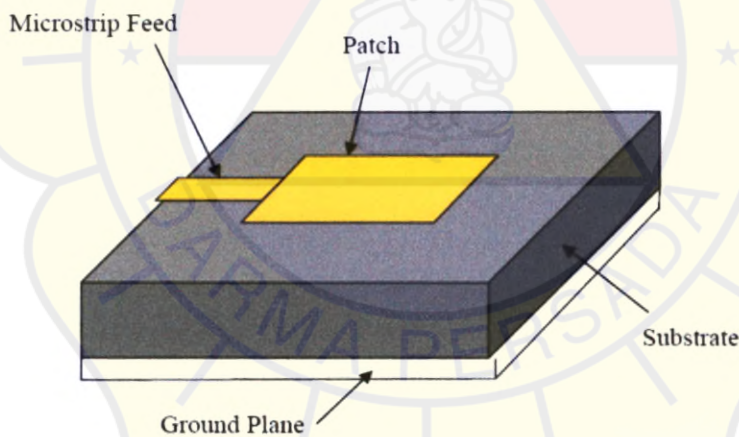


BAB II

TEORI DASAR ANTENA MIKROSTRIP

2.1 Antena Mikrostrip

Teknologi mikrostrip merupakan sebuah medium (*substrate*) yang memiliki karakteristik dielektrik yang dapat digunakan untuk menghantarkan atau mempropagasikan gelombang elektromagnetik melalui teknologi MIC (*Microwave Integrated Circuit*) untuk frekuensi gelombang mikro. Sebagai media propagasi gelombang elektromagnetik, maka secara karakteristik dapat dibuat untuk suatu rancangan sebuah saluran transmisi dan radiator antena. Secara konseptual rancangan sebuah antena mikrostrip dilakukan melalui dua tahap, yaitu: pertama merancang model saluran transmisi dan kedua merancang ukuran dan model peradiasi atau radiator.



Gambar 2.1. Struktur Antena Mikrostrip

Dalam bentuk yang paling dasar, sebuah antena mikrostrip terdiri dari sebuah *patch* yang memancar disisi *substrate* dielektrik yang memiliki bidang tanah disisi lain dan saluran transmisi seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Elemen peradiasi (*radiator*) berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Elemen ini biasa disebut sebagai *radiator patch* dan terbentuk dari lapisan logam metal yang memiliki ketebalan tertentu. Jenis logam yang biasanya digunakan adalah tembaga (*copper*) dengan konduktifitas 5.8×10^7 S/m. Ada

beberapa jenis radiator patch berdasarkan bentuknya, diantaranya *rectangular* (segiempat), *triangular* (segitiga), lingkaran dan dll. *Substrate* merupakan dielektrik yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan.

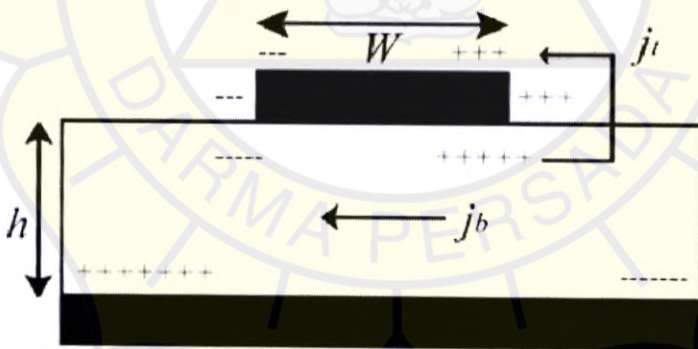
Bagian ini memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r), faktor disipasi, dan ketebalan (h) tertentu. Ketiga nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, bandwidth, dan juga efisiensi dari antenna yang akan dibuat ketebalan *substrate* jauh lebih besar dari pada ketebalan konduktor metal peradiasi. Semakin tebal *substrate* maka bandwidth akan semakin meningkat, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Untuk *substrate* komersial yang tersedia umumnya memiliki dua data ukuran properti fisik, yaitu: konstanta dielektrik atau *permittivity* (ϵ_r) dan loss tangent ($\tan\delta$). Pada rancang bangun jenis *substrate* yang digunakan adalah RT/duroid 5880 yang memiliki spesifikasi: loss tangent 0,0002, konstanta dielektrik 2,20 dan ketebalan 0,062" (1,57 mm).

