

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antena

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi.

Antena adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya. Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Bentuk antena bermacam macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dan gain. Panjang antena secara efektif adalah panjang gelombang frekuensi radio yang dipancarkannya. Antena dipol setengah gelombang adalah sangat populer karena mudah dibuat dan mampu memancarkan gelombang radio secara efektif[4].

Fungsi antena adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, lalu meradiasikannya (pelepasan energi elektromagnetik ke udara/ruang bebas). Dan sebaliknya, antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi (peradiasi dan penerima) sekaligus. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja[4].

Dalam perancangan suatu antena, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah :

1. Bentuk dan arah radiasi yang diinginkan
2. Polarisasi yang dimiliki
3. Frekuensi kerja,
4. Lebar band (*bandwidth*), dan
5. Impedansi input yang dimiliki.

2.2 Karakter Antena

Ada beberapa karakter penting 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. Karakter-karakter 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*)

Ada dua jenis parameter penguatan (*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 rumus :

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

Sumber: Surjati I “Antena Mikrostrip ;Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 22)

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* ($P_{in(lossless)}$). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut [6]:

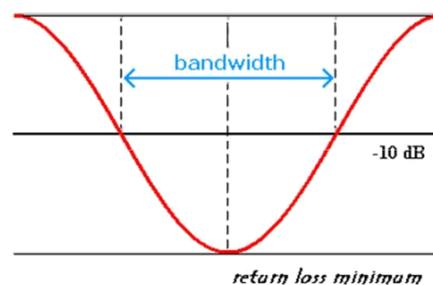
$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in(lossless)}} \quad (2-2)$$

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 22)

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

2.2.2 Bandwidth

Bandwidth (Gambar 2.1) suatu antenna didefinisikan sebagai rentangfrekuensi di mana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar



Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 19)

Gambar 2.1. Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

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

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ;Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 18)

dimana :

f_2 = frekuensi tertinggi

f_1 = frekuensi terendah

f_c = frekuensi tengah

Ada beberapa jenis *bandwidth* di antaranya:

- Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antenna berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya tergantung dari nilai

frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Pada umumnya nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik masing-masing adalah kurang dari -9,54 dB dan 2[7].

- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *beamwidth*, *sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antenna agar nilai *bandwidth* dapat dicari[8].
- c. *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi di mana polarisasi (linier atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3 Db[8].

2.2.3 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standingwave*) 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 (Γ):

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

Dimana Z_L adalah impedansi beban (*load*) dan Z_0 adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka [8]:

- 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;

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

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 $VSWR \leq 2$ [8].

2.2.4 Return Loss

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan [9]. *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[8].

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

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

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*. Nilai parameter ini dapat menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah mampu bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak[8].

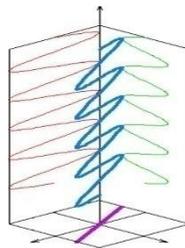
2.2.5 Polarisasi

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[8].

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Selain itu, polarisasi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang yang diradiasikan dan diterima oleh antenna pada suatu arah tertentu[8].

Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips). Polarisasi linier (Gambar 2.2) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi :

- a. hanya ada satu komponen, atau
- b. komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau 180^0 atau kelipatannya



Gambar 2.2 Polarisasi linier

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 25)

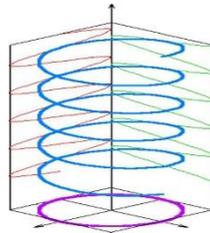
Polarisasi melingkar (Gambar 2.3) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik (atau

magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu.

Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus linier
- Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama
- Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90^0 .

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*. *LHCP* terjadi ketika $d= +p / 2$, sebaliknya *RHCP* terjadi ketika $d= -p / 2$

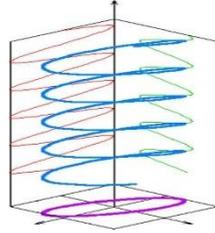


Gambar 2.3 Polarisasi melingkar

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 26)

Polarisasi elips (Gambar 2.4) terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai dua komponen linier ortogonal
- Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0^0 atau kelipatan 180^0 (karena akan menjadi linier). Jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa di antara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari 90^0 (karena akan menjadi lingkaran).



