

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, terlihat bahwa antenna RLSA 1/4 yang telah difabrikasi memiliki unjuk kerja yang hampir sama dengan hasil simulasi antenna RLSA 1/4. Antena RLSA 1/4 sudut *beamsquint* 89° memiliki unjuk kerja pada parameter pola radiasi, *gain* dan koefisien refleksi (S_{11}) [7].

2.1.2 Teknik Pembagian *Dual Beam* Pada Bagian *Radiating*

Ditahun 2017 muncul penelitian mengenai antenna RLSA *multibeam*. M. Bagoes Poerwanto adalah salah satu mahasiswa UIN Suska Riau yang berhasil mengembangkan teknik pembagian *beam* menjadi *dual beam* dengan frekuensi 5,8 GHz pada antenna RLSA. Hal ini dilakukan untuk efisiensi biaya dan instalasi. Perancangan yang beliau lakukan ialah dengan merancang antenna *single beam* terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan parameter yang diinginkan yaitu untuk *Bandwidth* = 559 Mhz, *Beamwidth* = $25,2^\circ$, Pola Radiasi = $45^\circ - 75^\circ$, *Gain* = 13,29 dB. Hasil yang di dapat dari simulasi untuk *single beam* yang baik pada jari – jari cavity = 115 mm, Jumlah *slot ring* pertama = 14, *Beamsquint* = 77, *Gain* = 15,82 dB, *Bandwidth* = 948 Mhz, dan *Beamwidth* = $26,2^\circ$.

Tahap selanjutnya beliau melakukan simulasi untuk antenna *dual beam* dan hasil simulasi yang baik didapatkan yaitu pada jari – jari cavity = 115 mm, Jumlah *slot ring* pertama = 14, *Beamsquint* = 77, *Gain* = 13,29 dB, *Bandwidth* = 691 Mhz, dan *Beamwidth* = $29,8^\circ$. Selanjutnya hasil simulasi yang telah beliau dapat akan di teliti dengan hasil pengukuran pabrikasi, untuk *bandwidth* dari hasil pengukuran antenna RLSA *dual beam* lebih lebar jika dibandingkan dengan hasil simulasi, hasil pabrikasi adalah 614 MHz sedangkan *bandwidth* dari simulasi 559 MHz. Dari hasil penelitian beliau dengan teknik pembagian *beam* menjadi *dual beam* terjadi penyempitan lebar *bandwidth* [9].

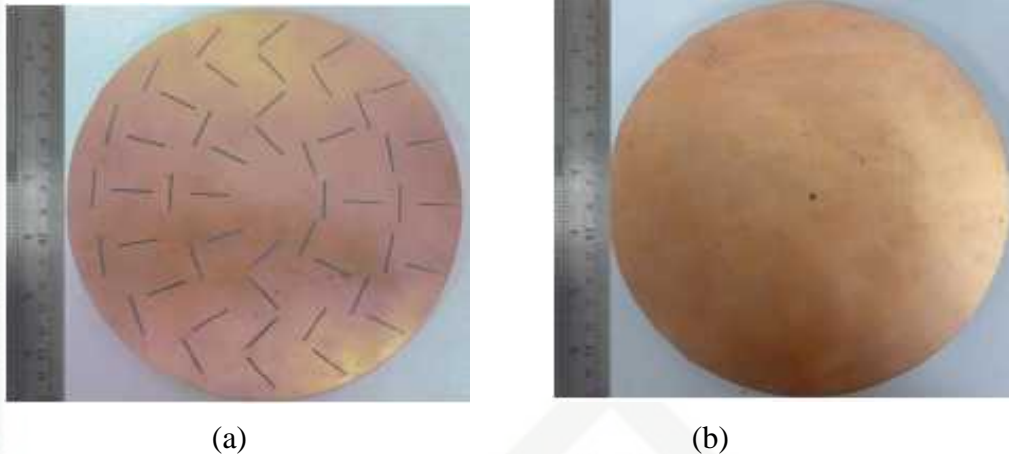
2.1.3 Teknik Pembagian *Dual Beam* Pada Bagian *Radiating* dan *Ground*

Ditahun yang sama (2017), Anita Purnama mahasiswa UIN Suska Riau, berhasil mengembangkan teknik pembagian *single beam* menjadi *dual beam* pada frekuensi 5,8 GHz dengan memanfaatkan lapisan *ground* pada antenna. Tahap awal yang dilakukan sebelum merancang *prototype* antenna RLSA *dual beam* berlawanan arah adalah menentukan spesifikasi dan parameter antenna yang akan dimasukkan ke *software* VBA dan disimulasikan dengan CST *Microwave Studio Suite* 2010. Spesifikasi antenna RLSA *dual beamwidth* berlawanan arah yang beliau tentukan adalah dari hasil review penelitian sebelumnya dan melakukan beberapa percobaan pada simulasinya. Parameter yang diinginkan yaitu untuk *Bandwidth* = 888 Mhz, *Beamwidth* = 16,2 deg, Pola Radiasi = 329° - 340°, *Gain* = 13,60 dB.

Tahap selanjutnya beliau melakukan simulasi untuk antenna *single beam* kemudian dilanjutkan dengan *dual beam*, kemudian meneliti dan membandingkan hasil simulasi dengan hasil pengukuran pabrikasi. Hasil membuktikan dengan teknik penambahan *slot* pada bagian *ground* antenna dapat memancarkan sinyal dari dua sudut pancaran sinyal (*dual beam*) yang berlawanan arah [8].