2.2 Model Cavity

Antena mikrostrip merupakan antenna yang memiliki pita resonansi yang sempit. Keadaan ini disebut sebagai *lossy cavities*. Antena mikrostrip menyerupai lubang-lubang yang dipenuhi oleh bahan dielektrik yang menghasilkan resonansi pada orde yang tinggi. Nilai medan yang ternormalisasi didalam *substrate* dielektrik yang dapat dicari dengan lebih akurat dengan mencermati daerah tersebut sebagai lubang (*cavity*) yang diselubungi oleh konduktor (yaitu diatas dan dibawah) dan di dinding magnet. Model ini merupakan model pendekatan yang berprinsip pada impedansi masukan reaktif dan tidak meradiasikan daya.

Ketika antenna mikrostrip diberikan energi distribusi muatan dibentuk pada bagian atas dan bagian bawah permukaan dari pada *patch* tersebut, dan juga pada bagian pentanahan (*ground*). Distribusi muatan dikendalikan oleh 2 mekanisme, yaitu : mekanisme atraktif dan mekanisme repulsive. Mekanisme atraktif terjadi diantara muatan-muatan yang berlawanan

pada bagian bawah *patch* dan bagian *ground* yang cenderung untuk mempertahankan konsentrasi muatan pada bagian bawah *patch*. Mekanisme repulsive terjadi diantara muatan-muatan pada bagian bawah permukaan *patch* yang memiliki kecenderungan untuk mendorong berupa muatan pada bagian bawah *patch* ke bagian atasnya melalui ujung-ujung *patch* tersebut. Karena kebanyakan antena mikrostrip memiliki nilai *ratio height to width* yang kecil, mekanisme atraktif menjadi dominan dan kebanyakan konsentrasi muatan berada pada bagian bawah *patch*. Arus dalam jumlah yang kecil mengalir melalui ujung *patch* ke bagian atas permukaan *patch*. Aliran arus semakin kecil seiring dengan semakin mengecilnya nilai *ratio height to width*. Kedua jenis mekanisme diperlihatkan pada gambar 2.2 beserta kerapatan arus (j) dapat diasumsikan bahwa besaran 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 medan konduksi yang sempurna sehingga tidak mengganggu medan magnetik menyebabkan distribusi medan elektrik tetap di bawah permukaan *patch*.

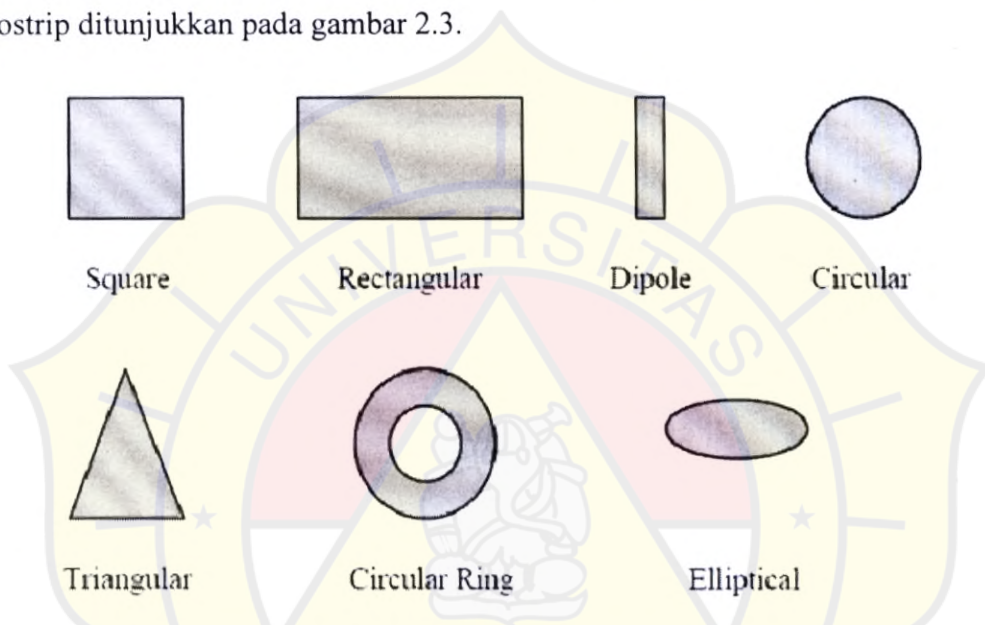


Gambar 2.2. Distribusi muatan dan arus yang terbentuk pada patch mikrostrip

Cavity model merupakan dasar perhitungan yang banyak digunakan untuk analisis suatu patch antena mikrostrip. Sedangkan bentuk atau metode persamaan integralnya dinyatakan sebagai Method of Moment yang dikenal secara umum, dimana dalam penerapannya dilakukan dengan pendekatan komputasi maupun atau dengan cara pendekatan secara fisik.

