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.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait Antena RLSA

Berdasarkan tema penelitian antena *Radial Line Slot Array* yang menggunakan teknik pemotongan ½ lingkaran dan teknik pembagian *dual beam* terdapat beberapa penelitian sebelumnya diantaranya.

Pada tahun 2013 Teddy Purnamirza berhasil mengembangkan antena *Very Small Aperture Radial Line Slot Array* (VSA-RLSA) dengan menggunakan teknik *flam retardant* 4 (FM 4) dan teknik *extream beamsquint* yang berguna untuk meminimalisasi koefesien refleksi dan menyederhanakan fabrikasi pada antena dan berhasil melakukan peningkatan antena dengan menggunakan frekuensi 5,8 GHz. Pada penelitian ini, beliau berhasil mempermudah perancangan antena RLSA pada frekuensi 5,8 GHz dengan mengembangkan aplikasi bahasa pemograman *Virtual Basic Application* (VBA) *software* [1].

Pada tahun 2015 mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Awaludin Jamil berhasil membuat antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) untuk verifikasi perbandingan hasil simulasi antena RLSA pada frekuensi 5,8 GHz. Dari hasil penelitian beliau berhasil memverifikasi hasil simulasi dengan hasil pengukuran, namun hasil pengukuran antena RLSA menunjukan nilai *gain* yang didapat tidak sesuai dengan hasil simulasi atau terjadi penurunan *gain* [6].

Pada tahun 2015 mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Prayoga Budikesuma berhasil merancang Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) dengan Spesifikasi Antena *Backfire wireless* LAN 17 dBi pada Frekuensi 5,8 GHz. Pada hasil penelitian beliau didapat bahwa *Prototype* antena RLSA memiliki *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan antena *Backfire Wireless* LAN 17 dBi dan menunjukkan *prototype* antena RLSA dapat diterapkan untuk aplikasi *wireless* LAN pada frekuensi 5,8 GHz [7].

Penelitian antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) terus dikembangkan, namun masih terfokus pada bentuk antena dengan satu lingkaran penuh. Maka, muncul lah penelitian-penelitian untuk memperkecil struktur dari pada antena RLSA dengan menggunakan teknik pemotongan. Riki Zulfadli (2016) mahasiswa UIN Sultan Syarif

Kasim Riau, berhasil merancang dan mengembangkan antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) dengan teknik pemotongan ½ lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz. Pada hasil penelitian beliau didapat nilai *gain* yang sesuai dengan parameter yang diinginkan, yaitu sebesar 10,47 dBi. Dan pada penelitian beliau menghasilkan pola radiasi yang sesuai antara *prototype* antena RLSA dengan hasil simulasi. Dimana memiliki pola antena *directional* dan arah daya pancar dan daya terima *prototype* antenna lebih maksimum [9].

Pada tahun 2016, mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Azwar Annas berhasil membuat *prototype* antena RLSA dengan teknik pemotongan 1/3 lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz. Dan dari hasil penelitian tersebut membuktikan kecilnya bentuk fisik dan sedikitnya jumlah *slot* antena RLSA ternyata tidak menurunkan kinerja antena RLSA dalam parameter *bandwidth, beamwidth, gain* dan pola radiasinya [10].

Muhammad Firman Syah (2016) mahasiswa UIN Suska Riau, berhasil meracang antena RLSA dengan teknik pemotongan ¼ lingkaran untuk frekuensi 5,8 GHz. Hasil penelitian ini, didapat bahwa dengan teknik pemotongan ¼ lingkaran terjadi penurunan *gain* dibandingkan dengan antena RLSA satu lingkaran penuh. Namun, dari hasil pengukuran ini penuruan nilai *gain* tidak terlalu signifikan sehingga tidak mempengaruhi kualitas antena RLSA itu sendiri [11].

Antena RLSA terus dikembangkan hingga tahun 2017, kebanyakan penelitian antena RSLA hanya terpaku pada antena dengan satu pancaran atau *single beam.* Maka, muncullah penelitian mengenai antena RLSA *multibeam.* M. Bagoes Poerwanto (2017) mahasiswa UIN Suska Riau, berhasil mengembangkan teknik pembagian *beam* menjadi *dual beam* dengan frekuensi 5,8 GHz pada antena RLSA. Hal ini dilakukan untuk efisiensi biaya dan instalasi. Dari hasil penelitian beliau dengan teknik pembagian *beam* menjadi *dual beam* terjadi penyempitan lebar *bandwidth* [12]. Kemudian pada tahun 2017 Anita Purnama mahasiswa UIN Suska Riau, berhasil mengembangkan teknik pembagian *beam* menjadi *dual beam* pada frekuensi 5,8 GHz dengan memanfaatkan lapisan *ground* untuk menghasilkan pancaran yang diinginkan. Pada penelitian beliau berhasil membuktikan dengan teknik penambahan *slot* pada bagian *ground* antena dapat memancarkan sinyal dari dua sudut pancaran sinyal (*dual beam*) yang berlawanan arah [13].

2.2. Penelitian antena RLSA dengan Teknik Pemotongan ½ Lingkaran

Pada tahun 2016 Riki Zulfadli, mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau berhasil merancang dan mengembangkan antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) dengan teknik

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.

pemotongan ½ lingkaran pada frekuensi 5,8 GHz. Pada penelitian ini beliau melakukan perancangan antena RLSA ½ lingkaran pada jari-jari 75 mm. Dan didapat hasil yang sesuai dengan parameter yang diinginkan pada *beamsquint* = 78° dengan jumlah *slot* pada ring pertama (po) = 14 [9].

