

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) pertama kali dirancang dan dikembangkan oleh G.C Southworth pada tahun 1946. G.C Southworth berhasil merancang antena *Radial Line Slot Array* untuk komunikasi radio jarak jauh [1].

Pada tahun 1957 seorang peneliti yang bernama K.C Kelly berhasil mengembangkan beberapa teknik untuk antena *Radial Line Slot Antenna* (RLSA). K.C Kelly memperkenalkan antena RLSA dengan konsep lingkaran yang memiliki *slot - slot* yang tersusun sehingga berbentuk cincin dengan pola radiasi berbentuk pensil. Antena RLSA mengalami pengembangan dan penyempurnaan pada tahun 1960 dan mulai diaplikasikan pada sistem komunikasi satelit. [2]

Pada tahun 1980 peneliti - peneliti dari Jepang merancang dan mengembangkan antena RLSA. Diawali oleh Goto dan Yamato, mereka melakukan penelitian antena RLSA dan merancang struktur antena dua lapisan berongga yang memiliki *feeder* di pusat antena dan menggunakan teknik pengaturan *slot* yang melingkar. Perancangan antena RLSA yang dilakukan Goto dan Yamato memiliki komponen yang mahal sehingga biaya komponen antena saat pabrikasi menjadi kelemahan dari antena ini [3].

Pada tahun 1985 M. Ando berhasil meningkatkan kinerja antena RLSA untuk diaplikasikan pada aplikasi *Direct Broadcast Satellite* (DSB) pada frekuensi Ku-Band di Jepang dengan menggunakan teknik pengaturan *slot* [4], teknik *beamsquint* [5], teknik variasi panjang *slot* dan jarak *slot* [6], teknik spiral penyesuaian *slot* [7], dan teknik *slot* penghapusan sinyal refleksi pada antena RLSA [8].

Antena RLSA pertama kali dikembangkan untuk aplikasi *wireless* LAN pada tahun 2002 oleh A. R. Tharek dan I. K. Farah Ayu. Peneliti dari Malaysia ini berhasil mengembangkan antena RLSA untuk *wireless* LAN *indoor* pada frekuensi 5,5 GHz[9]. Pada tahun 2005 penelitian tersebut kemudian dilanjutkan oleh peneliti dari Malaysia lainnya M. I. Imran yang mengembangkan antena RLSA untuk aplikasi *wireless* LAN

outdoor pada frekuensi 5,8 GHz [10]. Namun, penerapan teknologi antenna RLSA untuk aplikasi *wireless* LAN masih menghadapi masalah berupa rendahnya performansi antenna RLSA jika dirancang pada frekuensi 5,8 GHz[11].

Pada tahun 2012 peneliti dari Indonesia Teddy Purnamirza meneliti pemanfaatan teknik *ekstrim beamsquint* untuk meminimalkan koefisien refleksi dari *very small aperture radial line slot array* (VSA-RLSA). Teknik ini memanfaatkan *beamsquint* sangat tinggi untuk mendapatkan beberapa pasang slot berbentuk cincin pada elemen *radiating* dari antenna VSARLSA, sehingga meminimalkan *koefisien refleksi* dan meningkatkan *efisiensi* antenna VSA-RLSA. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknik *ekstrim beamsquint* antenna VSA-RLSA memiliki hasil *koefisien refleksi* jauh lebih rendah dan *efisiensi* yang lebih tinggi dari *normal beamsquint antenna VSA-RLSA*[11].

Pada tahun 2013 Teddy Purnamirza juga melakukan penelitian terkait antenna RLSA dan berhasil melakukan peningkatan antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz dengan menggunakan teknik *flam retardant 4* (FM 4) dan teknik *extream beamsquint*. Selain itu beliau juga berhasil mengembangkan aplikasi bahasa pemograman VBA. *Software* ini berguna untuk mempermudah serta mempercepat perancangan antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz . Sehingga Teddy Purnamirza berhasil merancang dan membangun *prototype* antenna RLSA dengan kinerja yang baik untuk perangkat *wireless* LAN pada frekuensi 5,8 GHz [10].