2.2. Karakteristik Untuk Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan antenna yang berbentuk piringan bulat yang datar dan tersusun atas beberapa pasang *slot* yang terdapat pada bagian dielektrik (*radiating*) antenna dan *feeder* yang berada di belakang *dish* antenna [3]. Antena tersebut tersebut tersusun atas bahan tembaga pada lapisan *radiating* dan *ground*, kemudian dibagian tengah antenna terdapat bahan yang disebut *polypropilene* dan memiliki *feeder* dibagian tengah belakang antenna. Antena RLSA memiliki keunikan yang menjadi ciri khas dan membedakannya dengan jenis antenna yang lain, bentuk dari antenna RLSA sendiri bisa dilihat pada gambar di bawah ini [4].

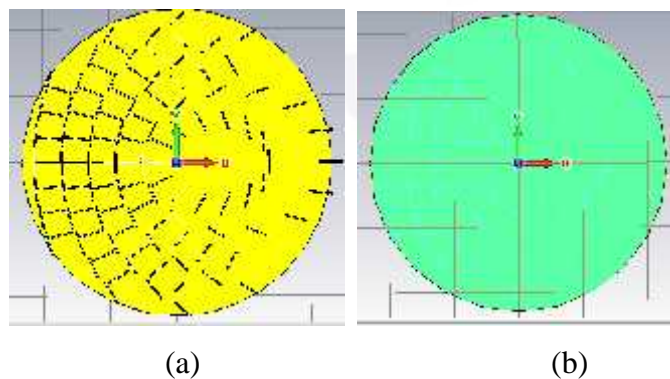


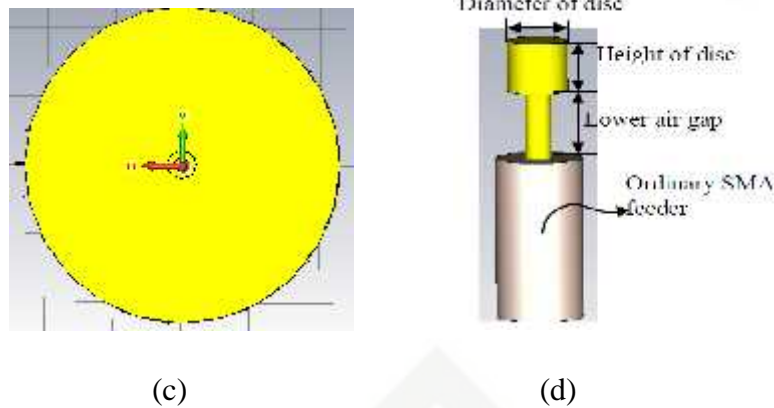
Gambar 2.1. *Antenna Radial Line Slot Array* (a) tampak depan, (b) tampak belakang
 (Sumber : T. Purnamirza, 2013) [2]

2.2.1. Komponen pada Antena RLSA

Susunan komponen antena RLSA terdiri dari *element* pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder*. Bagian *Radiating element* biasanya terbuat dari bahan logam tembaga atau kuningan berbentuk piringan bulat datar yang tersusun dari beberapa pasang *slot* yang tersusun secara *array*. Pada bagian rongga (*cavity*) terbuat dari bahan dielektrik berbentuk bulat dan memiliki ukuran yang sama dengan *radiating element* yang berfungsi sebagai pembawa sinyal (*waveguide*) dari *feeder* dan menyebarkannya secara radial keseluruh permukaan *radiating element*.

Feeder merupakan bagian penting dari antena RLSA berbahan logam aluminium, tembaga atau kuningan yang terletak di tengah antena yang berfungsi sebagai pembawa sinyal dari media transmisi ke antena. Bagian *background* terbuat dari logam dan memiliki ukuran yang sama dengan *radiating element*. [2]. Berikut ini adalah gambaran komponen dasar antena RLSA dan *Feeder*.





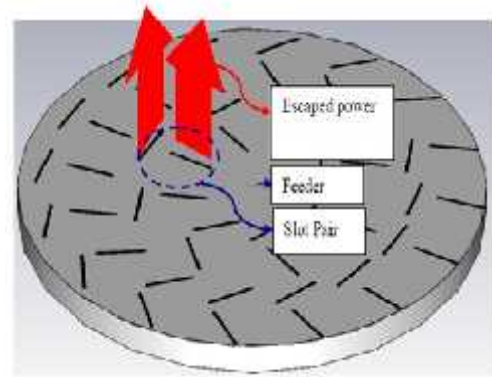
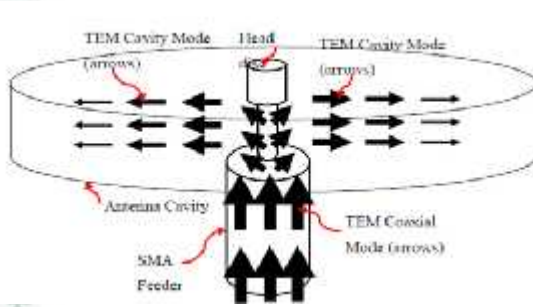
Gambar 2.2. (a) *radiating element* (b) *cavity* (c) *background* (d) *feeder*
 (Sumber : T. Purnamirza, 2013) [2]

2.2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA

Secara keseluruhan semua antena memiliki fungsi yang sama yaitu melakukan pengiriman (*transmitter*) dan penerimaan (*receiver*) sinyal gelombang elektromagnetik, akan tetapi setiap antena memiliki prinsip kerja yang berbeda-beda sesuai perancangan yang dilakukan pada antena tersebut.

