

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Antena

2.1.1 Pengertian Antena

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik. Karakteristik antena yang diturunkan sebagai sumber atau pemancar dapat dibuktikan berlaku pula sebagai penerima, hal ini dijelaskan menurut *Teorema Resiprositas Carson*.

2.1.2 Parameter Antena

Untuk menggambarkan unjuk kerja suatu antena, sangat penting untuk memahami parameter-parameter antena. Beberapa parameter saling berhubungan dan tidak semua perlu ditentukan untuk gambaran keseluruhan dari kinerja antena. Jenis parameter-parameter antenna menurut *IEEE Standard Definition of Terms for Antennas*, yaitu pola radiasi, keterarahan (*directivity*), penguatan (*gain*), lebar pita (*bandwidth*), polarisasi, dan impedansi input. Parameter lain yang turut menentukan keberhasilan unjuk kerja antena yaitu *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR).

1. VSWR

VSWR didefinisikan sebagai perbandingan tegangan maksimum dan tegangan minimum gelombang berdiri pada saluran transmisi. 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 tergantung pada besarnya daya refleksi.

2. Return loss

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^+).

3. Directivity

Pengarahan (*directivity*) adalah sebagai perbandingan antara rapat daya maksimum pada berkas utama terhadap rapat daya rata – rata yang diradiasikan.

4. Polarisasi

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu.

5. Pola Radiasi

Pola radiasi (*radiation pattern*) suatu antena adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antena pada medan jauh sebagai fungsi arah.

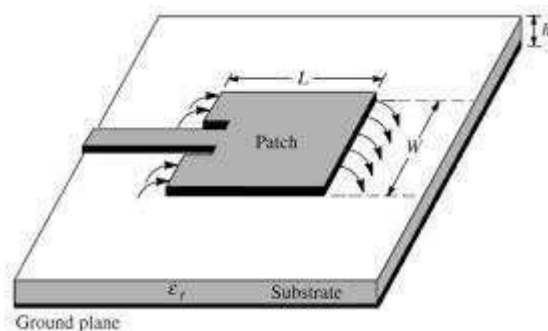
2.1.3 Matching Impedance

Matching Impedance merupakan cara atau teknik yang dipakai untuk menyesuaikan dua impedansi yang tidak sama, yaitu impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban (Z_L). Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *matching impedance* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi Z_T di antara dua saluran transmisi yang tidak match. Panjang saluran transformator $\lambda/4$ ini adalah:

$$Lf = \frac{1}{4}\lambda g \quad (2.1)$$

2.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu antena yang terbuat dari konduktor yang menempel pada suatu dielektrik dan pada bagian bawahnya ada *ground plane*, atau pada umumnya dicetak pada PCB (*printed circuit board*). Pencetakan antena pada PCB disebut juga *etching*.



Gambar 2.1 Struktur antena mikrostrip

Dari gambar diatas, antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian, antara lain:

1. *Conducting patch*, merupakan lapisan bagian paling atas pada antena yang terbuat dari bahan konduktor . Fungsi dari lapisan ini yang disebut juga *patch*, adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Bentuk-bentuk dari *patch* ini bias berupa persegi, segitiga, lingkaran, atau bentuk *fractal*. Pada proyek akhir ini bentuk *patch* digunakan adalah bentuk persegi panjang.
2. *Substrate dielectric*, merupakan lapisan bagian tengah dari antena yang terbuat dari bahandielektrik. Fungsi dari lapisan dielektrik ini adalah untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik dari catuan menuju *patch*.
3. *Groundplane*, merupakan lapisan bagian bawah dari 3 antena mikrostrip yang biasanya terbuat dari bahankonduktor. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai *reflector* sinyal yang tidak diinginkan.

Beberapa keuntungan utama 3 antena mikrostrip adalah mempunyai penampang yang tipis, ukuran yang kecil dan ringan, mudah dalam pembuatan, dapat diintegrasikan dengan microwave sirkuit terpadu (MICs), dapat dibuat untuk dual atau triple frekuensi.

Beberapa kelemahan utama mikrostrip adalah *gain* yang rendah, efisiensi yang rendah, *bandwidth* yang sempit, kecilnya alat mengakibatkan perlu ketelitian yang tinggi dalam perancangan dan pembuatannya, rugi-rugi daya yang cukup besar akibat polarisasi silang, penyusunan *feed* yang cukup kompleks untuk dapat diintegrasikan langsung.

2.2.1 Dimensi Antena

Untuk mencari dimensi antena mikrostrip (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 mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan menjadi sempit, sedangkan bila 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.

Adapun rumus guna menentukan panjang dan lebar antena microstrip yaitu sebagai berikut:

1. Panjang patch antena microstrip (W)

$$W = \frac{c}{2fc \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (2.2)$$

Dimana:

W : panjang konduktor (patch)

ϵ_r : konstanta dielektrik

c : kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

fc : frekuensi kerja antena

2. Lebar patch antena microstrip (L)

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} + 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (2.3)$$

Dimana ϵ_{eff} adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}} \right) \quad (2.4)$$

Kemudian cari nilai L_{eff} yang merupakan panjang patch efektif yang dapat dirumuskan dengan :

$$L_{eff} = \frac{c}{2fc \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.5)$$

Setelah mendapatkan nilai L_{eff} maka nilai L atau lebar antena microstrip dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.6)$$