Pada tahun 2017 mahasiswa UIN SUSKA RIAU Anita Purnama merancang antenna RLSA dengan memanfaatkan slot pada bagian radiating dan ground antenna. Penelitian ini juga menjadi penelitian pertama pengembangan antenna RLSA yang memanfaatkan bagian ground antenna. Pada penelitian ini didapati spesifikasi antenna RLSA dengan jari-jari antenna 85 mm, sudut beamsquint 5° , dengan nilai gain 9,235 db, return loss -30,102, beamwidth $16,2^{\circ}$, bandwidth 888 MHz. [14]

Dari hasil pengukuran prototype antenna RLSA didapati nilai gain sebesar 15,531 dB, return loss -3,3570, beamwidth 21.0° , pola radiasi utama bagian radiating element 357.0° , pola radiasi utama bagian ground antenna 177.0° . Nilai koefisien refleksi hasil simulasi lebih baik daripada hasil pengukuran pabrikasi serta juga tidak didapati nilai bandwidth pada frekuensi 5,8 GHz untuk S1,1 dibawah -10 dB, hal ini dikarenakan rugi-rugi yang dihasilkan pada saat proses pabrikasi dan pengukuran. Walaupun hasil pabrikasi

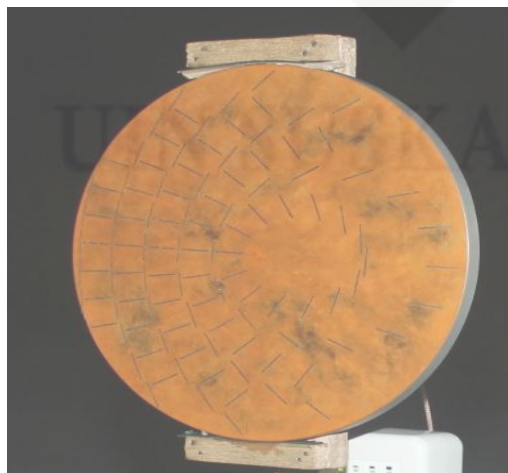
yang tidak sesuai dengan nilai yang diinginkan, akan tetapi hasil simulasi telah menunjukkan kinerja yang bagus dalam segi *gain*, *return loss* maupun *bandwidth* [14].

Pada tahun 2017 mahasiswa UIN SUSKA RIAU M. Bagoes Poerwanto merancang antenna RLSA dengan ide penelitian menggabungkan dua antenna RLSA menjadi satu. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa antenna RLSA bisa memancarkan lebih dari satu pancaran, dengan demikian tujuan peneliti untuk mendapatkan keuntung dalam segi efisiensi biaya dan installasi berhasil tercapai [15].

Penelitian ini berhasil menghasilkan antenna RLSA *dual beam* dengan jari - jari 115, *beamsquint* 77° dan 283° yang memiliki 14 pasang *slot* pada *ring* pertama dengan frekuensi 5,8 GHz. Hasil pengukuran *prototype* antenna RLSA *dual beam* menunjukkan *return loss* -18.569115 dB dengan acuan *return loss* ≤ -10 dB. Selain itu antenna RLSA *dual beam* memiliki *gain* 13,29 dBi, pola radiasi *directional* dengan sudut *beamsquint* 77° dan 283° *beamwidth* 29,8°, dan *bandwidth* lebar dengan *bandwidth* 559 MHz pada rentang frekuensi 5674 - 6233 MHz [15].

2.2. Karakteristik untuk Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan antenna yang berbentuk piringan datar dan bulat dengan susunan *slot* secara *array* serta memiliki *feeder* di belakang *dish* antenna [10]. Antena RLSA memiliki ciri khas yang membedakannya dengan jenis antenna yang lain, bentuk dari antenna RLSA sendiri dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

