



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait Antena RLSA

Pada tahun 1946 G.C Southworth mulai merancang dan mengembangkan *Radial Line Slot Antenna* yang menjadi cikal bakal antenna *Radial Line Slot Array*, pada saat itu antenna ini digunakan untuk perangkat komunikasi radio jarak jauh [2]. Pada tahun 1957 seorang peneliti yang bernama K.C Kelly berhasil mengembangkan beberapa teknik untuk antenna *Radial Line Slot Antenna* dengan memperkenalkan konsep lingkaran yang memiliki *slot - slot* tersusun berbentuk cincin dari berbagai arah dengan pola radiasi berbentuk pensil. *Radial Line Slot Antenna* mengalami pengembangan dan penyempurnaan pada tahun 1960 dan mulai diaplikasikan pada sistem komunikasi satelit dengan antenna *Radial Line Slot Antenna* sebagai perangkat pengirim dan penerimanya [1] [2].

Pada tahun 1980 peneliti - peneliti dari Jepang mulai merancang dan mengembangkan antenna RLSA. Diawali oleh Goto dan Yamato, mereka melakukan penelitian antenna RLSA dan merancang struktur antenna dua lapisan berongga yang memiliki *feder* dipusat antenna dan menggunakan teknik pengaturan *slot* yang melingkar, tetapi mahal biaya komponen antenna saat pabrikasi menjadi kelemahan dari antenna ini [2]. Pada tahun 1985 M. Ando berhasil meningkatkan kinerja antenna RLSA untuk diaplikasikan pada aplikasi *Direct Broadcast Satellite* pada frekuensi Ku-Band di Jepang dengan menggunakan teknik pengaturan *slot* [3], teknik *beamsquint* [4], teknik variasi panjang *slot* dan jarak *slot* [5], teknik spiral penyesuaian *slot* [6], dan teknik *slot* penghapusan sinyal refleksi pada antenna RLSA [7].

Pada tahun 2005 peneliti asal Malaysia M.I. Imran melakukan penelitian antenna RLSA untuk aplikasi *wireless LAN*, walaupun memiliki kinerja yang sangat baik pada frekuensi 5,8 GHz tetapi antenna RLSA rancangan M.I. Imran memiliki ukuran yang terlalu besar seperti antenna parabola dan itu menjadi kelemahannya [9]. Pada tahun 2013 peneliti dari Indonesia Teddy Purnamirza telah melakukan penelitian terkait antenna RLSA tersebut 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 pemrograman VBA. *Software* ini berguna untuk mempermudah perancangan antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz dengan

cepat dan akurat. Sehingga T. Purnamirza berhasil merancang dan membangun *prototype* antenna RLSA dengan kinerja yang baik untuk perangkat *wireless* LAN pada frekuensi 5,8 GHz [10].

Pada tahun 2016 mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau, M. Firmansyah dan Azwar Anas berhasil merancang dan mengembangkan antenna RLSA dengan teknik pemotongan $1/4$ dan $1/3$ lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz. Kecilnya bentuk fisik dan sedikitnya jumlah *slot* antenna RLSA ternyata tidak menurunkan kinerja antenna RLSA dalam parameter *bandwidth*, *beamwidth*, *gain* dan pola radiasinya [22] [23].

2.2. Karakteristik untuk Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) ialah antenna yang berbentuk piringan datar dan bulat dengan banyak *slot* dan *feeder* yang berada di belakang *dish* antenna [1]. 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.



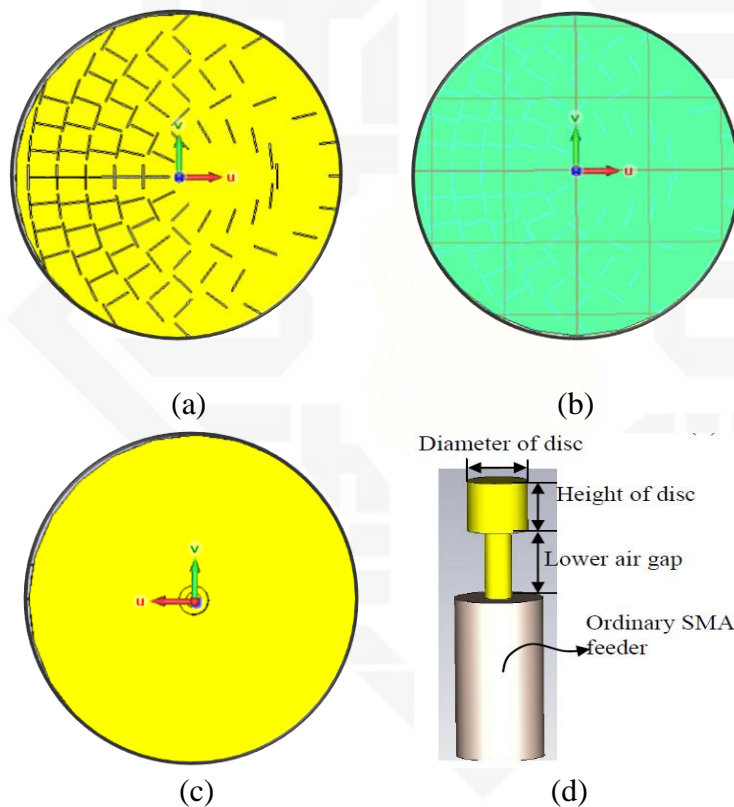
Gambar 2.1. Antena *Radial Line Slot Array*
(Sumber : Awaludin Jamil, 2015)