Antena RLSA mengirim dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik di ruang bebas melalui *slot - slot* yang ada pada *radiating element*. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan bagaimana sistem propagasi sinyal melalui dua tahap yaitu *transmission electron microscope (TEM) coaxial mode* dan *TEM cavity mode* [2].

Sinyal informasi yang disimbolkan dengan arah panah, disalurkan melalui media transmisi menuju *feeder* antena. Pada *head feeder*, sinyal informasi dirambatkan secara merata pada bagian *cavity* kemudian dipancarkan melalui pasangan-pasangan *slot* pada *radiating element* menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM) [9].



Gambar 2.3. Prinsip Kerja Antena RLSA

(Sumber : T . Purnamirza, 2013) [2]

2.2.3. Penempatan Slot Antena RLSA

Beberapa pasangan *slot* pada antena RLSA tersusun secara *array* di bagian *radiating element*. Untuk menghindari terjadinya *overlapping* dan *interferensi* pada sinyal informasi yang akan dikirim ataupun diterima, maka *slot – slot* pada *radiating element* harus diatur sedemikian rupa agar antena memiliki kinerja yang baik seperti yang diinginkan. Dalam hal ini membutuhkan persamaan-persamaan sebagai berikut.

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.1)$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.2)$$

keterangan :

θ_1 = sudut kemiringan *slot* 1

θ_2 = sudut kemiringan *slot* 2

θ_T = sudut *beamsquint* pada arah *elevasi*

ϕ = sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan *slot* 2

ϕ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

Contoh perhitungan penempatan slot antenna RLSA dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

Perhitungan penempatan posisi slot 1

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\}$$

$$\theta_1 = \frac{180}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(70)}{\tan(0,00001)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = \frac{180+2}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,3420}{1,7453} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = 45,5 \{ 11,0869 - (-0,00001) \}$$

$$\theta_1 = 45,5 (11,08691)$$

$$\theta_1 = 504,454^\circ$$

Perhitungan penempatan posisi slot 2

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{3+180}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(70)}{\tan(0,00001)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{540}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(70)}{\tan(0,00001)} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{540+2}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,3420}{1,7453} \right) - (0,00001) \right\}$$

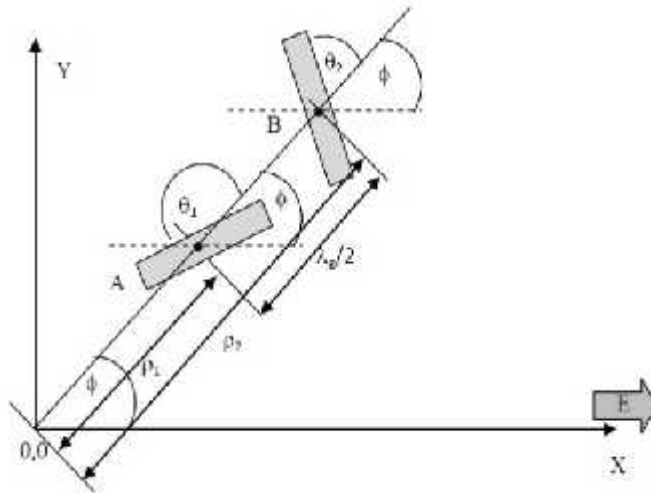
$$\theta_2 = \frac{542}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,3420}{1,7453} \right) - (0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = 135,5 \{ 11,0869 - (-0,00001) \}$$

$$\theta_2 = 135,5 (11,08691)$$

$$\theta_2 = 1502,27^\circ$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.4. Penempatan Posisi Pasangan Slot
 (Sumber : T. Purnamirza, 2013) [2]

Gambar 2.4. di atas memperlihatkan sistem penempatan posisi pasangan slot (slot A dan B) dan pengaturan sudut kemiringan slot (sudut θ_1 dan θ_2) menggunakan teknik *beamsquint* untuk mendapatkan polarisasi yang linear.

2.2.4. Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Pada antena RLSA terdapat unit radiator yang merupakan susunan pasangan slot pada *radiating element* yang membentuk polarisasi linear. Apabila terjadi kesalahan kecil dapat mengurangi kinerja antena yang dihasilkan. Oleh karena itu posisi unit radiator pada *radiating element* ini harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat, Agar mendapatkan hasil perhitungan yang tepat dan akurat, maka digunakanlah persamaan sebagai berikut :

$$\rho_p = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin\theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.3)$$

dimana :

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Contoh perhitungan pengaturan pasangan slot :

Mencari nilai λ

$$\frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,8 \cdot 10^9} = 0,051724 \text{ m} \rightarrow 51,724 \text{ mm}$$

Mencari nilai g

$$g = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{51,724}{\sqrt{2,33}} = \frac{51,724}{1,5264} = 33,88$$

Mencari nilai ξ

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{\sqrt{2,33}} = \frac{1}{1,5264} = 0,6551$$

Perhitungan pasangan slot antenna RLSA

$$\rho_p = \frac{n \lambda g}{1 - \xi \sin \theta T (\phi - \phi T)}$$

$$\rho_p = \frac{1 \cdot 33,88}{1 - 0,6551 \sin 70 (0 - 0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,6551 \cdot 0,9396 (0 - 0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,6155 (-0,00001)}$$