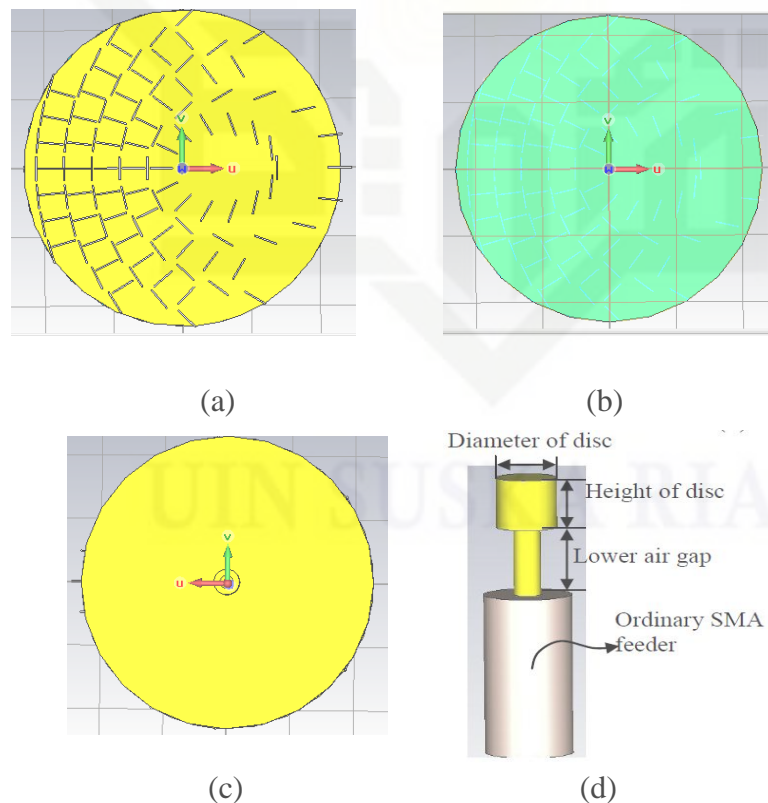


Gambar 2.1. Antena *Radial Line Slot Array*
(Sumber : Awaludin Jamil, 2015)[18]

2.2.1. Komponen Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *element* pemancar (*Radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder* [13]. *Radiating element* terbuat dari bahan logam tembaga atau kuningan berbentuk piringan bulat yang datar serta tersusun dari beberapa pasang *slot* secara *array*. Untuk bagian rongga (*cavity*) terbuat dari bahan dielektrik berbentuk bulat dan memiliki ukuran yang sama dengan *radiating element*. *Cavity* berfungsi sebagai pembawa sinyal dari *feeder* dan menyebarkannya secara radial keseluruhan permukaan *radiating element* [13].

Bagian *background*nya terbuat dari logam tembaga atau kuningan yang memiliki ukuran yang sama dengan *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. Jenis *feeder* yang digunakan adalah jenis *sub miniature version A (SMA)* yang dimodifikasi dengan penambahan *disc* pada kepala *feeder*[13]. Berikut ini adalah gambaran komponen dasar antena RLSA dan *Feeder*.



Gambar 2.2. (a) *Radiating element* (b) *Cavity* (c) *Background* (d) *Feeder*

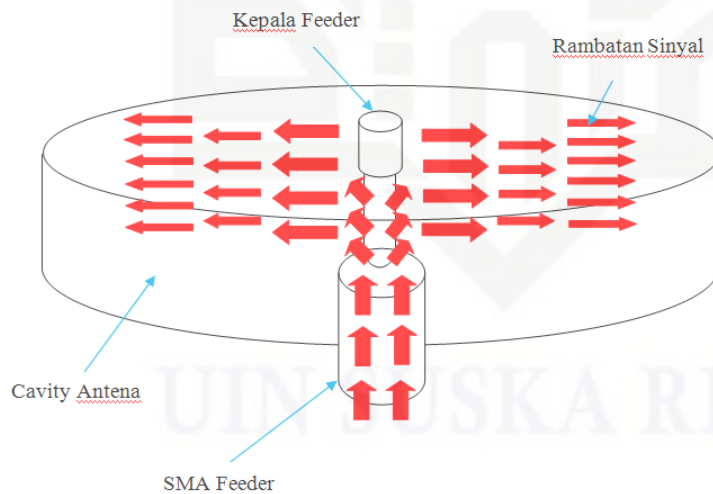
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [13]

2.2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA

Antena RLSA memiliki fungsi yang sama dengan antena lainnya yaitu melakukan pengiriman dan penerimaan sinyal gelombang elektromagnetik, akan tetapi setiap antena memiliki prinsip kerja yang berbeda – beda. Antena RLSA mengirim dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik melalui ruang bebas melalui *slot - slot* yang ada pada *radiating element*. Pada Gambar 2.3 di bawah ini akan menunjukkan sistem propagasi sinyal melalui dua tahap yaitu *Transmission Electron Microscope (TEM) coaxial mode* dan *TEM cavity mode* [13].