Gambar 2.4 Polarisasi Elips

Sumber; Surjati I “Antena Mikrostrip ; Konsep dan Aplikasinya Universitas Trisakti (hal 27)

2.2.6 Ukuran Dimensi Antena

Pada antena mikrostrip terdapat ukuran dimensi antena sebagai berikut;

1. Patch

Untuk mendapatkan nilai lebar *patch* (W_p) menggunakan persamaan berikut:

$$W_p = \frac{c}{2f^0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2-9)$$

Sumber; Balanis AC “antenna theory analysis and design” diakses pada 20 maret 2018

Dimana nilai permitifitas efektif substrat (ϵ_{ff});

$$\epsilon_{ff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w_p}}} \right] \quad (2 - 10)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai panjang *patch* (L_{eff}) menggunakan pendekatan persamaan berikut:

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4.6 \times 2.002} \quad (2-11)$$

Dimana;

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

Maka didapat hasil untuk panjang *patch* (L_p)

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

2. *Groundplane*

Untuk mendapatkan nilai lebar (W_g) dan panjang *groundplane* (L_g) menggunakan pendekatan persamaan berikut;

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

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

3. *Microstripline*

Untuk mendapatkan nilai panjang *feedline* (L_f) menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_f = \frac{w}{2} \quad (2-15)$$

Dimana nilai;

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-16)$$

Untuk nilai panjang satuannya sebagai berikut;

$$W_f = \frac{2(h)}{\pi} \left[B + 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right] \quad (2-17)$$

Keterangan:

Variabel	Deskripsi
W_p	Lebar Patch
ϵ_{eff}	Permitifitas Efektif Substrat
L_p	Panjang Patch
L_g	Panjang Groundplane
W_g	Lebar Groundplane
ϵ_r	Permitifitas Relative Substrat
H	Tebal Substrat
Z_0	Impedansi Pencatu
W_f	Lebar Saluran Pencatu
L_f	Panjang Saluran Pencatu
P	Panjang PCB
L	Lebar PCB

2.3 Software Yang Digunakan Sebagai Simulasi Perancangan Antena

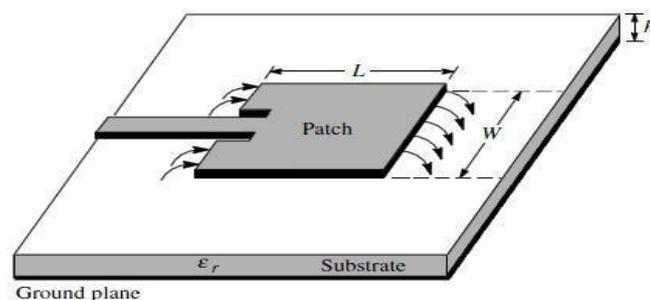
Software yang digunakan sebagai simulasi serancangan antena yaitu:

1. 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.
2. Ansoft atau Ansys HFSS merupakan software elektromagnetik simulator, maksudnya software yang bisa dibuat untuk desain antena beserta simulasinya atau membuat desain-desain yang lain atau hanya simulasi tentang hal-hal tertentu yang ada hubungannya dengan medan elektromagnetik.
3. **Advanced Design System** adalah perangkat lunak otomasi desain elektronik terdepan di dunia untuk aplikasi digital RF, microwave, dan kecepatan tinggi. Seperti simulator X-parameters * dan 3D EM
4. Digunakan oleh perusahaan terkemuka di industri komunikasi & jaringan nirkabel dan kedirgantaraan & pertahanan. Untuk aplikasi data, radar, & satelit WiMAX TM, LTE, multi-gigabit per detik, radar, & satelit, ADS menyediakan desain dan verifikasi berbasis standar penuh dengan simulasi langsung Perpustakaan Nirkabel dan simulasi sistem rangkaian-EM dalam plat form terpadu.
5. Desain NI AWR membantu insinyur merancang, mengoptimalkan, dan mengintegrasikan antenna. NI AWR menyediakan teknologi EM yang kuat untuk mensimulasikan metrik antenna seperti keuntungan, kehilangan kembali, efisiensi radiasi, dan arus, dan untuk memvisualisasikan pola antenna medan jauh 2D/3D. Perangkat lunak NI AWR juga mempercepat perancangan dimulai dengan AntSyn TM, perangkat lunak berbasis awan sebagai solusi layanan (SaaS), untuk sintesis antenna fisik berdasarkan persyaratan kinerja yang ditentukan pengguna.

2.4 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950, dan perkembangannya dilakukan secara serius pada tahun 1970. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang paling populer saat ini. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran[5].

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil jika dibandingkan dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, 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[5].



Gambar 2.5 Struktur Antena Mikrostrip
(sumber:Darsono, 2008:89)

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah *Conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Masing-masing lapisan ini memiliki fungsi yang berbeda.[2]

2.4.1 Conducting Patch

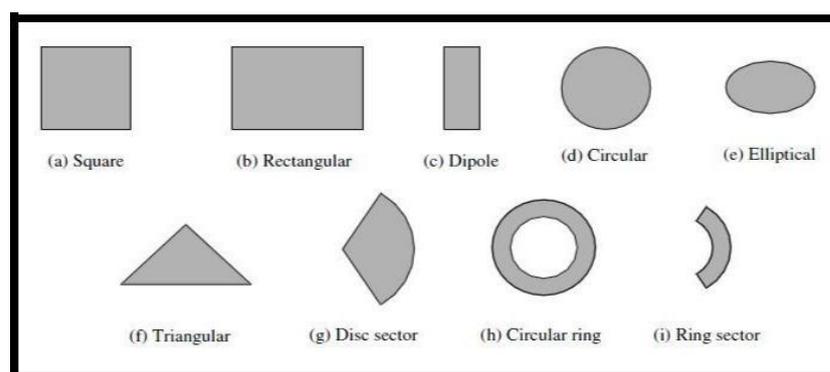
Plat konduktor ini umumnya terbuat dari tembaga. Fungsinya adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Plat ini terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. *Patch* terbuat dari bahan *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*. Bentuk *patch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.

2.4.2 Substrat dielektrik.

Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna. Pada antenna mikrostrip, semakin tinggi besar permitivitas relatif, ukuran *conducting patch* akan semakin kecil dan sebagai akibatnya memperkecil daerah radiasi. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antenna adalah pada *bandwidth*. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth*. tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*)`

2.4.3 Ground plane.

Ground plane antenna mikrostrip bisa terbuat dari bahan konduktor, yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.6 Jenis Patch Antena Mikrostrip

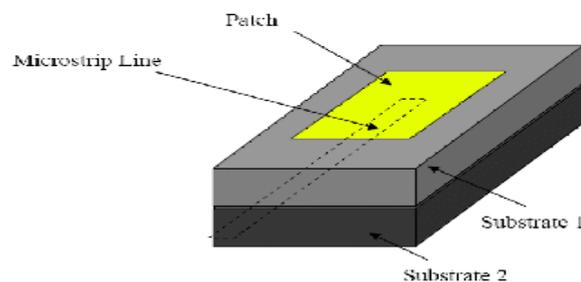
2.5 Teknik Pencatuan

Teknik pencatuan pada antenna mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip dan teknik

pencatuan merupakan salah satu hal penting dalam menentukan proses perancangan antenna mikrostrip. Masing-Masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing.

