

II.3 Teori Pendukung

Resonator rongga merupakan salah satu dari perangkat telekomunikasi yang dibangun oleh bumbung gelombang. Bentuk penampang dari resonator rongga ini berupa silinder yang terbuat dari konduktor sempurna. Resonator dapat menyebabkan terjadinya gelombang berdiri. Pada frekuensi tertentu gelombang berdiri akan menyebabkan resonansi. Berikut ini penjelasan mengenai resonator rongga, material dielektrik alami dan artifisial, mode gelombang serta parameter resonator rongga dari beberapa sumber informasi sebagai teori pendukung dalam tugas akhir ini.

II.3.1 Bumbung Gelombang

Bumbung gelombang merupakan saluran transmisi yang terbuat dari konduktor dan digunakan untuk gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi. Bumbung gelombang dapat menghasilkan gelombang berjalan apabila penampang pengirim dan penerima sesuai. Proses transmisi ini akan menimbulkan pantulan didalam bumbung gelombang, pantulan-pantulan yang terjadi akan menghasilkan gelombang berjalan. Berdasarkan penampangnya bumbung gelombang terdiri dari dua jenis, yaitu bumbung gelombang lingkaran dan bumbung gelombang persegi. Bumbung gelombang lingkaran memiliki kemampuan yang lebih tinggi dan digunakan dalam komunikasi *link lowloss* jarak jauh [8].

II.3.2 Resonator Rongga

Resonator adalah alat untuk membangkitkan resonansi. Resonansi merupakan gelombang elektromagnetik berdiri murni yang terjadi pada pola-pola tertentu [9]. Resonator merupakan bumbung gelombang yang kedua penampangnya di hubung singkat dengan cara ditutup konduktor. Transmisi gelombang elektromagnetik didalam resonator akan menyebabkan interferensi antara gelombang pantul dan gelombang datang, interferensi ini menyebabkan terjadinya gelombang berdiri. Pada frekuensi tertentu gelombang berdiri akan menyebabkan resonansi.

II.3.3 Material Dielektrik Konvensional

Dielektrik merupakan suatu bahan yang apabila diberikan medan listrik maka muatan listriknya tidak akan bergerak bebas dan memiliki daya hantar arus yang terbatas atau bahkan tidak ada. Sifat dielektrik ini sama dengan sifat konduktor dalam dimensi yang terbatas. Sifat dielektrik ini berhubungan dengan polarisasi. Polarisasi merupakan pergerakan muatan listrik yang tidak bebas pada material dielektrik sebagai respon terhadap medan listrik yang diberikan. Polarisasi ini berbanding lurus dengan medan listrik dan permitivitas.

II.3.4 Material Dielektrik Artifisial

Material Dielektrik artifisial merupakan istilah untuk material buatan pada material elektromagnetik. Material ini dibuat melalui proses elektromagnetik tanpa proses kimiawi [10]. Melalui proses elektromagnetik, dielektrik artifisial memiliki sifat-sifat baru dan berbeda dengan material dielektrik konvensional, sifat-sifat itu dapat berupa nilai permitivitas dan permeabilitas.

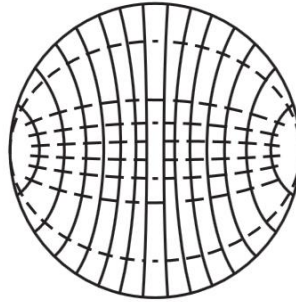
II.3.5 Mode Gelombang

Pada resonator rongga, perambatan energi listrik di sepanjang saluran dibentuk dalam medan elektromagnetik transversal, dimana arah perambatan gelombang tegak lurus terhadap perpindahannya. Tipe perambatan ini dibedakan menjadi dua, yaitu mode *Transverse Electric* (TE) dan mode *Transverse Magnetic* (TM) [11].

II.3.5.1 Mode *Transverse Electric*

Dalam mode *Transverse Electric* (TE), medan magnet normal ke arah propagasi dan medan listrik melintang ke arah propagasi. Arah propagasi pada mode ini mengarah ke sumbu z pada resonator rongga. Mode TE pada resonator rongga dikarakteristikan sebagai $E_z = 0$ sehingga komponen z pada medan magnet H_z harus sesuai yaitu berada pada Resonator rongga untuk

menstranmisikan elektromagnetik [4]. Pola distribusi gelombang TE₁₁ dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Pola Distribusi Mode TE₁₁ [11]

Dalam perealisasiannya hanya terdapat satu mode gelombang yang menjalar sedangkan mode lainnya mengalami redaman sehingga tidak menjalar. Mode ini disebut mode dominan. Mode dominan diberi notasi TM_{mn}. Tabel II.1 merupakan tabel mode TE orde rendah dari fungsi Bessel.

Tabel II.2 Tabel mode TE orde rendah dari fungsi Bessel (X'_{mn}) [11]

n	m						
	0	1	2	3	4	5	6
1	3.8318	1.8412	3.0542	4.2012	5.3175	6.4155	7.5013
2	7.0156	5.3315	6.7062	8.0153	9.2824	10.5199	11.7349
3	10.1735	8.5363	9.9695	11.3459	12.6819	13.9872	15.2682
4	13.3237	11.7060	13.1704	14.5859	15.9641	17.3129	18.6375
5	16.4706	14.8636	16.3475	17.7888	19.1960	20.5755	21.9317

Persamaan frekuensi *cut-off* pada mode TE adalah sebagai berikut:

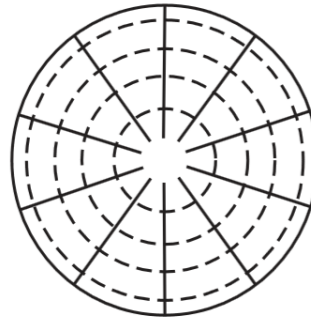
$$f_c = \frac{X'_{mn}}{2\pi a \sqrt{\mu\epsilon}}$$

Sedangkan persamaan, panjang gelombang mode TE dalam bumbung gelombang lingkaran adalah sebagai berikut:

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{fr}{f}\right)^2}}$$

II.3.5.2 Mode *Transverse Magnetic* (TM)

Dalam mode *Transverse Magnetic* (TM), medan magnet melintang ke arah propagasi (sumbu z), yang berarti $H_z = 0$, dan $E_z \neq 0$. Nilai E_z tidak boleh bernilai 0 karena resonator rongga membutuhkan energi untuk bertransmisi [4]. Pola distribusi gelombang TM_{01} dapat dilihat pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Pola Distribusi Mode TM_{01} [11]

Tabel II.2 Tabel mode TM orde rendah dari fungsi Bessel (X_{mn}) [11]

n	m						
	0	1	2	3	4	5	6
1	2.4049	3.8318	5.1357	6.3802	7.5884	8.7715	9.9361
2	5.5201	7.0156	8.4173	9.7610	11.0647	12.3386	13.5893
3	8.6537	10.1735	11.6199	13.0152	14.3726	15.7002	17.0038
4	11.7915	13.3237	14.7960	16.2235	17.6160	18.9801	20.3208
5	14.9309	16.4706	17.9598	19.4094	20.8269	22.2178	23.5861

Persamaan frekuensi *cut-off* pada mode TM adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{X_{mn}}{2\pi a \sqrt{\mu\epsilon}}$$

Untuk persamaan frekuensi resonansi adalah:

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{X_{mn}}{a}\right)^2 + \left(\frac{q\pi}{d}\right)^2}$$

Sedangkan persamaan, panjang gelombang mode TM dalam bumbung gelombang lingkaran adalah sebagai berikut:

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_r}{f}\right)^2}}$$

II.3.6 Parameter Resonator Rongga

Berikut adalah parameter-parameter yang diukur untuk mengetahui apakah resonator rongga dalam kategori baik atau buruk:

II.3.6.1 *Return loss*

Return Loss adalah perbandingan daya yang dipantulkan dengan daya yang ditransmisikan yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi resonator rongga dengan impedansi saluran transmisi pada alat ukur.

II.3.6.2 *Insertion loss*

Insertion Loss adalah perbandingan daya yang diterima dan daya yang di kirim yang disebabkan adanya redaman dari material dielektrik.

II.3.6.3 Frekuensi Resonansi

Frekuensi resonansi adalah frekuensi saat magnitude Z_l dan magnitude Z_c sama besar namun berbeda fasa 180° . Fenomena ini disebut resonansi.