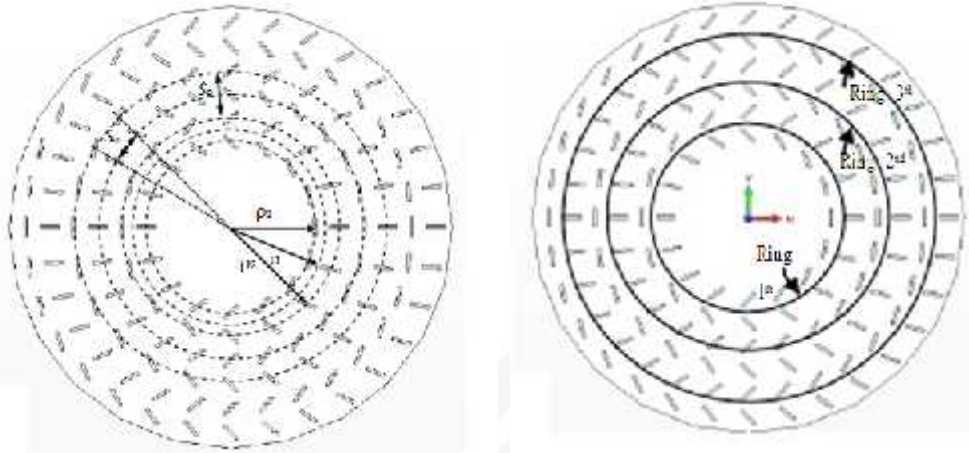
$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,000006}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{0,999994}$$

$$\rho_p = 33,88$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sedangkan untuk parameter *slot* antenna dapat dilihat pada gambar berikut ini.



(a)

(b)

Gambar 2.5. Parameter *slot* antenna RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [2]

Jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [2].

$$S\rho = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin\theta_T (\phi - \phi_T)} \tag{2.4}$$

Perhitungan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring berbeda

$$S\rho = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin\theta_T (\phi - \phi_T)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1 - 0,6551 \sin 70 (0 - 0,00001)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1 - 0,6551 + 0,3396 (0 - 0,00001)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1 - 0,6155 (-0,00001)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1 - 0,000006}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{0,999994}$$

$$S\rho = 33,88$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sedangkan untuk jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada ring yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [2].

$$S_p = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1-\xi^2\sin^2\theta_T}} \quad (2.5)$$

keterangan :

- ϵ_r = permitifitas relatif *cavity* antena
- θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi
- ϕ_T = sudut *azimuth* dari posisi slot 1 dan 2
- θ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*
- λ_g = panjang gelombang sinyal didalam *cavity* antenna
- n = nomor *ring* (1,2,3...)
- q = nomor *integer* (1,2,3...) menyatakan jarak *ring* dari titik pusat antena
- p = jumlah unit radiasi pada *ring* yang terdalam

Perhitungan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring yang sama

$$S_p = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1-\xi^2\sin^2\theta_T}}$$

$$S_p = \frac{2 \cdot 180 \cdot 33,88}{\sqrt{1-0,6551^2\sin^2 70^\circ}}$$

$$S_p = \frac{360 \cdot 33,88}{\sqrt{1-0,4291 \cdot 0,888}}$$

$$S_p = 12196,8 \sqrt{1 - 0,377}$$

$$S_p = \frac{12196,8}{0,7889}$$

$$S_p = 15460,5$$

Berdasarkan persamaan (2.5) dimana jarak dari pusat unit radiator untuk *slot* 1 atau *slot* 2 adalah $\lambda_g/4$, maka dapat dirumus persamaan jarak antara *slot* dari titik pusat sebagai berikut [2].

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.6)$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(n-1+q+0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.7)$$

Contoh perhitungan jarak antara slot 1 dan titik pusat

$$\begin{aligned} \rho_{\rho 1} &= \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \\ \rho_{\rho 1} &= \frac{(1-1+1-0.25) 33,88}{1-0,6551 \sin 70 \cos(0-0,00001)} \\ \rho_{\rho 1} &= \frac{(0,75) 33,88}{1-0,6551 \cdot 0,9396 \cos(-0,00001)} \\ \rho_{\rho 1} &= \frac{25,41}{1-0,6155 (0,9999)} \\ \rho_{\rho 1} &= \frac{25,41}{0,3845} = 66,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan jarak antara slot 2 dan titik pusat

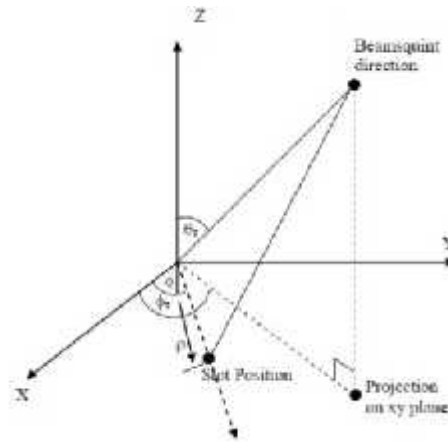
$$\begin{aligned} \rho_{\rho 2} &= \frac{(n-1+q+0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \\ \rho_{\rho 2} &= \frac{(1-1+1+0.25) 33,88}{1-0,6551 \sin 70 \cos(0-0,00001)} \\ \rho_{\rho 2} &= \frac{(1,25) 33,88}{1-0,6551 \cdot 0,9396 \cos(-0,00001)} \\ \rho_{\rho 2} &= \frac{42,35}{1-0,6155 (0,9999)} \\ \rho_{\rho 2} &= \frac{42,35}{0,3845} \\ \rho_{\rho 2} &= 110,14 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan posisi slot antenna

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\rho_{\rho 1} + \rho_{\rho 2}}{2} \\ \rho &= \frac{58,71 + 97,85}{2} \\ \rho &= \frac{156,56}{2} \\ \rho &= 78,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