2.5.1 *Electromagnetically Coupled (EMC)*

Salah satu kelemahan antenna mikrostrip adalah *bandwidth* yang sempit. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan ini, antara lain dengan menggunakan substrat yang tebal, dengan menambahkan parasitic agar mendapat tanggapan resonansi ganda. Kemudian dengan menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* pada *patch* yang terletak pada lapisan di atas saluran. Dengan posisi saluran catu di atas patch, maka saluran tersebut dapat dibawa ke bagian bawah antenna, sehingga ada dua substrat yang digunakan pada teknik ini yang berada diatas bidang petanahan , dengan menghilangkan bidang pentanahan pada substrat yang berada di atas. Geometri antenna mikrostrip menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* .



Gambar 2.7 *Electromagnetically coupled*

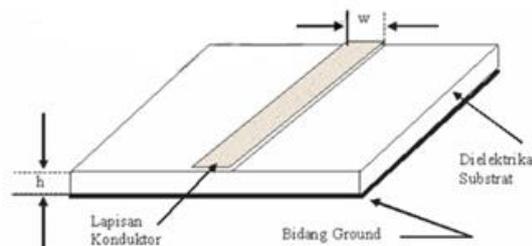
Dua substrat dielektrik akan digunakan jika teknik pencatuan ini diterapkan. Saluran pencatu terletak diantara dua substrat tersebut dan elemen peradiasi tereletak pada substrat bagian atas. Keuntungan utama dari teknik pencatuan ini adalah dapat mengeliminasi radiasi pada elemen pencatu (*spurious feed radiation*) dan mampu menghasilkan bandwidth yang tinggi (13%), karena meningkatkan ketebalan pada *patch* antenna. Pada teknik ini dapat digunakan dua substrat dielektrik yang berbeda (ketebalan dan konstanta dielektrik substrat), satu untuk elemen peradiasi dan satu substrat lainnya untuk saluran pencatu.

Substrat bagian atas (*upper substrate*) yaitu substrat dimana antenna membutuhkan substrat yang relatif lebih tebal dengan nilai konstanta dielektrik

yang relatif kecil. Hal tersebut meningkatkan bandwidth dan performa radiasi dari antena. Substrat bagian bawah yaitu substrat dengan saluran pencatu membutuhkan substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang relatif lebih tinggi dari substrat pada bagian atas.

2.5.2 *Microstrip Feeding*

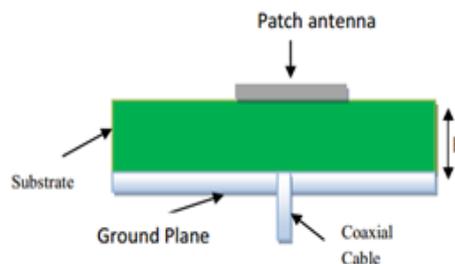
Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah *strip* dengan lebar w dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permitivitas relatif ϵ_r dengan tinggi h . Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya Z_0 . Impedansi karakteristik Z_0 dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip (w) dan tinggi substrat (h).



Gambar 2.8 Saluran Mikrostrip

2.5.3 *Coaxial Feeding*

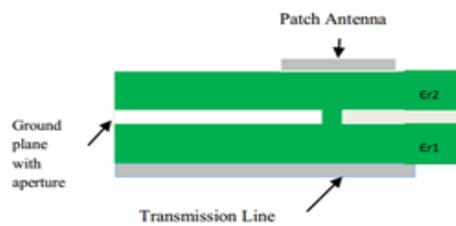
Coaxial feeding merupakan salah satu teknik pencatuan yang mana konduktor dalam coaxialnya disematkan pada elemen peradiasi yang konduktor luarnya terhubung dengan ground plane. Keuntungan menggunakan coaxial feeding adalah pembuatan yang mudah, mudah *dimatchingkan*, dan kerugiannya bandwidthnya sempit serta sulit dimodelkan ketika *substratnya* sempit.