Pada penelitian antena RLSA ½ lingkaran *single beam* memiliki nilai *return loss* -11,335 dB. Nilai *return loss* yang dihasilkan sudah sesuai dengan nilai standar parameter untuk pabrikasi antena dimana standarnya memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB [8]. Artinya gelombang yang direfleksikan lebih kecil dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan saluran transmisi, sehingga rancangan *prototype* antena RLSA yang dihasilkan sudah *matching* dengan saluran transmisi dan *feeder*. Sehingga, pada penelitian antena RLSA ½ lingkaran didapat nilai *Bandwidth prototype* antena RLSA adalah 1020 MHz dengan rentang frekuensi kerja 5586 MHz – 6606 MHz [9].

Antena RLSA ½ lingkaran *single beam* memiliki nilai *gain* yang sesuai dengan parameter yang diinginkan yaitu dengan nilai 10,1 dB [9]. Artinya antena RLSA ½ lingkaran memiliki penguatan daya yang baik dan sesuai dengan parameter yang diinginkan. Dan pada penelitian beliau menghasilkan pola radiasi yang sesuai antara *prototype* antena RLSA dengan hasil simulasi. Dimana memiliki pola antena *directional* dan arah daya pancar dan daya terima *prototype* antenna lebih maksimum [9].

Keuntungan dari pemotongan ½ lingkaran pada antena RLSA, bukan hanya diuntungkan pada bentuk dan ukuran yang kecil dan kemudahan pada proses pabrikasi. Akan tetapi antena RLSA ½ lingkaran memiliki *bandwidth* yang lebih lebar jika dibandingkan dengan antena RLSA satu lingkaran penuh. Selain itu juga semakin besar jari-jari antena RLSA pada pemotongan ½ lingkaran tidak akan berpengaruh pada kebocoran pada antena RLSA. Dan semakin besar jari-jari maka hasil S11 dari pemotongan ½ lingkaran semakin bagus [14].

2.3. Penelitian antena RLSA dengan Teknik Pembagian *Dual Beam*

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) *dual beam* merupakan antena yang memiliki dua buah pancaran. Saat ini penelitian antena RLSA terus dikembangkan namun masih terpaku pada antena RLSA *single beam.* Pada tahun 2017, muncul penelitian antena RLSA dengan konsep *multibeam.*

Pada tahun 2017, M. Bagoes Poerwanto berhasil mengembangkan antena RLSA *dual beam* dengan memanfaatkan bagian *radiating* untuk menghasilkan dua pancaran.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Pada penelitian tersebut, beliau mendapatkan antena RLSA *dual beam* dengan parameter yang diinginkan pada jari - jari 115 mm, *beamsquint* 77° dan 283°, dengan jumlah *slot* pada *ring* pertama 14 *slot* pada frekuensi 5,8 GHz [12].

Antena RLSA *dual beam* memiliki nilai *return loss* antena RLSA *dual beam* pada frekuensi 5,8 GHz sebesar -15,386 dB, sementara itu nilai *return loss* terdalamnya diketahui sebesar -25,854 dB pada frekuensi 5,88 GHz. Hal ini sudah sesuai dengan nilai standar *return loss* yaitu < -10 dB [8]. Artinya hasil pabrikasi antena RLSA *dual beam* ini suda *matching* dengan saluran transmisi dan *feeder* yang akan digunakan [12]. Selain itu juga antena RLSA *dual beam* memiliki *bandwidth* dengan nilai 614 MHz dengan rentang frekuensi kerja 5619 MHz – 6233 MHz [12].

Kemudian antena RLSA *dual beam* terus dikembangkan sebagai pengembangan keilmuan dibidang antena RLSA. Anita Purnama (2017), mahasiswa UIN Suska Riau berhasil mengembangkan antena RLSA *dual beam* dengan memanfaatkan bagian *radiating* dan *ground* untuk menghasilkan dua pancaran.

Pada penelitian antena RLSA *dual beam* bagian *radiating* dan *ground* dirancang pada jari-jari 75 mm, 85 mm, dan 115 mm dengan jumlah *slot* pada ring pertama (po) yaitu 14 dan 16. Dan penelitian Anita Purnama didapat antena dengan parameter yang diinginkan pada jari-jari 85 mm dengan *beamsquint* 5°. Sehingga pada penelitian ini, antena yang dihasilkan memiliki *return loss* -3,3570 dB, dan nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar pabrikasi yang diinginkan. Sehingga pada penelitian Anita Punama tidak didapat *bandwidth* yang sesuai dengan parameter yang diinginkan [13].

Untuk proses perhitungan *gain* antena RLSA bagian *radiating* dan *ground* diukur langsung secara manual menggunakan *router* yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui daya pancar antena hasil pabrikasi. Sehingga pada penelitian beliau didapat *gain* 15,531 dB. Dan nilai tersebut sesuai dengan parameter yang diinginkan [13].

2.4. Sejarah antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1946 oleh GC Southworth. Beliau berhasil menciptakan antena yang diaplikasikan untuk komunikasi jarak jauh (*satellite)* dengan tujuan untuk transmisi gelombang radio [3]. Kemudian penelitian tentang antena RLSA terus dikembangkan, pada akhir tahun 1950 memperkenalkan konsep *Radial Line Slot Antenna* lingkaran yang memiliki *slot-slot* tersusun berbentuk cincin dari berbagai arah dengan pola radiasi berbentuk pensil. Antena

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.