Untuk menghitung ukuran substrat dan groundplane dapat menggunakan rumus berikut ini :

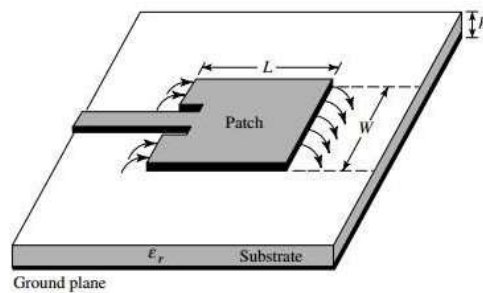
$$Lg \geq 6h + L \quad (2.6) \quad Wg \geq 6h + W$$

(2.7)

2.2.3 Teknik Pencatuan

Antena dapat dicatu dengan beberapa metode, ada dua macam teknik pencatuan, yaitu metode kontak dan metode nonkontak. Dalam Proyek Akhir ini metode yang digunakan adalah metode kontak *Microstrip Line*, yaitu daya RF dicatu secara langsung ke *patch* menggunakan satu elemen penghubung.

Elemen penghubung terhubung langsung ke tepi bidang mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawahini.



Gambar 2.2 Teknik Pencatuan Mikrostrip Line

Lebar saluran feedline dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Z_c = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}} \left(\frac{W_0}{h} + 1.393 + 0.6671n \left(\frac{W_0}{h} + 1.444 \right) \right)} \quad (2.8)$$

2.3 MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT (MIMO)

Secara konvensional, sebuah smart antenna adalah sebuah unit dari sistem komunikasi nirkabel dan menunjukkan proses sinyal dengan banyak antenna. Banyak antenna tidak dapat digunakan pada pengirim juga penerima. Tetapi saat ini, teknologinya lebih

berkembang, sekarang dengan banyak antena dapat digunakan di pengirim dan penerima, sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO). Secara sederhana, MIMO adalah penggunaan *multiple* antena baik di pemancar maupun di penerima juga untuk meningkatkan performansi telekomunikasi. MIMO sendiri merupakan salah satu implementasi *Smart Antenna*. MIMO digunakan dalam teknologi wireless karena memiliki kemampuan signifikan dalam meningkatkan data *throughput* tanpa adanya tambahan *bandwidth* maupun *transmit power* (daya pemancar).

Teknologi MIMO menggunakan minimal dua antena. Semakin banyak antena yang digunakan tentunya akan semakin baik dan data rate yang didapatkan akan semakin besar.

Adapun keunggulan antena MIMO dibandingkan dengan antena tunggal diantaranya sebagai berikut:

1. Dapat meningkatkan kapasitas baik kapasitas link maupun kapasitas sistem
2. Dapat meningkatkan *reliability* sinyal dengan memperkecil *mutual coupling* yang terjadi pada sinyal fading.
3. Meningkatkan kehandalan transmisi
4. Memperkecil terjadinya interferensi sinyal

2.3.1 Coefficient Correlation

Coefficient correlation menunjukkan seberapa ortogonal sinyal pada sistem MIMO. Jika ada dua sinyal yang sama, maka kedua sinyal tersebut dapat dikorelasikan dengan sempurna dan memiliki *coefficient correlation* 1. Sedangkan jika kedua sinyal saling ortogonal sempurna, maka kedua sinyal tersebut memiliki koefisien korelasi.

2.3.2 Diversity Gain

Diversity gain adalah karakteristik terpenting pada sistem diversitas. Secara umum *diversity gain* merupakan perbedaan antara kombinasi dari CDF (*Cumulative Distribution Function*) dan suatu nilai dari CDF pada level tertentu. Biasanya dipilih untuk dapat mencapai nilai 1 % (sehingga reliabilitasnya 99%).

Diversity gain dapat diekspresikan dengan persamaan berikut:

$$G_{div} = \frac{P_{div}}{P_{antena}} \quad (2.9)$$

Dengan P_{div} adalah level daya setelah penggabungan diversitas dan P_{antena} adalah level daya dari cabang referensi. Di antara dua level daya tersebut harus dilihat pada level CDF yang sama. Efektif *diversity gain* dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$G_{effdiv} = \frac{P_{div}}{P_{ideal}} = \frac{P_{div}}{P_{antena}} \cdot (e_{radef})^{antena} \quad (2.10)$$

2.3.3. Mutual coupling Antena

Pada sistem MIMO, *mutual coupling* juga menjadi parameter penting. Pada *transmitter* antena array, *mutual coupling* antena terjadi karena input sinyal digabungkan dengan antena sebelahnya.

24 LONG TERM EVOLUTION(LTE)

3GPP Long Term Evolution atau yang biasa disingkat LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Teknologi ini mampu *download* sampai dengan tingkat 300mbps dan *upload* 75mbps. LTE sudah mulai dikembangkan oleh 3GPP sejak tahun 2004. 3GPP LTE mewakili kemajuan besar didalam teknologi selular. LTE di rancang untuk memenuhi kebutuhan operator akan akses data dan media angkut yang berkecepatan tinggi serta menyokong kapasitas teknologi suara.

Dari *White Paper* yang ditulis oleh Steve Mace, dapat dipertimbangkan beberapa parameter penting untuk Antena *indoor* LTE yang patut diperhatikan, yaitu:

1. Pola Radiasi *Omnidirectional*
2. Gain minimum 3dB
3. Menggunakan teknik MIMO

