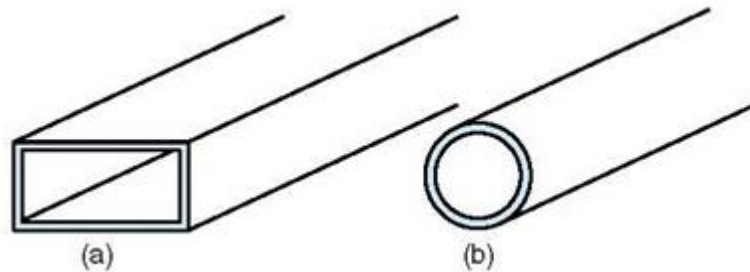


II.3 Teori Pendukung

Resonator rongga adalah suatu perangkat telekomunikasi yang digunakan untuk menuntun gelombang elektromagnetik [7]. Resonator rongga dibangun oleh bumbung gelombang yang terbuat dari bahan konduktor sempurna. Yang di dalamnya kosong atau diisi dielektrik seluruhnya atau sebagian yang dihubung singkatkan dikedua ujungnya sehingga terjadi gelombang berdiri murni yang pada frekuensi-frekuensi tertentu akan beresonansi.

II.3.1 Resonator Rongga

Resonator rongga digunakan untuk menuntun gelombang elektromagnetik dimana didalamnya kosong atau berisi dielektrik seluruhnya atau sebagian. Resonator rongga terbuat dari logam yang jika berdasarkan bentuknya terdapat dua jenis yaitu resonator rongga persegi dan resonator rongga sirkular. Resonator rongga sirkular memiliki kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan resonator rongga persegi [8].

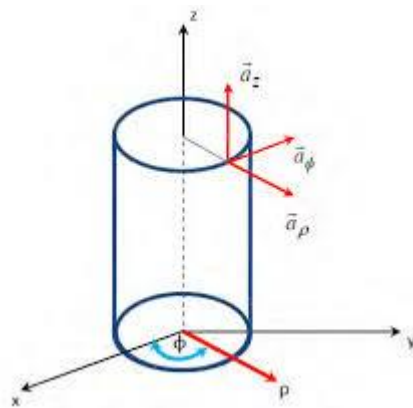


Gambar II.1 Resonator rongga persegi (a) resonator rongga sirkular (b)

Pada resonator rongga, tidak terdapat konduktor dalam maupun konduktor luar sehingga dinding resonator kedua ujungnya di hubung singkat sehingga terjadi gelombang berdiri murni yang pada frekuensi-frekuensi tertentu akan beresonansi.

II.3.2 Resonator Rongga Sirkular

Resonator rongga sirkular adalah konduktor yang berbentuk tabung. Gelombang yang ditransmisikan melalui resonator rongga sirkular akan memiliki mode *transverse electric* (TE) atau *transverse magnetic* (TM). Pada mode *transverse electric* (TE) atau *transverse magnetic* (TM) digunakan notasi TE_{mn} dan TM_{nm} dimana m dan n merupakan bilangan integer yang menunjukkan banyaknya gelombang berdiri terhadap arah jalar pada saat arah normal [9].