2.3 Elemen Peradiasi Antena

Peradiasi atau *patch radiator* merupakan komponen utama dari suatu antena mikrostrip, dimana pola propagasi gelombang elektromagnetik akan dipancarkan pada ruang bebas atau udara. Ada beberapa model *patch* antena yang dapat digunakan pada ruang bebas atau udara, model *patch* antena yang dapat digunakan didalam merancang suatu antena mikrostrip, seperti : Bujur sangkar, persegi empat, ring dan ellipsis. Bentuk *patch radiator* antena mikrostrip ditunjukkan pada gambar 2.3.



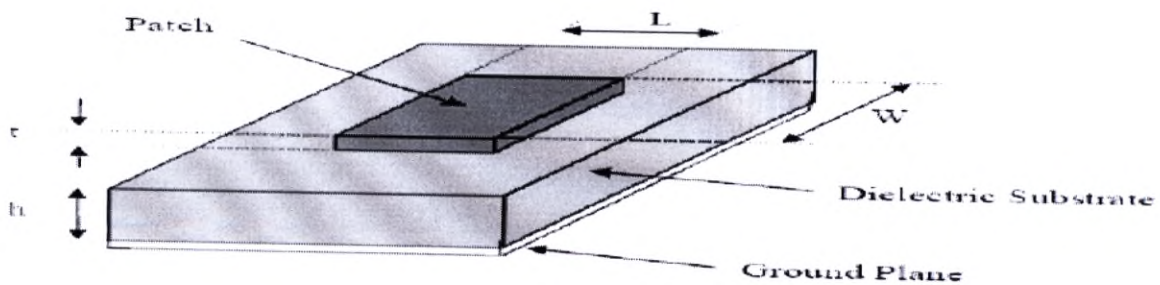
Gambar 2.3. Bentuk dasar patch antena mikrostrip

Bentuk rancangan dari *patch* antena dalam perancangan ini menggunakan model bujur sangkar didasarkan ukuran yang lebih kecil dan *fleksibel* dalam penempatan posisi. Peradiasi bujur sangkar ini dirancang dengan alasan bentuk yang minimalis dan mudah untuk perancangannya terhadap ukuran model lainnya seperti : segitiga, lingkaran, dan pentagonal.

2.3.1 Patch Radiator Bujur Sangkar

Perancangan sebuah patch peradiasi dari sebuah antena mikrostrip dibuat pada sisi permukaan lapisan atas dari dielektrik *substrate*. Salah satu bentuk umum dari patch peradiasi adalah persegi panjang, selain bentuk lingkaran. Gambar 2.4 memperlihatkan struktur sebuah patch dari antena mikrostrip pada lapisan permukaan dielektrik *substrate* dengan ketebalan (h), dimana patch persegi panjang dengan dimensi ukuran panjang (L) dan lebar (W) dengan

ketebalan (t) konduktor patch dimana $L = W$ (bujur sangkar). Pada sisi lapisan bawah konduktor dijadikan sebagai bidang *ground*.



Gambar 2.4. Struktur dari patch bujur sangkar antenna mikrostrip.

Bentuk struktur dari patch persegi panjang terhadap frekuensi resonansi (f_r) dipengaruhi oleh mode dominan propagasi gelombang tranverse magnetik TM_{mn} , dimana m dan n mode orde. Sehingga dimensi patch persegi panjang diperoleh melalui persamaan :

$$f_r = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_r}} \left[\left(\frac{m}{L} \right)^2 + \left(\frac{n}{W} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2-1)$$

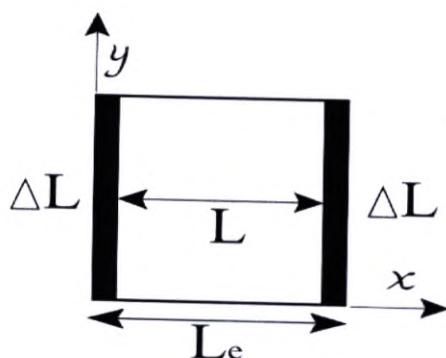
dimana f_r adalah frekuensi resonansi dalam Hertz, ϵ_{reff} adalah konstanta dielektrik efektif dan c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/dt). Untuk mode dominan TM_{10} , maka panjang sisi L patch persegi panjang diperoleh melalui persamaan :

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-2)$$

Untuk sisi panjang efektif patch bujur sangkar dengan pertimbangan terhadap efek *fringing* pada sisi tepi peradiasi dipeluas dengan menambahkan ΔL seperti yang terlihat pada gambar

2.5. Besarnya ΔL dapat diperhitungkan dengan persamaan :

$$\Delta L = 0,412 h \left[\frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)} \right] \quad (2-3)$$



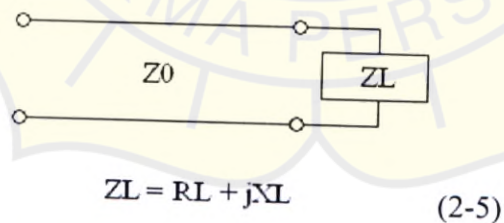
Gambar 2.5. Efek *fringing patch radiator*.