Gambar 2.9 *Coaxial Feeding*

2.5.4 Aperture Feeding

Dalam teknik ini, Saluran transmisi dipisahkan dari antena menggunakan sebuah plat konduktor yang mempunyai aperture untuk melewatkan energi ke antena. Substrate yang diatas dapat dibuat dengan permitivitas yang lebih rendah dari yang dibawah untuk menghasilkan radiasi yang lebih baik. Kerugiannya adalah sulit untuk disusun/dibuat.

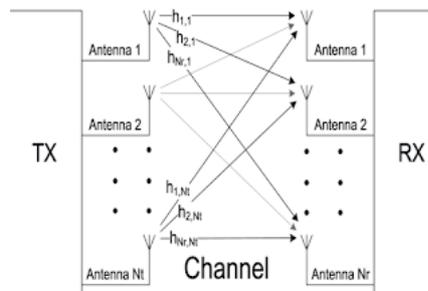


Gambar 2.10 Aperture Feeding

2.6 Multiple Input Multiple Output (MIMO)

Adalah sistem yang menggunakan multi antena atau lebih dari satu antena pada pemancar (*transmitter*) maupun pada penerima (*receiver*) dengan tujuan untuk menjadikan sinyal pantulan sebagai penguat sinyal utama sehingga tidak saling menggagalkan. Pada sebuah antena, diperlukannya teknik khusus atau system smart antenna yang dapat mempengaruhi system kerja, kapasitas dari antena tersebut, dan dapat mengurangi atau menghapuskan gangguan yang disebabkan oleh multipath fading. Penggunaan antena dalam system smart antenna dibagi dalam 4 kategori yaitu SISO (Single Input, Single Output), SIMO (Single Input, Multiple Output), MISO (Multiple Input, Single Output) dan MIMO (Multiple Input, Multiple Output). SISO adalah sistem komunikasi nirkabel dimana antena yang digunakan pada sumber (*transmitter*) dan satu antena yang digunakan pada tujuan (*penerima*). SIMO adalah teknologi antena untuk komunikasi nirkabel dimana beberapa antena digunakan di tujuan (*penerima*). MISO adalah teknologi antena untuk komunikasi nirkabel dimana beberapa antena digunakan pada sumber (*pemancar*). MIMO adalah sistem yang menggunakan multi antena baik pada *transmitter* maupun *receiver* untuk mengatasi kelemahan pada sistem komunikasi wireless konvensional. Dari 4 jenis system tersebut, MIMO memiliki banyak keunggulan seperti penguatan sinyal

yang lebih bagus, mempercepat koneksi wireless dan memperjauh jarak jangkauan, bandwidthnya lebih lebar, serta pola radiasinya bisa ke beberapa arah.



Gambar 2.11 *Multiple Input Multiple Output*

MIMO memungkinkan *transfer rate* yang tinggi karena sinyal dipecah menjadi *multiple lower stream* dan masing-masing aliran (stream) dipancarkan dalam antena yang berbeda namun tetap dalam satu kanal frekuensi. Teknik transmisi sistem MIMO dapat memanfaatkan keberadaan multipath untuk menciptakan sejumlah kanal ekuivalen yang seolah-olah terpisah satu sama lain, dimana pada kondisi normal keberadaan *multipath* justru merugikan karena menimbulkan *fading*. Dalam aplikasinya, terdapat dua macam teknik MIMO yang digunakan dalam sistem komunikasi nirkabel dan bergerak yakni:

2.6.1 *Spatial Multiplexing*

Teknik pertama yang digunakan dalam sistem MIMO ialah multipleks spasial (*spatial multiplexing*). Pada teknik ini aliran data yang berlaju dengan tinggi dipecah – pecah menjadi sejumlah aliran sesuai dengan jumlah antena pemancar masing – masing dengan laju yang lebih rendah dari aliran aslinya. Sebelum aliran data ditransmisikan oleh antena, aliran – aliran data ini dilewatkan pada matriks khusus yang berfungsi menggabungkan sinyal dari semua aliran dengan kombinasi tertentu untuk dipancarkan. Ini merupakan suatu proses multipleks yang berlangsung pada dimensi spasial karena setiap kombinasi data paralel ditujukan ke salah satu antena transmitter. Dengan sistem ini teknik *spatial multiplexing* memungkinkan mencapai kapasitas kanal yang besar dan juga dapat menambah *spectrum efisiensi* sehingga menambah kecepatan transmisi data.