Radial Line Slot Array dikembangkan sehingga mampu berperan sebagai *transmitter* dan *receiver* sinyal sesuai sifat polarisasinya. Dan diusulkan pada awal tahun 1960 [4].

Tahun 1980 peneliti asal jepang Goto dan Yamamoto menambah konsep antena RLSA dengan mengembangkan konsep antena yang mempunyai lubang-lubang (*slot*) melingkar dilapisan dielektriknya. Peneliti asal jepang ini membentuk struktur antena melingkar (*circular*) dengan tersusun atas 2 lapisan dengan struktur *fider* berada ditengah. Namun, konsep ini memiliki kelemahan dari segi mahalnya biaya komponen saat fabrikasi [3][4].

Kemudian Takahashi mampu memecahkan masalah pada tahun 1989 untuk komunikasi point-to-point. Dengan merekomendasikan struktur antena berlapis tunggal. Antena ini dapat diteruskan kepenelitian sampai saat ini karena memiliki kemudahan pada proses pemasangannya [4].

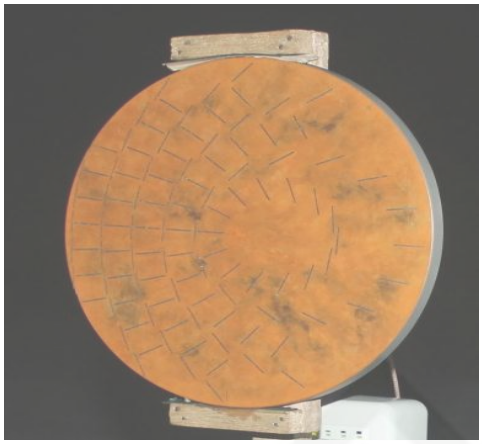
2.5. Teori dasar antena RLSA (*Radial Line Slot Array)*

Bagian ini akan membahas tentang teori dasar antena RLSA (*Radial Line Slot Array*) yang akan meliputi karakteristik antena RLSA, sistem kerja, serta rumus yang digunakan dalam perancangan antena RLSA.

2.5.1. Karakteristik antena RLSA

Antena RLSA merupakan antena yang tersusun atas beberapa pasang *slot* yang terdapat pada bagian dielektrik (*radiating*) antena. Antena tersebut tersebut tersusun atas bahan tembaga pada lapisan *radiating* dan *groundnya.* Dan juga terdapat bahan *polypropilene* pada bagian *cavity.* Susunan *slot* pada antena RLSA mampu menghasilkan pola pancaran daya dari gabungan fasa gelombang yang teradiasi ke seluruh permukaan dielektrik (*radiating*) antena melalui pasangan *slot* antena [6]. Bentuk dari antena RLSA yaitu berbentuk piringan datar yang terdapat banyak *slot* dan *feeder* yang ditempatkan ditengah antena. Hal inilah yang membedakan antena RLSA dengan antena lain [7].

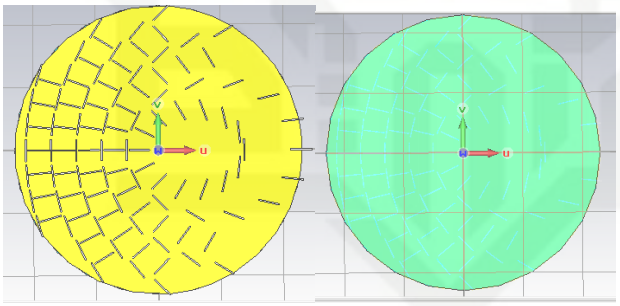
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan 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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



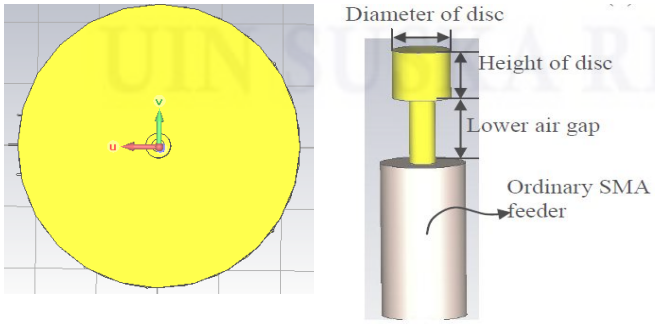
Gambar 2.1. *Antenna Radial Line Slot Array*

(Sumber : Awaludin Jamil, 2015) [6]

Struktur antena *Radial Line Slot Array* terdiri dari *radiating*, *cavity*, *slot*, *ground*, dan *feeder*. Konsep dari antena RLSA yaitu satu pasang *slot* bertindak sebagai satu bagian antena sehingga semua pasang slot antena RLSA membentuk antena *array*. Bagian *radiating* dan *ground* serta *slot* beroperasi sebagai *waveguide* melingkar yang menghasilkan sinyal dari *feeder* untuk disebarkan. *Feeder* merupakan bagian dari antena RLSA yang mampu memberikan sinyal masukan dari saluran transmisi keantena [1].