Pada gambar 2.3 di bawah, sinyal informasi disimbolkan dengan arah panah. Sinyal disalurkan melalui media transmisi menuju *feeder* antena. *Feeder* ini berfungsi untuk mengubah *Transmission Electron Microscope (TEM) coaxial mode* menjadi *TEM cavity mode*. Jenis *feeder* yang digunakan adalah jenis *Sub Miniature Version A (SMA)* yang dimodifikasi dengan penambahan *disc* pada kepala *feeder*. [13]

Setelah ditransmisikan menuju feeder, sinyal informasi dirambatkan secara merata pada bagian *cavity* kemudian dipancarkan melalui pasangan-pasangan slot pada *radiating element*. Sehingga sinyal yang dipancarkan tadi menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM).



Gambar 2.3. Prinsip kerja antena RLSA
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [13]

2.2.3. Penempatan Slot Antena RLSA

Antena RLSA memiliki beberapa pasang slot yang tersusun secara *array* pada *radiating element*. Untuk menghindari agar tidak terjadi *overlapping* dan *interferensi* pada sinyal informasi yang akan dikirim ataupun diterima, maka pasang slot tersebut harus diatur sedemikian rupa agar antena memiliki kinerja yang baik seperti yang diinginkan dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

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

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

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 posisi slot 1 menggunakan persamaan 2.1

Nilai yang digunakan:

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(73^\circ)}{\tan(0,00001)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{0,29237}{1,7453} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = \frac{\pi+2}{4} \left\{ \arctan(0.16751945) - (-0,00001) \right\}$$

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

$$\theta_1 = 1.28539 \{9.50856 - (-0,00001)\}$$

$$\theta_1 = 1.28539 (9.50857)$$

$$\theta_1 = 12.22^\circ$$

Contoh perhitungan penempatan posisi slot 2 menggunakan persamaan 2.2
 Nilai yang digunakan:

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(73)}{\tan(0,00001)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

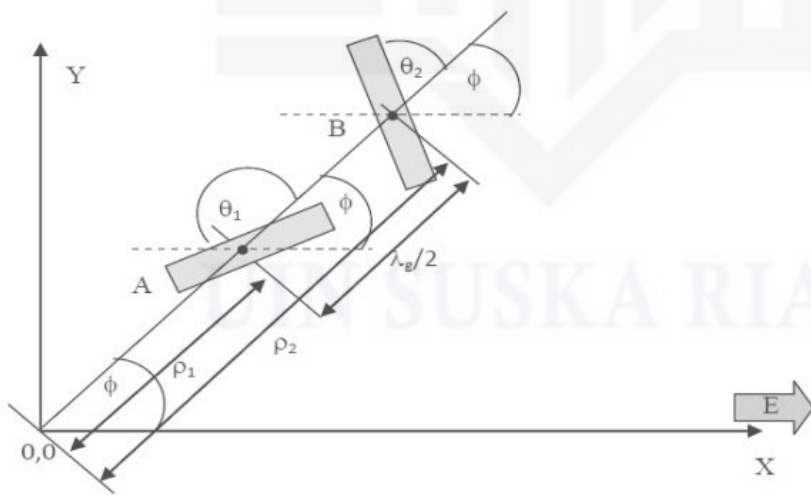
$$\theta_2 = \frac{3\pi+2}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(73)}{\tan(0,00001)} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi+2}{4} \{9.50856 - (-0,00001)\}$$

$$\theta_2 = 2.85619449 \{9.50856 - (-0,00001)\}$$

$$\theta_2 = 2.85619449 (9.50857)$$

$$\theta_2 = 27.1583^\circ$$



Gambar 2.4. Penempatan posisi pasangan slot
 (Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

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*. Berdasarkan persamaan 2.1 dan 2.2 tersebut didapatkan polarisasi linear.

2.2.4. Pengaturan Pasangan *Slot* Antena RLSA

Pengaturan letak posisi setiap pasang *slot* pada *radiating element* akan menghasilkan polarisasi *linear* dinamakan *unit radiator*. Untuk mendapatkan posisi *unit radiator* pada *radiating element* harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat. Pada pengaturan posisi *unit radiator* di *radiating element* tidak akurat maka akan terjadi kesalahan yang dapat mengurangi kinerja antena yang dihasilkan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang tepat dan akurat digunakan 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* dengan persamaan 2.3:

Mencari nilai λ dengan nilai *frekuensi center* $5,8 \cdot 10^9$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{5,8 \cdot 10^9}$$

$$\lambda = 0,051724 \text{ m} \rightarrow 51,724 \text{ mm}$$

Mencari nilai λ_g dengan ϵ_r 2,33

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_g = \frac{51,724}{\sqrt{2,33}}$$

$$\lambda_g = \frac{51,724}{1,5264}$$

$$\lambda_g = 33,88$$

Mencari nilai ξ dengan $\epsilon_r = 2,33$

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

Perhitungan pasangan slot antenna RLSA

Nilai yang digunakan:

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

$$n = 1$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$\rho_p = \frac{1 * 33,88}{1 - 0,6551 \sin 73 (0 - 0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,6551 * 0,956304 (0 - 0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - (0,6264747504)(0 - 0,00001)}$$

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

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

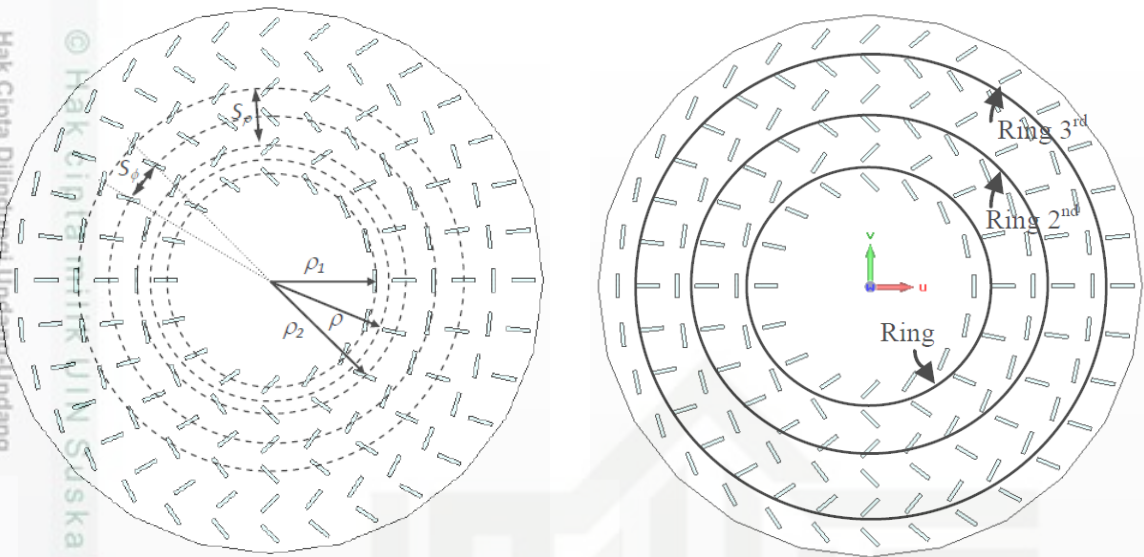
$$\rho_p = 33,87978$$

Untuk parameter *slot* antenna dapat dilihat pada gambar berikut ini.

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

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.



(a)

(b)

Gambar 2.5. Parameter slot antenna RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [13]

Untuk jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada dua ring yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [13].