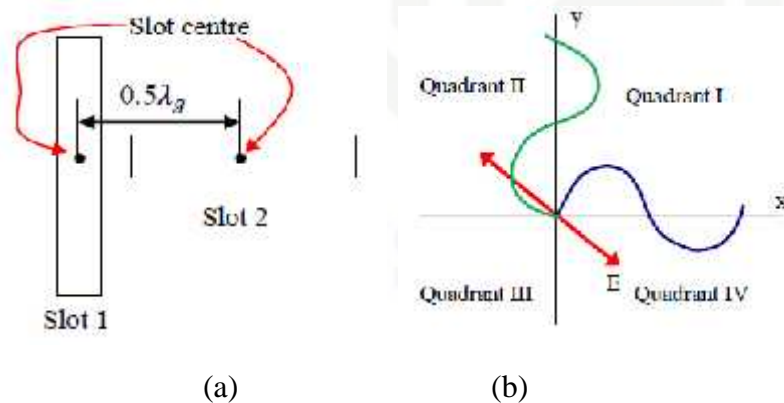
Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan di atas jarak unit radiator dari titik pusat dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6. Pengaturan Geometri Unit Radiator
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [2]

2.2.5. Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi pada antena RLSA berfungsi memberikan informasi mengenai arah orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetika yang dihasilkan oleh antena tersebut. Sepasang slot memancarkan sinyal pada *radiating element* antena RLSA. Polarisasi dari antena RLSA dihasilkan berdasarkan penggabungan sinyal sepasang slot, seperti gambar dibawah ini [10].



Gambar 2.7 Pembentukan Polarisasi antena RLSA
(Sumber : T . Purnamirza, 2013) [2]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.7.(b) menampilkan ilustrasi dari pasangan *slot*, dimana sinyal dari *slot 1* dengan sinyal dari *slot 2* memiliki beda fasa sebesar 180° dan memiliki jarak setengah panjang gelombang ($0,5 \lambda$) satuan lain. Orientasi *slot 1* dengan *slot 2* yang tegak lurus satu sama lain dan pada gambar 2.7.(a) sinyal dari *slot 1* (warna hijau) dan *slot 2* (warna biru) juga tegak lurus satu sama lainnya.

Gambar 2.7.(a) menunjukkan ketika sinyal *slot 1* meningkat dalam nilai positif, sinyal *slot 2* menurun dalam nilai negatif dimana posisi keduanya tegak lurus satu sama lain, maka sinyal yang di hasilkan menjadi garis lurus di kuadran II. Selanjutnya ketika sinyal *slot 1* menurun menuju nol dan sinyal *slot 2* meningkat menuju nol, maka sinyal yang di hasilkan menjadi garis lurus kuadran II, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Namun, ketika sinyal *slot 1* menurun dalam nilai negatif dan sinyal *slot 2* meningkat dalam nilai positif, maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis lurus kuadran IV.

Kemudian sinyal *slot 1* meningkat menuju nol dan sinyal *slot 2* menurun menuju nol, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus kuadran IV, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Sehingga sinyal yang dihasilkan dari *slot 1* dan *slot 2* menghasilkan *slot* yang terlihat seperti linear (garis lurus) dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu yang disebut polarisasi linear [2].

2.2.6. Panjang Slot Antena RLSA

Antena RLSA adalah antena yang terdiri dari susunan *slot-slot* yang tersusun secara *array*. Penempatan *slot-slot* pada radiating element harus melalui proses perhitungan yang akurat untuk mendapatkan antena RLSA yang memiliki kinerja yang baik. Karena banyaknya jumlah *slot-slot* pada antena RLSA, perhitungan harus dilakukan dengan sangat akurat dan presisi agar tidak bertumpuk dan terlalu rapat yang dapat menghasilkan interferensi. Oleh karena itu perlu juga dilakukan perhitungan bagaimana bentuk dari *slot-slot* tersebut termasuk perhitungan panjang *slot*.

Panjang *slot* antena RLSA adalah jarak antara *slot* dari titik pusat antena tersebut, dimana antena RLSA memiliki panjang *slot* pada bagian *radiating element* yang bervariasi dengan tujuan agar setiap *slot* dapat menghasilkan pola pancaran yang sama dengan *slot-slot* lainnya. Panjang *slot* dengan variabel ρ dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini [10].

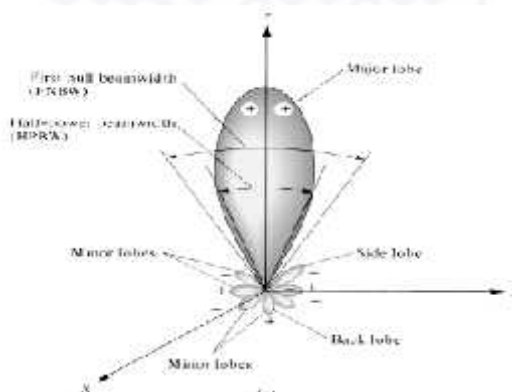
$$L_{rad} = (4.9876 \times 10^{-3} \rho) \frac{12.5 \times 10^9}{f_0} \quad (2.8)$$

2.3. Parameter pada Antena RLSA

Pada sistem komunikasi *wireless*, antena merupakan perangkat yang digunakan untuk melakukan pengiriman dan penerimaan sinyal pada ruang bebas. Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan guna merancang dan menganalisa antena RLSA. Tujuannya agar dapat diketahui apakah antena yang dirancang atau dianalisa memiliki kinerja yang baik atau tidak berdasarkan parameter yang ada. Berikut parameter antena yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu antena yaitu *beamwidth*, *bandwidth*, direktivitas (pengarahan), efisiensi, *gain*, impedansi, pola radiasi (*radiation pattern*), polarisasi, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR) dan koefisien refleksi [2].