Sehingga panjang efektif untuk sisi patch bujur sangkar diperoleh melalui persamaan:

$$L_e = L + 2 \Delta L \quad (2-4)$$

2.4 Saluran Transmisi

Impedansi karakteristik saluran transmisi, dan bahwa garis Tx menimbulkan maju dan mundurnya gelombang tegangan dan arus. Informasi ini digunakan untuk menentukan koefisien refleksi tegangan, yang berhubungan dengan amplitudo dari gelombang berjalan maju dengan amplitudo dari gelombang berjalan mundur. Untuk memulainya, perhatikan saluran transmisi dengan impedansi karakteristik Z_0 melekat pada beban dengan impedansi Z_L :



Gambar 2.6 Hubungan Z_0 terhadap Z_L

Pada terminal di mana saluran transmisi terhubung ke beban, tegangan keseluruhan harus diberikan oleh:

$$\frac{V}{I} = Z_L \quad (2-6)$$

$$V(z,t) = V^+ e^{(j\omega t - \gamma z)} + V^- e^{(j\omega t + \gamma z)}$$

$$I(z,t) = I^+ e^{(j\omega t - \gamma z)} + I^- e^{(j\omega t + \gamma z)}$$

(2-7)

Jika kita substitusikan ke dalam persamaan (2-5), dengan catatan bahwa z adalah tetap, karena kita mengevaluasi ini pada titik tertentu, akhir jalur transmisi kita memperoleh:

$$\frac{V^+ + V^-}{I^+ - I^-} = \frac{V^+ + V^-}{V^+ - V^-} Z_0 = Z_L$$

(2-8)

Rasio amplitudo tegangan tercermin dengan amplitudo tegangan maju adalah koefisien refleksi tegangan. Hal ini dapat diselesaikan untuk melalui persamaan di atas:

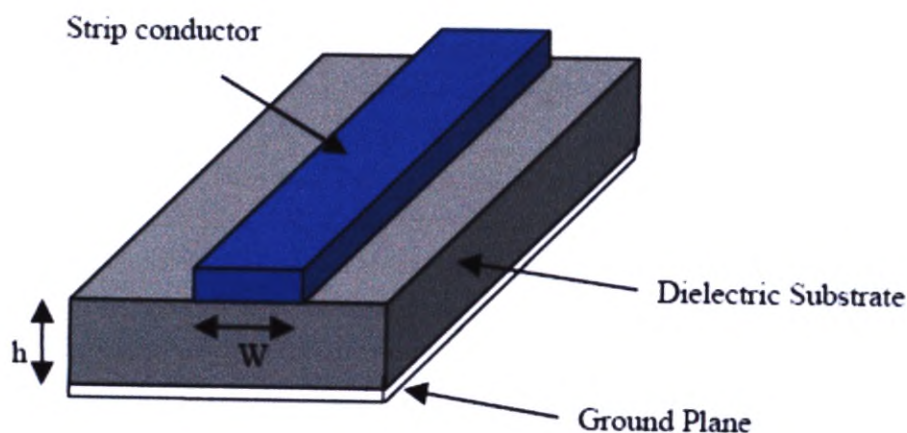
$$\Gamma = \frac{V^-}{V^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

(2-9)

Koefisien refleksi biasanya dilambangkan dengan simbol gamma. Dan besarnya koefisien refleksi tidak tergantung pada panjang garis, hanya impedansi beban dan impedansi saluran transmisi. Perhatikan juga bahwa jika $Z_L = Z_0$, maka saluran adalah "match". Dalam kasus ini, tidak ada *mismatch loss* dan semua *power* dikirim ke beban. Pada titik ini, Anda harus mulai memahami pentingnya *matching* impedansi: impedansi yang terlalu "match" akan menyebabkan sebagian besar daya dipantulkan dari beban.