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

Perhitungan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring berbeda dengan persamaan 2.4

Nilai yang digunakan:

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$S_{\rho} = \frac{33,88}{1 - 0,6551 \sin 73 (0 - 0,00001)}$$

$$S_{\rho} = \frac{33,88}{1 - 0,6551 * 0,956304 (0 - 0,00001)}$$

$$S_{\rho} = \frac{33,88}{1 - 0,626475 (-0,00001)}$$

$$S_p = \frac{33,88}{1+0,000006}$$

$$S_p = \frac{33,88}{1,000006}$$

$$S_p = 33,87978$$

Sedangkan untuk jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [13]

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

keterangan :

- ϵ_r = permitifitas relatif *cavity* antena
- θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi
- ϕ = sudut *azimuth* dari posisi slot 1 dan 2
- ϕ_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 dengan menggunakan persamaan 2.5

Nilai yang digunakan:

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$S_p = \frac{2\pi \cdot 33,88}{\sqrt{1-0,6551^2 \sin^2 73^\circ}}$$

$$S_p = \frac{2\pi \cdot 33,88}{\sqrt{1-0,4291 \cdot 0,914519}}$$

$$S_p = \frac{212,8729}{\sqrt{1-0.32242}}$$

$$S_p = \frac{212,8729}{\sqrt{0.67758}}$$

$$S_p = \frac{212,8729}{0.82315}$$

$$S_p = 258.6$$

Berdasarkan persamaan (2.5) dengan jarak dari pusat unit radiator pada slot 1 atau slot 2 adalah $\lambda_g/4$, maka dapat dirumus persamaan jarak antara slot dari titik pusat sebagai berikut [10].

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

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

Contoh perhitungan jarak antara slot 1 dan titik pusat dengan menggunakan persamaan 2.6

Nilai yang digunakan:

$$n = 1$$

$$q = 1$$

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(1-1+1-0.25) 33,88}{1-0,6551 \sin 73 \cos(0-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(0.75) 33,88}{1-0,6551 * 0.9563 \cos(-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25,41}{1-0,62647213 (0,9999)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25,41}{1-0,626471}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25,41}{0,3735285} = 68.03 \text{ mm}$$

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

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.

Contoh perhitungan jarak antara slot 2 dan titik pusat dengan menggunakan persamaan 2.7

Nilai yang digunakan:

$$n = 1$$

$$q = 1$$

$$\theta_T = 73^\circ$$

$$\phi = 0$$

$$\phi_T = 0,00001$$

Jika dimasukkan dalam persamaan

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

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1-1+1+0.25) 33,88}{1-0,6551 \sin 73 \cos(0-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1.25) 33,88}{1-0,6551 \cdot 0,9563 \cos(-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{1-0,626475 (0,9999)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{1-0,626475 (0,9999)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{1-0,62641}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{0,3735874}$$

$$\rho_{\rho 2} = 113,36 \text{ mm}$$

Perhitungan posisi slot antenna

$$\rho = \frac{\rho_{\rho 1} + \rho_{\rho 2}}{2}$$

$$\rho = \frac{68,03 + 113,36}{2}$$

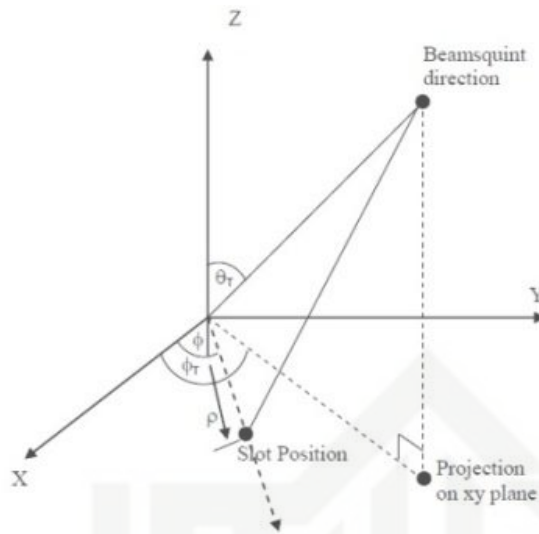
$$\rho = \frac{181,39}{2}$$

$$\rho = 90,695 \text{ mm}$$

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

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.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 © 2013, UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Kasim Riau



Gambar 2.6. Pengaturan geometri unit radiator

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [13]

2.2.6. Panjang Slot Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari bagian *radiating element* yang memiliki pasangan *slot* yang tersusun secara *array*. Agar memiliki kinerja yang baik perancangan panjang *slot* antena RLSA harus akurat dan presisi.