2.6.2 Spatial Diversity

Jika sebelumnya sinyal data dipecah sesuai dengan jumlah antenna di setiap sisinya, lain halnya dengan teknik spatial diversity. Pada sistem ini setiap antenna pengirim pada sistem MIMO mengirimkan data yang sama secara paralel dengan menggunakan coding yang berbeda pada setiap sinyal yang dikirimkan. Tujuannya ialah untuk mendapatkan kualitas sinyal setinggi mungkin dengan memanfaatkan teknik diversity pada transmitter dan receiver. Peningkatan kualitas sinyal dapat dilihat berdasarkan nilai parameter penguatan diversity (diversity gain), yang nilainya makin meningkat dengan makin besarnya tingkat diversity R , yaitu jumlah antenna yang digunakan pada receiver. Penggunaan STC (Space Time Coding) pada sistem MIMO dengan sejumlah T antenna transmitter dan R antenna receiver menjanjikan tingkat diversity menjadi $T \times R$. Sebagai contoh, dengan 4 antenna pada masing – masing sisi, sistem MIMO dengan STC diharapkan mampu menyediakan tingkat diversity yang setara dengan metode konvensional menggunakan 16 antenna pada receiver.

2.6.3 Keunggulan MIMO

1. Sinyal pantulan (multi path) sebagai penguat sinyal utama sehingga tidak saling menggagalkan.
2. Mempercepat koneksi wireless dan memperjauh jarak jangkauan.
3. Menghemat penggunaan bandwidth dan peningkatan kapasitas kanal.

2.6.4 Kelemahan MIMO

Selain memiliki banyak kelebihan, MIMO juga memiliki kelemahan, yaitu adanya waktu interval yang menyebabkan adanya sedikit delay pada antenna akan mengirimkan sinyal, meskipun pengiriman sinyalnya sendiri lebih cepat. Waktu interval ini terjadi karena adanya proses dimana sistem harus membagi sinyal mengikuti jumlah antenna yang dimiliki oleh perangkat MIMO yang jumlahnya lebih dari satu.

Secara sederhana MIMO adalah penggunaan multipel antenna baik di pemancar (transmitter) dan juga di penerima (receiver) untuk meningkatkan performance telekomunikasi. MIMO sendiri merupakan salah satu bentuk dari

Smart Antenna. MIMO digunakan dalam teknologi komunikasi wireless karena mempunyai kemampuan signifikan dalam meningkatkan data throughput tanpa adanya tambahan bandwidth maupun transmit power (daya pemancar).

2.6.5 Pengertian CST Studio Suite

CST STUDIO SUITE adalah paket perangkat lunak yang dapat mensimulasikan dan menyelesaikan semua masalah elektromagnetik mulai dari frekuensi rendah ke microwave dan optik serta termal dan beberapa masalah mekanis. Terdapat 7 menu kerja antara lain:

1. Microwave Studio: untuk masalah RF dan Microwave seperti desain antena
2. EM Studio: untuk masalah dengan frekuensi rendah seperti RFID, elektrostatik, magnetostatik, dll.
3. Desain Studio: alur kerja skematik untuk merancang sirkuit bercahaya dan juga bergabung dengan hasil studio lain untuk merancang sistem perakitan
4. Particle Studio: untuk partikel dan simulasi pancaran seperti e-Gun, tabung microwave, dll.
5. MPHYSISCS Studio: untuk beberapa simulasi mekanik dan termal
6. Cable Studio: untuk desain dan simulasi kabel dalam bundel, harness, dll.
7. PCB Studio: untuk simulasi PI dan SI pada PCB berlapis-lapis.