2.4.1 Saluran Mikrostrip

Saluran transmisi merupakan suatu media rambatan bagi gelombang yang dikirimkan dari sumber ke beban. Bagian dari sistem antenna adalah saluran transmisi yang dihubungkan dengan *patch* antenna. Ada empat model yang dapat digunakan sebagai saluran pencatu *patch* antenna, yaitu: rangkaian saluran mikrostrip *planar*, *probe* koaksial, *aperture coupling*, dan *proximity coupling*. Karakteristik dan dimensi saluran transmisi mikrostrip ditentukan oleh nilai konstanta dielektrik relatif *substrate* dan *loss tangent*.



Gambar 2.7. Saluran Transmisi Mikrostrip

2.4.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

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_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-), sinyal yang dipantulkan dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara impedansi beban dan impedansi saluran. ketidaksesuaian ini akan berpengaruh terhadap besarnya daya yang dapat ditransmisikan. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ):

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2-10)$$

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:

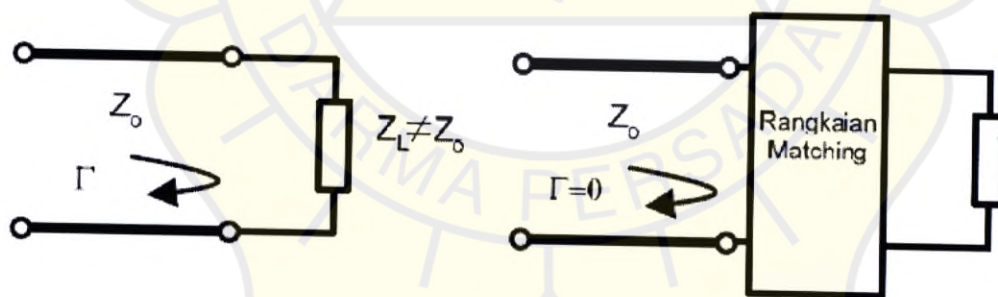
- $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna,
- $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

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. Oleh karena itu nilai standar VSWR untuk rangkaian mikro yang baik untuk fabrikasi antena adalah $VSWR$ 1 sampai 2.

2.4.3 Matching Impedance

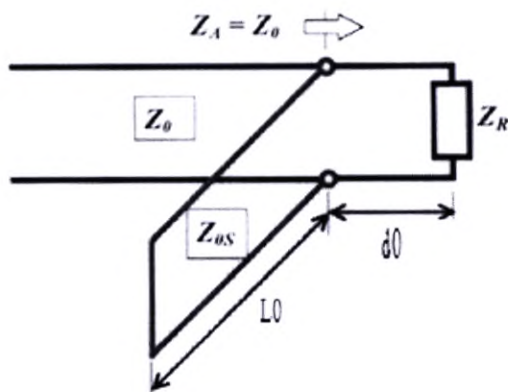
Pada pembahasan mengenai dasar diagram Smith kita bisa melihat, jika sebuah impedansi beban dipasang pada saluran transmisi, yang memiliki impedansi gelombang berbeda dengan impedansi beban, maka akan terjadi refleksi, atau titik impedansi tidak berada di tengah-tengah diagram. Variasi panjang saluran transmisi juga tak membawa pengaruh terhadap nilai mutlak dari faktor refleksi (kasus lossless), hanya membawa pengaruh pada fasanya saja (perputaran). Pada banyak sekali aplikasi, diinginkan kondisi tak adanya refleksi pada sambungan saluran transmisi. Oleh sebab itu untuk meng-eliminasi refleksi akibat perbedaan impedansi beban dengan impedansi gelombang, dipakai teknik penyamaan/penyesuaian impedansi (*impedance matching techniques*). Yang prinsip kerjanya adalah menyisipkan sebuah rangkaian matching di antara beban dan saluran transmisi yang akan dipasang (gambar 2.8).



Gambar 2.8 Rangkaian Matching Impedance

❖ Rangkaian Matching dengan Stub Tunggal (Single Stub) Parallel

Rangkaian matching bisa juga dibuat dengan menyisipkan sebuah saluran transmisi yang lain (stub) seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rangkaian Stub Tunggal Paralel

Untuk melakukan perancangan rangkaian matching divariasikan parameter-parameter:

- Lokasi stub (jarak stub ke impedansi beban) = d_0
- Panjang stub = L_0

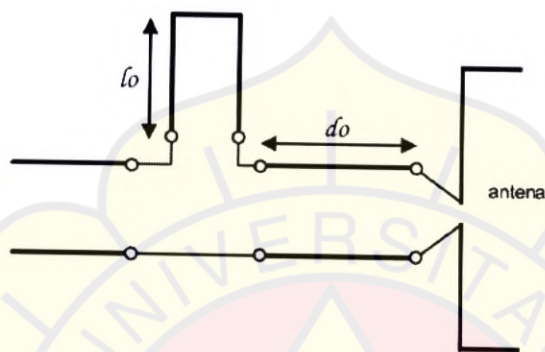
Keuntungan dari teknik matching dengan stub tunggal ini mempunyai sifat bisa mematching impedansi beban dengan nilai apapun. Tetapi, jika beban diganti, maka posisi stub harus diubah untuk mendapatkan kembali kondisi matching yang baru. Impedansi gelombang dari saluran transmisi stub biasanya sama dengan saluran transmisi utama, atau $Z_{0S} = Z_0$, tetapi tidak harus demikian. Tetapi akhir dari saluran transmisi stub ini biasanya kalau tidak open, maka short (gambar 2.8).

Dalam analisisnya, karena saluran transmisi akan mentransformasikan impedansi beban (impedansi ujung) ke impedansi depan, dan pada stub di gambar 2.8 akan terdapat dua impedansi yang saling parallel, maka akan lebih baik perhitungannya dilakukan dalam besaran admitansi.

❖ Rangkaian Matching dengan Stub Tunggal (Single Stub) Serial

Jika suatu impedansi di plot dalam smith chart, kemudian digerakkan dalam lingkaran koefisien pantul konstan (radius konstan) ke arah sumber, maka pada suatu lokasi akan memotong lingkaran $r = 1$. Transformasi ini menyatakan pergerakan disepanjang saluran transmisi dari beban menuju sumber. Satu putaran penuh dalam smith chart menyatakan

pergerakan sejauh $\frac{1}{2} \lambda$. Pada perpotongan tersebut, impedansi ternormalisasi $r + jx$ berubah menjadi $1 + jx'$. Setidaknya, dalam putaran tersebut, bagian real dari impedansi sama dengan impedansi karakteristik Z_0 (perhatikan perbedaan jx dengan jx'). Jika di titik ini saluran dipotong dan disisipkan suatu reaktansi murni $-jx'$, maka impedansi total dilihat pada perpotongan ini (dari arah sumber) adalah penjumlahan $1 + jx' - jx' = 1$. Dengan demikian saluran transmisi menjadi matched (sesuai).



Gambar 2.10 Rangkaian Stub Tunggal Seri

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_{res}} \quad (2-11)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2-12)$$

2.4.4 Konstanta Effektiv Permittivitas Dielektrikum Relatif

Analisa nilai parameter impedansi karakteristik dari mikrostrip secara dimensional dibatasi oleh nilai rasio antara lebar strip konduktor dengan ketebalan dielektrikum bahan (*substrate*). Konstanta permitivitas dielektrikum relatif efektif diperlukan untuk menentukan hubungan bahan dari kedua dielektrikum yaitu *substrate* dan pelat konduktor. Untuk menentukan nilai konstanta permitivitas dielektrikum relatif efektif dapat dicari melalui persamaan berikut:

Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) untuk $w/h \geq 1$:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-1.2} \quad (2-13)$$

Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) untuk $w/h \leq 1$:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{w} \right)^{-1/2} + 0.04 \left(1 - \frac{12h}{h} \right)^2 \right] \quad (2-14)$$

Dimana ϵ_{eff} = Konstanta Dielektrik Efektif

ϵ_r = Konstanta Dielektrik

h = Ketebalan *Substrate* (mm)

w = Lebar Konduktor (mm)

2.4.5 Karakteristik Impedansi

Salah satu parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran mikrostrip adalah impedansi karakteristik (Z_o). Impedansi karakteristik, induktansi dan kapasitansi saluran transmisi ditentukan oleh besaran fisik saluran. Nilai impedansi karakteristik ditentukan oleh lebar saluran atau konduktor (w), tinggi material *substrate* (h), dan konstanta dielektrik relatif (ϵ_r). Nilai impedansi karakteristik merupakan hambatan yang terjadi sepanjang saluran yang secara analisis dapat ditentukan melalui persamaan:

Persamaan untuk nilai $w/h \geq 1$:

$$Z_o (\Omega) = \frac{[120\pi(\epsilon_{eff})^{-1/2}]^2}{\frac{w}{h} + 1.393 - 0.667 \ln \left[1.444 + \frac{w}{h} \right]} \quad (2-15)$$

Persamaan untuk nilai $w/h \leq 1$:

