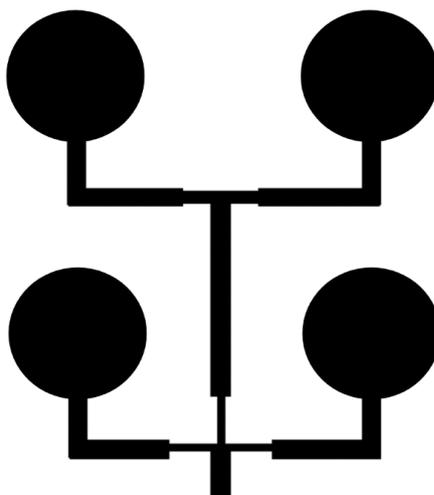
Substrat merupakan bagian yang membatasi elemen peradiasi dan pertanahan. Bagian ini memiliki konstanta dielektrik (ϵ_r), faktor disipasi dan ketebalan (h) tertentu, ketiga nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth* dan efisiensi antena yang akan dibuat. Ketebalan substrat jauh lebih besar dari ketebalan *patch* atau elemen peradiasi. Semakin tebal substrat, maka *bandwidth* akan semakin meningkat, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan. Sedangkan elemen pertanahan (*ground*) berfungsi sebagai pembumihan bagi sistem antena mikrostrip. Elemen pertanahan ini juga pada umumnya memiliki elemen yang sama dengan elemen peradiasi, yaitu berupa lempengan tembaga.

2.2.3. Antena Mikrostrip *Circular Patch*

Antena mikrostrip dengan patch circular memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip patch segiempat. Pada aplikasi tertentu, seperti array, patch circular ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan patch yang lainnya. Antena mikrostrip dengan patch circular ini akan lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja [5]. Konstruksi antenamikrostrip patch circular ini dapat dilihat pada gambar berikut.



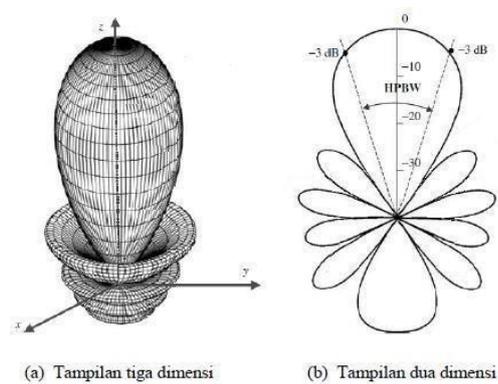
Gambar 2.9. Antena Mikrostrip *Circular Patch*
(Sumber : Ali Hanafiah Rambe, 2013)



Gambar 2.10. Desain Circular Patch 4 Elemen
(Sumber : Dokumen Pribadi)

2.2.4. Pola Radiasi Pada Antena Mikrostrip *Circular Patch*

Pola radiasi (*radiation pattern*) adalah fungsi matematika atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi ruang. Sifat radiasi tersebut meliputi kerapatan flux, intensitas radiasi, kuat medan, atau polarisasi. Biasanya sifat dari radiasi yang sangat dipentingkan adalah persebaran secaratiga dimensi atau dua dimensi dari energi yang diradiasikan antenna.



Gambar 2.11. Pola Radiasi Antena

(Sumber : Pratama, 2013)

2.2.5. Antena Array

Antena array adalah susunan dari beberapa antenna yang identik. Dalam antenna mikrostrip patch, yang disusun secara array adalah bagian patch. Medan total dari antenna array ditentukan oleh penjumlahan vektor dari medan yang diradiasikan oleh elemen tunggal. Untuk membentuk pola yang memiliki keterarahan tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen array berinterferensi secara konstruktif pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara destruktif pada arah yang lain. Pada antenna array dengan elemen yang identik, terdapat lima kontrol yang dapat digunakan untuk membentuk pola antenna, yaitu:

- a. Konfigurasi geometri (linier, melingkar, rectangular, spherical, dll)
- b. Pemindahan relatif antara elemen
- c. Amplitudo eksitasi dari setiap elemen
- d. Fasa eksitasi dari setiap elemen
- e. Pola relatif dari setiap elemen

Ada beberapa macam konfigurasi antena array, di antaranya: linear, planar, dan circular. Masing-masing konfigurasi memiliki keuntungan, misalnya linear array memiliki kelebihan dalam perhitungan yang tidak terlalu rumit, sedangkan planar array memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi. Pada penelitian ini dirancang antena linear array. Pada antena array terdapat Array Factor (AF) yang merupakan vektor pengali dari medan elektrik dari elemen tunggal. Array factor inilah yang menentukan bagaimana pola radiasi dan seberapa besar tingkat daya yang diradiasikan oleh antena tersebut[6].

2.2.6. Penguatan (*Gain*)

Dalam prakteknya total daya input ke antena dapat diperoleh dengan mudah, tapi total radiasi daya pada antena sebenarnya sulit untuk didapatkan. *Gain* antena didefinisikan sebagai rasio intensitas radiasi dalam arah tertentu dari antena dengan total daya input diterima oleh antena dibagi dengan 4π . Jika arah tidak ditentukan, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$G = 4\pi \frac{U}{P_{in}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

U = Intensitas radiasi (w)

P_{in} = Total daya yang diterima antena

Ada 2 jenis parameter *gain*, yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas 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 4π .

Absolute gain ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$G = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi pada arah tertentu}}{\text{intensitas radiasi yang diterima}} = 4\pi \frac{U(\theta)}{P_{in}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Sedangkan *relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama diantara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* (P_{in} (*lossless*)), yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$G = 4 \pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}(\text{lossless})} \dots\dots\dots(2.3)$$

Pada praktiknya pengukuran gain dilakukan dengan menggunakan metode perbandingan (*Gain-comparison Method*) atau *gain transfer mode*. Prinsip pengukuran ini adalah dengan menggunakan antenna referensi (biasanya antenna *dipole* standar) yang sudah diketahui nilai *gain*nya (Stutzman, 1981: 39). Sehingga besar *gain* terhadap sumber isotropis adalah:

$$G = \eta \times D_{total} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$G = 1,64 \times \frac{P_U}{P_R}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log G$$

$$G = 2,15 + P_U(\text{dBm}) - P_R(\text{dBm}) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$G = P_A - P_{TA} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

η = efisiensi antenna

G = *gain* antenna uji (*dB*)

G_{ref} = *gain* antenna referensi (*dB*)

P_U = daya yang diterima antenna uji (*dBm*)

P_R = daya yang diterima antenna referensi (*dBm*)

P_{TA} = Daya Tanpa Antenna (*dBm*)

P_A = Daya dengan Antenna(*dBm*)

2.3. Penyesuaian Impedansi (*Impedance Matching*)

2.3.1. Pengertian Penyesuaian Impedansi (*Impedance Matching*) / PI

Penyesuaian impedansi merupakan cara atau teknik yang dipakai untuk menyesuaikan dua impedansi yang tidak sama, yaitu karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban (Z_L). Beban dapat berupa antenna atau rangkaian lain yang mempunyai impedansi ekuivalen. *Matching impedance* mempunyai peranan yang sangat penting untuk memaksimalkan transfer daya dari sumber sinyal ke beban.

Kondisi yang sesuai (*match*) antara impedansi karakteristik saluran dengan beban akan menghasilkan *transfer* daya yang maksimal karena redaman yang disebabkan daya pantul akan diminimalkan. Pada prinsipnya, untuk menyesuaikan impedansi saluran dengan impedansi beban dilakukan dengan menyisipkan suatu “transformator impedansi” yang berfungsi mengubah impedansi beban sama dengan impedansi karakteristik saluran. Ada beberapa bentuk atau model teknik penyesuaian impedansi ini, diantaranya adalah, transformator $\lambda/4$, *single stub tuner*, *double stub tuner* dan *lumped circuit*.