Antena RLSA memiliki jarak antara *slot* dari titik pusat antena serta memiliki panjang *slot* pada bagian *radiating element* yang bervariasi dengan tujuan agar setiap *slot* dapat menghasilkan pola pancaran yang sama dengan *slot-slot* lainnya.

Perhitungan panjang *slot* dilakukan agar *slot* yang berada pada *radiating element* tidak bertumpuk dan terlalu rapat sehingga tidak menghasilkan interferensi. Untuk itu diperlukannya perhitungan panjang *slot* dengan menggunakan persamaan 2.8 di bawah.

[10].

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

2.3. Parameter Antena Radial Line Slot Array (RLSA)

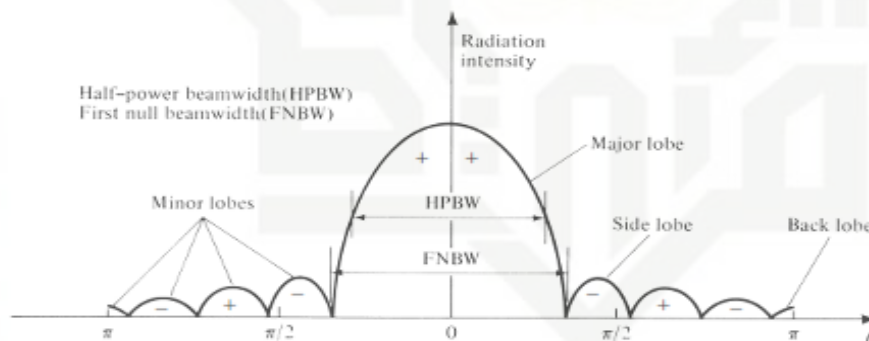
Antena merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengirim dan penerimaan sinyal di ruang bebas atau udara yang digunakan pada sistem komunikasi *wireless*[13]. Berdasarkan *Institute Electrical and Electronics Engineer* (IEEE) antena

adalah satu bagian dari sistem pemancar dan penerima yang dirancang untuk memancar dan menerima gelombang elektromagnetik [10].

Untuk merancang dan menganalisa antena RLSA ada beberapa parameter yang harus diperhatikan. Fungsinya ialah untuk mengetahui apakah antena yang dirancang atau dianalisa memiliki kinerja yang baik atau tidak berdasarkan parameter yang ada. Adapun beberapa parameter antena yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah *beamwidth*, *bandwidth*, *direktivitas* (pengarahan), *efisiensi*, *gain*, *impedansi*, pola radiasi (*radiation pattern*), *polarisasi*, *Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)* dan *return loss*. [13]

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 [17].



Gambar 2.7. Pola radiasi plot linear dengan bagian - bagiannya

(Sumber : Balanis, 2005) [17]

keterangan :

- Main lobe/major lobe* (pancaran utama) adalah daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
- Side lobe/minor lobe* (pancaran sisi) adalah daerah pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama dan digunakan untuk menentukan karakteristik pola radiasi
- 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 adalah parameter dari antena yang terkait dengan kemampuan 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 mempunyai pola radiasi yang berbeda dengan antena sejenis yang punya *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, 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 antenna
- ϵ_R = Efisiensi antenna

2.3.3. Bandwidth Antena

Bandwidth antena merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antena yang membuat antena dapat memiliki spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *return loss*. Sehingga suatu antena yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai *bandwidth* yang diberikan [17]. *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 *return loss* dan VSWR dimana nilai *return loss* 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.