Gambar II.2 Resonator rongga sirkular

II.3.3 Material Dielektrik

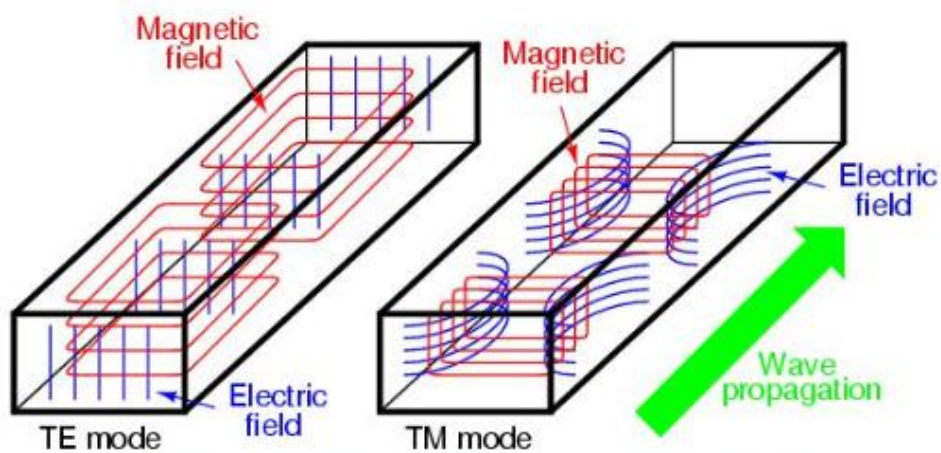
Material dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan hampir tidak ada [10]. Material dielektrik merupakan bahan isolator yang baik yang dapat dikutubkan (*polarized*) dengan cara menempatkannya dalam medan listrik. Jadi saat material ini dalam medan listrik, muatan listriknya tidak akan mengalir, tetapi hanya bergeser sedikit dari posisi setimbangnya mengakibatkan terciptanya pengutuban dielektrik. Material dielektrik yang baik yaitu material dielektrik yang memiliki rugi-rugi yang kecil dan kekuatan dielektrik yang tinggi.

II.3.4 Material Dielektrik Artifisial

Artifisial artinya yaitu buatan atau tidak alami. Material dielektrik artifisial dibuat dengan proses elektro-magnetisasi, yaitu dengan memodifikasi sifat-sifat elektromagnetis dari material dielektrik natural [5]. Tujuannya yaitu adalah untuk mendapatkan nilai permitivitas yang baru. Dengan proses ini, nilai permitivitas material dapat dinaikan atau dapat diubah menjadi nilai permitivitas baru.

II.3.5 Distribusi Gelombang

Terdapat dua mode gelombang yang dapat menjalar pada resonator rongga yaitu, *transverse electric* (TE) dan *transverse magnetic* (TM) [11]. Resonator rongga biasanya bekerja pada frekuensi tinggi, sehingga digunakan mode gelombang TE dan TM.

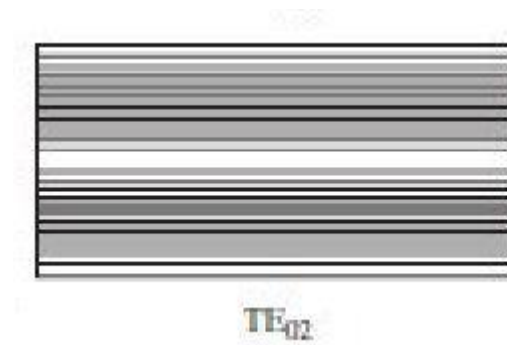


Gambar II.3 Propagasi gelombang mode TE dan mode TM pada resonator rongga

Mode TE adalah mode gelombang yang medan listriknya melintang terhadap arah propagasi. Sedangkan mode TM adalah mode gelombang yang medan magnetnya melintang terhadap arah propagasi.

II.3.5.1 Mode TE

Berikut ditampilkan gambar pola distribusi gelombang elektromagnetik TE₀₂.



Gambar II.4 Pola distribusi gelombang TE₀₂.

Mode *Transverse Electric* (TE), medan listrik seluruhnya tegak lurus terhadap arah propagasi gelombang atau tidak terdapat medan listrik. Untuk persamaan curl Maxwell dalam domain frekuensi adalah sebagai berikut:

$$\nabla \times \vec{E} = -j\omega\mu_0\vec{H} \quad (2.1)$$

$$\nabla \times \vec{H} = -j\omega\epsilon\vec{E} \quad (2.2)$$

Dimana: μ_0 = permeabilitas ruang hampa ($4\pi 10^{-7} \text{ H/m}$)

∇ = del factor

ϵ = permitivitas

Tabel II.2 Tabel Mode TE Nilai nol X'_{mn} dari fungsi Bessel $J_m(x)$

n	M					
	0	1	2	3	4	5
1	3.8318	1.8412	3.0542	4.2012	5.3175	6.4155
2	7.0156	5.3315	6.7062	8.0153	9.2824	10.5199
3	10.1735	8.5363	9.9695	11.3459	12.6819	13.9872
4	13.32237	11.7060	13.1704	14.5859	15.9641	17.3129

Konstanta propagasi pada mode TE adalah sebagai berikut:

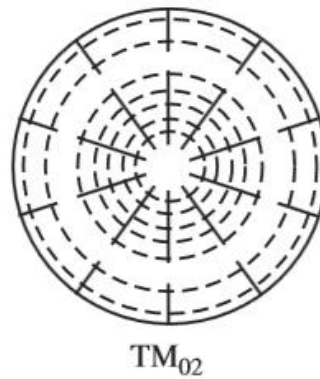
$$\beta g = \sqrt{\omega^2 \mu \epsilon - \left(\frac{x'_{mn}}{a}\right)^2} \quad (2.3)$$

Frekuensi *cutoff* mode TE adalah:

$$f_c = \frac{x'_{mn}}{2\pi a \sqrt{\mu \epsilon}} \quad (2.4)$$

II.3.5.2 Mode TM

Berikut ditampilkan gambar pola distribusi gelombang elektromagnetik TM_{02} .



Gambar II.5 Pola distribusi gelombang TM_{02}

Mode *Transverse Magnetic* (TM), merupakan mode gelombang yang medan magnetnya tegak lurus terhadap arah propagasi. Sehingga persamaan Helmholtz untuk E_z pada bumbung gelombang lingkaran adalah:

$$\nabla^2 E_z = -k^2 E_z \quad (2.5)$$

Untuk mengetahui nilai X_{mn} dari mode TM disajikan beberapa nilai X_{mn} dari mode TM pada tabel II.2. *Integer* m adalah jumlah medan yang melingkar pada resonator, *integer* n sebagai penunjuk jumlah medan dengan arah radial.

Tabel II.2 Tabel Mode TM Nilai nol X_{mn} dari fungsi Bessel $J_m(x)$

n	M					
	0	1	2	3	4	5
1	2.405	3.832	5.136	6.380	7.588	8.771
2	5.520	7.016	8.417	9.761	11.065	12.339
3	8.645	10.173	11.620	13.015	14.372	15.7002
4	11.792	13.324	14.796	16.2235	17.6160	18.9801

Konstanta propagasi pada mode TM adalah sebagai berikut:

$$\beta g = \sqrt{\omega^2 \mu \epsilon - \left(\frac{x_{mn}}{a}\right)^2} \quad (2.6)$$

Frekuensi *cutoff* mode TM adalah:

$$f_c = \frac{x_{mn}}{2\pi a \sqrt{\mu \epsilon}} \quad (2.7)$$

II.3.6 Parameter Filter

Parameter filter adalah parameter untuk mengetahui apakah filter dalam keadaan baik atau buruk, parameter-parameter yang akan dilihat diantaranya yaitu:

II.3.6.1 Return Loss

Perbandingan antara daya yang dipantulkan dengan daya yang dikirimkan yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi resonator rongga dengan impedansi saluran transmisi pada alat ukur.

II.3.6.2 Insertion Loss

Perbandingan antara daya yang diterima dan daya yang di kirim yang disebabkan adanya redaman yang muncul dari material dielektrik yang digunakan.

II.3.6.3 Frekuensi Resonansi

Frekuensi resonansi adalah fenomena dimana energi listrik dan energi magnet sama, dan terjadi ketika magnitude Z_L sama dengan *magnitude* Z_C namun berbeda fasa 180° . Sehingga gelombang pada frekuensi resonansi bersifat resistif murni.