(a) (b)



(c) (d)

Gambar 2.2. (a) *radiating element* (b) *cavity* (c) *background* (d) *feeder*

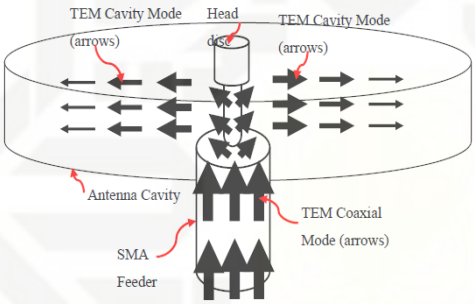
(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [1]

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.

2.5.2. Sistem kerja antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

Antena merupakan media transmisi yang mampu berperan sebagai *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima) dalam proses pengiriman data. Namun, setiap antena memiliki perbedaan dalam sistem kerjanya, seperti halnya antena RLSA. Berikut sistem kerja antena *Radial Line Slot Array* (RLSA).

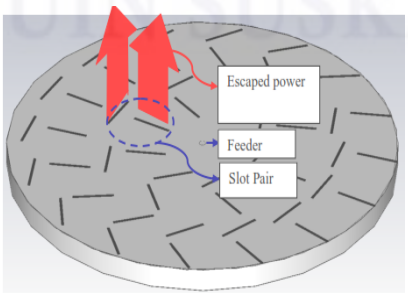
Propagasi gelombang antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) melalui dua jalur yaitu *transmission electron microscope* (TEM) *coaxial mode* dan TEM *cavity mode*. Berdasarkan gambar 2.3. Dimana dibagian tengah antena dipasang *feeder* sebagai tempat input dari sinyal atau gelombang elektromagnetik. *Feeder* yang telah dimodifikasi memiliki kegunaan untuk mengubah daya elektromagnetik dari (TEM) *coaxial mode* dan TEM *cavity mode*. Sehingga, sinyal akan merambat dalam lapisan berongga (*cavity*) [1].



Gambar 2.3. Sistem kerja antena RLSA

(Sumber: Tesis Teddy Purnamirza,2013) [1]

Arah panah merupakan simbol dari sinyal informasi yang akan disalurkan melalui media transmisi berupa kabel *coaxial* menuju *feeder* antena. Sinyal informasi tersebut akan dirambatkan secara merata pada lapisan *cavity*. Setelah sinyal informasi dirambatkan, beberapa pasang *slot* seperti pada gambar 2.4. pada *radiating element* akan memancarkannya menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM) [12].



Gambar 2.4. Pasangan *slot* antena pembentuk pola radiasi antena RLSA

(Sumber: Tesis Teddy Purnamirza,2013) [1]

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.
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

2.5.3. Penempatan *Slot* Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

Pada *radiating element* antena RLSA terdapat beberapa pasang *slot* yang tersusun secara *array*. Untuk menghasilkan antena dengan kualitas yang baik, maka *slot-slot* pada *radiating element* harus diatur sesuai dengan aturannya. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya *overlapping* dan *interferensi*. Dalam hal ini dibutuhkanlah persamaan-persamaan sebagai berikut untuk pengaturan *slot-slot* pada *radiating element*.

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

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

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* antena RLSA dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

Perhitungan penempatan posisi slot 1

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

$$\theta_1 = \frac{180}{4} + \frac{1}{2}\left\{arctan\left(\frac{cos(60)}{tan(0{,}00001)}\right) - (0 - 0{,}00001)\right\}$$

$$\theta_1 = \frac{180+2}{4}\left\{arctan\left(\frac{0{,}5}{1{,}7453}\right) - (-0{,}00001)\right\}$$

θ_1 = 45,5 {0,2864 − (−0,00001)}

θ_1 = 45,5 (0,28641)

θ_1 = 13,0316°

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 milik UIN Suska Riau State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Perhitungan penempatan posisi slot 2

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

$$\theta_2 = \frac{3*180}{4} + \frac{1}{2}\left\{arctan\left(\frac{\cos(60)}{\tan(0)}\right) - (0 - 0{,}00001)\right\}$$

$$\theta_2 = \frac{540}{4} + \frac{1}{2}\left\{arctan\left(\frac{\cos(60)}{\tan(0)}\right) - (-0{,}00001)\right\}$$

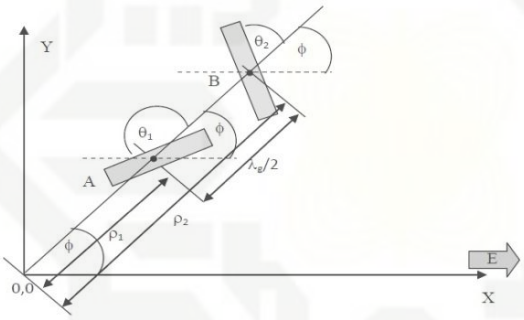
$$\theta_2 = \frac{540+2}{4}\left\{arctan\left(\frac{0{,}5}{1{,}7453}\right) - (0{,}00001)\right\}$$

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

θ_2 = 135,5 {0,2864− (−0,00001)}

θ_2 = 135,5 (0,28641)

θ_2 = 38,8085°



Gambar 2.5. Penempatan Posisi Pasangan *Slot*

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [1]

Untuk mendapatkan polarisasi linier, maka digunakanlah teknik *beamsquint.* Gambar 2.5. 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.*

2.5.4. Pengaturan Pasangan *Slot* Antena RLSA

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

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.
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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

dimana :