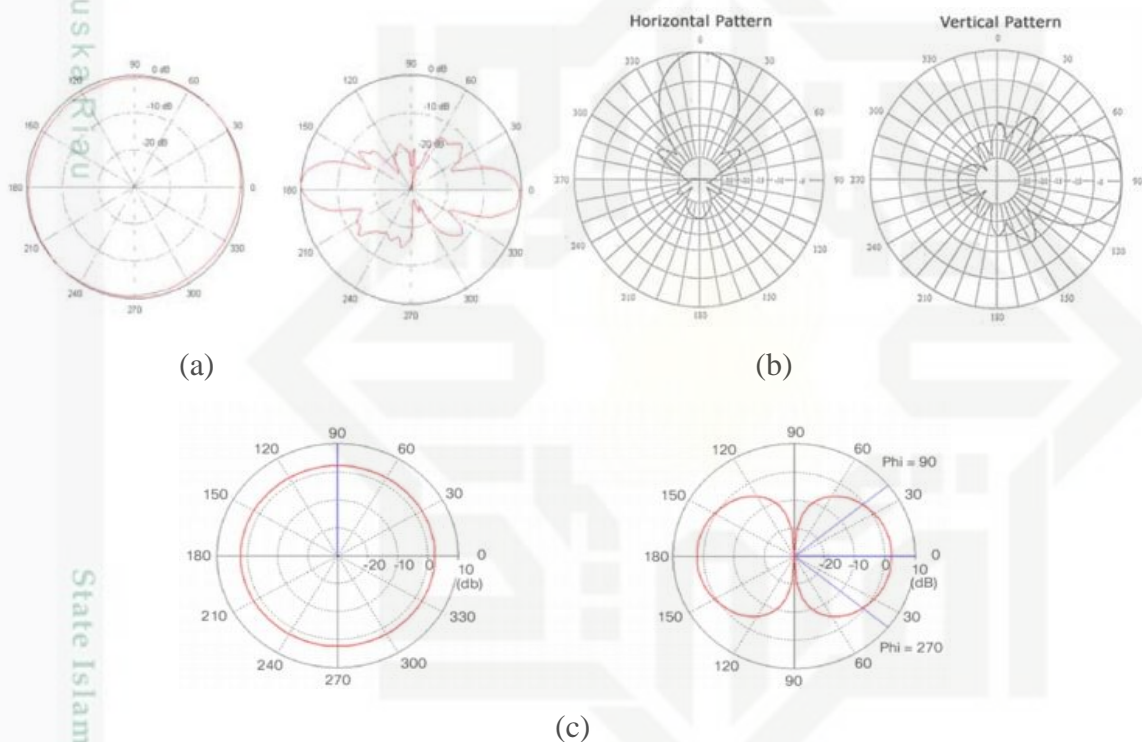
$$BW = f_{max} - f_{min} \tag{2.10}$$

keterangan :

- BW = *bandwidth*
- (f_{min}) = frekuensi terendah
- (f_{max}) = frekuensi tertinggi

2.3.4. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena merupakan sebuah gambar grafik yang melambangkan perangkat 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. [17]. Berdasarkan pola radiasinya, maka antenna dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu antenna *unidirectional*, *isotropic* dan *omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.



Gambar 2.9. Pola Radiasi (a) *Unidirectional*, (b) *Omnidirectional* dan (c) *Isotropic*
 (Sumber :Balanis, 2005) [17]

2.3.5. Direktivitas (Pengarahan) Antena

Direktivitas (pengarahan) antena ini 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. [17]. Direktivitas antena bergantung terhadap 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 merupakan 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 (*missmatch*) [17]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta = \epsilon_R = \frac{P_{rad}}{P_{input}} \tag{2.11}$$

$$\eta_T = \epsilon_T = M_L \cdot \epsilon_R \tag{2.12}$$

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 missmatch* impedansi antena

2.3.7. Impedansi Antena

Impedansi antena merupakan impedansi *input* yang diberikan antena terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi *input* juga parameter penting untuk mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena [17]. Hubungan antara impedansi input (Z_{in}) dengan impedansi saluran transmisi (Z_o) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi (Γ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$\Gamma = \frac{(Z_{in} - Z_o)}{(Z_{in} + Z_o)} \tag{2.13}$$

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.

2.3.9. Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi input antena dengan saluran *feeder*. 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 :

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

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 :

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \tag{2.15}$$

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 prakteknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diijinkan untuk pabrikan antena adalah $VSWR \leq 2$.

2.3.10. Return Loss

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

$$Return Loss (dB) = -20 \log|\Gamma| \tag{2.16}$$

Γ = koefisien refleksi

Nilai dari *return loss* yang baik adalah di bawah -9,54 dB, nilai ini diperoleh untuk nilai $VSWR \leq 2$ 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.