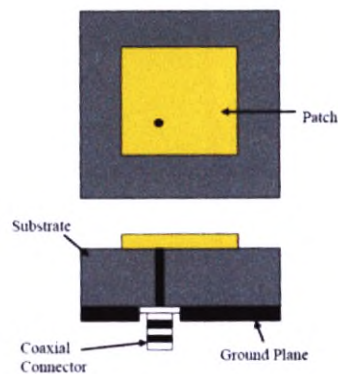
$$Z_o (\Omega) = 60(\epsilon_{eff})^{-1/2} \ln \left[\frac{8h}{w} + \frac{0.25w}{h} \right] \quad (2-16)$$

Dimana Z_o = Impedansi karakteristik dari antenna (Ω)

h = Ketebalan *substrate* (mm)

w = Lebar saluran (mm)

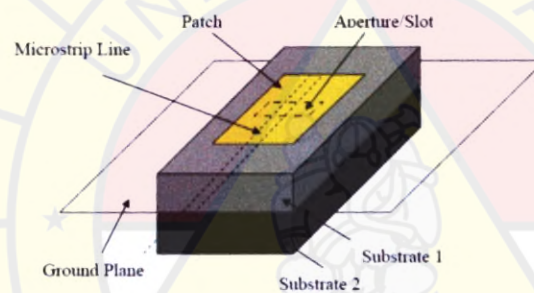
ϵ_{eff} = Konstanta dielektrikum relatif efektif



Gambar 2.12. Probe makan Mikrostrip Rectangular Patch Antena

2.5.3 Saluran *Aperture Coupled*

Dalam jenis teknik saluran ini, radiasi patch dan saluran mikrostrip dipisahkan oleh bidang tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13. Penghubung antara patch dan saluran dilakukan melalui slot atau aperture pada bidang tanah.



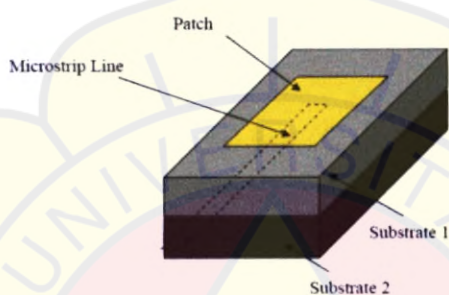
Gambar 2.13. Saluran Aperture Couple

Bukaan kopling biasanya berpusat di bawah patch, yang mengarah ke lebih rendah cross polarization karena simetri konfigurasi. Jumlah kopling dari saluran untuk patch ditentukan oleh bentuk, ukuran dan lokasi aperture.

2.5.4 Saluran *Coupling Proximity*

Jenis teknik saluran ini juga disebut sebagai skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.14, digunakan dua *substrate* dielektrik dan garis saluran diantara kedua *substrate* tersebut dan radiasi patch berapa pada bagian atas pada *substrate* teratas.

Keuntungan utama dari teknik ini adalah bahwa saluran dapat menghilangkan radiasi palsu dan dapat menyediakan bandwidth yang sangat tinggi, dikarenakan oleh kenaikan keseluruhan ketebalan mikrostrip antenna patch. Skema ini juga menyediakan pilihan antara dua bahan media dielektrik yang berbeda, satu untuk patch dan satu untuk saluran untuk mengoptimalkan individu performance. Selain itu teknik ini tidak memerlukan pengeboran untuk menuju *patch*-nya. Teknik ini juga sangat mendukung untuk penggunaan pada orde dan frekuensi tinggi.

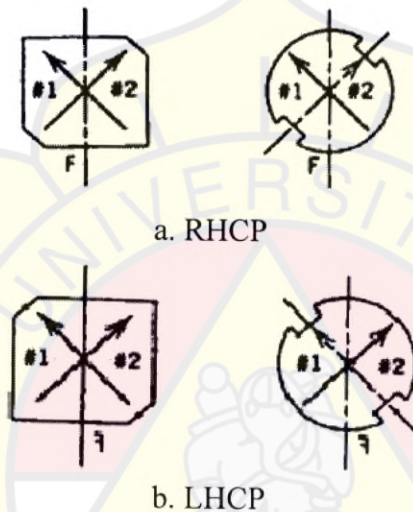


Gambar 2.14. Teknik Coupling Proximity

Kerugian utama dari skema saluran ini adalah sulit untuk fabrikasi, karena penggabungan dua lapisan *substrate* yang berbeda dielektrik perlu penggabungan yang akurat. Matching dapat dicapai dengan mengontrol panjang garis saluran dan lebar ke garis rasio patch. Juga ada peningkatan ketebalan dari keseluruhan antenna. Teknik Coupling Proximity terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan feeding yang hanya 50Ω saluran transmisi mikrostrip dengan dukungan bidang tanah dan lapisan atas sebagai patch pemancar utama. Dalam coupling proximity (juga dikenal sebagai *electromagnetic coupled*) mikrostrip antenna konfigurasi, patch pemancar, dibuat pada *substrate* dielektrik, yang dilekatkan dengan saluran mikrostrip pada *substrate* lainnya. Tapi karena titik pencatu tetap di sudut umum dari geometri patch, impedansi pencocokan sulit untuk antenna ini. Masalah impedance matching diselesaikan dengan short circuit dua bagian patch dengan mengkonsletkan pin di lokasi yang tepat.

2.6 Teknik Catu Tunggal Polarisasi Lingkaran

Pada skripsi ini akan dirancang suatu antena Satelit Mikro LAPAN-TUBSAT Indonesia yang memiliki polarisasi melingkar secara RHCP. Hal ini disebabkan oleh karena jika digunakan polarisasi linier, maka akan sulit melakukan penyesuaian polarisasi (polarization tracking) antara antena satelit dan antena di bumi yang posisi keduanya tidak tetap. Ada beberapa cara untuk mendapatkan polarisasi melingkar yaitu dengan menggunakan pencatuan tunggal (single feed) dan pencatuan ganda (dual feed).



Gambar 2.15. Tipe Polarisasi Melingkar dengan melakukan pemotongan dua sudut

a).RHCP b). LHCP

Polarisasi melingkar dapat diperoleh dengan melakukan pencatuan tunggal power divider ini harus dapat memberikan gelombang yang saling tegak lurus satu sama lain ke dalam patch. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan dua buah arus yang saling berbeda fasa sebesar 90° .

2.7 Parameter Antena Mikrostrip

2.7.1 Bandwidth

Bandwidth dari suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola,

Nilai return loss yang baik adalah dibawah 10 dB, maka nilai $VSWR \leq 2$ sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirim atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah matching. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

2.7.3. Input Impedance

Sebuah impedansi yang masuk ke terminal antenna yang dikondisikan dalam keadaan seimbang dengan impedansi karakteristik dari saluran transmisi.

Input impedansi dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad (2-20)$$

Dimana Z_{in} (Z) merupakan perbandingan antara jumlah tegangan (tegangan masuk dan tegangan refleksi (V) terhadap jumlah arus (I) pada setiap titik z pada saluran, berbeda dengan karakteristik impedansi saluran (Z_0) yang berhubungan dengan tegangan dan arus pada setiap gelombang.

2.7.4 Axial Ratio

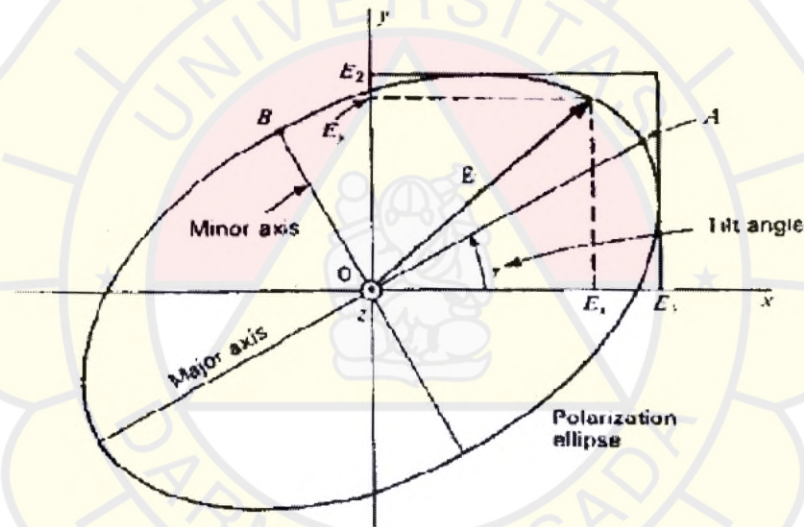
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna. Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnetudo 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.

Polarisasi melingkar (gambar 2.17) 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
- Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama
- Kedua komponen tersebut harus mempunyai perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90° .

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *left Hand Circular Polarization* (LHCP), *Right Hand Circular Polarization* (RHCP). LHCP terjadi ketika $\delta = +\pi/2$, sebaliknya RHCP terjadi ketika $\delta = -\pi/2$



Gambar 2.17. polarisasi yang terkait dengan Axial Ratio

Dari gambar 2.17 tersebut menyatakan bahwa $E_1=E_2$ dan $\delta = \pm 90^\circ$ dan LHCP ketika $\delta = +90^\circ$, maka Axial Ratio adalah perbandingan antara minor axis dan mayor axis, dengan rumus :

$$AR = 20 \log \frac{E_x}{E_y} \quad (2-22)$$