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

Contoh perhitungan pengaturan pasangan *slot* :

Mencari nilai λ

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

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

λ = 0,051724 m → 51,724 mm

Mencari nilai λg

$$\lambda g = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon r}}$$

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

$$\lambda g = \frac{51{,}724}{1{,}5264}$$

λg = 33,88

Mencari nilai ξ

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

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

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

ξ= 0,*6551*

Perhitungan pasangan slot antena RLSA

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

$$\rho_\rho = \frac{1*33{,}88}{1-0{,}6551\ sin60\,(0-0{,}00001)}$$

$$\rho_\rho = \frac{33{,}88}{1-0{,}6551 * 0{,}8660\ (0-0{,}00001)}$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

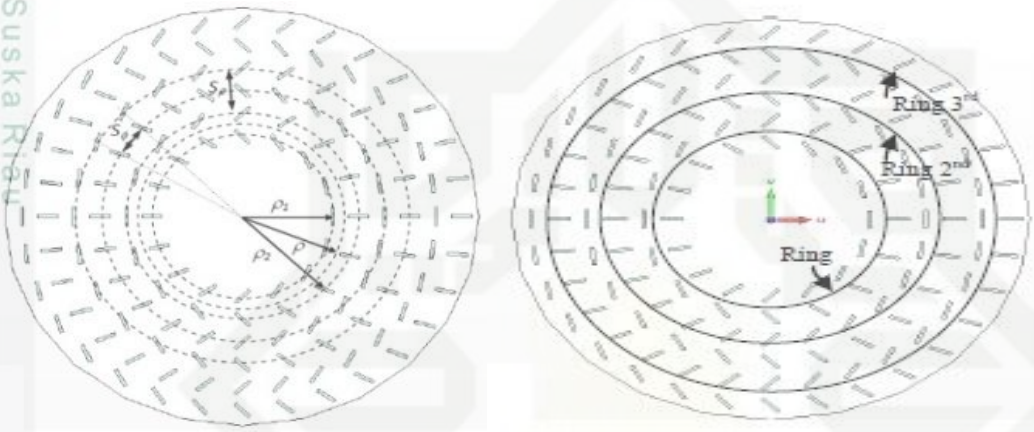
$$\rho_p = \frac{33,88}{1-0,5673\ (-0,00001)}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{1-0,000005}$$

$$\rho_p = \frac{33,88}{0,999995}$$

$$\rho_p = 33,88$$

Gambar 2.6 mengilustrasikan parameter *slot* antena, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



(a) (b)

Gambar 2.6. Parameter *slot* antena RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [1]

Untuk menghitung jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [1].

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

Perhitungan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan pada ring berbeda

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

$$S\rho = \frac{33,88}{1-0,6551\ sin60\,(0-0,00001)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1-0,6551 * 0,8660\ (0-0,00001)}$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

$$S\rho = \frac{33,88}{1-0,5673\ (-0,00001)}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{1-0,000005}$$

$$S\rho = \frac{33,88}{0,999995}$$

$$S\rho = 33,88$$

Sedangkan untuk menghitung jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada ring yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [1].

$$S_\rho = \frac{2\pi\,\lambda_g}{\sqrt{1-\xi^2 \sin\theta_T{}^2}} \qquad (2.5)$$

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

$$S\rho = \frac{2\pi\lambda g}{\sqrt{1-\xi^2 \sin\theta_T{}^2}}$$

$$S\rho = \frac{2\ .180\ .33,88}{\sqrt{1-0,6551^2 \sin 60^2}}$$

$$S\rho = \frac{360\ .33,88}{\sqrt{1-0,4291\ .0,75}}$$

$$S\rho = 12196,8\ \sqrt{1-0,3218}$$

$$S\rho = \frac{12196,8}{0,8235} \longrightarrow S\rho = 14810,9$$

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 Dilindungi Undang-Undang
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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 [1].

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

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

Contoh perhitungan jarak antara slot 1 dan titik pusat

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

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(1-1+1-0.25)\ 33{,}88}{1-0{,}6551\ \sin 60\ \cos(0-0{,}00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{(0.75)\ 33{,}88}{1-0{,}6551\ .0{,}8660\ \cos(-0{,}00001)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25{,}41}{1-0{,}5673\ (0{,}9999)}$$

$$\rho_{\rho 1} = \frac{25{,}41}{0{,}4328} = 58{,}71 \text{ mm}$$

Contoh perhitungan jarak antara slot 2 dan titik pusat

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

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1-1+1+0.25)\ 33{,}88}{1-0{,}6551\ \sin 60\ \cos(0-0{,}00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{(1.25)\ 33{,}88}{1-0{,}6551\ .0{,}8660\ \cos(-0{,}00001)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42{,}35}{1-0{,}5673\ (0{,}9999)}$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{42{,}35}{0{,}4328}$$

$$\rho_{\rho 2} = 97{,}85\ mm$$

Perhitungan posisi slot antena

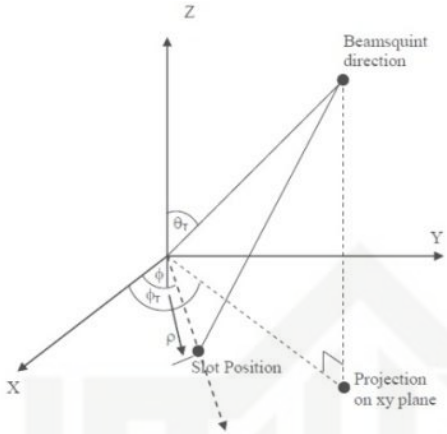
$$\rho = \frac{\rho_{\rho 1} + \rho_{\rho 2}}{2}$$

$$\rho = \frac{58{,}71 + 97{,}85}{2}$$

$$\rho = \frac{156{,}56}{2} \longrightarrow \rho = 78{,}28\ mm$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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