2.3.2. Macam-Macam Penyesuaian Impedansi (*Impedance Matching*) / PI

1. Transformator $\lambda/4$.

Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi Z_T diantara dua saluran transmisi yang tidak *match*. Panjang saluran transformator ini $\lambda/4$ adalah sebesar $l = \frac{1}{4} \lambda_g$ dimana λ_g merupakan panjang gelombang. Pada bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan.

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Panjang gelombang pada ruang bebas (λ_0) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

ϵ_r = konstanta dielektrik

λ_0 = panjang gelombang padaruang bebas

- f = frekuensi kerja
c = kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)

2. *Single Stub Tuner*

Single stub tuner adalah sebuah metode yang digunakan untuk menyesuaikan atau mengubah impedansi suatu rangkaian elektronik agar sesuai dengan impedansi yang diinginkan. Teknik ini biasanya digunakan dalam sistem transmisi frekuensi tinggi atau sistem antena untuk mengoptimalkan performa sistem tersebut.

Pada teknik single stub tuner, sebuah stub atau batang pendek yang terhubung ke sistem dengan saluran transmisi terbuka atau tertutup di salah satu ujungnya. Stub ini dapat diubah panjangnya untuk mengubah impedansi sistem, sehingga dapat digunakan untuk menyesuaikan impedansi sistem dengan impedansi yang diinginkan.

Teknik single stub tuner biasanya digunakan untuk menyesuaikan impedansi sistem dengan impedansi sumber atau beban yang terhubung ke sistem tersebut. Hal ini berguna untuk menghindari munculnya refleksi sinyal yang dapat menurunkan kinerja sistem.

3. *Double Stub Tuner*

Double stub tuner adalah sebuah metode yang digunakan untuk menyesuaikan atau mengubah impedansi suatu rangkaian elektronik agar sesuai dengan impedansi yang diinginkan. Teknik ini juga biasanya digunakan dalam sistem transmisi frekuensi tinggi atau sistem antena untuk mengoptimalkan performa sistem tersebut.

Pada teknik double stub tuner, terdapat dua buah stub atau batang pendek yang terhubung ke sistem dengan saluran transmisi terbuka atau tertutup di salah satu ujungnya. Kedua stub ini dapat diubah panjangnya untuk mengubah impedansi sistem, sehingga dapat digunakan untuk menyesuaikan impedansi sistem dengan impedansi yang diinginkan.

Teknik double stub tuner biasanya digunakan untuk menyesuaikan

impedansi sistem dengan impedansi sumber atau beban yang terhubung ke sistem tersebut. Hal ini berguna untuk menghindari munculnya refleksi sinyal yang dapat menurunkan kinerja sistem. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menyesuaikan impedansi sistem dengan impedansi yang diinginkan pada berbagai frekuensi, sehingga dapat digunakan pada sistem transmisi frekuensi yang lebih luas.

4. *Lumped Circuit*

Lumped circuit adalah sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis dan merancang sistem elektronik yang terdiri dari komponen-komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, dan inductor dengan memperhitungkan impedansi dari masing-masing komponen tersebut. Impedansi adalah ukuran yang menggambarkan hambatan yang diberikan oleh suatu sistem terhadap arus listrik yang melewatinya.

Dengan menggunakan teknik impedansi lumped circuit, sistem elektronik dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan-persamaan listrik yang sudah dikenal, seperti persamaan Ohm, Kirchhoff, dan Maxwell. Dengan demikian, sistem elektronik dapat dirancang dan dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Teknik impedansi lumped circuit biasanya digunakan untuk menganalisis sistem elektronik yang beroperasi pada frekuensi yang relatif rendah, karena teknik ini tidak memperhitungkan efek-efek yang terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi. Namun, teknik ini masih banyak digunakan karena mudah dipahami dan diterapkan dalam praktik perencanaan sistem elektronik.

2.3.3. Desain Penyesuaian Impedansi (*Impedance Matching*) / PI

Desain penyesuaian impedansi adalah sebuah proses perencanaan sistem elektronik yang bertujuan untuk menyesuaikan atau mengubah impedansi suatu rangkaian elektronik agar sesuai dengan impedansi yang diinginkan. Hal ini berguna untuk menghindari munculnya refleksi sinyal yang dapat menurunkan kinerja sistem.

Untuk melakukan desain matching impedance, terdapat beberapa teknik

yang dapat digunakan, seperti teknik single stub tuner, teknik double stub tuner, dan teknik transformator. Pada teknik single stub tuner dan teknik double stub tuner, digunakan sebuah atau beberapa stub atau batang pendek yang terhubung ke sistem dengan saluran transmisi terbuka atau tertutup di salah satu ujungnya. Pada teknik transformator, digunakan sebuah transformer yang dapat mengubah impedansi sistem dengan mengubah rasio lilitan pada primari dan sekunder transformer tersebut.

Selain itu, dalam desain matching impedance juga perlu diperhitungkan faktor-faktor lain seperti frekuensi sinyal, panjang saluran transmisi, dan karakteristik komponen elektronik yang digunakan. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, sistem elektronik dapat dirancang dan dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

2.3.4. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Bila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver* maka akan timbul daya refleksi (*reflected power*) pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (*forward power*). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (*standing wave*) yang besarnya bergantung pada daya refleksi. VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum $|V|_{\max}$ dengan minimum $|V|_{\min}$. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan V^+ dan tegangan yang direfleksikan V^- . Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ).

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

V_0^- = Tegangan yang direfleksikan

V_0^+ = Tegangan yang dikirimkan

Γ = Koefisien refleksi tegangan

Z_L = Impedansi beban

Z_0 = Impedansi saluran

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

$\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.

$\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.

$\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

S = Nilai VSWR

V_{max} = Amplitudo gelombang berdiri maksimum

V_{min} = Amplitudo gelombang berdiri minimum

Γ = Koefisien refleksi tegangan

2.3.5. S-Parameter (*Return Loss*)

Return loss pada antena adalah ukuran sejauh mana sinyal yang dikirim dari pemancar ke antena terpantulkan kembali ke pemancar sebagai hasil dari impedansi yang tidak cocok. Ini dapat mengindikasikan efisiensi antena dalam mentransmisikan energi sinyal ke ruang bebas daripada memantulkannya kembali ke sumber, memengaruhi kualitas transmisi dan performa keseluruhan sistem komunikasi.

2.3.6. *Bandwith*

Bandwidth pada antena adalah jangkauan frekuensi di mana antena dapat berfungsi secara efektif dalam mentransmisikan sinyal tanpa mengalami penurunan kualitas yang besar. Semakin lebar *bandwith*, semakin banyak frekuensi yang dapat diterima dan dikirim oleh antena, memungkinkan transmisi data yang lebih cepat dan kapasitas komunikasi yang lebih tinggi dalam sistem komunikasi nirkabel.

2.4. *Wireless Fidelity (Wifi)*

2.4.1. *Pengertian 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.



Gambar 2.12. Logo Wifi

(Sumber : utopicompters.com)

Perancangan teknologi Wifi saat ini didasari 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

(Sumber : utopicompters.com)

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi	Cocok Dengan
802.11a	11 Mb/s	2,4 GHz	B
802.11b	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

Variasi spesifikasi di atas mempunyai kelebihan dan tingkat kemampuan yang berbeda-beda terutama dari segi kecepatan akses data. Dimana diketahui

bahwa variasi spesifikasi Wifi g dan n merupakan produk yang terbaru diaplikasikan pada perangkat dan mulai diperkenalkan kepada pengguna pada tahun 2005. Di banyak bagian dunia, frekuensi yang digunakan oleh Wifi, pengguna tidak diperlukan untuk mendapatkan ijin dari pengatur lokal (misal, Komisi Komunikasi Federal di A.S.). 802.11a menggunakan frekuensi yang lebih tinggi dan oleh sebab itu daya jangkauannya lebih sempit, lainnya sama. Versi Wifi yang paling luas dalam pasaran AS sekarang ini (berdasarkan dalam IEEE 802.11b/g) beroperasi pada 2.400 MHz sampai 2.483,50 MHz.

2.4.2. Fungsi *Wireless Fidelity* (Wifi)

Beberapa fungsi Wifi yaitu sebagai berikut.

1. **Untuk Menghubungkan Perangkat ke Internet.** Fungsi WiFi yang pertama adalah untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet. WiFi dapat menghubungkan perangkat elektronik seperti PC, laptop maupun smartphone yang kompatibel WiFi ke jaringan internet tanpa perlu menggunakan kabel, sehingga lebih praktis dan cepat.
2. **Berbagi File atau Data.** Fungsi WiFi yang kedua adalah untuk membantu berbagi file atau data. Perangkat yang mendukung WiFi memungkinkannya untuk dapat saling berbagi file atau data dengan lebih mudah tanpa perlu menggunakan kabel.
3. **Menghubungkan Antar Perangkat.** Fungsi WiFi ketiga yaitu untuk membantu menghubungkan satu perangkat ke perangkat lainnya. Dengan keberadaan WiFi, Anda bisa menghubungkan ponsel pintar Anda ke perangkat komputer atau laptop tanpa perlu menggunakan USB, namun dengan syarat kedua perangkat harus mendukung perangkat wireless.
4. **Modem dari Ponsel.** Fungsi WiFi yang terakhir adalah dapat membuat ponsel pintar Anda berperan sebagai modem. Bukan hanya sebagai penerima sinyal WiFi saja, ponsel pintar yang Anda miliki juga bisa menjadi modem portable, atau pemancar sinyal radio atau hotspot. Sehingga, jika dihubungkan ke perangkat lain yang kompatibel dengan WiFi, maka perangkat tersebut dapat mengakses internet.

2.4.3. Frekuensi *Wireless Fidelity* (Wifi)

Frekuensi WiFi merujuk pada jumlah getaran gelombang elektrik per detik pada gelombang elektromagnetik yang berada dalam spektrum nirkabel atau wireless. Mengutip laman Minim, semakin tinggi sebuah frekuensi maka akan semakin cepat pula transmisi data namun semakin pendek jangkauan sinyalnya [7].

Hingga saat ini, sebetulnya ada beragam frekuensi WiFi yang telah tersedia. Akan tetapi, frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz merupakan dua standar yang paling umum digunakan. Berikut adalah ulasan mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing frekuensi WiFi:

Berikut adalah kelebihan dan kekurangan frekuensi 2.4 GHz.

1. **Jangkauan Lebih Luas.** Berdasarkan definisi di atas, 2.4 GHz berada di tingkat frekuensi yang lebih rendah daripada 5 GHz. Dengan begitu, frekuensi WiFi ini dapat memberikan jangkauan konektivitas yang lebih luas. Sebagai perbandingan, frekuensi ini dapat menjangkau hingga 36 meter di dalam ruangan dan 92 meter di luar ruangan. Sedangkan frekuensi 5 GHz, hanya bisa mencapai jarak 12 meter dalam ruangan dan 30 meter di luar ruangan.
2. **Dapat Menembus Benda Padat.** Melansir *Minim*, frekuensi rendah yang ditransmisikan 2.4 GHz WiFi juga lebih memungkinkan gelombang elektrik itu untuk menembus benda-benda padat yang ada di dalam ruangan. Artinya, sinyal dapat memiliki kekuatan yang setara meski terpisah oleh tembok atau benda padat lain.
3. **Pengguna Sudah Terlalu Banyak.** Di sisi lain, frekuensi 2.4 GHz sudah memiliki terlalu banyak pengguna. Terlebih, pengguna frekuensi ini bukan hanya konektivitas internet pada perangkat elektronik seperti laptop, komputer, atau ponsel saja; melainkan juga perangkat nirkabel lain seperti *earphone*, *Bluetooth speaker*, hingga Akibatnya adalah intervensi atau gangguan pada frekuensi ini cukup tinggi.

Di bawah ini adalah kelebihan dan kekurangan frekuensi 5 GHz

1. **Kecepatan Dan Keandalan Lebih Tinggi.** Dengan level frekuensi yang lebih tinggi, 5 GHz WiFi menawarkan kecepatan jelajah yang lebih tinggi. Sebagai perbandingan, frekuensi ini dapat melaju hingga 1300Mbps, sementara frekuensi 2.4 GHz hanya berkisar 450 sampai 600 Mbps. Tak hanya itu, frekuensi ini juga memiliki keandalan yang lebih tinggi. Artinya, pengguna akan lebih sedikit mengalami koneksi putus ketika menggunakan frekuensi ini.
2. **Lebih Sedikit Pengguna.** Berbeda dengan frekuensi 2.4 GHz, frekuensi satu ini hanya digunakan oleh perangkat elektronik seperti laptop, komputer, juga ponsel yang terhubung ke jaringan internet. Dengan demikian, pengguna pada frekuensi ini cenderung lebih sedikit. Ini juga berarti pengguna akan menghadapi lebih sedikit gangguan suara ketika terhubung ke frekuensi ini.
3. **Jangkauannya Pendek.** Mengingat 5 GHz WiFi berada di tingkat gelombang yang lebih tinggi, tentunya frekuensi ini memiliki jangkauan cakupan yang lebih pendek dibanding 2.4 GHz WiFi. Tak hanya itu, sinyal frekuensi ini juga disebut-sebut kurang andal jika melewati benda-benda padat.

2.5. *Software CST Studio Suite*

2.5.1. *Pengertian Software CST Studio Suite*

CST Studio Suite merupakan perangkat lunak simulasi elektromagnetik. Software ini berguna untuk merancang dan mensimulasikan antenna yang akan dibuat. yang kemudian akan diperoleh beberapa karakteristik dari sebuah antenna yaitu return loss, VSWR, bandwidth serta gain. CST Studio Suite digunakan untuk merancang dan mengoptimalkan sistem operasi frekuensi tinggi di bidang visual. CST Studio Suite dapat digunakan untuk merancang desain, merakit, memasang dan mengendalikan sirkuit dan sistem elektromagnetik dalam bentuk 3D, serta mensimulasikan numerik di medan elektromagnetik.

Software CST Studio Suite adalah suatu simulator medan elektromagnetik

untuk pemodelan 3 dimensi perangkat pasif yang memiliki kelebihan sangat mudah dan interaktif digunakan pada sistem operasi microsoft windows grafical user interface. Dalam simulatornya terintegrasi visualisasi, pemodelan volumetrik dan kemudahan dalam interaktif dimana solusi permasalahan pemodelan 3 dimensi bisa cepat dan akurat didapatkan.



Gambar 2.13. Tampilan Software CST Studio Suite 2019

(Sumber : google.com)

2.5.2. Cara Kerja Software CST Studio Suite

CST Studio Suite adalah program yang sangat interaktif dalam menampilkan model peralatan frekuensi radio secara tiga dimensi yang dibuat. Beberapa tahapan dalam CST Studio Suite diantaranya adalah :

1. Membuat parameter dari suatu model – perancangan bidang, batasan, dan eksitasi pada model yang dibuat.
2. Menganalisis model - pada tahapan ini model yang telah dibuat akan dianalisis dengan memasukkan frekuensi yang diinginkan dan bentangan frekuensi yang diinginkan.
3. Hasil - menampilkan hasil dalam bentuk laporan dua dimensi gambar, tabel, grafik maupun laporan dalam bentuk tiga dimensi.

Penyelesaian loop - proses mendapatkan hasil sepenuhnya otomatis.