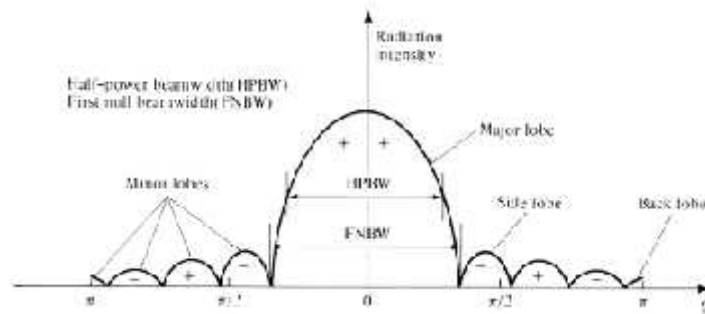
2.3.1. Beamwidth Antena

Beamwidth antena merupakan besar pancaran (*beam*) antena yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antena. Pancaran antena ini memiliki luas yang disebut luas pancaran (*beam area*), yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antena. Berikut ini adalah gambar pola radiasi yang menunjukkan bagian *lobe-lobe* suatu antena [12].



(a)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



(b)

Gambar 2.8. (a) Pola radiasi plot 3D (b) Pola radiasi plot linear dengan bagian-bagiannya
(Sumber : Balanis, 2005) [12]

keterangan :

- a. *Main lobe* (pancaran utama) merupakan daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
- b. *Side lobe* (pancaran sisi) ialah daerah pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama dan digunakan untuk menentukan karakteristik pola radiasi
- c. *Back lobe* (pancaran belakang) adalah daerah pancaran ke arah belakang
- d. *Half Power Beamwidth* (HPBW) atau lebar pancaran setengah daya adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang 50 % (-3dB) dari puncak utama
- e. *Final Null Beamwidth* (FNBW) atau lebar pancaran bernilai nol adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang sampai dengan nol
- f. *Front to back ratio* adalah perbandingan antara *main lobe* dengan *back lobe*

2.3.2. Gain Antena

$Gain$ merupakan parameter dari antena yang memiliki kemampuan untuk antena mengarahkan radiasi sinyalnya atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. $Gain$ bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya melainkan suatu bentuk perbandingan, oleh karena itu satuan yang digunakan untuk $gain$ adalah *decibel* (dB). $Gain$ antena adalah tetap, dua pengertian yang berbeda antara $gain$ antena, *transmit power* dan EIRP atau daya terpancar dengan menurunkan *transmit power* tidak akan mengubah $gain$ antena dan pola radiasinya, hanya menurunkan EIRP atau daya terpancar ke udara.

Antena dengan $gain$ rendah memiliki karakteristik pola radiasi yang berbeda dengan antena sejenis yang memiliki $gain$ besar. Pola radiasi antena dengan $gain$ rendah bersifat melebar sehingga energi yang dipancarkan terdistribusi luas secara sektoral (sudut). Sedangkan antena dengan $gain$ besar memiliki pola pancar yang sempit, energi yang dipancarkan tidak melebar, tetapi pada arah pancaran utamanya atau pada satu satu bidang tertentu, energi ini bisa menjangkau tempat yang lebih jauh.

Besar $gain$ dari suatu antena menentukan kemampuan antena tersebut untuk memfokuskan energi yang dipancarkannya ke suatu arah. Contoh: antena dengan $gain$ 20 dB lebih fokus dibandingkan antena dengan $gain$ 10 dB. $Gain$ suatu antena berhubungan dengan direktivitas dan efisiensi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$G = D \cdot \epsilon_R \tag{2.9}$$

keterangan :

- G = $Gain$ antena
- D = Direktivitas antena
- ϵ_R = Efisiensi antenna

2.3.3. Bandwidth Antena

Bandwidth antena merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antena yang membuat antena beroperasi dengan baik dan dapat memiliki spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, dan VSWR. Sehingga suatu antena yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai *bandwidth* yang diberikan [12]. *Bandwidth* suatu antena memiliki beberapa jenis yaitu sebagai berikut :

- a. *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran transmisi. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari koefisien refleksi dan VSWR dimana nilai koefisien refleksi dianggap baik -10 dB.
- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana *bandwidth*, *sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi dan memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.
- c. *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi dimana polarisasi masih terjadi.

Bandwidth suatu antena dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$BW = f_{max} - f_{min} \tag{2.10}$$

keterangan :

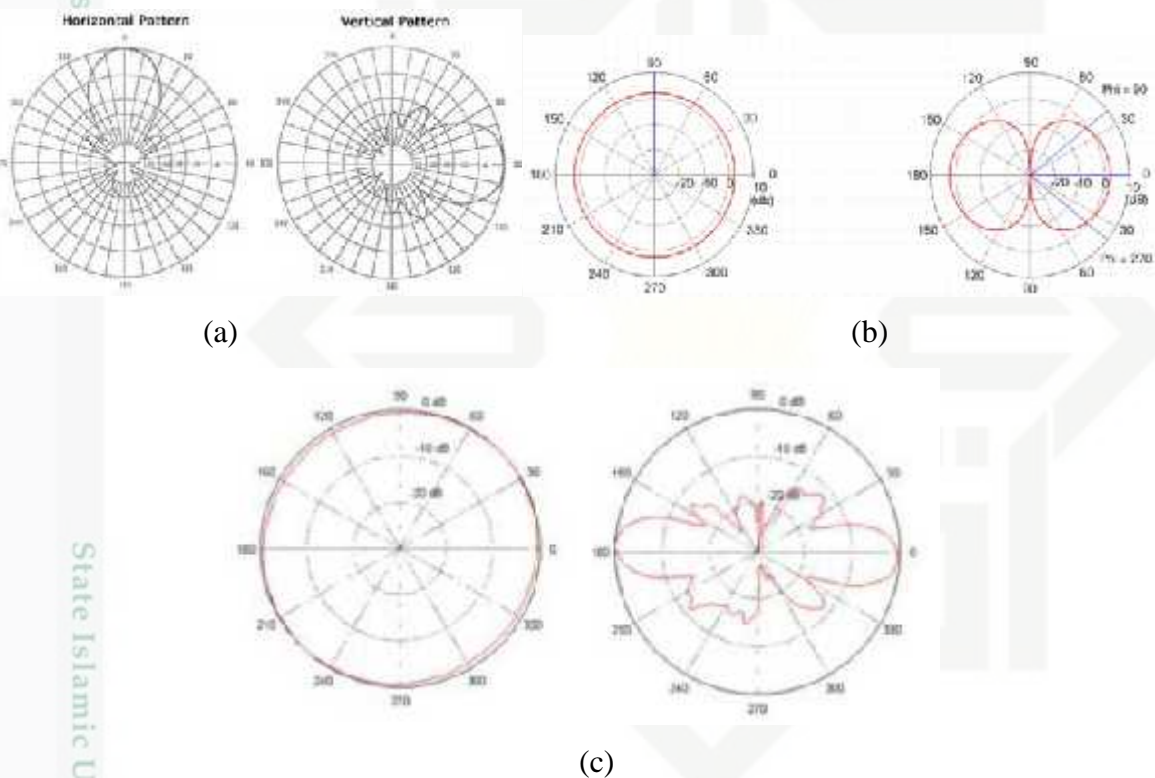
BW = *bandwidth*

(*fmin*) = frekuensi terendah

(*fmax*) = frekuensi tertinggi

2.3.4. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena merupakan bentuk gambaran grafis dari radiasi antena sebagai sebuah fungsi posisi pada koordinat spheris (koordinat bola). Jenis – jenis umum pola radiasi antena berupa pola daya yang menggambarkan normalisasi daya terhadap posisi koordinat spheris dan pola medan yang menggambarkan normalisasi medan terhadap posisi koordinat spheris. [12]. Berdasarkan pola radiasinya, antenna dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu antena *unidirectional*, *isotropic* dan *omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.



Gambar 2.9. Pola Radiasi (a) *Unidirectional*, (b) *Isotropic* dan (c) *Omnidirectional*

(Sumber :Balanis, 2005) [12]

2.3.5. Direktivitas (Pengarahan) Antena

Direktivitas (pengarahan) antena, merupakan perbandingan antara intensitas radiasi pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi rata-rata pancaran. Dalam penggunaannya, direktivitas merupakan arah sumbu pancar yang maksimal dan terfokus seperti layaknya sorotan lampu senter ketika energi di lempar ke udara secara bebas. [12]. Direktivitas antena bergantung kepada pola radiasi yang dihasilkan antena tersebut. Pola radiasi antena yang mengarah sama ke segala arah memiliki direktivitas sama dengan 0 dB.

2.3.6. Efisiensi Antena

Efisiensi suatu antena adalah perbandingan antara daya yang diradiasikan suatu antena dengan daya yang disalurkan ke antena tersebut dimana semakin tinggi efisiensi antena maka semakin banyak daya diradiasikan oleh antena tersebut, dan sebaliknya semakin rendah efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diserap oleh antena dan menjadi hilang (*loss*) dalam antena yang disebabkan impedansi yang tidak cocok (*mismatch*) [12]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss mismatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta = \epsilon_R = \frac{P_{rad}}{P_{input}} \quad (2.11)$$

$$\eta_T = \epsilon_T = M_L \cdot \epsilon_R \quad (2.12)$$

keterangan :

- $\eta = \epsilon_R$ = Efisiensi antena
- $\eta_T = \epsilon_T$ = Efisiensi total
- P_{rad} = Daya yang diradiasikan antena
- P_{input} = Daya yang dimasukkan ke antena
- M_L = *Loss mismatch* impedansi antenna

2.3.7. Impedansi Antena

Impedansi antena merupakan impedansi *input* yang diberikan antena terhadap saluran transmisi menuju antena. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi *input* merupakan parameter penting untuk mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena [12]. Hubungan antara impedansi input (Z_{in}) dengan impedansi saluran transmisi (Z_0) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi (Γ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

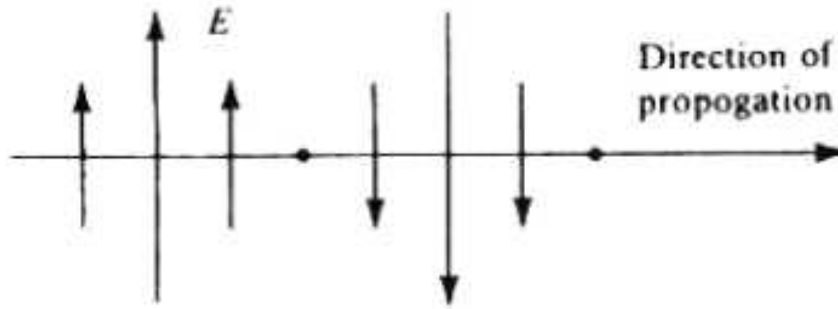
$$\Gamma = \frac{(Z_{in}-Z_0)}{(Z_{in}+Z_0)} \quad (2.13)$$

2.3.8. Polarisasi Antena

Polarisasi suatu antena merupakan informasi tentang kearah mana orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena tersebut. Ada beberapa jenis polarisasi antena, yaitu :

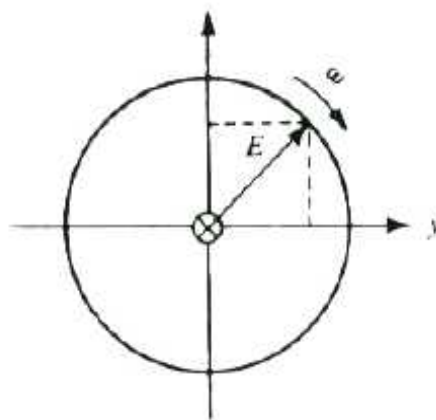
- a. Polarisasi linier, yaitu arah medan listrik tidak berubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah - ubah positif dan negatif.
- b. Polarisasi vertikal, yaitu arah medan listrik mengarah vertikal antena
- c. Polarisasi horizontal, yaitu elemen antena horizontal terhadap permukaan tanah
- d. Polarisasi eliptis, yaitu perubahan waktu dan perambatan gelombang menyebabkan gelombang medan listrik dari gelombang tersebut melakukan putaran orientasi dengan penampang eliptis.

Polarisasi diartikan sebagai orientasi arah medan listrik dari gelombang elektromagnetik. Terdapat tiga jenis polarisasi yaitu polarisasi linier , polarisasi melingkar, dan polarisasi elips [13].



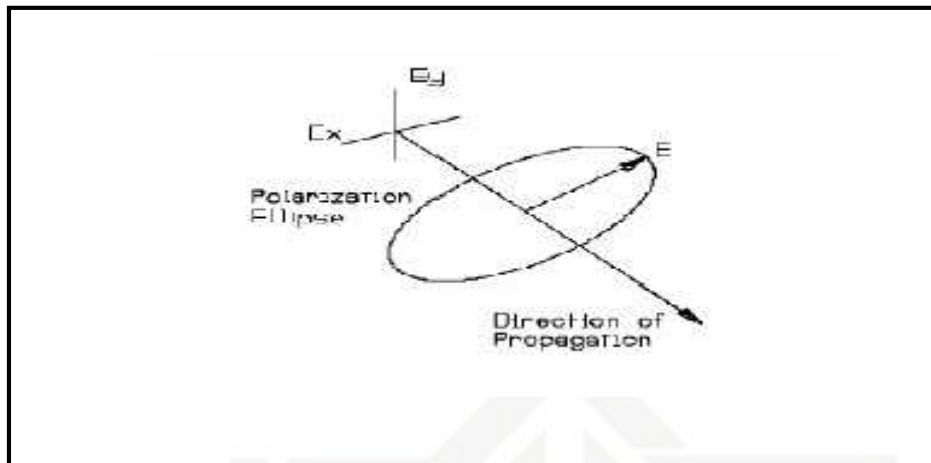
Gambar 2.10. Polarisasi linear
(Sumber : Md Rafi UI Islam, 2007) [13]

Gambar 2.10 mengilustrasikan secara grafis arah vektor medan listrik yang tetap selama propagasi. Medan listrik yang dipropagasikan secara horizontal dikatakan terpolarisasi horizontal. Sedangkan, Medan listrik yang dipropagasikan secara vertikal dikatakan terpolarisasi vertikal.



Gambar 2.11. Polarisasi Melingkar
(Sumber : Md Rafi UI Islam, 2007) [13]

Gambar 2.11. mengilustrasikan polarisasi melingkar yang bidang polarisasi memiliki garis gaya listrik berputar melalui 360° . Kemudian terdapat polarisasi elips yang merupakan persilangan antara polarisasi linier dan polarisasi melingkar seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Polarisasi Elips
 (Sumber : Md Rafi UI Islam, 2007) [13]

2.3.9. Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri (*standing wave*) akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak sesuainya (*matching*) impedansi input antena dengan saluran *feeder* [9]. Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antena ke penerima, maka impedansi antena haruslah *conjugate match* (besarnya resistansi dan reaktansi sama tetap berlawanan tanda). Jika hal ini tidak terpenuhi maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima.

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^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ), yaitu :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} \approx \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \tag{2.14}$$

di mana 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 :

- 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.

Rumus untuk mencari nilai VSWR adalah :

$$S = \frac{|\tilde{V}|_{max}}{|\tilde{V}|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.15)$$

Kondisi saluran 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 kenyataannya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diijinkan untuk pabrikan antena adalah VSWR ≤ 2 .

2.3.10. Koefisien Refleksi Antena

Koefisien refleksi adalah perbandingan antara amplitude dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitude gelombang yang dikirimkan. Koefisien refleksi dapat terjadi karena adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban antena. Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatch*), besarnya koefisien refleksi bervariasi tergantung pada frekuensi seperti yang ditunjukkan oleh :

$$\text{Koefisien Refleksi (dB)} = -20 \log|\Gamma| \quad (2.16)$$

Γ = koefisien refleksi

Nilai dari koefisien refleksi yang baik adalah di bawah -9,54 dB, nilai ini diperoleh untuk nilai VSWR ≤ 2 sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah *matching*. Nilai Parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.