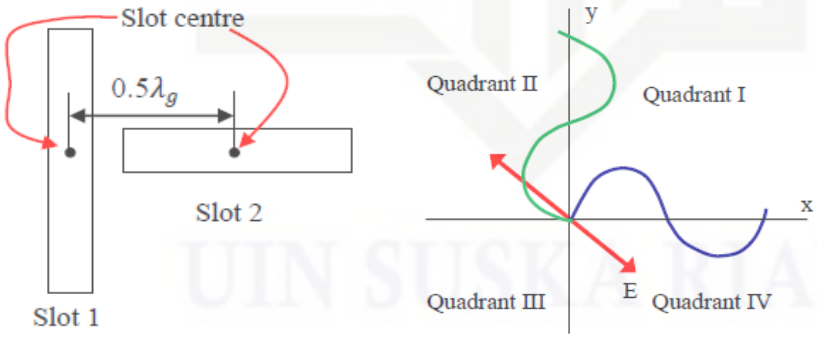


Gambar 2.7. Pengaturan Geometri Unit Radiator

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [1]

2.5.5. Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi pada antena RLSA berfungsi memberikan informasi arah perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetika yang dihasilkan oleh antena tersebut. Sepasang *slot* pada lapisan *radiating element* yang dimiliki antena RLSA mampu memancarkan sinyal yang akan menghasilkan polarisasi dari penggabungan sinyal sepasang *slot* antena tersebut. seperti gambar dibawah ini [1].



(a) (b)

Gambar 2.8 Pembentukan Polarisasi antena RLSA

(Sumber : T . Purnamirza, 2013) [1]

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 (0,5λ_g) satuan lain. Orientasi *slot 1* dengan *slot 2* yang tegak lurus satu

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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) menunjukan 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 kuadaran 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 linier (garis lurus) dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu yang disebut polarisasi linier [1].

2.5.6. Panjang *Slot* Antena RLSA

Antena RLSA merupakan antena yang memiliki karakteristik berupa susunan *slot-slot* yang tersusun secara *array*. Untuk mendapatkan antena RLSA dengan kinerja yang baik maka diperlukan perhitungan penempatan *slot-slot* pada *radiating* dengan akurat untuk menghindari terjadinya *interferensi*. Banyaknya jumlah *slot-slot* pada antena RLSA ini harus diperhitungkan dengan sangat akurat dan presisi agar tidak bertumpuk dan terlalu rapat yang dapat menghasilkan interferensi. Oleh karena itu diperlukan perhitungan bentuk dari *slot-slot* tersebut termasuk perhitungan panjang *slot*.

Jarak antar *slot* dari titik pusat antena merupakan panjang *slot*, 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 [3].

$$L_{rad} = (4.9876x10^{-3}\rho)\frac{12.5\,x10^{9}}{f_o} \tag{2.8}$$

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.

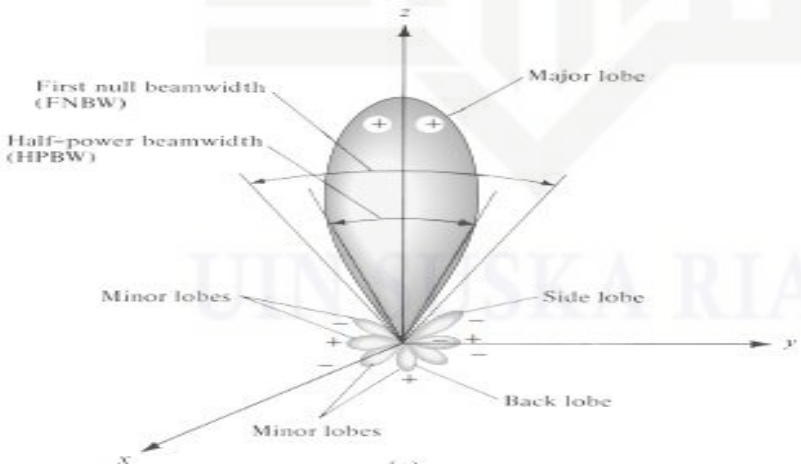
2.6. Parameter pada Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

Antena merupakan piranti dalam proses pentransmisian sinyal melalui ruang bebas diudara. Karena antena bisa berperan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Antena RLSA dapat diaplikasikan untuk komunikasi tanpa kabel (*wireless*) [4].

Dalam proses perancangan dan penganalisaan antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) ada beberapa parameter yang harus diperhatikan. Tujuannya yaitu untuk mengetahui antena yang akan dirancang memiliki kinerja yang baik atau tidak dari segi parameter yang ada [12]. Diantara parameter tersebut yaitu *beamwidth*, *bandwidth*, direktivitas (pengarahan), efisiensi, *gain*, impedansi, pola radiasi (*radiation pattern*), polarisasi, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR) dan *return loss*.