2.2.1. Komponen pada Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari beberapa susunan komponen yaitu *element* pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder* [10]. *Radiating element* biasanya terbuat dari bahan logam tembaga atau kuningan berbentuk piringan bulat datar

yang tersusun dari beberapa pasang *slot* yang tersusun secara *array*. Untuk bagian rongga (*cavity*) terbuat dari bahan dielektrik berbentuk bulat dan memiliki ukuran yang sama dengan *radiating element* yang berfungsi sebagai *waveguide* (pembawa sinyal) dari *feeder* dan menyebarkannya secara radial keseluruh permukaan *radiating element* [10].

Bagian *backgroundnya* terbuat dari logam dan 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 [10]. Berikut ini adalah gambaran komponen dasar antena RLSA dan *Feeder*.



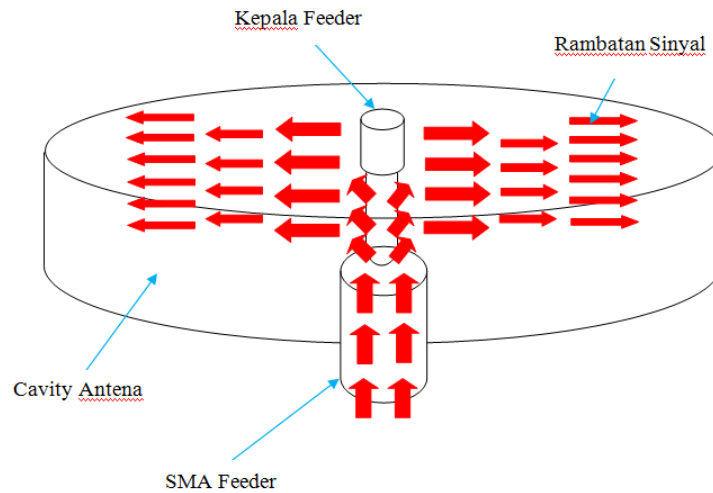
Gambar 2.2. (a) *Radiating element* (b) *Cavity* (c) *Background* (d) *Feeder*

2.2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA

Secara keseluruhan semua antena memiliki fungsi yang sama 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 menunjukkan bagaimana sistem propagasi

sinyal melalui dua tahap yaitu *transmission electron microscope (TEM) coaxial mode* dan TEM *cavity mode* [10].

Sinyal informasi disimbolkan dengan arah panah, disalurkan melalui media transmisi menuju *feeder* antenna. 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).



Gambar 2.3. Prinsip kerja antenna RLSA

2.2.3. Penempatan Slot Antena RLSA

Antena RLSA memiliki beberapa pasang *slot* yang tersusun secara *array* pada *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 antenna memiliki kinerja yang baik seperti yang diinginkan 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*
- \emptyset = sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan *slot* 2
- \emptyset_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

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

$$\theta_1 = \frac{180}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(77)}{\tan(0,00001)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = \frac{180 + 2}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,2249}{1,7453} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_1 = 45,5 \{ 0,1288 - (-0,00001) \}$$

$$\theta_1 = 45,5 (0,12881)$$

$$\theta_1 = 5,8608^\circ$$

Perhitungan penempatan posisi slot 2

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

$$\theta_2 = \frac{3 * 180}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(77)}{\tan(0)} \right) - (0 - 0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{540}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(77)}{\tan(0)} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{540 + 2}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,2249}{1,7453} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = \frac{542}{4} \left\{ \arctan \left(\frac{0,2249}{1,7453} \right) - (-0,00001) \right\}$$

$$\theta_2 = 135,5 \{ 0,1288 - (-0,00001) \}$$

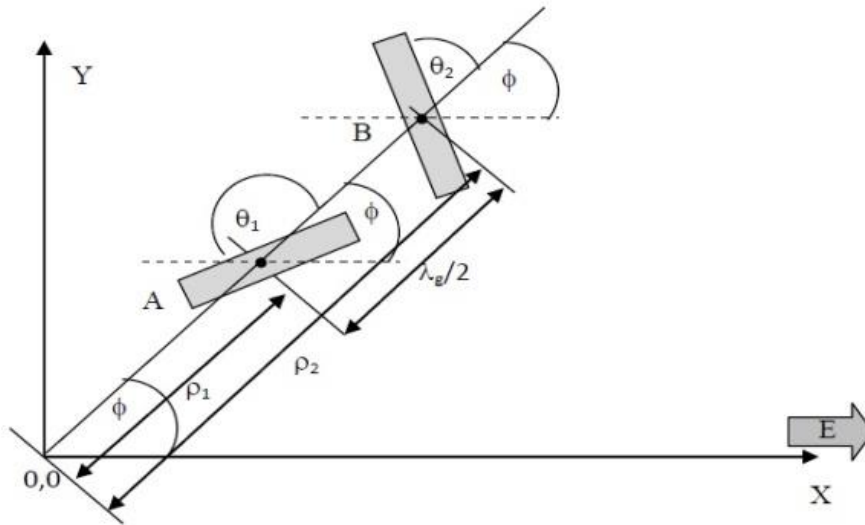
$$\theta_2 = 135,5 (0,12881)$$

$$\theta_2 = 17,4537^\circ$$

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.

Hak Cipta Diindungi 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.



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* untuk mendapatkan polarisasi linear.

2.2.4. Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Susunan pasangan slot pada *radiating element* antena RLSA yang membentuk polarisasi linear disebut unit radiator. Posisi unit radiator pada *radiating element* ini harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat, karena apabila terjadi kesalahan kecil 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* :

Mencari nilai λ

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

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

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

Mencari nilai λ_g

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

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

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

$$\lambda_g = 33,88$$

Mencari nilai ξ

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

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{2,33}}$$

$$\xi = \frac{1}{1,5264}$$

$$\xi = 0,6551$$

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



Perhitungan pasangan slot antenna RLSA

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

$$\rho_p = \frac{1 * 33,88}{1 - 0,6551 \sin 77(0 - 0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,6551 * 0,9995 (0 - 0,00001)}$$

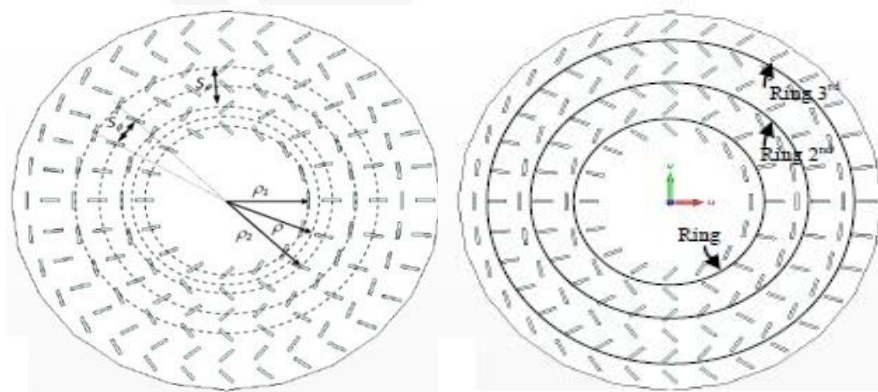
$$\rho_p = \frac{33,88}{1 - 0,6547 (-0,00001)}$$

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

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

$$\rho_p = 33,88$$

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



(a)

(b)

Gambar 2.5. Parameter *slot* antenna RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

Jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [10].

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

Perhitungan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring berbeda

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

$$S_p = \frac{33,88}{1 - 0,6551 \sin 77 (0 - 0,00001)}$$

$$S_p = \frac{33,88}{1 - 0,6551 * 0,9995 (0 - 0,00001)}$$

$$S_p = \frac{33,88}{1 - 0,6547 (-0,00001)}$$

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

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

$$S_p = 33,88$$

Sedangkan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada ring yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [10]

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

keterangan :

ϵ_r = permitifitas relatif *cavity* antena

θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi

ϕ = 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

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

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

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

$$s_{\rho} = \frac{2.180 \cdot 33,88}{\sqrt{1 - 0,6551^2 \sin^2 77^\circ}}$$

$$s_{\rho} = \frac{360 \cdot 33,88}{\sqrt{1 - 0,4291 \cdot 0,9493}}$$

$$s_{\rho} = \frac{12168}{\sqrt{1 - 0,4073}}$$

$$s_{\rho} = \frac{12168}{0,7698}$$

$$s_{\rho} = 15806,7030$$

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 [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

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

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(1-1+1-0.25) 33,88}{1-0,6551 \sin 77^\circ \cos(0-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(0,75) 33,88}{1-0,6551 \cdot 0,9995 \cos(-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25,41}{1-0,6547 (0,9999)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25,41}{0,3453}$$

$$\rho_{\rho 1} = 73,5881 \text{ mm}$$

Contoh perhitungan jarak antara slot 2 dan titik pusat

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

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1 - 1 + 1 + 0.25) 33,88}{1 - 0,6551 \sin 77 \cos(0 - 0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1.25) 33,88}{1 - 0,6551 \cdot 0,9995 \cos(-0,00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{1 - 0,6547 (0,9999)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42,35}{0,3453}$$

$$\rho_{\rho 2} = 122,6470 \text{ mm}$$

Perhitungan posisi slot antenna

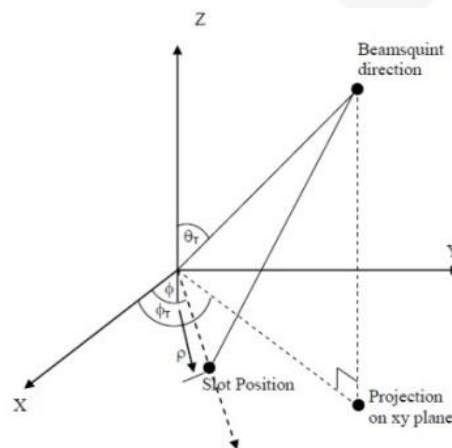
$$\rho = \frac{\rho_{\rho 1} + \rho_{\rho 2}}{2}$$

$$\rho = \frac{73,5881 + 122,6470}{2}$$

$$\rho = \frac{196,2351}{2}$$

$$\rho = 98,1175 \text{ mm}$$

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

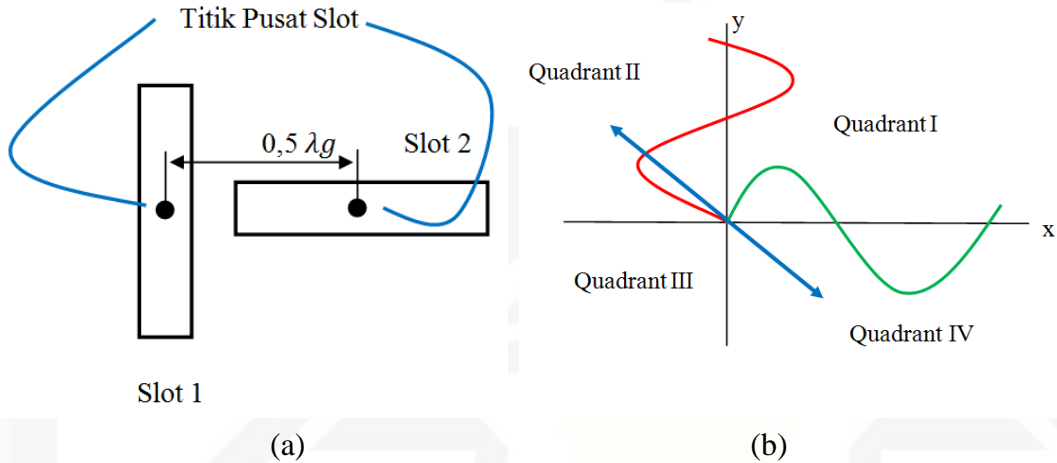


Gambar 2.6. Pengaturan geometri unit radiator

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

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

Gambar 2.3.(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 ($0,5\lambda_g$) satuan lain. Orientasi slot 1 dengan slot 2 yang tegak lurus satu sama lain dan pada gambar 2.3.(a) sinyal dari slot 1 (warna hijau) dan slot 2 (warna biru) juga tegak lurus satu sama lainnya.

Gambar 2.3.(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

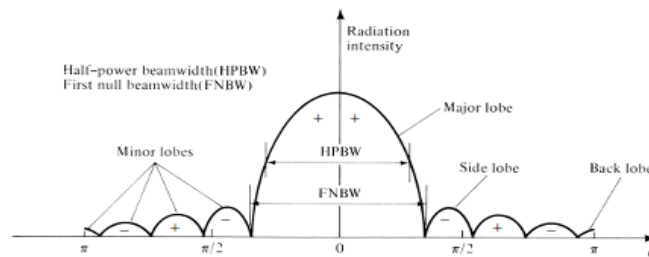
2.3. Parameter pada Antena RLSA

Antena adalah perangkat yang digunakan pada sistem komunikasi *wireless* untuk melakukan pengiriman dan penerimaan sinyal pada ruang bebas [10]. Berdasarkan *Institute Electrical and Electronics Engineer* (IEEE) antena adalah satu bagian dari sistem pemancar dan penerima yang dirancang untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [1].

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*. [10]

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 [16].



Gambar 2.8. Pola radiasi plot linear dengan bagian - bagiannya
(Sumber : Balanis, 2005) [16]

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



- 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 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 kesuatu 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 :

$$G = D \cdot \epsilon_R \quad (2.9)$$

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 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 [16]. *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.

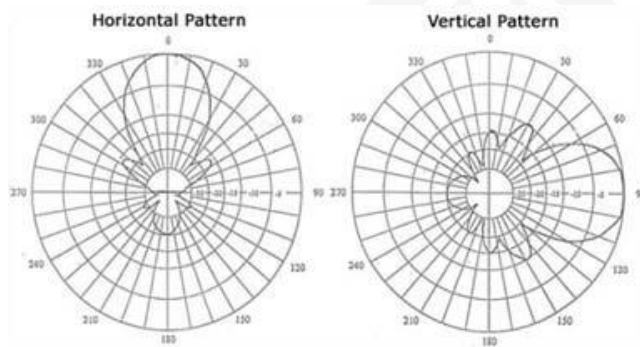
$$BW = f_{max} - f_{min} \tag{2.10}$$

keterangan :

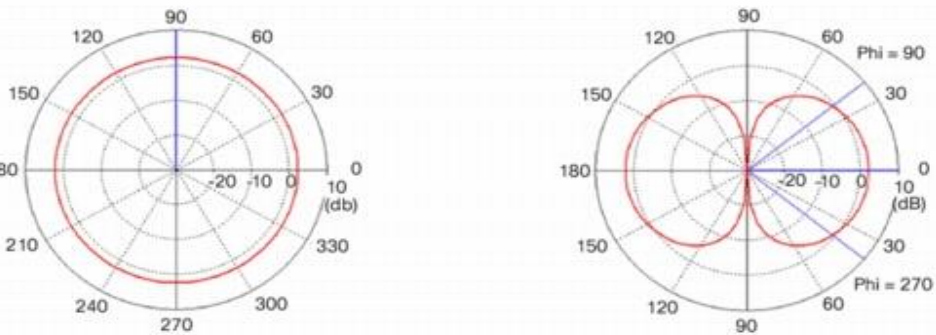
- BW = *bandwidth*
- (*fmin*) = frekuensi terendah
- (*fmax*) = frekuensi tertinggi

2.3.4. Pola Radiasi Antena

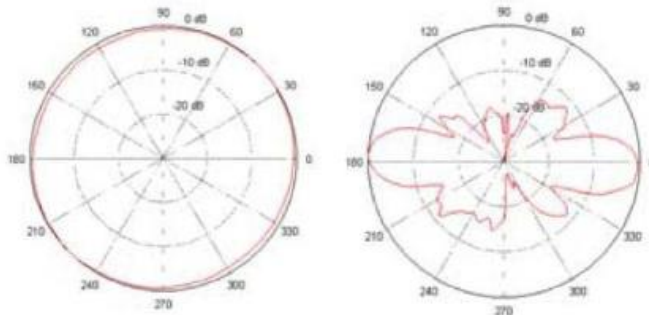
Pola radiasi antena merupakan sebuah gambar grafik yang melambangkan perangkat radiasi antena sebagai sebuah fungsi posisi pada koordinat spheris (koordinat bola). Jenis – jenis umum pola radiasi antena berupa pola daya yang menggambarkan normalisasi daya terhadap posisi koordinat spheris dan pola medan yang menggambarkan normalisasi medan terhadap posisi koordinat spheris. [16]. Berdasarkan pola radiasinya, maka antenna dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu antenna *unidirectional*, *isotropic* dan *omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.



(a)



(b)



(c)

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

(Sumber :Balanis, 2005) [16]



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. [16]. 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*) [16]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

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

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

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 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 [16]. 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.

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

1. Urut-urutan mengungkap sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyepukan 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.

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 antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

Himpunan Pelajar dan Alumni 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.