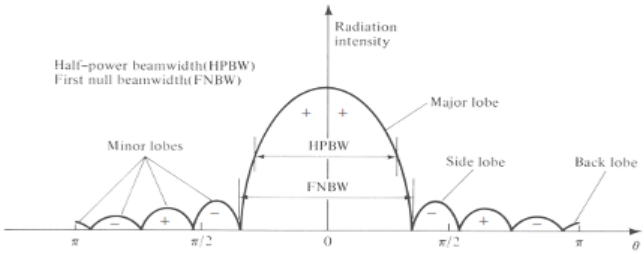
2.6.1. *Beamwidth* Antena

Beamwidth merupakan pemisahan sudut antara *half-power point* (-3 dB *Beamwidth*) pada pola radiasi antena [2]. Selain itu juga, *Beamwidth* antena merupakan besar pancaran (*beam*) antena yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antena. Pancaran pada 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 menunjukan bagian *lobe-lobe* suatu antena [8].



(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.
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



(b)

Gambar 2.9. (a) Pola radiasi plot 3D (b) Pola radiasi plot linear dengan bagian-bagiannya (Sumber : Balanis, 2005) [8]

keterangan :

a. *Main lobe/major lobe* (pancaran utama) adalah daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
b. *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*

2.6.2. *Gain* Antena

Gain adalah parameter dari antena yang memiliki kemampuan untuk mengatur radiasi sinyal nya untuk diarahkan dari arah tertentu. 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 yang rendah mempunyai perbedaan karakteristik dengan antena yang memiliki *gain* yang besar. Karakteristik antena dengan *gain* rendah mempunyai bentuk pola radiasi yang melebar sehingga memiliki pancaran yang tersalur secara sektoral (sudut). Sedangkan karakteristik antena yang memilik *gain* yang besar

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

memiliki pola pancaran yang sempit, energi yang dipancarkan tidak melebar, dan mampu 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.

$$G = D.\varepsilon_R \qquad (2.9)$$

keterangan :

G = *Gain* antena

D = Direktivitas antena

ε_R = Efisiensi antenna

2.6.3. *Bandwidth* Antena

Bandwidth dari antena mengacu pada rentang frekuensi agar antena dapat melakukan atau beroperasi dengan baik**.** Antena yang baik memiliki rentang frekuensi dengan *return loss* kurang dari -10 dB [2]. *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 [8]. *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.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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.

$$BW = fmax - fmin \tag{2.10}$$

keterangan :

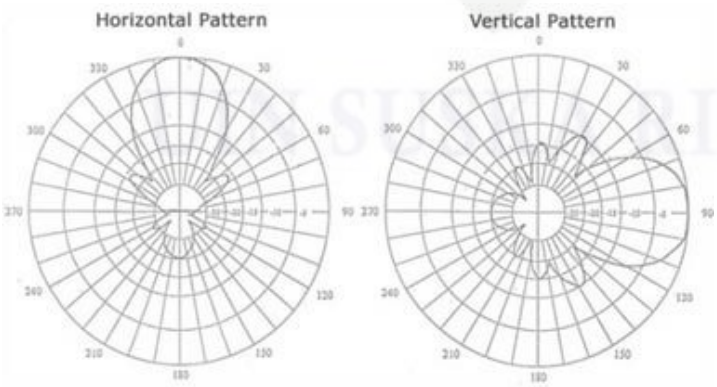
BW = *bandwidth*

(fmin) = frekuensi terendah

(fmax) = frekuensi tertinggi

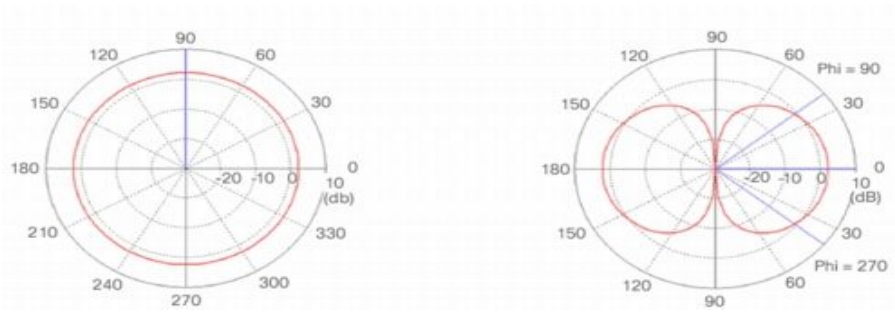
2.6.4. Pola Radiasi Antena

Pola Radiasi adalah representasi secara grafis dari radiasi (medan jauh) sifat antena di mana bentuk tergantung pada *directivity* dan *gain* dari antenna. Karakteristik dari pola radiasi antena terdiri atau *main lobe* dan *side lobe* [5]. 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 [8]. Berdasarkan pola radiasinya, maka antenna dikelompokan menjadi beberapa jenis yaitu antena *unidirectional, isotropic dan omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.

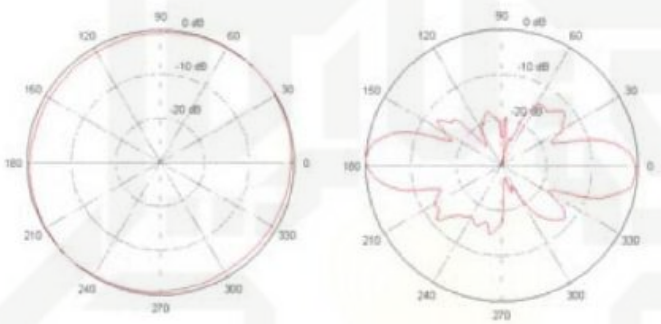


(a)

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



(b)



(c)

Gambar 2.10. Pola Radiasi (a) *Unidirectional*, (b) *Isotropic* dan (c) *Omnidirectional* (Sumber :Balanis, 2005) [8]

2.6.5. 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 [8]. 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.

2.6.6. 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

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

cocok (*missmatch*) [8]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta = \varepsilon_R = \frac{Prad}{Pinput} \tag{2.11}$$

$$\eta_T = \varepsilon_T = M_L.\varepsilon_R \tag{2.12}$$

keterangan :

$\eta = \varepsilon_R$	= Efisiensi antena
$\eta_T = \varepsilon_T$	= Efisiensi total
P_{rad}	= Daya yang diradiasikan antena
P_{input}	= Daya yang dimasukan ke antena
M_L	= *Loss missmatch* impedansi antena

2.6.7. Impedansi Antena

Impedasi adalah bagian yang berhubungan dengan proses pengiriman dan merupakan bagian penting dalam mengkonversi kebentuk listrik dari saluran transmisi. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan tegangan gelombang stationer, VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) atau koefisien refleksi (*reflection coefficient*) antena saat terhubung ke jalur transmisi [3].

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 [8]. 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.

$$\Gamma = \frac{(Zin - Z0)}{(Zin + Z0)} \tag{2.13}$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

2.6.8. 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 :

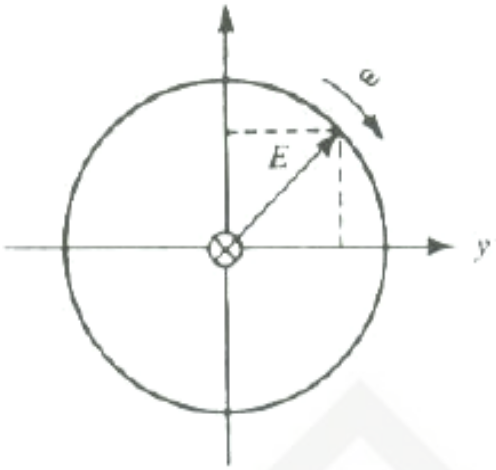
a. Polarisasi linier, yaitu arah medan listrik tidak berubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah - ubah positif dan negatif.
b. Polarisasi vertikal, yaitu arah medan listrik mengarah vertikal antena
c. Polarisasi horizontal, yaitu elemen antena horizontal terhadap permukaan tanah
d. Polarisasi 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 [4].

Gambar 2.11. Polarisasi linear
(Sumber : Md Rafi Ul Islam, 2007) [4]

Gambar 2.11 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.

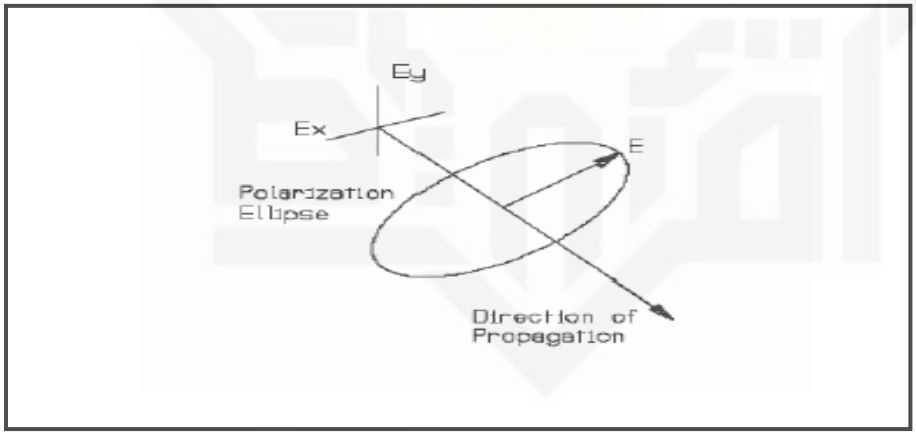
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan 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.
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



Gambar 2.12. Polarisasi Melingkar

(Sumber : Md Rafi Ul Islam, 2007) [4]

Gambar 2.12. 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 2.13



Gambar 2.13. Polarisasi Elips

(Sumber : Md Rafi Ul Islam, 2007) [4]

2.6.9. *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR)

VSWR adalah perbandingan atau *ratio* antara tegangan maksimum dan minimum pada gelombang berdiri (*standing wave*) akibatnya adanya gelombang pantul yang menyebabkan terjadi ketidaksesuaian atau tidak *matching*-nya impedansi input antena dengan saluran *feeder* [12].

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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) Γ = -1 : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
b) Γ = 0 : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.
c) Γ = +1 : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Rumus untuk mencari nilai VSWR adalah :

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

Saluran dapat dikatakan *matching* sempurna ketika nilai VSWR bernilai 1(S=1) yang berarti tidak ada refleksi atau gelombang pantul. Antena dengan *microwave* yang baik memiliki nilai VSWR diantara 1,01 sampai 1,5 sedangkan lebar *bandwidth* antena dengan nilai VSWR antara 1,5 sampai 2,5 [3].

2.6.10. *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

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 milik UIN Sultan Syarif Kasim Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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 ≤ 2 sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah matching [1]. Nilai Parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU