

# ANALISIS PERFORMANSI ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY* TEKNIK FR-4 BERDASARKAN PARAMETER *SLOT* BERBEDA

## LAPORAN TUGAS AKHIR

Dajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

AZRI ANDRIZAN

11950511601

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2023**

- 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.

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.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISIS PERFORMANSI ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY* TEKNIK FR-4 BERDASARKAN PARAMETER *SLOT* BERBEDA

#### TUGAS AKHIR

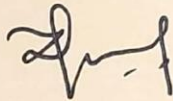
oleh:

AZRI ANDRIZAN

11950511601

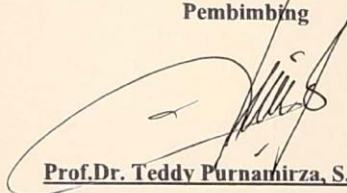
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Juli 2023

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.  
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing



Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.  
NIP. 19741030 200701 1 011



## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PERFORMANSI ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY* TEKNIK FR-4 BERDASARKAN PARAMETER *SLOT* BERBEDA

#### TUGAS AKHIR

oleh:

AZRI ANDRIZAN

11950511601

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Juli 2023

Pekanbaru, 12 Juli 2023

Mengesahkan,



Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hartono, M.Pd.  
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.  
NIP. 19721021 200604 2 001

#### DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T.

Sekretaris : Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.

Anggota 1 : Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T.

Anggota 2 : Sutoyo, S.T., M.T.

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.

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

### 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.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 12 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



**Azri Andrizan**

**NIM. 11950511601**

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.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Mumuhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

### **Ibunda dan Ayahanda Tercinta**

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu (Erlizan) dan Ayah (Azwir) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selebar kertas bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Terima kasih Ibu. Terima kasih Ayah.

### **Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU**

Sebagai tanda pernah menempuh dan menempa pendidikan, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU terkhusus Civitas Akademika Teknik Elektro, termasuk didalamnya teman-teman seperjuangan dan para dosen yang telah membimbing, menasehati dan mengarahkan hingga terbitnya karya Tugas Akhir ini. Saya mengucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

### **Teman-teman**

Tidak lupa, Tugas Akhir ini kupersembahkan juga kepada kawan-kawanku diluar lingkungan akademik yang telah memberikan motivasi, nasihat dan dukungan moral yang mendorongku untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih kawan-kawan.

*Tanpa mereka, karya ini tidak akan pernah tercipta*

# ANALISIS PERFORMANSI ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY* TEKNIK FR-4 BERDASARKAN PARAMETER *SLOT* BERBEDA

**AZRI ANDRIZAN**

**11950511601**

Tanggal Sidang : 12 Juli 2023

Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

JL. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Beberapa teknik dicetuskan oleh para peneliti untuk mengoptimalkan antena RLSA yang dapat diaplikasikan pada pita frekuensi *C Band*, salah satunya adalah teknik FR-4. Teknik ini menggunakan papan FR-4 sebagai bahan dielektrik tambahan dengan tujuan mengurangi koefisien pantulan yang dihasilkan oleh *slot-slot* pada antena RLSA serta mempermudah proses fabrikasi dengan proses *etching*, namun perlu penyesuaian parameterisasi untuk mendapatkan rancangan yang optimal. Pada penelitian ini dilakukan analisa beberapa rancangan antena RLSA FR-4 berdasarkan variasi parameter *slot* yaitu mulai dari  $P0=6$  hingga  $P0=16$ . Rancangan didesain menggunakan *software CST Studio Suite 2010* lalu disimulasikan untuk melihat parameter performansi nya. Adapun parameter performansi yang menjadi fokus analisa adalah koefisien refleksi, *gain* dan *bandwidth*. Hasilnya didapatkan bahwa rancangan antena RLSA FR-4  $P0=7$  merupakan rancangan yang dianggap paling optimal, dengan nilai koefisien refleksi  $-22.64$  dB, nilai *gain*  $13.36$  dBi serta kapasitas *bandwidth* sebesar  $400$  MHz.

**Kata Kunci** : RLSA, RLSA FR-4, Performansi RLSA, Optimasi RLSA.

- 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.

**ANALYSIS OF RADIAL LINE SLOT ARRAY ANTENNA FR-4  
TECHNIQUE PERFORMANCE BASED ON  
DIFFERENT SLOT PARAMETERS**

**AZRI ANDRIZAN**

**11950511601**

*Date of Final Exam* : July 12<sup>th</sup> 2023

*Date of Graduation Ceremony* :

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas Street No.155 Pekanbaru*

**ABSTRACT**

*Several techniques were initiated by researchers to optimize the RLSA antenna that can be applied to the C Band frequency band, one of which is the FR-4 technique. This technique uses the FR-4 board as an additional dielectric material with the purpose to reducing the reflection coefficient produced by the slots on the RLSA antenna and facilitating the fabrication process with the etching process, but requires parameterization adjustment to obtain an optimal design. In this study, several RLSA FR-4 antenna designs were analyzed based on variations in slot parameters, starting from  $P0=6$  to  $P0=16$ . The design was designed using CST Studio Suite 2010 software and then simulated to see its performance parameters. The performance parameters that are the focus of the analysis are the reflection coefficient, gain and bandwidth. The results show that the RLSA FR-4  $P0=7$  antenna design is the design, that is considered the most optimal, with a reflection coefficient value of -22.64 dB, a gain value of 13.36 dBi and a bandwidth capacity of 400 MHz.*

**Keyword** : RLSA, RLSA FR-4, RLSA Performance, Optimization RLSA.



## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrahmaanirrahim*

*Alhamdulillah* segala puji bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan karya ilmiah ini dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, program studi Teknik Elektro di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan judul penelitian “**Analisis Performansi Antena Radial Line Slot Array Teknik FR-4 Berdasarkan Parameter Slot Berbeda**”

*Shalawat* serta salam selalu tetap tercurahkan kepada nabi besar Muhammad *Salallahu ‘alaihi wa sallam*, yang telah membawa umatnya dari alam yang gelap gulita akan ilmu pengetahuan, ke alam yang terang menerang akan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, baik berupa bantuan moril, spiritual, materi, serta pikiran yang tidak pernah terlupakan antara lain kepada :

1. Ibu, Ayah dan seluruh Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi dan dukungan secara moril maupun materi demi keberhasilan penulis dalam meraih cita-cita.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M. Ag selaku Rektor UIN SUSKA RIAU beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Bapak Dr. Hartono selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU sekaligus Penguji dua tugas akhir ini.
6. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku koordinator Tugas Akhir jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU sekaligus ketua sidang tugas akhir ini.

Bapak Mulyono, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis.

Bapak Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang telah membimbing penulis dari awal penyusunan laporan tugas akhir ini.

Ibu Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T. selaku penguji satu yang telah memberikan banyak masukan berupa saran dan kritik demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU.

10. Abu Azzid Bustomi, Azrul Muhayat, Miftahul Jannah, Muhammad Haviz, selaku teman-teman seperjuangan yang juga menyusun laporan Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan motivasi serta dukungan selama ini.
11. Kakak-kakak, Abang-abang serta teman-teman seperjuangan dari seluruh angkatan Teknik Elektro pada umumnya. Terima kasih atas bantuan serta dukungannya.
12. Teman-teman diluar lingkungan kampus yang juga telah memberikan dorongan motivasi dan dukungannya selama ini.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran penulis harapkan agar laporan ini tersusun sesuai dengan yang diinginkan.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Pekanbaru, 6 Juli 2023

Penulis,

Azri Andrizan

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.

## DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR RUMUS .....	xv
DAFTAR LAMBANG .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan .....	I-2
1.4. Batasan Masalah .....	I-2
1.5. Manfaat Penelitian .....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terkait .....	II-1
2.2. Teori Dasar Antena RLSA .....	II-4
2.2.1. Pengertian Antena RLSA .....	II-4
2.2.2. Struktur Antena RLSA .....	II-4
2.2.3. Cara Kerja Antena RLSA .....	II-5
2.2.4. Polarisasi Pada Antena RLSA .....	II-6
2.2.5. Orientasi <i>Slot</i> Pada Antena RLSA .....	II-7
2.2.6. Susunan Pasangan <i>Slot</i> .....	II-8
2.2.7. Panjang <i>Slot</i> Antena RLSA .....	II-10

- Hak Cipta dan Hak Milik Intelektual
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.

2.3.	Refleksi Pada Antena RLSA .....	II-10
2.3.1.	Refleksi Sinyal Karena Sisa Daya .....	II-10
2.3.2.	Refleksi Sinyal Karena Sinyal Pantulan Dari <i>Slot</i> .....	II-11
2.4.	Teori Papan FR-4 Terhadap Koefisien Refleksi.....	II-12
2.5.	Parameter Performansi Antena .....	II-15
2.5.1.	<i>Voltage standing wave ratio</i> .....	II-15
2.5.2.	<i>Gain</i> .....	II-15
2.5.3.	<i>Bandwidth</i> .....	II-16

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Metode Penelitian .....	III-1
3.2.	Langkah Penelitian.....	III-1
3.3.	Perangkat dan <i>Software</i> Perancangan Antena RLSA FR-4.....	III-3
3.4.	Rancangan Acuan Antena RLSA FR-4.....	III-4
3.5.	Spesifikasi Rancangan Antena RLSA FR-4.....	III-5
3.6.	Spesifikasi Target Performansi Antena RLSA FR-4 .....	III-6
3.7.	Rancangan Antena RLSA FR-4.....	III-6
3.7.1.	Model Antena RLSA Tanpa FR-4 .....	III-7
3.7.2.	Menambahkan FR-4 Ke Desain Antena RLSA .....	III-7
3.7.3.	Mensimulasikan Rancangan RLSA FR-4 .....	III-8
3.8.	Analisa Hasil Simulasi Antena RLSA FR-4.....	III-8

### BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1.	Studi Parametrik untuk Menentukan Jari-jari Antena yang Sesuai .....	IV-1
4.2.	Hasil Simulasi Desain Antena RLSA FR-4 Dengan Variasi Slot.....	IV-3
4.3.	Analisis Hasil Simulasi Antena RLSA FR-4.....	IV-4
4.3.1.	Analisis <i>Return Loss</i> .....	IV-4
4.3.2.	Analisis <i>Gain</i> .....	IV-5
4.3.3.	Analisis Kapasitas <i>Bandwidth</i> .....	IV-6
4.3.4.	Analisis Frekuensi Resonansi .....	IV-8

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan .....	V-1
5.2.	Saran.....	V-1

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

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.

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
1.1 Struktur antena RLSA Goebels dan Kelly.....	II-1
1.2 Desain antena RLSA menggunakan 2 material <i>substrat</i> .....	II-3
1.3 Struktur antena RLSA .....	II-4
1.4 Ilustrasi perubahan perambatan TEM oleh <i>feeder</i> .....	II-5
1.5 Ilustrasi pasangan <i>slot</i> memancarkan daya.....	II-6
1.6 Pembentukan polarisasi pada pasangan <i>slot</i> .....	II-6
2.7 Geometri pasangan <i>slot</i> .....	II-7
2.8 Susunan geometri pasangan <i>slot</i> .....	II-8
2.9 Parameter-parameter <i>slot</i> antena RLSA.....	II-9
2.10 Mekanisme aliran daya didalam rongga RLSA.....	II-10
2.11 Ilustrasi sinyal yang dipantulkan dari <i>slot</i> .....	II-11
2.12 Mekanisme koefisien refleksi pada RLSA.....	II-12
2.13 Sinyal di sepanjang posisi yang berbeda .....	II-14
3.1 <i>Flow chart</i> penelitian .....	III-2
3.2 <i>Software</i> VBA macros.....	III-3
3.3 CST <i>studio suite</i> 2010.....	III-4
3.4 Rancangan antena RLSA FR-4.....	III-4
3.5 Struktur dasar antena RLSA.....	III-7
3.6 Struktur antena RLSA dengan penambahan papan FR-4.....	III-8
4.1 Antena RLSA FR-4 dengan variasi jari-jari.....	IV-1
4.2 Perbandingan S1.1 rancangan antena RLSA FR-4 variasi <i>slot</i> .....	IV-3
4.3 Grafik perubahan kapasitas <i>bandwidth</i> .....	IV-7
A.1 <i>Icon</i> CST <i>studio suite</i> 2010.....	A-1
A.2 Tampilan awal CST <i>studio suite</i> 2010 .....	A-1
A.3 Tampilan jendela opsi <i>template project</i> .....	A-2
A.4 Tampilan opsi <i>open</i> VBA <i>macro editor</i> .....	A-2
A.5 Tampilan jendela <i>macro editor</i> .....	A-3
A.6 Tampilan jendela <i>open files</i> .....	A-3
A.7 Tampilan <i>file .msc</i> pada jendela <i>macro</i> setelah dibuka.....	A-4
A.8 Tampilan jendela utama setelah <i>macro</i> di <i>running</i> .....	A-4
A.9 Tampilan penambahan komponen <i>cylinder</i> .....	A-5



1.0	Tampilan material papan FR-4 ditambahkan ke desain .....	A-5
1.1	Tampilan memindahkan material <i>radiating</i> .....	A-6
1.2	Tampilan jendela <i>transform selected object</i> .....	A-6
1.3	Tampilan <i>element radiating</i> dan <i>slot</i> yang telah diubah posisinya .....	A-7
1.4	Tampilan menggabungkan <i>slot</i> menjadi satu <i>subpoint</i> .....	A-7
1.5	Tampilan antena RLSA FR-4 setelah <i>slot</i> dilubangi.....	A-8
1.6	Tampilan antena RLSA FR-4 setelah <i>dipick</i> .....	A-8
1.7	<i>Waveguide port</i> .....	A-9
1.8	<i>Frequency range</i> .....	A-9
1.9	<i>Field monitor</i> .....	A-10
1.20	<i>Transient solver</i> .....	A-10
B.1	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=6 .....	B-1
B.2	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=7 .....	B-1
B.3	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=8 .....	B-2
B.4	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=9 .....	B-2
B.5	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=10 .....	B-2
B.6	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=11 .....	B-3
B.7	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=12 .....	B-3
B.8	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=13 .....	B-3
B.9	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=14 .....	B-4
B.10	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=15 .....	B-4
B.11	S-parameter antena RLSA FR-4 P0=16 .....	B-4
B.12	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=6.....	B-5
B.13	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=7.....	B-5
B.14	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=8.....	B-6
B.15	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=9.....	B-6
B.16	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=10.....	B-7
B.17	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=11.....	B-7
B.18	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=12.....	B-8
B.19	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=13.....	B-8
B.20	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=14.....	B-9
B.21	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=15.....	B-9
B.22	Pola radiasi dan <i>gain</i> antena RLSA FR-4 P0=16.....	B-10

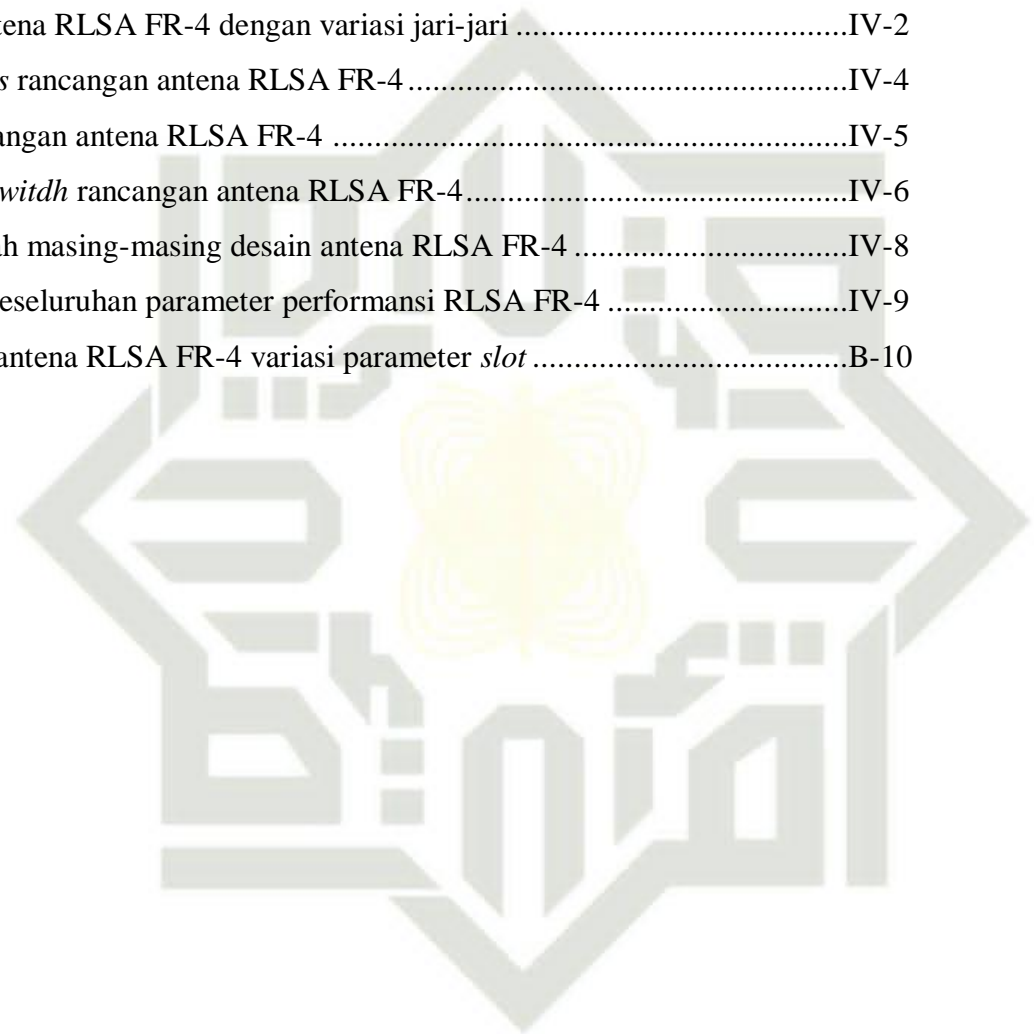
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
1 Parameter acuan rancangan antenna RLSA FR-4.....	III-5
2 Parameter desain antenna RLSA FR-4.....	III-5
3 Jenis material-material komponen antenna RLSA .....	III-6
4 Spesifikasi target performansi antenna RLSA FR-4.....	III-6
1 Performansi antenna RLSA FR-4 dengan variasi jari-jari .....	IV-2
2 Nilai <i>return loss</i> rancangan antenna RLSA FR-4 .....	IV-4
3 Nilai <i>gain</i> rancangan antenna RLSA FR-4 .....	IV-5
4 Frekuensi <i>bandwitdh</i> rancangan antenna RLSA FR-4.....	IV-6
5 Frekuensi tengah masing-masing desain antenna RLSA FR-4 .....	IV-8
6 Perbandingan keseluruhan parameter performansi RLSA FR-4 .....	IV-9
B.1 Hasil simulasi antenna RLSA FR-4 variasi parameter <i>slot</i> .....	B-10



UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta**
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.

## DAFTAR RUMUS

	Hal
1 Sudut kemiringan <i>slot</i> 1.....	II-8
2 Sudut kemiringan <i>slot</i> 2.....	II-8
3 Jarak satuan <i>radiator</i> tertentu dari pusat antena RLSA .....	II-8
4 Jarak antara dua satuan <i>radiator</i> dalam arah <i>radial</i> .....	II-9
5 Jarak antara dua satuan <i>radiator</i> dalam arah <i>azimuth</i> .....	II-9
6 Jarak <i>slot</i> 1 dari pusat antena .....	II-10
7 Jarak <i>slot</i> 2 dari pusat antena .....	II-10
8 Panjang <i>slot</i> .....	II-10
9 Sisa daya pada perimeter antena .....	II-11
10 Sinyal pada <i>slot</i> 1 .....	II-13
11 Sinyal pada <i>slot</i> 2 .....	II-13
12 Vektor gelombang pada <i>slot</i> 1 .....	II-13
13 Vektor gelombang pada <i>slot</i> 2 .....	II-13
14 Substitusi konstanta <i>slot</i> 1 pada sinyal 1 .....	II-13
15 Substitusi konstanta <i>slot</i> 2 pada sinyal 2 .....	II-13
16 Koefisien refleksi minimum .....	II-13
17 <i>Voltage standing wave ratio</i> .....	II-15
18 <i>Gain</i> antena.....	II-16
19 <i>Bandwidth</i> antena.....	II-16



## DAFTAR LAMBANG

	= Banyaknya slot pada ring pertama
	= panjang gelombang
	= Sudut kemiringan slot
	= sudut beamsquint pada arah elevasi
	= sudut beamsquint pada arah azimuth
	= jarak satuan radiator tertentu dari pusat antena
	= jarak antara dua satuan radiator dalam dua ring berbeda
	= jarak antara dua satuan radiator yang berdekatan di ring yang sama
	= permitivitas relatif rongga
	= jumlah ring
	= jarak ring terdalam dari pusat antena
	= satuan radiator di ring paling dalam
	= Daya
	= sisa daya
	= Sinyal
	= koefisien refleksi
	= Gain antena
	= Directivity antena
	= Bandwidth
	= frekuensi atas
	= frekuensi bawah

- Hak Cipta**  $\rho$   
**Hak Cipta**  $S_\rho$   
**Hak Cipta**  $S_\phi$   
**Hak Cipta**  $\epsilon_r$   
**Hak Cipta**  $n$   
**Hak Cipta**  $q$   
**Hak Cipta**  $p$   
**Hak Cipta**  $P$   
**Hak Cipta**  $P_R$   
**Hak Cipta**  $E$   
**Hak Cipta**  $\Gamma(z)$   
**Hak Cipta**  $G$   
**Hak Cipta**  $D$   
**Hak Cipta**  $BW$   
**Hak Cipta**  $f_{upper}$   
**Hak Cipta**  $f_{lower}$
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR SINGKATAN

RLSA	= Radial Line Slot Array
LP-RLSA	= Linierly Polarized Radial Line Slot Array
LAN	= Local Area Network
FR-4	= Flame Reterdant – 4
CP-RLSA	= Circularly Polarized Radial Line Slot Array
DBS	= Direct Broadcast Satelite
TEM	= Transverse Electro Magnetic
GHz	= Giga Hertz
MHz	= Mega Hertz
dB	= decibel
dBi	= decibel istropic
VBA	= Virtual Basic Application
mm	= mili meter

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

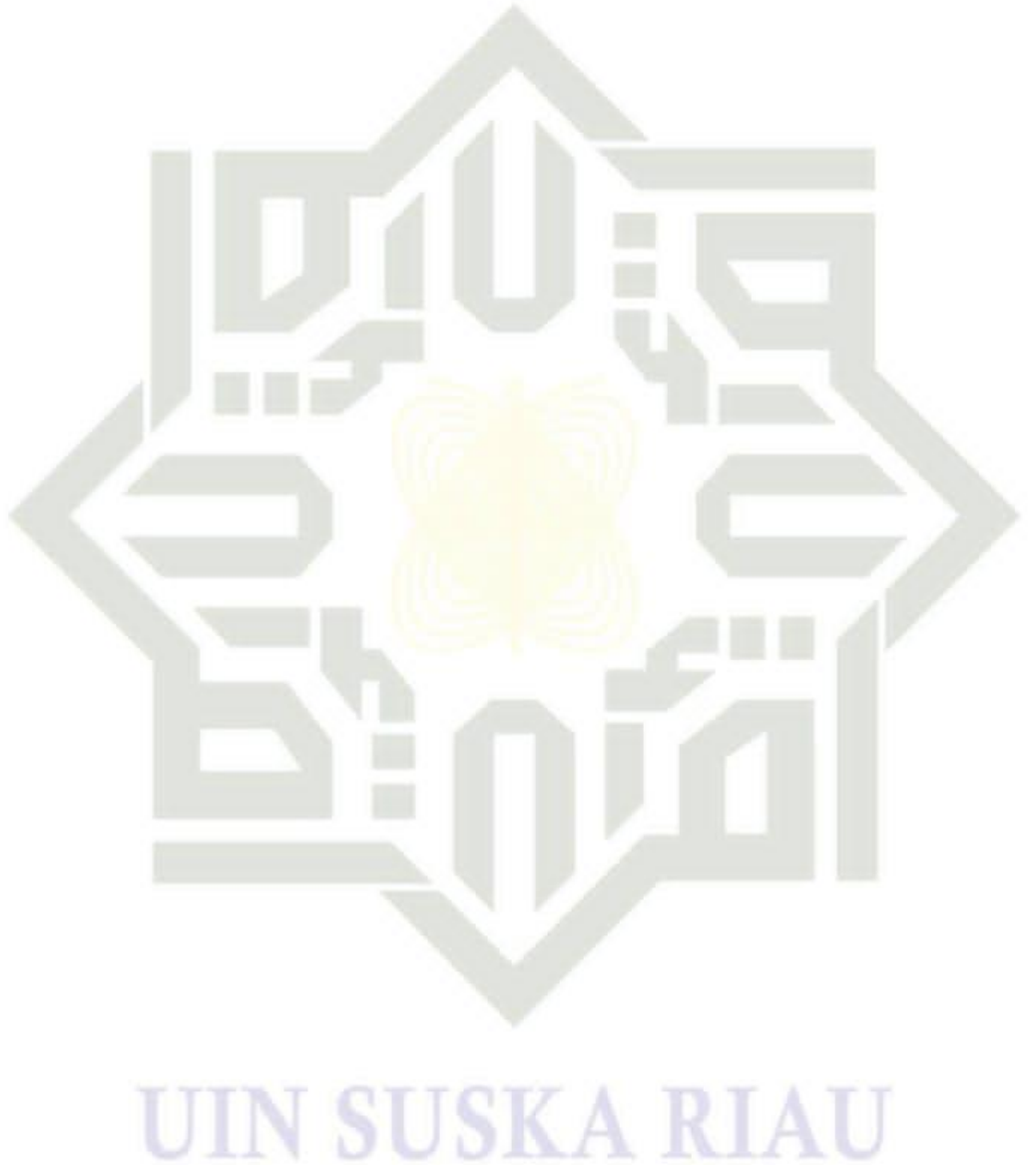
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
Merancang Model Antena RLSA FR-4.....	A-1
Hasil Simulasi Koefisien Refleksi, <i>Gain</i> Dan <i>Bandwidth</i> Antena RLSA FR-4 .....	B-1
Perhitungan Kapasitas <i>Bandwidth</i> Serta Perhitungan Frekuensi Resonansi .....	C-1



### Hak Cipta dan 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 1 PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Salah satu antena yang menjadi objek penelitian para peneliti dibidang antena adalah *Linearly Polarized Radial Line Slot Array (LP-RLSA)*. Antena RLSA awalnya digunakan pada sistem komunikasi satelit [1], seiring dengan muncul nya teknologi *wireless* para peneliti mulai mengembangkan antena RLSA untuk diaplikasikan pada sistem LAN (*Local Area Network*), antena ini dinamakan LP-RLSA[2]–[4]. Jika dibandingkan dengan komunikasi satelit, bentuk fisik LP-RLSA lebih kecil. Namun dengan ukuran yang lebih kecil tentunya akan mempengaruhi performansi antena tersebut.

Tharek bersama Farah Ayu memperkenalkan desain antena LP-RLSA untuk *wireless LAN indoor* pada tahun 2002 [5]. Dalam penelitiannya, antena LP-RLSA di desain untuk diaplikasikan pada frekuensi 5.5 GHz. Hasilnya, antena yang dirancang memiliki *beamwidth* terbaik di 104°. Namun penelitian ini memiliki kekurangan pada koefisien refleksi yang masih tinggi, sehingga menjadi usulan kontribusi bagi para peneliti lain dalam mengembangkan antena LP-RLSA.

Selanjutnya, beberapa penelitian berupaya merancang desain antena RLSA yang optimal dengan menggunakan teknik-teknik baru, guna menyelesaikan permasalahan koefisien refleksi yang tinggi[6]–[12] . Teknik *Beamsquint* dan *Cancelling Slot* menjadi salah satu upaya mengoptimisasi desain dari antena RLSA, namun teknik-teknik ini memiliki sedikit kelemahan[13], [14]. Teknik *Beamsquint* menghasilkan bentuk *slot* yang tidak sepenuhnya merata di permukaan *radiating element*, terdapat beberapa bagian yang tidak bisa memancarkan sinyal, sehingga desain antena menjadi tidak optimal. Teknik *Cancelling Slot* membutuhkan lebih banyak *slot* untuk dipotong pada elemen pemancar, hal ini membuat proses fabrikasi menjadi tidak efisien.

Kemudian pada tahun 2012, Purnamirza dan Rahman memperkenalkan teknik baru dalam mengatasi kelemahan penelitian-penelitian diatas, teknik ini dinamakan teknik papan FR-4 [15]. Dalam rancangannya, Purnamirza dan Rahman menambahkan material papan FR-4 pada desain antena LP-RLSA. Alasan utama penambahan material ini adalah mempermudah proses fabrikasi antena dengan *etching* sederhana dan biaya yang cukup murah. Hasilnya dari beberapa percobaan penggunaan papan FR-4 dengan permitivitas dan ketebalan yang berbeda menunjukkan LP-RLSA menggunakan papan FR-4 memiliki *gain*

koefisien refleksi yang lebih baik dibanding LP-RLSA tanpa papan FR-4. Namun penelitian ini hanya berfokus pada satu nilai parameter *slot* antenna, sehingga dengan nilai parameter *slot* yang berbeda apakah akan mempengaruhi koefisien refleksi dan juga *gain* dari antenna tersebut.

Dari pencapaian pada penelitian Purnamirza dan Rahman (2012) ini penulis tertarik untuk mengembangkan desain antenna LP-RLSA FR-4. Penulis akan merancang dan mensimulasikan beberapa antenna LP-RLSA FR-4 dengan nilai parameter *slot* yang berbeda-beda, lalu melakukan analisa untuk melihat pengaruh parameter tersebut pada koefisien refleksi dan *gain* antenna LP-RLSA. Dengan demikian, penulis mengangkat judul “Analisis Performansi Antena *Radial Line Slot Array* Teknik FR-4 Berdasarkan Parameter Slot Berbeda” sebagai penelitian Tugas Akhir.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di paparkan, maka dirumuskan beberapa masalah yang menjadi alasan penulis melakukan penelitian, yakni :

1. Manakah diantara desain antenna RLSA FR-4 yang divariasikan *slot* nya memiliki performansi yang lebih baik?
2. Apakah variasi parameter *slot* yang ada pada desain-desain antenna RLSA FR-4 menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap performansinya?

## 1.3. Tujuan

Dari rumusan masalah diatas, penulis memiliki beberapa tujuan yang akan menjadi penyelesaian penelitian. Adapun tujuan-tujuan tersebut sebagai berikut :

- Mengetahui performansi paling baik diantara antenna RLSA FR-4 yang menggunakan parameter *slot* nya
- Mengetahui pengaruh parameter *slot* yang berbeda-beda pada desain antenna RLSA FR-4 terhadap performansi antenna tersebut

## 1.4. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian, penulis menetapkan beberapa batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Rancangan berfokus kepada potensi antenna RLSA FR-4 sebagai antenna yang dapat memancarkan sinyal atau daya dengan baik

Analisis performansi antenna hanya terbatas pada nilai  $S_{11}$  dan *gain* antenna RLSA FR-4

Frekuensi operasi yang digunakan pada desain antenna RLSA FR-4 adalah 5.8 GHz

Nilai parameter *slot* yang digunakan pada desain Antena RLSA FR-4 adalah  $P_0=6, P_0=7, P_0=8, P_0=9, P_0=10, P_0=11, P_0=12, P_0=13, P_0=14, P_0=15, P_0=16$   
Dimensi semua material antenna yang digunakan memiliki jari-jari 85 mm

Penelitian dilakukan sebatas simulasi menggunakan *software CST Studio Suite* 2010

### 1.5. Manfaat Penelitian

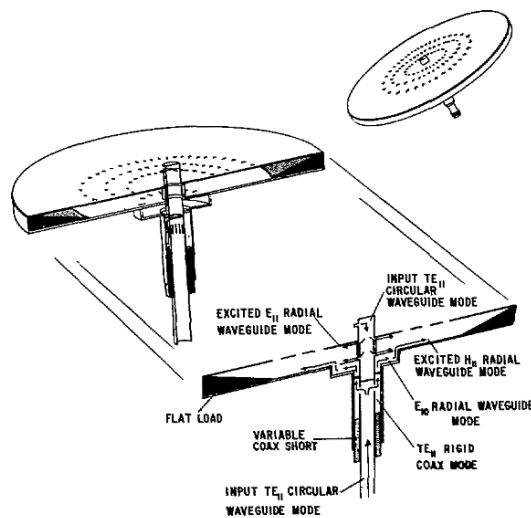
Adapun beberapa manfaat dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Berkontribusi dalam pengembangan penelitian dibidang telekomunikasi khususnya antenna
2. Harapannya dapat menjadi referensi terkait pengembangan antenna khususnya antenna RLSA

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terkait

Cikal bakal ditemukannya antena RLSA dimulai pada tahun 1946, G.C. Southworth memperkenalkan rancangan antena alur berlubang yang digunakan untuk transmisi gelombang radio jarak jauh [16]. Kemudian K.C. Kelly memperkenalkan bentuk antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) pada tahun 1957 [1] dan penggunaannya diperkenalkan pada tahun 1961 sampai dengan 1964 [17], [18].



Gambar 2.1. Struktur antena RLSA yang diperkenalkan oleh Goebels dan Kelly [17]

Melalui konsep antena yang dicetuskan oleh Goebels dan Kelly, peneliti asal Jepang Goto dan Yamamoto merancang antena RLSA dengan polarisasi *circularly* atau dikenal dengan nama CP-RLSA [19] dengan 2 lapis bagian rongga (*cavity*). Namun desain CP-RLSA ini sangat rumit sehingga membutuhkan biaya pembuatan yang relatif tinggi. Kemudian Takahashi dan Ando berupaya merancang antena CP-RLSA yang lebih mudah untuk menjawab permasalahan rancangan Goto dan Yamamoto, dengan menggunakan struktur 1 lapis rongga [20]. Setelahnya, kebanyakan penelitian RLSA menggunakan rancangan yang dicetuskan oleh Takahashi dan Ando. Rancangan-rancangan RLSA sebelumnya diaplikasikan untuk komunikasi *broadcast* satelit (DBS), yaitu pada frekuensi *Kurz Under-Band* dengan rentang frekuensi 12 GHz sampai dengan 18 GHz dan ukuran jari-jari antena kurang lebih 600 mm.

Penelitian selanjutnya oleh Bialkowski, ditahun 1997 merancang antena RLSA dengan polarisasi yang berbeda yaitu *linierly polarized* atau dikenal dengan LP-RLSA [21]. Dalam penelitiannya, Bialkowski merancang antena tersebut untuk sudut *beamsquint* yang berbeda yaitu  $10^\circ$  dan  $20^\circ$ , dimana standar sudut pancaran saat itu untuk *broadside* adalah  $0^\circ$ . Hasilnya, pengurangan yang signifikan untuk *return loss* dan dengan perubahan sudut *beamsquint* tersebut menghasilkan gain 1 dB lebih tinggi dibanding dengan desain standar, namun untuk koefisien refleksi nya masih tinggi sehingga antena tersebut belum optimal.

Dari pencapaian sebelumnya, bahwa dengan teknik manipulasi sudut *beamsquint* dapat mempengaruhi *return loss* yang dihasilkan, peneliti yang sama mencetuskan metode baru dalam mengatasi koefisien refleksi yang tinggi pada antena LP-RLSA. Metode tersebut dinamakan metode *Beamsquint* dan *Reflection Cancelling Slot* [22]. Hasilnya LP RLSA dengan 2 metode ini dapat menurunkan *return loss* secara signifikan dan memiliki *gain* yang lebih tinggi dibanding dengan desain standar.

Pada tahun 2002, Farah dan Tharek peneliti asal malaysia berhasil merancang antena RLSA dengan frekuensi operasi yang lebih kecil, yaitu pada frekuensi 5.5 GHz [5]. Mereka berhasil mendesain RLSA dengan polarisasi *linierly*, yang diaplikasikan pada *wireless LAN indoor*. Pada penelitiannya, digunakan 4 rancangan antena *slot* dengan jumlah element *slot* yang berbeda. Hasilnya didapati rancangan antena dengan jumlah 3 elemen *slot* memiliki beamwidth yang lebih lebar, namun ukuran fisik antena masih terbilang besar untuk frekuensi operasi yang lebih rendah.

Kemudian, pada tahun 2004 Imran bersama Tharek menyempurnakan desain sebelumnya dengan merancang antena RLSA untuk *wireless outdoor point to point* pada aplikasi frekuensi 5.8 GHz [23]. Pada penelitian ini mereka berhasil mengaplikasikan antena RLSA untuk *wireless LAN outdoor* dengan ukuran fisik yang lebih kecil dari sebelumnya. Namun desain yang dirancang masih saja memiliki koefisien refleksi yang tinggi, sehingga performansi antena belum optimal.

Dari pencapaian sebelumnya, Rahman dan Imran pada tahun 2011 meneliti penggunaan material papan FR-4 sebagai *substrat* pada desain antena RLSA untuk *wireless* [24]. Hasilnya desain antena RLSA yang menggunakan material papan FR-4 berhasil dirancang dan memiliki karakteristik yang cocok untuk pancaran antena. Namun, desain ini seharusnya memiliki beamwidth yang lebih kecil agar bisa digunakan untuk pengaplikasian pancaran yang lebih tinggi. Kinerja RLSA yang menggunakan papan FR-4

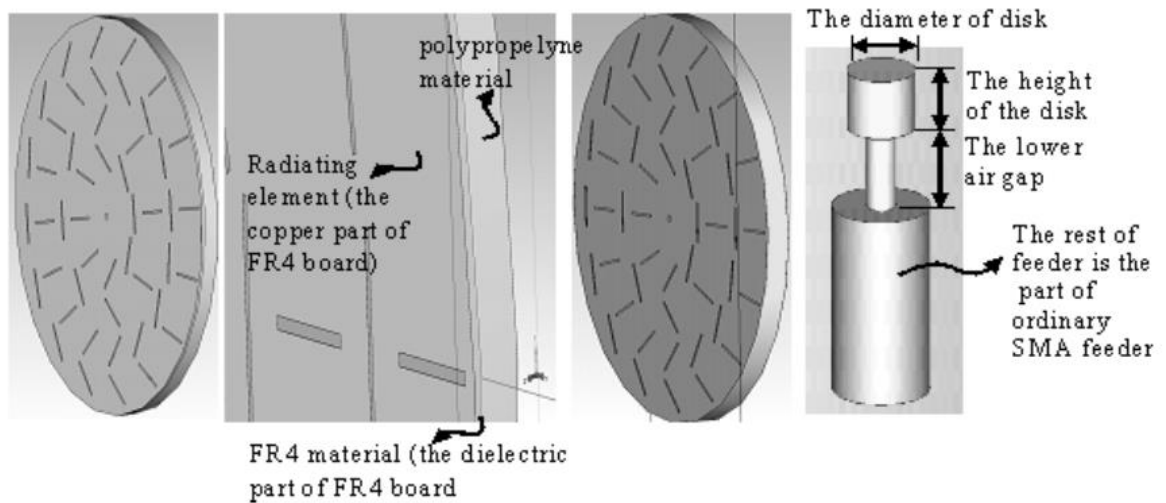
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



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.

lebih baik dari desain yang menggunakan *polypropylene* dan *air gap* sebagai bahan dielektrik.

Melihat dari cocoknya penggunaan papan FR-4 sebagai bahan *substrat* pada desain antenna RLSA, selain dari memiliki karakteristik yang cocok untuk pancaran antenna papan FR-4 juga lebih efisien. Sehingga Purnamirza bersama Imran pada tahun 2012 melanjutkan penelitian penggunaan papan FR-4 untuk bahan dielektrik pada antenna RLSA. Dalam penelitiannya, mereka menggunakan 2 bahan dielektrik yaitu papan FR-4 dan *polypropylene* pada desain antenna RLSA nya [15].



Gambar 2.2. Desain antenna RLSA menggunakan 2 material *substrat* [15]

Selain dari cocoknya papan FR-4 digunakan sebagai *substrat* pada antenna, penggunaan papan FR-4 juga bertujuan untuk memudahkan proses fabrikasi antenna dengan proses *etching* sederhana. Mereka mendesain beberapa model antenna RLSA yang memiliki ketebalan dan permitivitas bahan dielektrik FR-4 yang berbeda-beda. Hasilnya didapati bahwa desain ini mampu menghasilkan *gain* hingga 2,45 dB dengan nilai ketebalan FR-4 terbaik 1,6 mm dan nilai permitivitas FR-4 terbaik 4,3. Namun desain ini hanya berfokus pada satu nilai parameter *slot* yaitu  $P_0=8$ , parameter *slot* ini adalah seberapa banyak *slot* yang berada di ring pertama pada *radiating element*.

Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan nilai parameter *slot* yang berbeda, melihat desain Purnamirza dan Rahman (2012) memiliki performansi baik dan proses fabrikasi yang lebih efisien. Dengan nilai parameter *slot* yang berbeda nantinya apakah mempengaruhi performansi atau dapat meningkatkan performansi antenna RLSA, terkhusus untuk penggunaan pada frekuensi 5.8 GHz.

## 2.2. Teori Dasar Antena RLSA

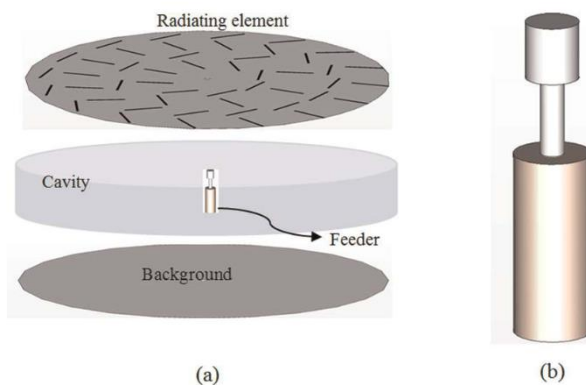
### 2.2.1. Pengertian Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan jenis antena pandu gelombang yang memiliki bagian rongga yang dapat menerima dan mengirimkan sinyal elektromagnetik berupa piringan datar berbentuk bulat serta memiliki banyak pasang *slot* dibagian elemen pemancar dan memiliki *feeder* yang terletak dibelakang antena [14]. Antena ini terbagi menjadi 4 bagian yaitu *background* berbahan tembaga, *cavity* berbahan *polypropylene*, bagian *element radiating* berbahan tembaga, serta bagian *feeder* sebagai pengumpan sinyal yang berada di bagian belakang antena.

Antena RLSA pertama kali dikembangkan untuk receiver satelit seperti antena parabola. Berbeda seperti antena parabola, antena RLSA memiliki keuntungan yaitu memiliki *feeder* di bagian belakang antena, sehingga *feeder* ini tidak menghalangi sinyal yang masuk. Selain itu keunggulan lainnya dari antena RLSA yaitu bentuk fisiknya yang rata sehingga terkesan lebih estetik dibanding dengan antena parabola.

### 2.2.2. Struktur Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari elemen pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*) *background* dan pengumpan (*feeder*). Penampakan struktur antena RLSA dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3. (a) Komponen antena RLSA. (b) Penampakan *feeder* yang diperbesar

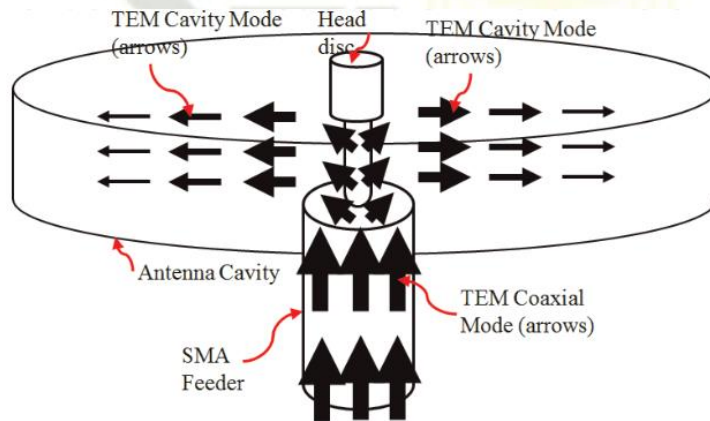
Elemen pemancar biasanya berupa pelat bundar yang terbuat dari logam, seperti aluminium, tembaga atau kuningan. Elemen pemancar terdiri dari banyak pasangan *slot*, satu pasang *slot* berfungsi sebagai satu elemen pemancar sehingga semua pasangan *slot* membentuk antena larik (*array*). *Background* adalah pelat logam seperti elemen pemancar,

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.

etapi pada bagian *background* ini tidak memiliki *slot*. Bagian rongga adalah bahan dielektrik berbentuk tabung. Bersama elemen pemancar dan *background*, rongga berfungsi sebagai pemandu gelombang melingkar yang memandu sinyal dari *feeder* dalam arah *radial*. *Feeder* adalah bagian dari antena RLSA yang digunakan untuk mengumpankan sinyal dari saluran transmisi ke antena.

### 2.2.3. Cara Kerja Antena RLSA

Pada antena RLSA terdapat 2 mode perambatan gelombang *Transverse Electro Magnetic* (TEM), yaitu *TEM coaxial mode* dan *TEM cavity mode*. *Feeder* yang digunakan sebagai pengumpan pada antena RLSA adalah *SubMiniature version A* atau disebut dengan SMA *Feeder*. Namun karena pada antena RLSA menggunakan 2 mode perambatan gelombang, maka *feeder* yang digunakan sedikit dimodifikasi dengan menambahkan *disk* pada bagian kepala *feeder*. *Disk* berfungsi sebagai pengubah daya elektromagnetik dari *TEM coaxial mode* menjadi *TEM cavity mode*, sehingga daya elektromagnetik yang diumpankan oleh *feeder* akan merambat dalam mode TEM dalam arah radial didalam *cavity* (rongga antena). Ilustrasi perambatan gelombang ini dapat dilihat pada gambar berikut.

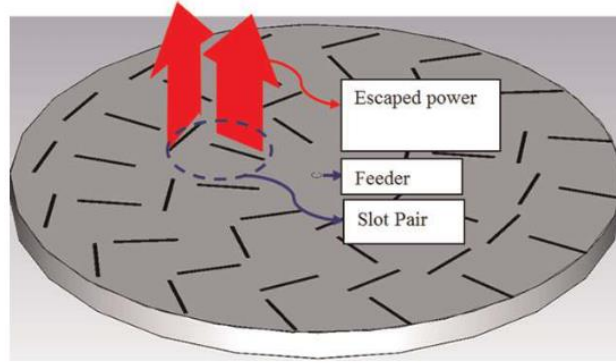


Gambar 2.4. Ilustrasi perubahan perambatan TEM oleh *feeder*[25]

Saat daya melewati pasangan *slot*, sejumlah daya lolos dan memancar keluar. Oleh karena itu *slot* pada antena RLSA bisa disebut sebagai elemen antena, *slot* ini terdiri dari banyak pasang dan semua pasangan *slot* membentuk larik (*array*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

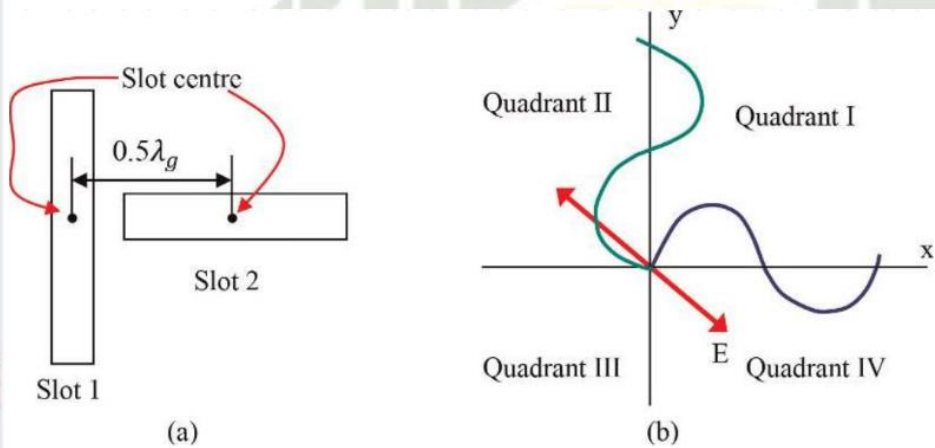
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2.5. Ilustrasi pasangan slot memancarkan daya[25]

### 2.2.4. Polarisasi Pada Antena RLSA

Sepasang slot, yang merepresentasikan sumber sinyal didalam antena RLSA, terletak dipermukaan atas radiating element antena RLSA. Polarisasi linier pada antena RLSA dapat dihasilkan dengan menggabungkan dua sinyal dari sepasang slot.



Gambar 2.6. Pembentukan polarisasi linier pada antena RLSA[25] (a) Posisi pasangan slot  
 (b) Sinyal dari setiap slot

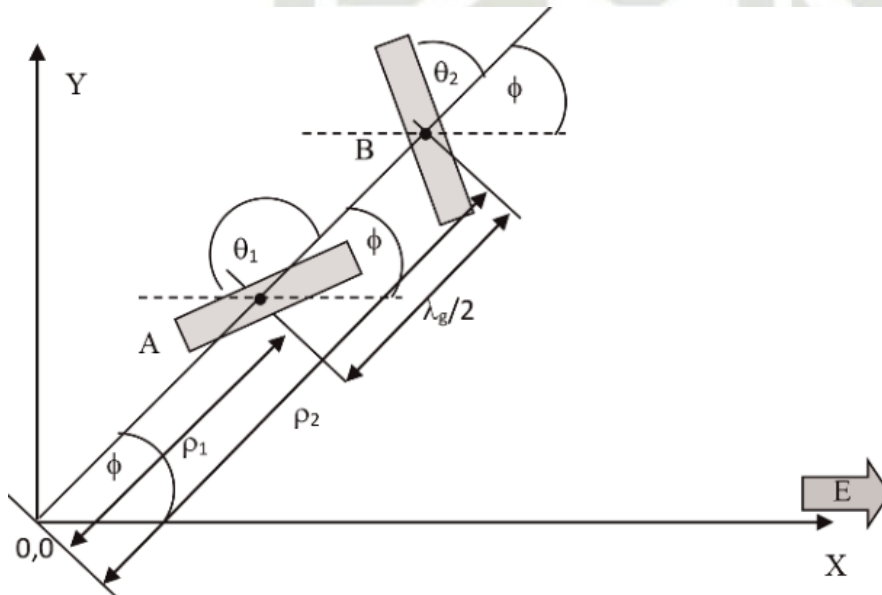
Gambar 2.6 (a) menunjukkan ilustrasi pasangan slot, sinyal dari slot 1 dan sinyal dari slot 2 memiliki perbedaan fasa  $180^\circ$  atau disebut dengan  $\phi$  radian, karena slot 1 dan slot 2 memiliki jarak setengah panjang gelombang ( $0.5\lambda_g$ ) satu sama lain. Polarisasi yang dihasilkan adalah polarisasi linier atau saling tegak lurus, maka sinyal dari slot 1 (pada sumbu y) dan slot 2 (pada sumbu x) juga saling tegak lurus, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.6 (b).

Pada Gambar 2.6 (b) menunjukkan bahwa ketika sinyal 1 meningkat dalam nilai positif, maka sinyal 2 menurun dalam nilai negatif. Karena posisinya saling tegak lurus

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.

sama lain, maka gelombang yang dihasilkan menjadi garis di Kuadran II. Ketika sinyal 1 menurun menuju nol dan sinyal 2 meningkat menuju 0, sinyal yang dihasilkan akan berupa garis di Kuadran II namun dengan panjang garis yang lebih pendek dibandingkan dengan garis pada keadaan sebelumnya. Ketika sinyal 1 menurun pada nilai negatif dan sinyal 2 meningkat pada nilai positif, maka sinyal yang akan dihasilkan berupa garis di Kuadran V. Ketika sinyal 1 meningkat menuju nol dan sinyal 2 menurun menuju nol, maka sinyal yang akan dihasilkan akan berupa garis di Kuadran IV tetapi dengan panjang garis yang lebih pendek dibandingkan dengan keadaan sebelumnya. Sehingga dapat dipahami bahwa sinyal yang dihasilkan dari sinyal 1 dan sinyal 2 menghasilkan perubahan panjang sebagai fungsi waktu, inilah alasan mengapa dinamakan polarisasi *linier*.

### 2.2.5. Orientasi Slot Pada Antena RLSA



Gambar 2.7. Geometri pasangan slot[25]

Pada Gambar 2.7 menunjukkan dimana posisi slot berada, posisi slot diberi dengan label A dan B. Pada Gambar 2.7 juga menunjukkan juling dari sudut kemiringan slot dengan label  $\theta_1$  dan  $\theta_2$ , juling pada sudut adalah sudut antara sumbu pusat fasa dan proyeksi vertikal vektor rentang miring ke bidang tengah. Pasangan slot harus ditempatkan pada posisi yang berbeda dan unik untuk mencegah tumpang tindih diantara dua slot.

Persamaan (2.1) dan persamaan (2.2) berikut menyatakan juling dari slot yang diperoleh[25].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

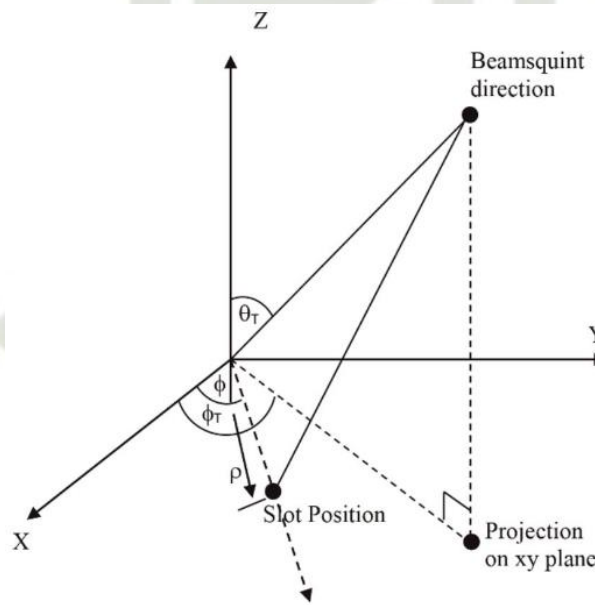
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

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

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

Dimana  $\theta_1$  adalah sudut kemiringan slot 1 dan  $\theta_2$  adalah sudut kemiringan slot 2,  $\phi$  adalah sudut azimuth untuk slot 1 dan slot 2,  $\theta_T$  adalah sudut beamsquint pada arah elevasi dan  $\phi_T$  adalah sudut beamsquint pada arah azimuth.

### 2.2.6. Susunan Pasangan Slot Antena RLSA



Gambar 2.8. Susunan geometri pasangan slot[25]

Pada Gambar 2.8 menunjukkan susunan antar pasangan slot secara geometris, susunan antar pasangan slot secara geometris ini disebut juga dengan satuan radiator. Susunan satuan radiator pada permukaan pancaran antena RLSA harus diperhitungkan dan digambar secara hati-hati karena sedikit saja terjadi penyimpangan posisi satuan radiator akan cepat menurunkan kinerja antena RLSA.

Persamaan (2.3) berikut menyatakan jarak satuan radiator tertentu dari pusat antena RLSA[25].

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

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

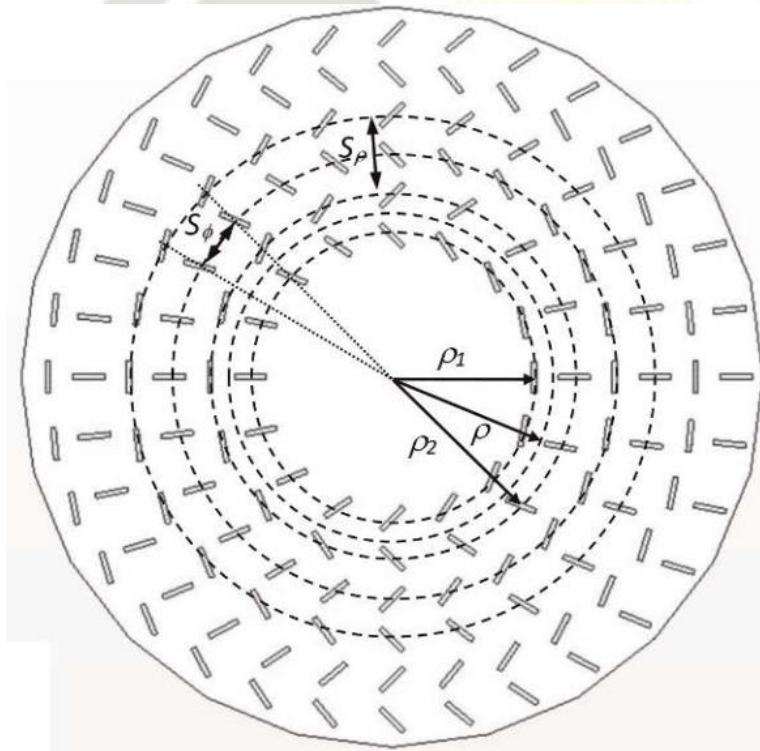
Persamaan (2.4) berikut menyatakan jarak antara dua satuan *radiator* yang berdekatan dalam dua *ring* berbeda (jarak dalam arah *radial*)[25].

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

Persamaan (2.5) berikut menyatakan jarak antara dua satuan *radiator* yang berdekatan di *ring* yang sama (jarak pada arah *azimuth*)[25].

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

dimana  $\lambda_g$  adalah panjang gelombang didalam rongga antenna RLSA,  $\epsilon_r$  adalah permitivitas relatif rongga antenna RLSA,  $n$  adalah jumlah ring (1, 2, 3, dst.),  $q$  adalah bilangan bulat (1, 2, 3, dst.) yang menyatakan jarak *ring* terdalam dari pusat antenna RLSA dan  $p$  adalah jumlah satuan *radiator* di *ring* paling dalam.



Gambar 2.9. Parameter-parameter *slot* antenna RLSA[25]

Parameter-parameter yang dimaksud pada persamaan-persamaan sebelumnya yaitu  $S_{\rho}$ ,  $S_{\phi}$ ,  $\rho_{\rho}$ ,  $\rho_1$  dan  $\rho_2$  yang ditunjukkan pada Gambar 2.9. Karena jarak dari pusat satuan

*Radiator* ke *slot* 1 atau *slot* 2 adalah  $\lambda_g/4$ , persamaan (2.5), persamaan (2.6) dan persamaan (2.7) menyatakan jarak *slot* dari pusat antenna[25].

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

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

### 2.2.7. Panjang Slot Antena RLSA

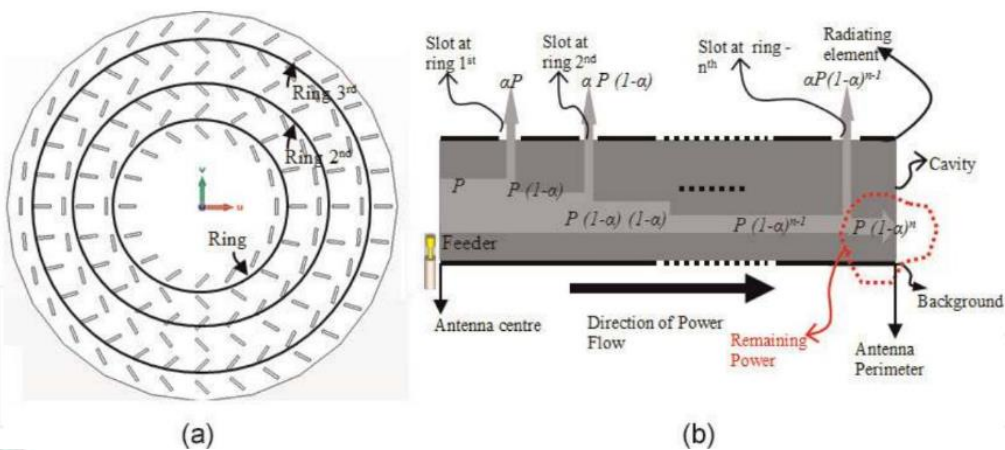
Panjang *slot* pada permukaan elemen radiasi antenna RLSA harus bervariasi untuk mencapai pencahayaan *aperture* yang seragam. Semakin jauh *slot* dari pusat antenna maka semakin panjang *slot* nya. Panjang *slot* adalah fungsi dari  $\rho$  yaitu jarak *slot* dari pusat antenna, seperti yang dinyatakan oleh persamaan (2.8) berikut.

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

Rumus dalam persamaan (2.8) adalah rumus perkiraan, untuk mendapatkan formula yang akurat kita perlu melakukan beberapa pengukuran dan percobaan.

## 2.3. Refleksi Pada Antena RLSA

### 2.3.1. Refleksi Sinyal Karena Sisa Daya



Gambar 2.10. (a) Tampilan atas RLSA (b) Mekanisme aliran daya didalam rongga RLSA[25]



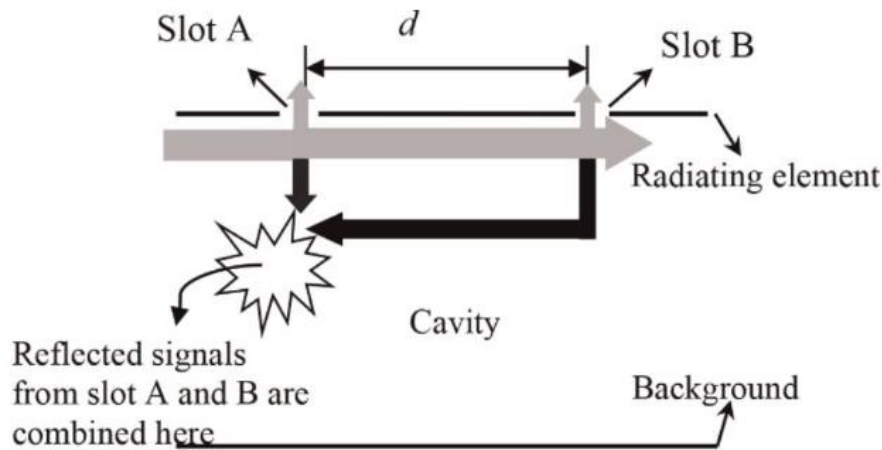
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Daya ( $P$ ) berasal dari *feeder* yang terletak ditengah antenna dan mengalir menuju perimeter antenna, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.10 (b). Ketika daya melewati *slot*, sejumlah daya memancar melalui *slot*. Daya didalam rongga akan berkurang hingga daya mencapai perimeter antenna, persamaan (2.9) menyatakan sisa daya ( $P_R$ ) pada perimeter antenna[25].

$$P_R = P(1 - a)^n \quad (2.9)$$

Persamaan (2.9) menunjukkan bahwa besarnya sisa daya bergantung pada jumlah *ring* ( $n$ ) yang juga berbanding lurus dengan jumlah *slot*. Untuk antenna RLSA kecil yang memiliki jumlah *slot* kecil, jumlah sisa daya disekeliling antenna akan tinggi. Sebagian dari daya yang tersisa ini akan dipantulkan kembali ke *feeder* dan menghasilkan pantulan sinyal yang tinggi, sehingga meningkatkan koefisien refleksi. Untuk antenna RLSA ukuran normal yang memiliki ribuan *slot* daya yang tersisa di perimeter antenna sangat kecil, sehingga pengaruhnya terhadap koefisien refleksi dapat diabaikan.

### 2.3.2. Refleksi Sinyal Karena Sinyal yang Dipantulkan Dari *Slot*



Gambar 2.11. Ilustrasi sinyal yang dipantulkan dari *slot*[25]

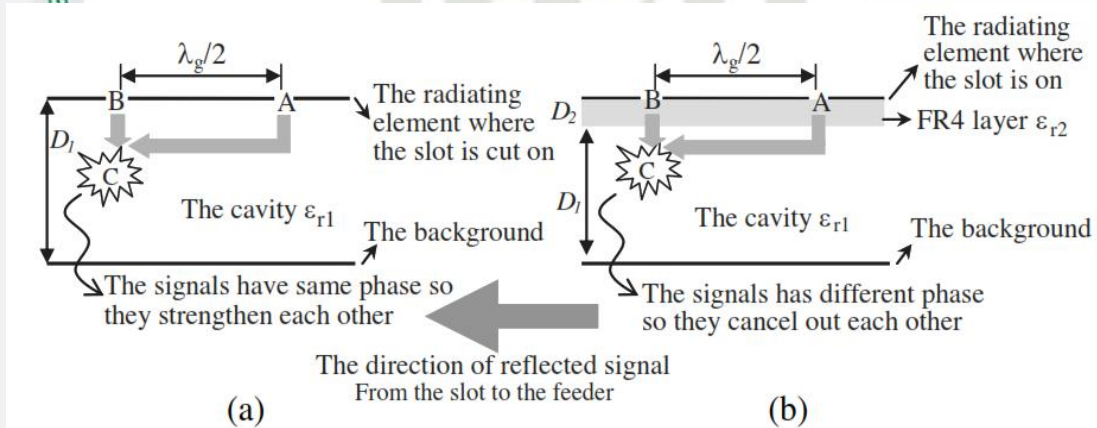
Gambar 2.11 menunjukkan potongan depan antenna RLSA dan aliran sinyal didalam rongga antenna RLSA. Panah abu-abu mewakili sinyal yang mengalir dari tengah antenna RLSA ke perimeter antenna dan panah hitam mewakili sinyal yang dipantulkan dari *slot*. Pada Gambar 2.11 juga menunjukkan bahwa karena jarak antara *slot* ( $d$ ) adalah  $\lambda_g/2$ , sinyal dari *slot* A akan berjalan sejauh  $\lambda_g/2$  untuk mencapai *slot* B. Pada *slot* B, beberapa

- 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.

sinyal dipantulkan kembali dan berjalan sejauh  $\lambda_g/2$  lainnya untuk mencapai *slot* A. Oleh karena itu sinyal yang dipantulkan dari *slot* A dan *slot* B akan berbeda fasa  $\frac{\lambda_g}{2} + \frac{\lambda_g}{2} = \lambda_g$  atau  $360^\circ$  (atau dapat dikatakan tidak ada perbedaan fasa), sehingga akan saling menguatkan dan menghasilkan koefisien refleksi yang tinggi.

#### 2.4. Teori Papan FR-4 Terhadap Koefisien Refleksi

Respon koefisien yang tinggi dari antenna RLSA normal terjadi, karena jarak  $\lambda_g/2$  antara dua *slot* yang berdekatan dalam cincin yang sama.  $\lambda_g$  adalah panjang gelombang sinyal didalam rongga antenna RLSA.



Gambar 2.12. (a) Mekanisme pembangkitan koefisien refleksi tinggi pada RLSA normal

(b) Mekanisme pengurangan koefisien pantulan pada antenna RLSA dengan papan FR-

4[15]

Pada Gambar 2.12 (a) menunjukkan bagaimana mekanisme terjadinya koefisien refleksi yang tinggi pada antenna RLSA normal. Karena jarak antara *slot* A dan B adalah  $\lambda_g/2$ , sinyal yang dipantulkan dari *slot* di A dan di B akan memiliki fasa yang sama di C sehingga akan saling menguatkan saat merambat menuju *feeder*, hal ini akan meningkatkan koefisien refleksi.

Pada Gambar 2.12 (b) menjelaskan proses bagaimana papan FR-4 dapat menurunkan nilai koefisien refleksi pada antenna RLSA. Persamaan dari dua sinyal di C yang dipantulkan dari dua *slot* yang berdekatan (A dan B) dapat dituliskan sebagai berikut[15].

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.

$$E_A = X_A \cos(\omega t - k_1 z_1) \quad (2.10)$$

$$E_B = X_B \cos(\omega t - k_2 z_2) \quad (2.11)$$

Pada persamaan (2.10) dan (2.11) besarnya sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  adalah  $X_A$  dan  $X_B$  diasumsikan sama untuk menyederhanakan analisis). Vektor gelombang  $k_1$  dan  $k_2$  dapat dituliskan secara rinci seperti pada persamaan berikut[15].

$$k_1 = 2\pi/\lambda_{g1} = 2\pi/(\lambda_0/\sqrt{\epsilon_{r1}}) = \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r1}}}{\lambda_0} \quad (2.12)$$

$$k_2 = 2\pi/\lambda_{g2} = 2\pi/(\lambda_0/\sqrt{\epsilon_{r2}}) = \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r2}}}{\lambda_0} \quad (2.13)$$

Kemudian persamaan (2.12) dan (2.13) di substitusikan ke persamaan (2.10) dan (2.11), menghasilkan persamaan berikut[15].

$$E_A = X_A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r1}}}{\lambda_0} z_1\right) \quad (2.14)$$

$$E_B = X_B \cos\left(\omega t - \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r2}}}{\lambda_0} z_2\right) \quad (2.15)$$

Dari persamaan (2.14) dan (2.15) terlihat bahwa sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  memiliki frekuensi yang sama dan fasa yang berbeda. Perbedaan fasa ditentukan oleh perbedaan posisi sinyal dalam rongga ( $z_1$  dan  $z_2$ ) dan permitivitas dielektrik  $\sqrt{\epsilon_{r1}}$  dan  $\sqrt{\epsilon_{r2}}$ . Karena sinyal yang dipantulkan dari slot A dan B memiliki fasa yang berbeda di C, keduanya akan saling meniadakan saat merambat ke feeder, sehingga menurunkan koefisien refleksi antena RLSA.

Untuk mendapatkan koefisien refleksi minimum, jumlah sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  pada semua posisi sepanjang rongga (nilai  $z_1$  dan  $z_2$ ) dan selama waktu operasi ( $t_1$  dan  $t_2$ ) harus minimum. Kondisi ini dapat dinyatakan dalam persamaan (2.16) berikut[15].

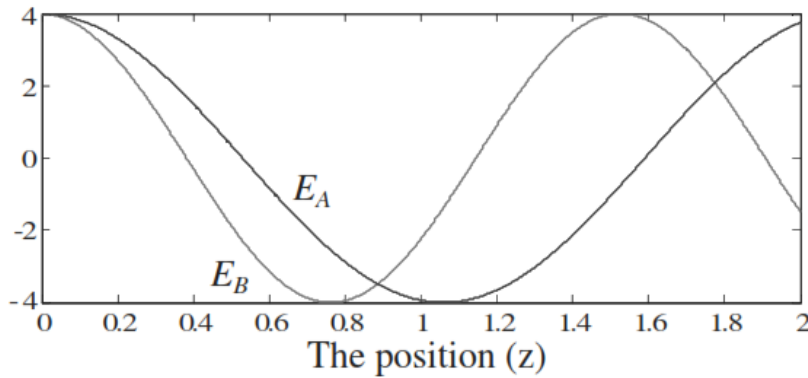
$$\int_{z_1}^{z_2} \int_{t_1}^{t_2} (E_A + E_B) dt dz = \text{minimum}$$

$$\int_{z_1}^{z_2} \int_{t_1}^{t_2} \left( X_A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r1}}}{\lambda_0} z_1\right) + X_B \cos\left(\omega t - \frac{2\pi\sqrt{\epsilon_{r2}}}{\lambda_0} z_2\right) \right) dt dz = \text{minimum}$$

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.

Kondisi minimum dapat dicapai dengan mengatur perbedaan fasa antara sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  sebesar  $\pi$  radian atau  $180^\circ$ . Parameter yang dapat dimodifikasi adalah  $\sqrt{\epsilon_{r1}}$ ,  $\sqrt{\epsilon_{r2}}$ ,  $z_1$  dan  $z_2$ . Namun, nilai yang sesuai untuk  $\sqrt{\epsilon_{r1}}$ ,  $\sqrt{\epsilon_{r2}}$ ,  $z_1$  dan  $z_2$  terlalu rumit dan sulit untuk dihitung secara matematis, karena sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  memiliki perbedaan fasa yang dapat diubah pada posisi yang berbeda ( $z_1$  dan  $z_2$ ) didalam rongga, sebagai contoh Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13. Sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  sepanjang posisi yang berbeda ( $z$ ) [15]

Plot sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  pada posisi yang berbeda (untuk  $X_A = X_B = 4$ ,  $f = 5.8$  GHz,  $\epsilon_1 = 2.33$  dan  $\epsilon_2 = 4.3$ ). Dari Gambar 2.13 dapat diamati bahwa sinyal  $E_A$  dan  $E_B$  memiliki perbedaan fasa yang berbeda untuk posisi yang berbeda. Alasan lain mengapa persamaan sebelumnya sulit untuk dihitung secara matematis adalah bahwa komponen sinyal  $\sqrt{\epsilon_{r2}}$  dari  $E_B$  secara bertahap akan berubah menjadi  $\sqrt{\epsilon_{r1}}$  karena sinyal  $E_B$  keluar dari lapisan material 2 (papan FR-4), memasuki lapisan material 1 (*polypropylene*) dan menyebar sepanjang lapisan.

Parameter lain yang mempengaruhi koefisien refleksi adalah ketebalan papan FR-4, karena ketebalan papan FR-4 menentukan *volume* papan FR-4 tersebut, sehingga menentukan jumlah sinyal  $E_B$  yang merambat didalam papan FR-4. Namun, sama halnya dengan  $\sqrt{\epsilon_{r1}}$  dan  $\sqrt{\epsilon_{r2}}$ , ketebalan papan FR-4 yang paling sesuai yang dapat memenuhi kondisi minimum persamaan (2.16) terlalu rumit untuk dihitung secara matematis dengan alasan yang sama seperti sebelumnya. Karena sangat rumit dan sulit dihitung secara matematis maka satu-satunya cara untuk menemukan nilai yang sesuai adalah dengan melakukan studi parametrik menggunakan perangkat lunak simulasi antenna.

## 2.5. Parameter Performansi Antena

Untuk menentukan sebaik apa performansi dari sebuah antena, diperlukan beberapa parameter performansi untuk mengkonfirmasi bahwa antena tersebut layak digunakan atau tidaknya berdasarkan performansi nya. Adapun beberapa parameter spesifikasi tersebut adalah Koefisien Refleksi (*return loss*), *Gain* (penguatan antena) dan *bandwidth* (lebar pita frekuensi).

### 2.5.1. Voltage Standing Wave Ratio

VSWR merupakan perbandingan antara tegangan maksimum dan tegangan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat tidak *matching* nya impedansi input antena dengan saluran *feeder*. Karena ketidak *matching*-an ini menghasilkan pantulan gelombang yang kembali ke saluran *feeder* atau sebaliknya. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka [26]:

- $\Gamma = -1$  : Refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.
- $\Gamma = 0$  : Tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *match* sempurna.
- $\Gamma = 1$  : Refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam keadaan terbuka.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma(z)|}{1-|\Gamma(z)|} \quad (2.17)$$

Dimana :

$\Gamma(z)$  = Koefisien Refleksi

### 2.5.2. Gain

*Gain* merupakan karakter antena yang memiliki kemampuan mengarahkan radiasi sinyal antena, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. Semakin besar nilai *gain* pada antena maka semakin bagus antena tersebut dalam menerima sinyal. *Gain* merupakan sebuah perbandingan, bukan suatu kuantitas yang bisa diukur dan memiliki satuan *decibel*. Antena yang memiliki *gain* tinggi memiliki karakteristik yang berbeda dengan antena yang memiliki *gain* rendah. *Gain* yang tinggi akan menyebabkan antena memiliki pola radiasi secara *directional* dan sebaliknya. *Gain* suatu antena mempengaruhi direktivitas dan efisiensi antena, hal ini dapat direpresentasikan pada persamaan berikut [26].

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.

$$G = D \cdot \varepsilon_r \quad (2.18)$$

Keterangan :

- $G$  = Gain antena
- $D$  = Directivity antena
- $\varepsilon_r$  = Efisiensi antena

### 5.3. Bandwidth

*Bandwidth* merupakan rentang frekuensi kerja antena, dimana kinerja antena sehubungan dengan beberapa karakteristik sesuai dengan standar yang ditentukan. *Bandwidth* dapat dianggap sebagai rentang frekuensi di kedua sisi frekuensi pusat. Hal ini dapat direpresentasikan dalam persamaan berikut [26].

$$BW = (f_{upper} - f_{lower}) \quad (2.19)$$

Keterangan :

- $BW$  = Bandwidth
- $f_{upper}$  = Frekuensi atas (GHz)
- $f_{lower}$  = Frekuensi bawah (GHz)

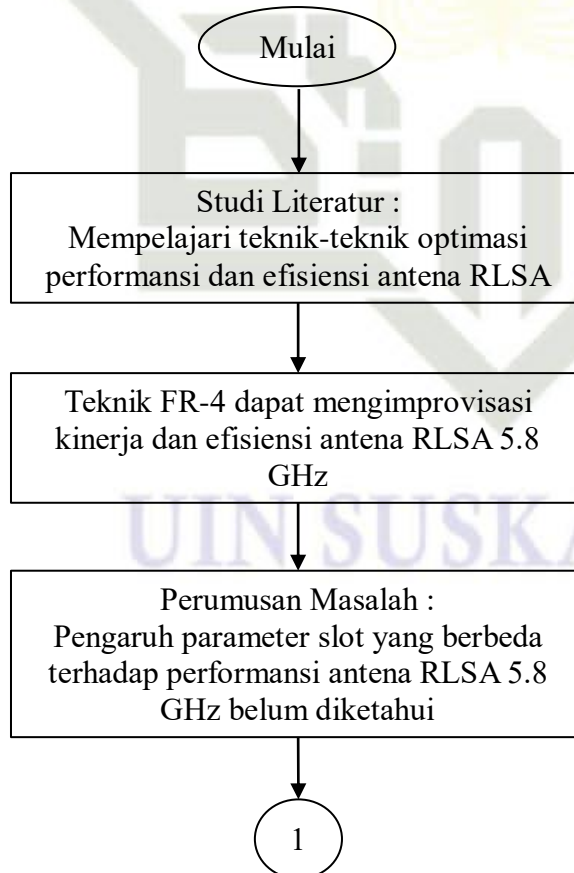
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu penjelasan mengenai sebuah cara atau prosedur yang akan dilakukan pada sebuah penelitian. Prosedur penelitian tentunya harus tersusun secara berurutan dimulai dari langkah memulai penelitian hingga mendapati hasil penelitian. Metode penelitian yang dilakukan oleh penulis termasuk kedalam bentuk penelitian kuantitatif, dimana penelitian yang dilakukan lebih banyak memanfaatkan suatu angka yang terukur sebagai data penelitian. Untuk membuat penelitian lebih terarah, penulis memanfaatkan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai acuan dasar untuk memperkuat latar belakang pada penelitian ini.

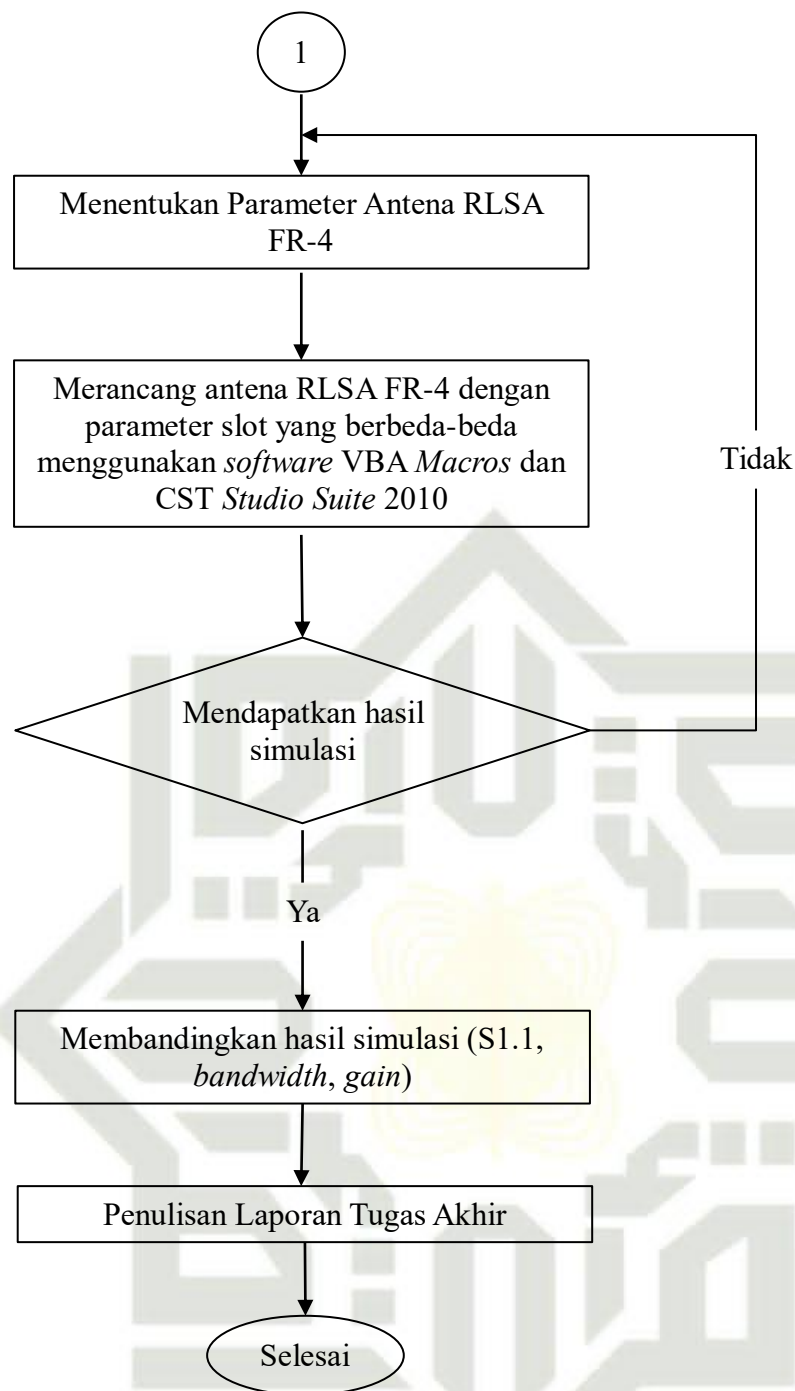
### 3.2. Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini secara struktur dapat dilihat pada gambar 3.1 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.



Gambar 3.1. Flow chart penelitian

Langkah awal penelitian yang dilakukan adalah mempelajari bagaimana teknik-teknik yang dilakukan untuk mengoptimalkan performansi dan efisiensi untuk antenna RLSA pada frekuensi 5.8 GHz berdasarkan teori dan penelitian terdahulu. Dari langkah tersebut didapati bahwa salah satu teknik, yaitu teknik penambahan material FR-4 dapat mengimprovisasi kinerja antenna RLSA dengan ketebalan dan permitivitas tertentu, serta memudahkan proses fabrikasi dengan menggunakan proses *etching* sederhana. Namun, pengaruh parameter *slot* berbeda terhadap peformansi antenna belum diketahui pada



Rancangan antenna RLSA FR-4, sehingga hal ini perlu diidentifikasi untuk melihat performansi antenna nya.

Beberapa model antenna dirancang dan simulasikan untuk mendapati hasil kinerja antenna RLSA FR-4. Rancangan ini menggunakan parameter *slot* yang berbeda, yaitu dimulai dari  $p_0=6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15$ , hingga  $p_0=16$ . Perancangan dan simulasi dilakukan dengan memanfaatkan *software Virtual Basic Application Macros* dan *Computer Simulation Technology Studio Suite 2010*.

Hasil yang didapati akan dibandingkan untuk setiap rancangan antenna RLSA FR-4 dengan parameter *slot* yang berbeda. Adapun beberapa parameter hasil yang akan dibandingkan adalah  $S_{11}$ , *bandwidth* dan *gain*.

### 3.3. Perangkat dan Software Perancangan Antena RLSA FR-4

Perangkat *hardware* dan *software* yang digunakan oleh penulis untuk merancang dan mensimulasikan antenna RLSA FR-4 pada frekuensi 5.8 GHz dapat dilihat sebagai berikut.

1. Perangkat *hardware* yang digunakan dalam proses perancangan dan simulasi *prototype* antenna RLSA FR-4, mempunyai spesifikasi yaitu :
  - a. Laptop Lenovo *Thinkpad* T410
  - b. Intel(R) *core* (TM) i5 CPU M 520 @2.40GHz 2.40GHz
  - c. *Memory* RAM 8 GB
  - d. 64-bit *operating system*
  - e. *Memory* SSD 150 GB.
2. *Software Virtual Basic Application Macros* (RLSA\_untuk\_5.8\_GHz.msc)  
*Software* VBA ini berfungsi untuk merancang struktur dasar *prototype* antenna RLSA FR-4 pada frekuensi 5.8 GHz secara sistematis.



Gambar 3.2. *Software* VBA macros

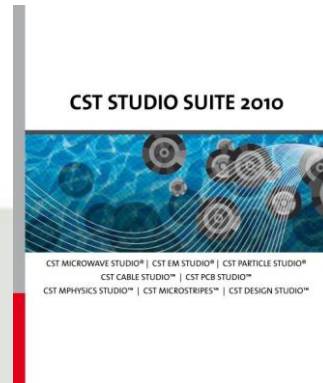
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

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.

3. *Software Computer Simulation Technology Studio Suite 2010*

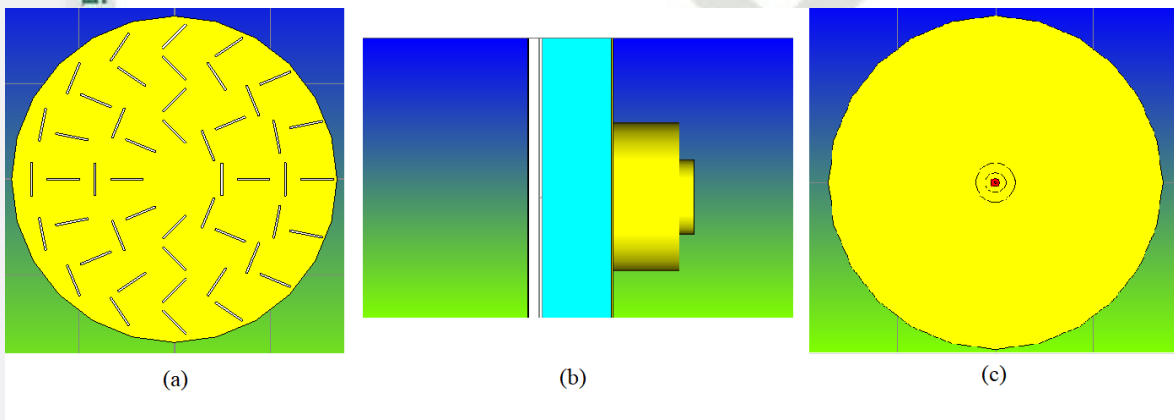
*Software CST Studio Suite 2010* ini digunakan untuk menampilkan gambar rancangan antenna RLSA FR-4 serta juga digunakan untuk mensimulasikan rancangan agar menghasilkan parameter kinerja antenna yang dirancang.



Gambar 3.3. *CST studio suite 2010*

**3.4. Rancangan Acuan Antena RLSA FR-4**

Merujuk pada referensi sebelumnya, desain antenna RLSA FR-4 pada penelitian ini menggunakan papan FR-4 sebagai bahan dielektrik kedua setelah *polypropylene*. Dengan harapan dapat mengurangi koefisien refleksi yang dihasilkan oleh antenna akibat tidak *matching* nya antara komponen logam antenna dengan saluran transmisi *fedeer*. Sebelum melakukan penelitian berdasarkan judul, penulis mencoba mendesain dan mesimulasikan kembali antenna RLSA FR-4 yang telah didesain sebelumnya pada penelitian terakhir studi literatur penulis, mengenai antenna RLSA FR-4. Rancangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.4. (a) Rancangan antenna RLSA FR-4 tampak depan (b) Rancangan antenna RLSA FR-4 tampak samping (c) Rancangan Antena RLSA FR-4 tampak belakang

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 3.6 merupakan rancangan antenna RLSA FR-4 yang merujuk pada penelitian terakhir tentang antenna ini. Adapun parameter spesifikasi yang digunakan disesuaikan berdasarkan penelitian terakhir mengenai antenna RLSA FR-4, dapat dilihat pada tabel berikut ini [15].

Tabel 3.1. Parameter acuan rancangan antenna RLSA FR-4

Parameter Spesifikasi	Simbol	Nilai
Frekuensi	$f$	5.8 GHz
Panjang <i>Slot</i>	$L$	$0.5 \lambda$
Lebar <i>Slot</i>	$W$	1 mm
Jumlah <i>Ring</i>	$N$	2 rings
Jumlah Pasangan <i>Slot</i> pada <i>Ring</i> Pertama	$p_0$	8
Jari-jari Antena	$R$	85
Material <i>Cavity</i>	—	<i>Polypropylene</i>
Ketebalan <i>Cavity</i>	$D_1$	8 mm
Permitivitas <i>Cavity</i>	$\epsilon_{r1}$	2.33
Ketebalan Papan FR-4	$D_2$	1.6 mm
Permitivitas Papan FR-4	$\epsilon_{r2}$	4.3

### 3.5. Spesifikasi Rancangan Antena RLSA FR-4

Spesifikasi dalam rancangan ini mengacu kepada penelitian sebelumnya oleh Purnamirza (2010) [15]. Parameter ketebalan dan permitivitas terbaik untuk material papan FR-4 bernilai 1.6 mm dan 4.3.

Tabel 3.2. Parameter desain antenna RLSA FR-4

Parameter Spesifikasi	Simbol	Nilai
Frekuensi	$f$	5.8 GHz
Panjang <i>Slot</i>	$L$	$0.5 \lambda$
Lebar <i>Slot</i>	$W$	1 mm
Jumlah <i>Ring</i>	$N$	2 rings

Jumlah Pasangan <i>Slot</i> pada <i>Ring</i> Pertama	$p_0$	Variasi : 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16 pasangan
Jari-jari Antena	$R$	Variasi : 75, 85, 120 mm
Material <i>Cavity</i>	—	<i>Polypropylene</i>
Ketebalan <i>Cavity</i>	$D_1$	8 mm
Permitivitas <i>Cavity</i>	$\epsilon_{r1}$	2.33
Ketebalan Papan FR-4	$D_2$	1.6 mm
Permitivitas Papan FR-4	$\epsilon_{r2}$	4.3

Tabel 3.3. Jenis material komponen antena RLSA

Komponen Antena	Jenis Material
<i>Background</i>	Logam Tembaga
<i>Cavity</i> (dielektrik 1)	<i>Polypropylene</i>
Dielektrik 2	FR-4
<i>Radiating Element</i>	Logam Tembaga
<i>Slot</i>	<i>Vacuum</i>
<i>Feeder</i>	Logam Tembaga

### 3.6. Spesifikasi Target Performansi Antena RLSA FR-4

Karena antena RLSA merupakan antena yang masih dalam tahap pengembangan, spesifikasi target yang diinginkan menyesuaikan dengan spesifikasi yang ada pada umumnya, ada pun spesifikasi target tersebut sebagai berikut.

Tabel 3.4. Spesifikasi target performansi antena RLSA FR-4

<i>Return Loss</i> (dB)	<i>Gain</i> (dBi)	<i>Kapasitas Bandwidth</i> (MHz)
$\leq -10$	6 – 12 atau lebih tinggi	$\geq 160$

### 3.7. Rancangan Antena RLSA FR-4

Rancangan Antena RLSA FR-4 ini dilakukan dengan tiga tahapan, tahapan pertama adalah merancang antena RLSA tanpa penambahan material FR-4 sesuai dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

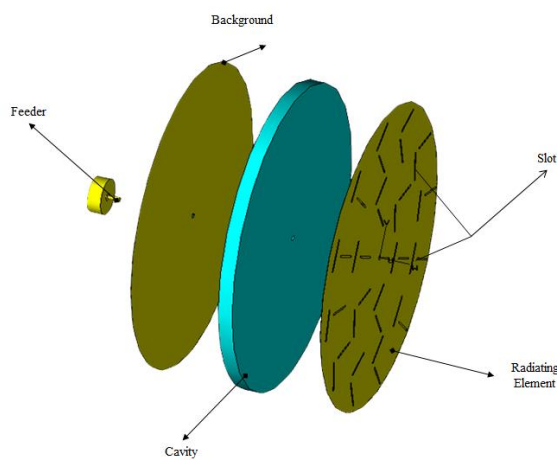
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

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

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.

spesifikasi rancangan. Tahapan kedua adalah menambahkan material papan FR-4 pada rancangan antenna RLSA sesuai dengan spesifikasi rancangan. Kemudian tahapan ketiga mensimulasikan rancangan antenna RLSA FR-4 untuk mendapatkan hasil parameter kinerja antenna tersebut. Antena RLSA FR-4 dirancang dengan beberapa desain, desain ini memiliki parameter rancangan yang berbeda. Adapun parameter yang berbeda untuk tiap desain tersebut adalah  $p_0=6$ ,  $p_0=7$ ,  $p_0=8$ ,  $p_0=9$ ,  $p_0=10$ ,  $p_0=11$ ,  $p_0=12$ ,  $p_0=13$ ,  $p_0=14$ ,  $p_0=15$ ,  $p_0=16$ .

### 3.7.1. Model Antena RLSA Tanpa Penambahan Material FR-4



Gambar 3.5. Struktur dasar antenna RLSA

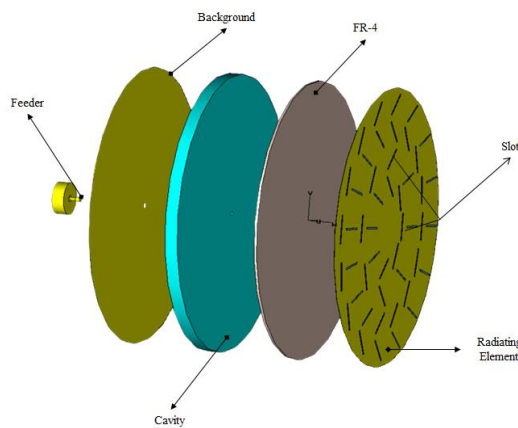
Gambar 3.4 merupakan desain antenna RLSA sebelum ditambahkan material papan FR4, desain ini merupakan desain standar pada *software VBA macros*. Adapun struktur dari antenna ini dimulai dari belakang adalah *feeder*, *background*, *cavity*, *radiating element* dan *slot*. Desain ini akan menjadi acuan untuk merancang antenna RLSA FR-4.

### 3.7.2. Menambahkan Material FR-4 Kedalam Desain Antena RLSA

Berdasarkan acuan desain sebelumnya, material FR-4 akan ditambahkan diantara *cavity* dan *radiating element*. Dengan spesifikasi ketebalan papan FR-4 1.6 mm, permitivitas material 4.3, jari-jari dimensi 85 mm. Sehingga struktur antenna dimulai dari belakang menjadi *feeder*, *background*, *cavity*, Papan FR-4, *radiating element* dan *slot*.

**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.



Gambar 3.6. Struktur antenna RLSA dengan penambahan papan FR-4

**3.7.3. Mensimulasikan Rancangan Antena RLSA FR-4**

Setelah rancangan antenna RLSA FR-4 selesai dibuat, selanjutnya mensimulasikan antenna tersebut untuk mendapati parameter kinerja. Simulasi dijalankan dengan mengatur rentang frekuensi, untuk melihat hasil sesuai dengan frekuensi yang diinginkan. Adapun rentang frekuensi tersebut adalah untuk frekuensi tengah 5.8 GHz, sehingga frekuensi minimal diatur pada nilai 4.8 GHz dan frekuensi maksimal diatur pada nilai 6.8 GHz.

**3.8. Analisa Hasil Simulasi Antena RLSA FR-4**

Analisa hasil simulasi antenna RLSA FR-4 dilakukan untuk melihat parameter kinerja dari desain-desain antenna tersebut. Adapun parameter yang dibandingkan adalah  $S_{11}$ , *bandwidth* dan *gain*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan simulasi dan menganalisis hasil simulasi, maka dapat ditarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan tersebut disusun berupa poin-poin berikut.

1. Performansi terbaik dari rancangan-rancangan antenna RLSA FR-4 dengan parameter slot yang berbeda dihasilkan oleh rancangan antenna RLSA FR-4  $P_0=7$ , dengan nilai koefisien refleksi (*return loss*) -22.64 dB, nilai *gain* 13.36 dBi, serta kapasitas *bandwidth* sebesar 400 MHz.
2. Parameter slot berpengaruh cukup signifikan terhadap parameter performansi *return loss* dan *gain*, namun bersifat relatif (berdasarkan faktor-faktor lainnya) pada kapasitas *bandwidth*.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh, penulis memiliki beberapa saran untuk pengembangan potensi antenna, khusus nya antenna RLSA FR-4. Penulis menyarankan untuk memperluas parameter performansi yang dianalisis dan mencoba mengaplikasikannya kedalam studi kasus guna memanfaatkan potensi antenna RLSA FR-4. Jika pada penelitian ini hanya berfokus mencari potensi RLSA FR-4 sebagai antenna yang bekerja pada frekuensi Wi-Fi, untuk selanjutnya disarankan mencoba mengaplikasikannya sesuai atau berdasarkan karakteristik antenna RLSA FR-4 tersebut. Adapun parameter performansi lain yang dimaksud seperti pola radiasi, polarisasi, *beamwidth* dan efisiensi antenna. Selain itu, penulis juga menyarankan untuk melakukan fabrikasi antenna yang nantinya dapat membandingkan hasil simulasi dan hasil pengukuran terhadap *prototype* antenna guna untuk memverifikasi hasil simulasi yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. C. Kelly, D. Laboratories, H. A. Company, and C. City, "Recent Annular Slot Array Experiments," vol. 19, no. 604, 1957.
- [2] T. Purnamirza, P. Budikesuma, I. M. Bin Ibrahim, and D. Rahmi, "A Small RLSA Antenna Utilizing the Specification of Back Fires 17 dBi LAN Antennas," vol. 16, no. 6, pp. 2871–2878, 2018, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v16i6.10414.
- [3] Asmarita, "Rancang Bangun Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Untuk Jaringan WIFI Sesuai Spesifikasi Pasar," 2017.
- [4] H. Suryadi, "Analisa perancangan dan perbandingan performansi antena radial line slot array (rlsa) dan mikrostrip pada jaringan wlan dengan frekuensi 5.8 ghz," 2021.
- [5] F. Ayu, "Theoretical Investigations of Linearly Polarized Radial Line Slot Array ( = SA ) Antenna for Wireless LAN Indoor," pp. 364–367, 2002.
- [6] M. Badri, "Rancang Bangun Prototype Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Dual Band Dual Beam Menggunakan Teknik Pemotongan 1/2 Lingkaran Pada Frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz," 2019.
- [7] M. Afrizal, "Analisa Perancangan Antena RLSA Dengan Pemotongan Setengah Lingkaran dan Penambahan AMC Reflektor Pada Frekuensi 5,8 GHz," 2022.
- [8] T. Purnamirza *et al.*, "Multibeam One-Third Radial Line Slot Array (RLSA) antennas," *Prog. Electromagn. Res. M*, vol. 112, pp. 205–215, 2022, doi: 10.1080/02726343.2023.2177388.
- [9] T. Purnamirza, I. Mohd, I. Rika, and S. Sutoyo, "Cutting Technique for Constructing Small Radial Line Slot Array Antennas," vol. 21, no. 1, pp. 35–43, 2021.
- [10] T. Purnamirza, I. Akbar, R. Susanti, M. I. Ibrahim, and D. Rahmi, "Dual beam half Radial Line Slot Array ( RLSA ) antennas Dual beam half Radial Line Slot Array ( RLSA ) antennas," *Electromagnetics*, vol. 42, no. 2, pp. 116–126, 2022, doi: 10.1080/02726343.2022.2067965.



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.
- [11] M. D. Aldhani, "Rancang Bangun Prototype Antenna Radial Line Slot Array (RLSA) Dengan Teknik Pemotongan 1/5 Lingkaran Pada Frekuensi 5.8 GHz," 2022.
  - [12] A. SYALFITRA, "Perancangan Prototype Antena RLSA ( Radial Line Slot Array ) Tiga Beam Pada Arah Horizontal Di Frekuensi 5,8 GHz," 2019.
  - [13] T. Ichii Takada, M. Ando, and N. Goto, "A Reflection Cancelling Slot Set in a Linearly Polarized Radial Line Slot Antenna," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 40, no. 4, pp. 433–438, 1992, doi: 10.1109/8.138845.
  - [14] M. I. Imran, A. Riduan, A. R. Tharek, and A. Hasnain, "Beam squinted Radial Line Slot Array Antenna (RLSA) design for point-to-point WLAN application," *2007 Asia-Pacific Conf. Appl. Electromagn. Proceedings, APACE2007*, pp. 3–6, 2007, doi: 10.1109/APACE.2007.4603873.
  - [15] T. Purnamirza and T. A. Rahman, "A NOVEL TECHNIQUE IN SIMPLIFYING THE FABRI- CATION PROCESS AND IMPROVING THE REFLEC-," vol. 26, no. December 2011, pp. 535–548, 2012.
  - [16] G. C. Southworth, "Microwave Radio Transmission," 1946.
  - [17] K. C. Kelly, H. A. Company, and C. City, "Arbitrarily Polarized Planar Antennas," vol. 33, no. 600, pp. 119–127, 1961.
  - [18] E. J. Goebels, K. C. Kelly, and JR, "Annular Slot Monopulse Antenna Array," no. 42, pp. 342–349, 1961.
  - [19] G. N and Y. M, "Circularly Polarized Radial Line Slot Antennas," *IECE Tech. Rep.*, vol. AP89-54, p. 43, 1980.
  - [20] M. Ando, M. Takahashi, M. Natori, J. Takada, and N. Goto, "Single-layered radial line slot antenna for DBS reception," *Conf. Proc. - Eur. Microw. Conf.*, vol. 2, no. 20, pp. 1541–1546, 1990, doi: 10.1109/euma.1990.336287.
  - [21] P. W. Davis and M. E. Bialkowski, "Performance of a linearly polarized RLSA antenna for different beam squint angles," *Asia-Pacific Microw. Conf. Proceedings, APMC*, vol. 2, pp. 653–656, 1997, doi: 10.1109/apmc.1997.654626.

22] M. E. Bialkowski and P. W. Davis, “Comparing Beam Squinting and Reflection Cancelling Slot Methods for Return Loss Improvement in RLSA Antenna,” pp. 1938–1941, 1997.

23] M. I. Imran and A. R. Tharek, “Radial Line Slot Antenna Development for Outdoor Point to Point Application at 5.8GHz Band,” 2004.

24] T. A. Rahman, I. M. Ibrahim, P. S. Wei, J. Ahmad, and A. G. C. Wahab, “A study on effectiveness of FR4 as a dielectric material for radial line slot array antenna for wireless backhaul application,” *17th Asia-Pacific Conf. Commun. APCC 2011*, no. October, pp. 385–388, 2011, doi: 10.1109/APCC.2011.6152839.

25] T. Purnamirza, “Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna,” in *IntechOpen*, vol. 11, no. tourism, 2016, p. 13.

26] C. A. Balanis, “Antenna Theory Analysis and Design 2ed.” 1997.

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.

## LAMPIRAN A

### MERANCANG MODEL ANTENA RLSA FR-4

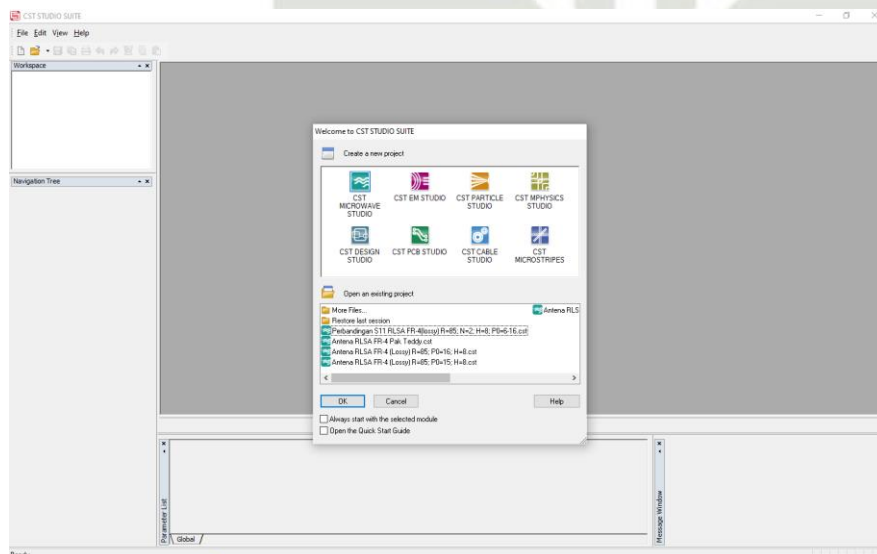
Pada lampiran ini dijelaskan bagaimana proses merancang antenna RLSA FR-4 menggunakan *software* CST *Studi Suite* 2010. Sebelum menambahkan material papan FR-4 kedalam rancangan, antenna RLSA dirancang terlebih dahulu sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Berikut adalah langkah-langkah dalam merancang antenna RLSA FR-4.

1. *Install software* CST pada perangkat *hardware* (PC/Laptop), kemudian buka *shortcut software* **CST Design Environment** seperti gambar berikut.



Gambar A.1. *Icon* CST studio suite 2010

2. Kemudian akan muncul tampilan dasar CST *Studio Suite* 2010 dan bersamaan dengan munculnya jendela *project* seperti pada gambar A.2. *Double* klik pada opsi **CST Microwave Studio**.



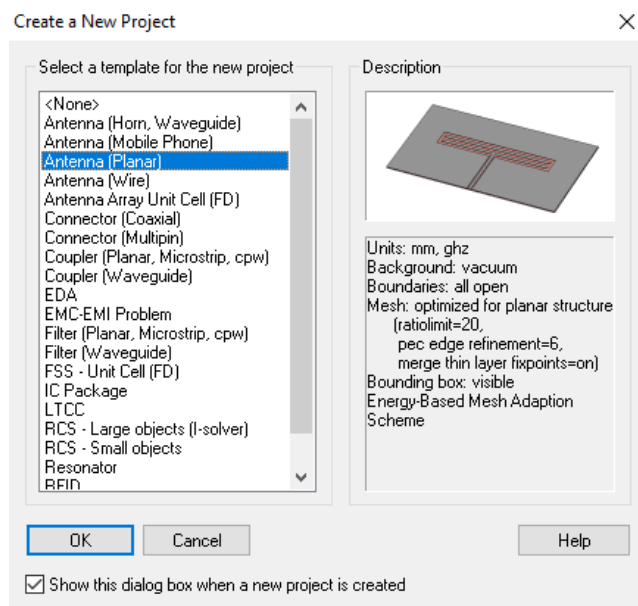
Gambar A.2. Tampilan awal CST *Studio Suite* 2010

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 Dilindungi Undang-Undang

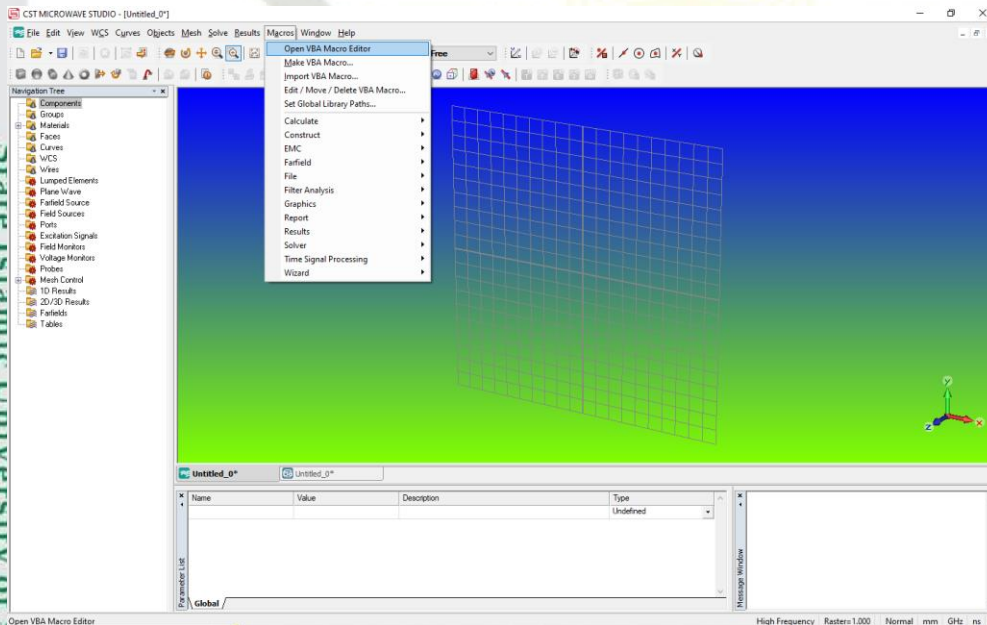
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Setelah memilih opsi *project*, akan muncul jendela untuk memilih *template project* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar A.3. *Double* klik pada opsi **Antenna (Planar)**.



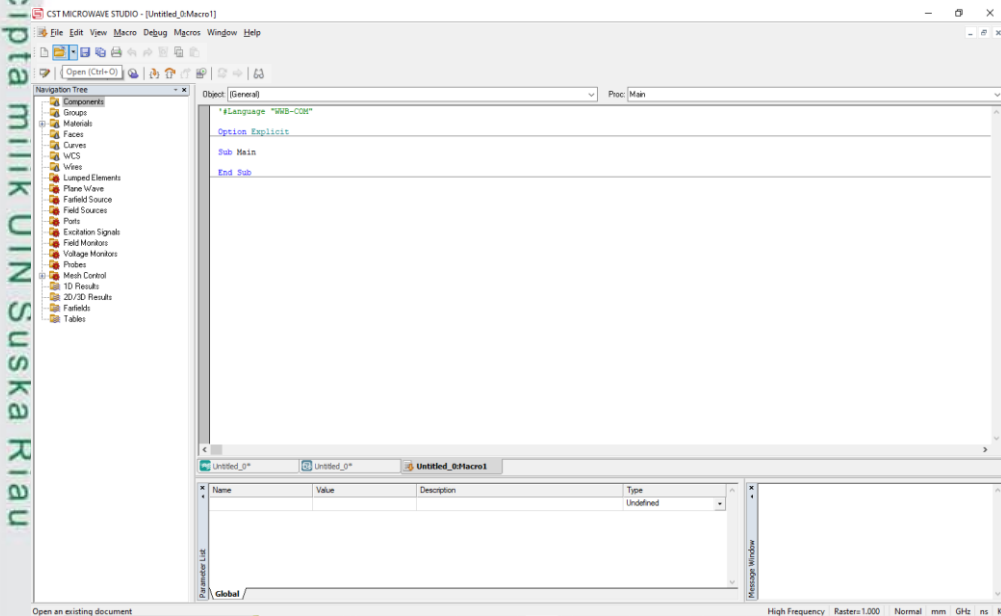
Gambar A.3. Tampilan jendela opsi *template project*

4. Buka menu *macros* dan pilih opsi *open VBA macro editor* seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut.



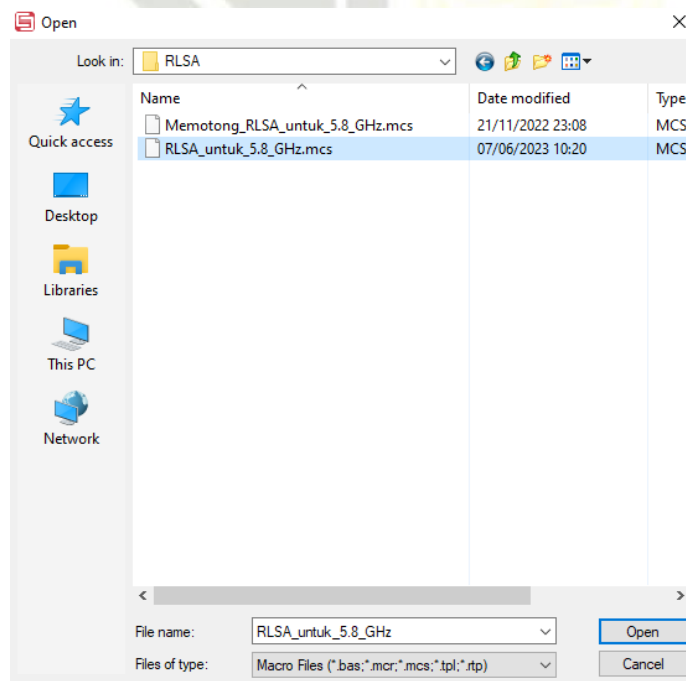
Gambar A.4. Tampilan opsi *open VBA macro editor*

Maka akan muncul tampilan jendela *macro* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar A.5, lalu pilih menu *open* di menu *main bar*.



Gambar A.5. Tampilan jendela *macro editor*

6. Lalu pilih file **RLSA\_untuk\_5.8\_GHz.mcs** yang telah disediakan sebelumnya, klik *open button* seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar A.6. Tampilan jendela *open files*

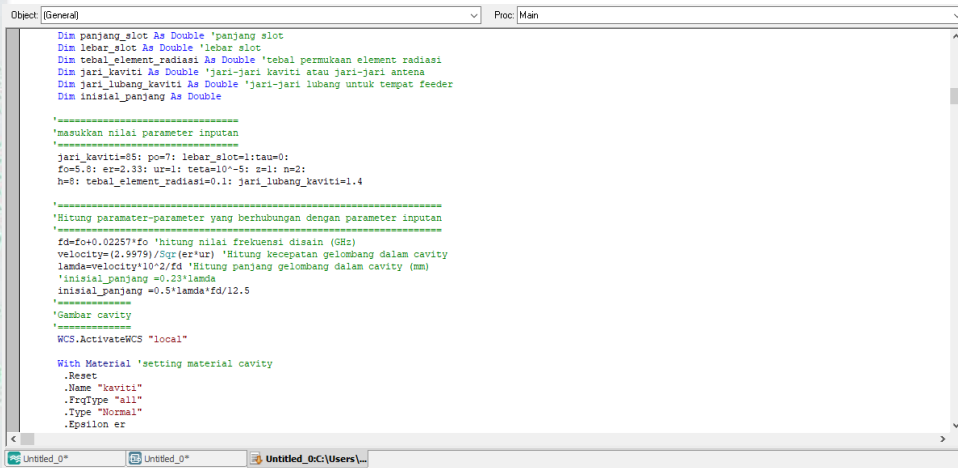
### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 Dilindungi Undang-Undang**

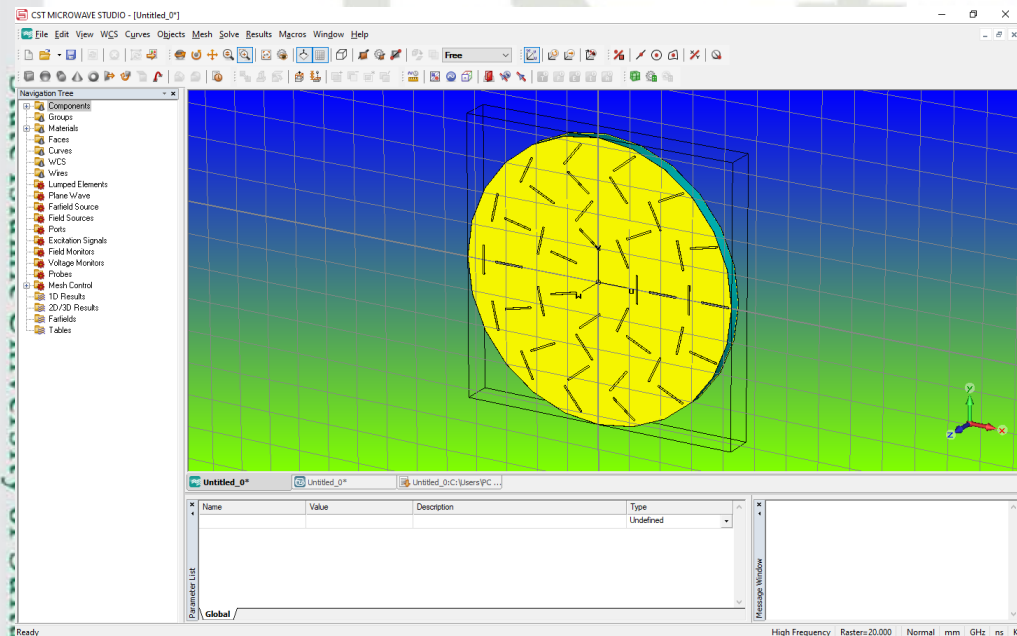
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Maka akan muncul tampilan *source code* pada jendela *macros*, selanjutnya masukkan parameter-parameter spesifikasi antena RLSA FR-4 yang dirancang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya, seperti yang tampak pada gambar berikut.



Gambar A.7. Tampilan *file .msc* pada jendela *macro* setelah dibuka

8. Kemudian klik tombol **run macro** pada *menu bar* untuk menjalankan *source code*, maka rancangan antena RLSA akan di desain otomatis pada jendela utama seperti yang tampak pada gambar berikut.

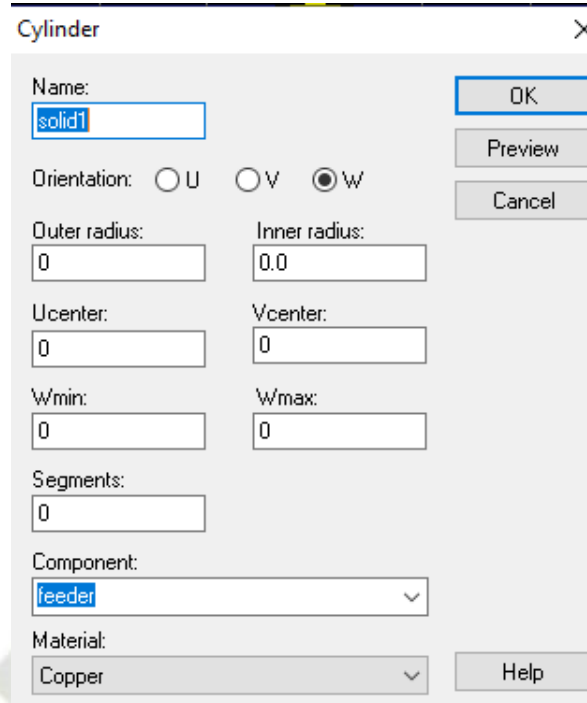


Gambar A.8. Tampilan jendela utama setelah *macro* di *running*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

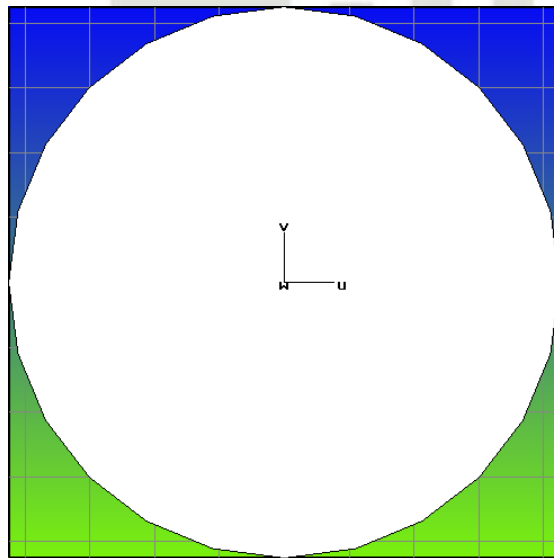
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Langkah selanjutnya adalah menambahkan material FR-4. Klik **create cylinder**, diikuti dengan menekan tombol **Escape** pada *keyboard*. Maka akan muncul jendela seperti yang tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar A.9. Tampilan penambahan komponen *cylinder*

10. Masukkan nama komponen menjadi Papan FR-4, kemudian parameter lainnya menyesuaikan parameter rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya, lalu klik **OK**. Maka material baru ditambahkan seperti yang tampak pada gambar dibawah ini.

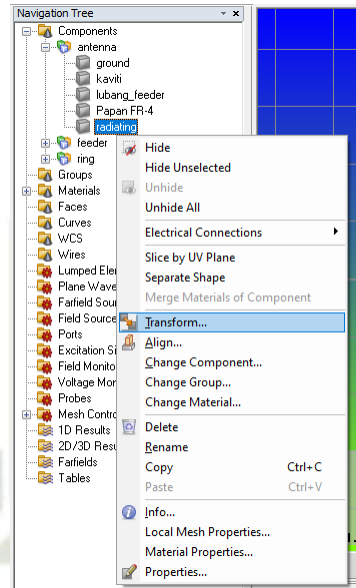


Gambar A.10. Tampilan material papan FR-4 ditambahkan ke desain

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

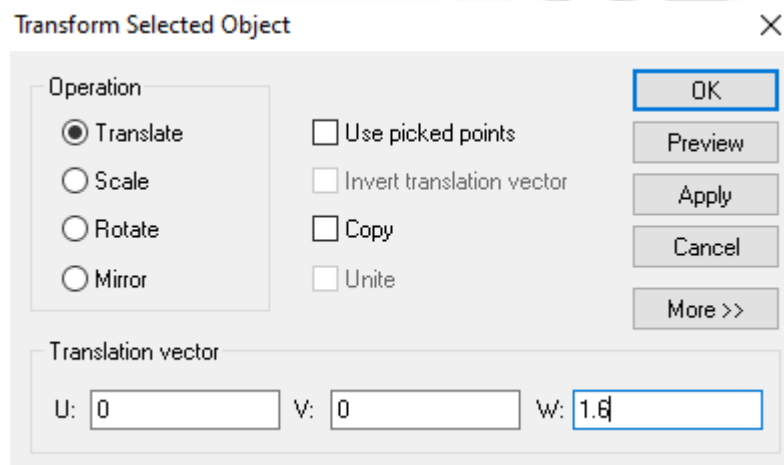
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

1. Karena material papan FR-4 berada pada permukaan antenna, maka *element radiating* dan *slot* dipindahkan dengan cara pada *navigation tree* klik *components* > *antenna* > *radiating*, lalu klik kanan pilih *Transform* untuk mengubah posisi material sesuai dengan ketebalan papan FR-4.



Gambar A.11. Tampilan memindahkan material *radiating*

12. Setelah itu, maka akan muncul jendela *Transform Selected Object* untuk menentukan seberapa besar perpindahan posisi material. Isi pada kolom **W** dengan nilai ketebalan papan FR-4 yaitu 1.6 untuk memindahkannya keatas, seperti yang tampak pada gambar dibawah ini.



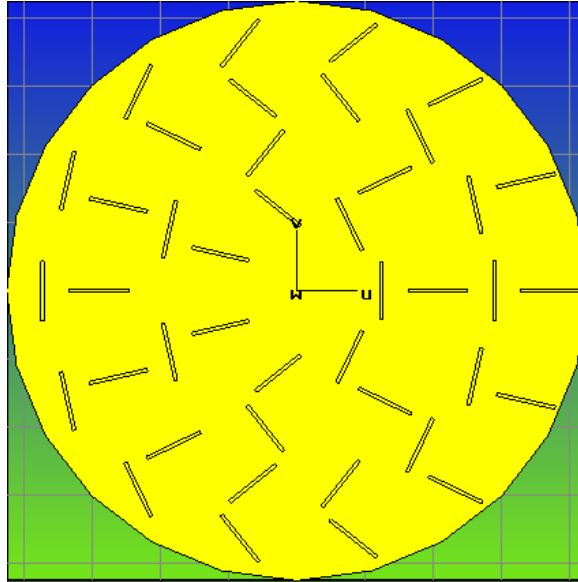
Gambar A.12. Tampilan jendela *transform selected object*



13.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

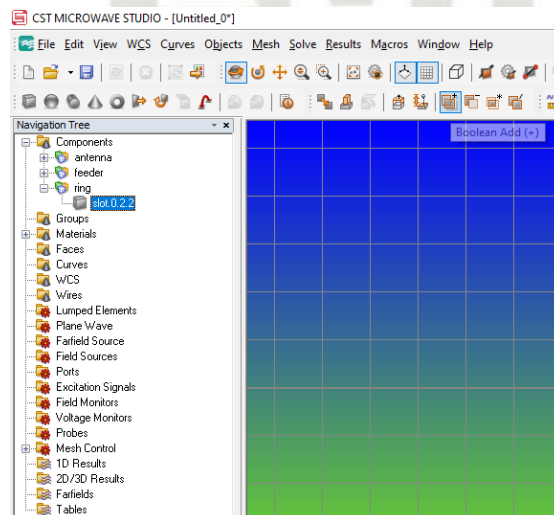
Lakukan langkah 11 dan 12 untuk memindahkan elemen *slot* dengan cara, pada *navigation tree* klik *component* > *ring*. Maka *element radiating* dan *slot* akan berpindah ke bagian atas antenna seperti gambar berikut.



Gambar A.13. Tampilan *element radiating* dan *slot* yang telah diubah posisinya

14.

Langkah selanjutnya adalah menggabungkan semua *slot* menjadi satu *subpoint* dengan cara, pada *navigation tree* klik *ring* lalu pilih opsi *boolean add*. Maka *slot* menjadi satu *subpoint* dengan nama *slot.0.1.1* lalu ubah menjadi *slot.0.2.2* seperti yang tampak pada gambar berikut.



Gambar A.14. Tampilan menggabungkan *slot* menjadi satu *subpoint*

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.

## 15.

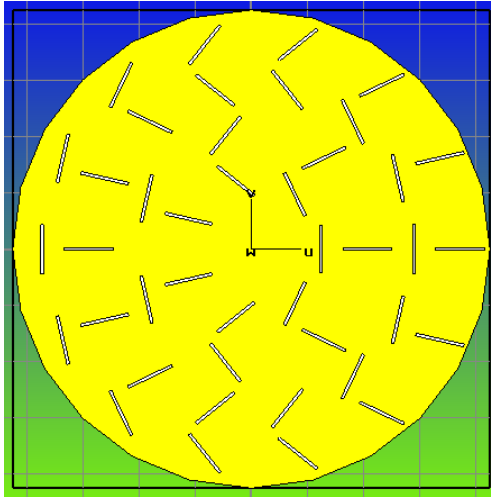
## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

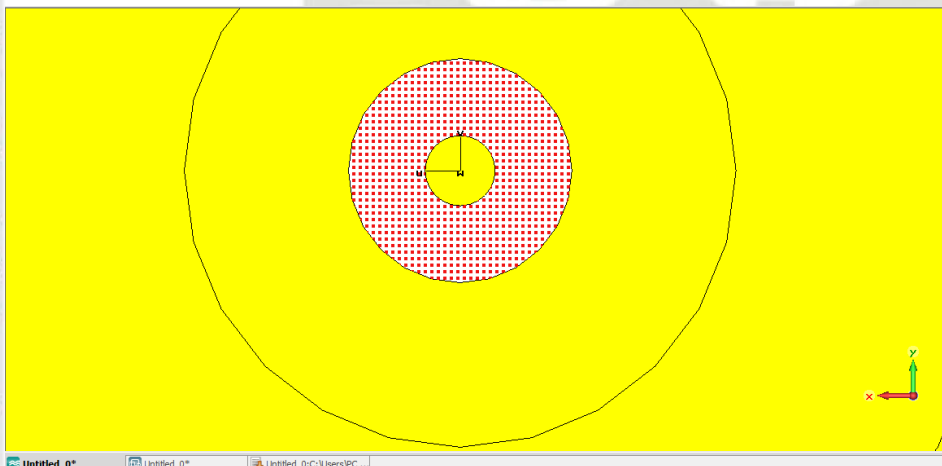
Langkah selanjutnya adalah melubangi *slot*, dengan cara pada *navigation tree* > *component* > *antenna* > *radiating* lalu pilih **Boolean Insert**, selanjutnya klik *navigation tree* > *component* > *ring* > *slot.0.2.2* lalu tekan **enter** pada *keyboard*. Maka *slot* akan dilubangi seperti yang tampak pada gambar berikut.



Gambar A.15. Tampilan antenna RLSA FR-4 setelah *slot* dilubangi

## 16.

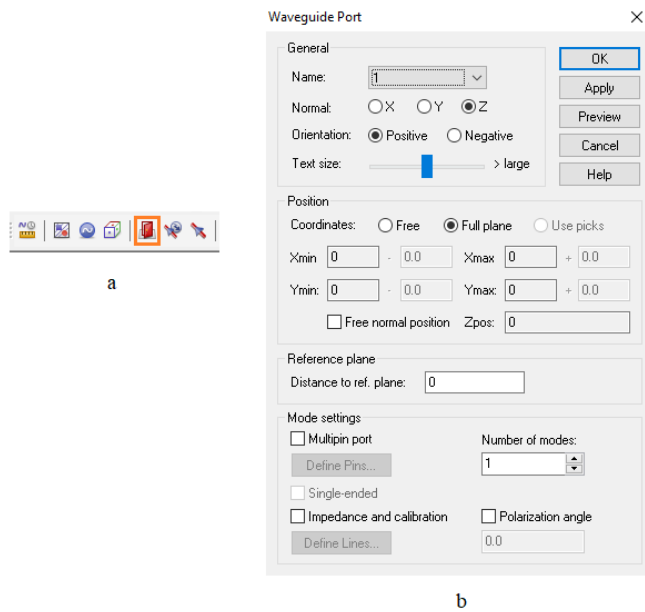
Langkah selanjutnya adalah menambahkan *waveguard port* pada antenna, dengan cara, pergi ke bagian belakang antenna dan perbesar pada pusat nya. Kemudian klik kanan kemudian pilih opsi **pick** > **pick face** lalu klik 2 kali pada bagian putih *feeder*. Maka antenna sudah di *pick* seperti yang tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar A.16. Tampilan antenna RLSA FR-4 setelah *dipick*

17.

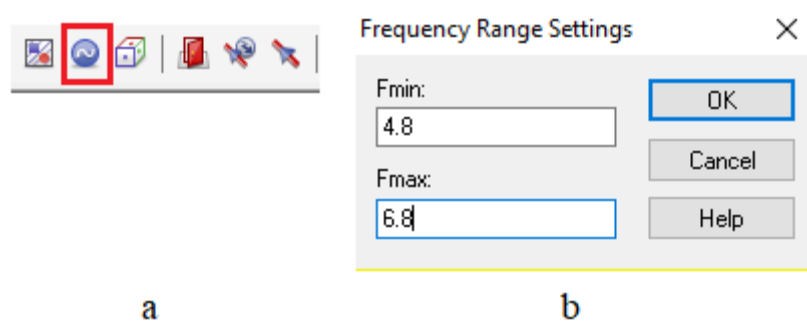
Tambahkan *waveguide port* dengan cara klik icon *waveguide port* lalu akan muncul jendela *waveguide port* dan klik **OK**.



Gambar A.17 (a) Opsi *waveguide port* (b) Jendela *waveguide port*

18.

Kemudian atur rentang frekuensi kerja antenna dengna cara klik *frequency range* lalu akan muncul jendela *frequency range*, isi pada frekuensi minimal 4.8 GHz dan pada frekuensi maksimal 6.8 GHz.

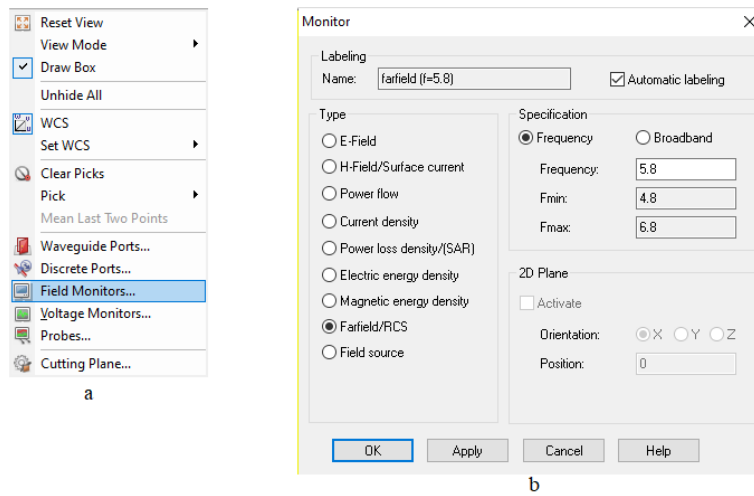


Gambar A.18 (a) Opsi *frequency range* (b) Jendela *frequency range settings*

- 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.

## 9.

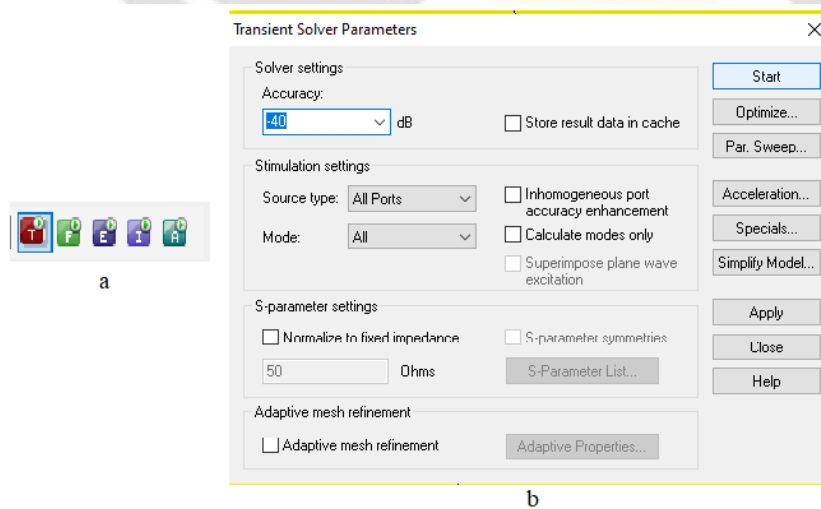
Lalu klik kanan dan pilih opsi **Field Monitors**, maka akan muncul jendela **Monitor** dan pilih **Farfield/RCS** dan klik **OK**.



Gambar A.19 (a) Opsi *field monitors* (b) Jendela *monitor*

## 20.

Langkah terakhir adalah memulai simulasi dengan pilih opsi **Transient Solver** maka akan muncul jendela **transient solver parameters** lalu pilih **accuracy -40 dB** dan klik **start**.



Gambar A.20 (a) Opsi *transient solver* (b) Jendela *transient solver parameters*

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.

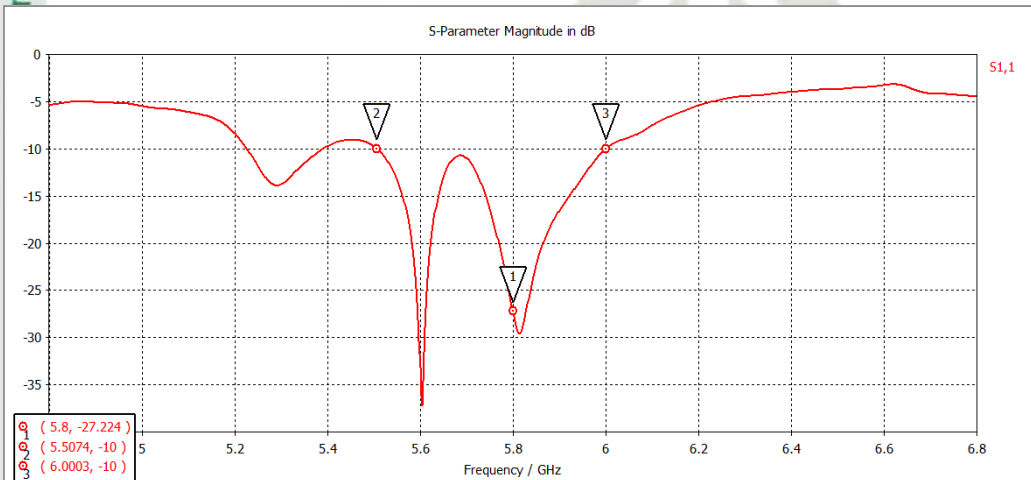
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

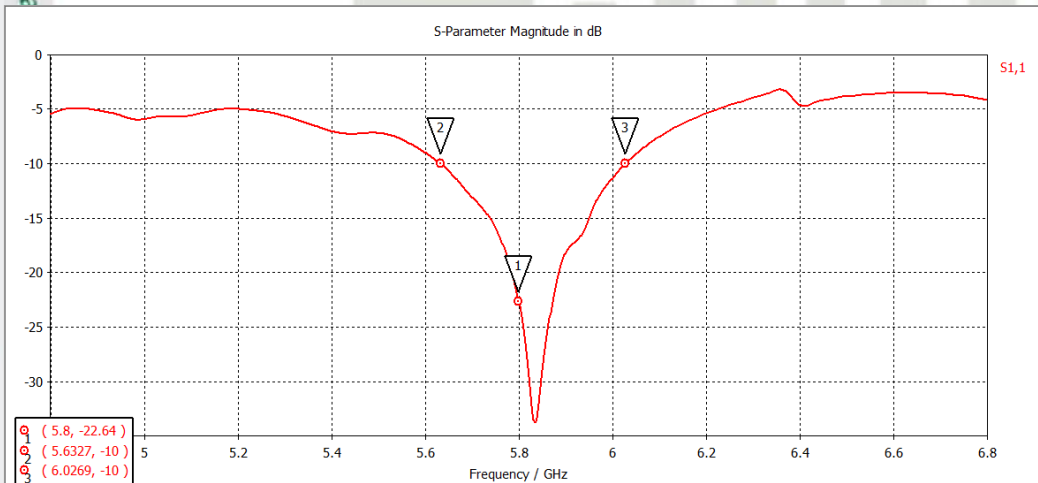
## LAMPIRAN B

### HASIL SIMULASI KOEFISIEN REFLEKSI, *GAIN* DAN *BANDWIDTH* ANTENA RLSA FR-4

Pada lampiran B ini terdapat data hasil simulasi antena RLSA FR-4 dengan variasi parameter  $P_0$ , dimana data hasil simulasi terdiri dari koefisien refleksi, *bandwidth* dan *gain*. Data simulasi dihasilkan menggunakan *software* CST Studio Suite 2010. Parameter input jari-jari 85 mm, parameter  $P_0=6-16$  dan  $\tau=0^\circ$ .



Gambar B.1. S-parameter antena RLSA FR-4  $P_0=6$

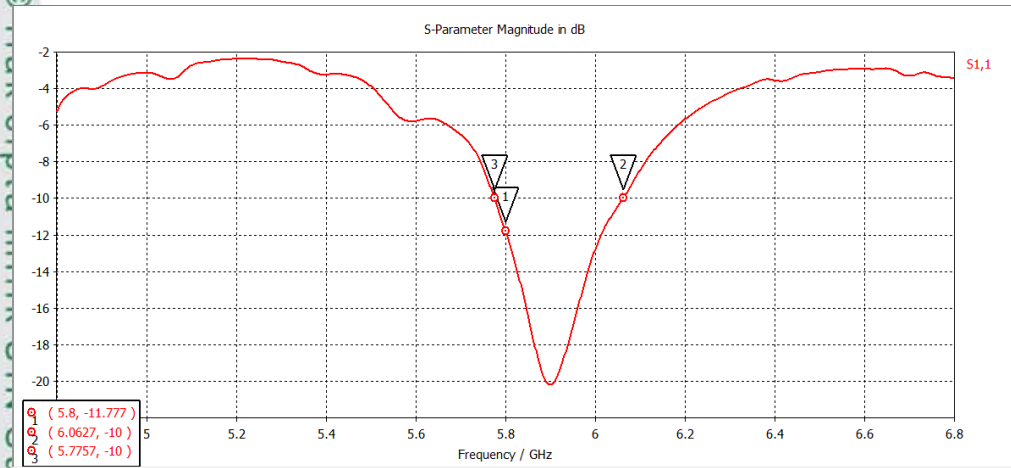


Gambar B.2. S-parameter antena RLSA FR-4  $P_0=7$

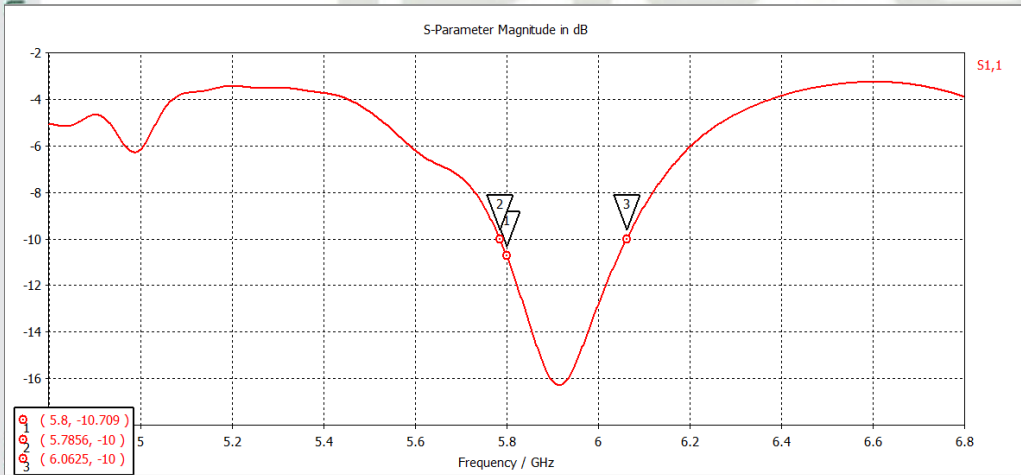
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

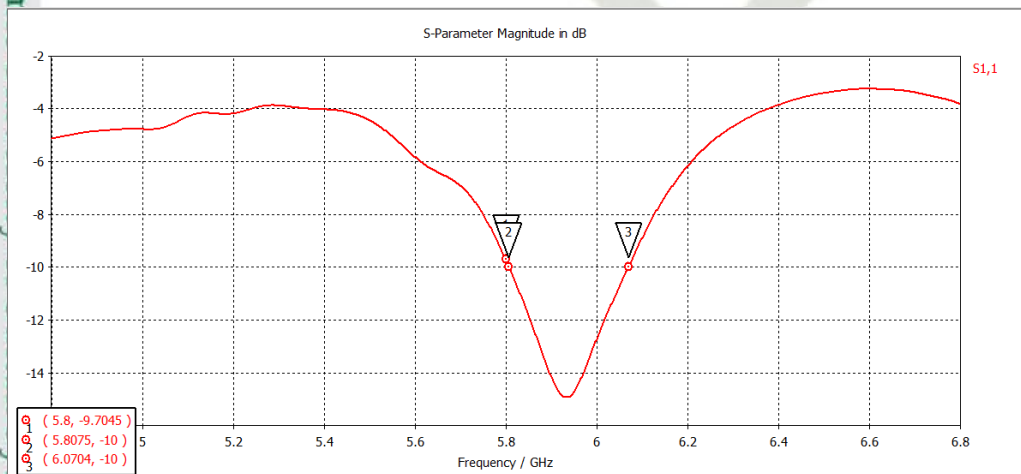
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 B.3. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=8



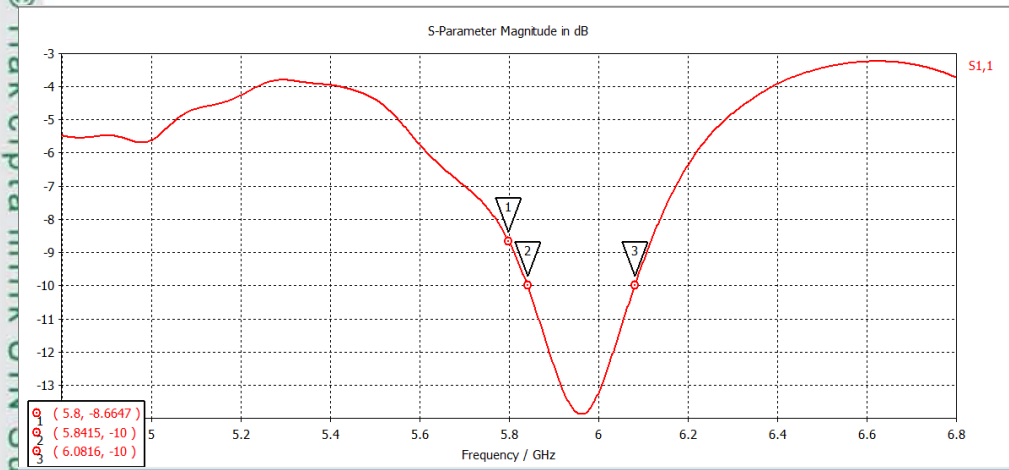
Gambar B.4. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=9



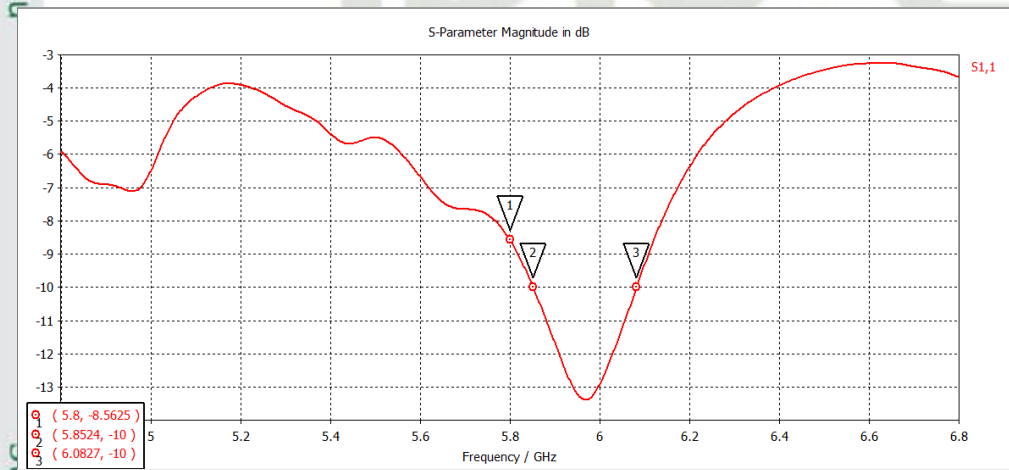
Gambar B.5. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=10

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

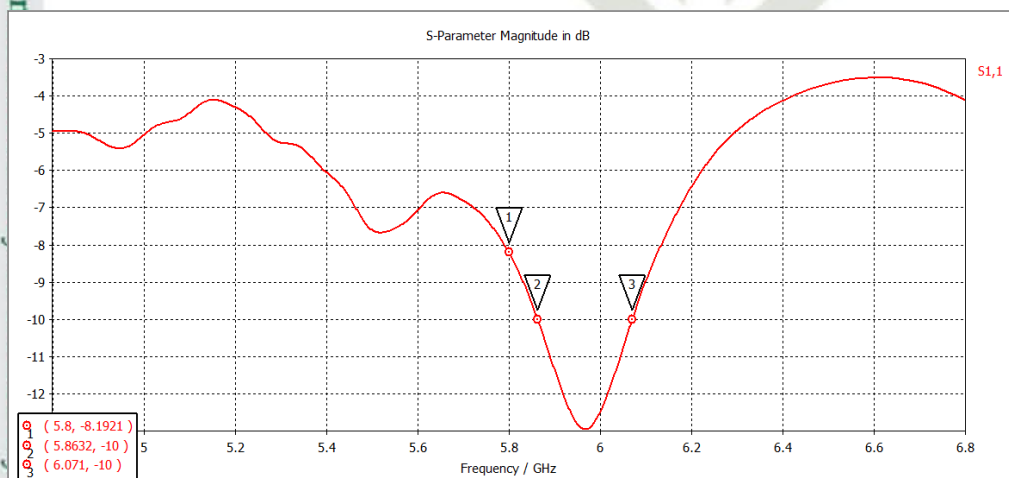
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar B.6. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=11



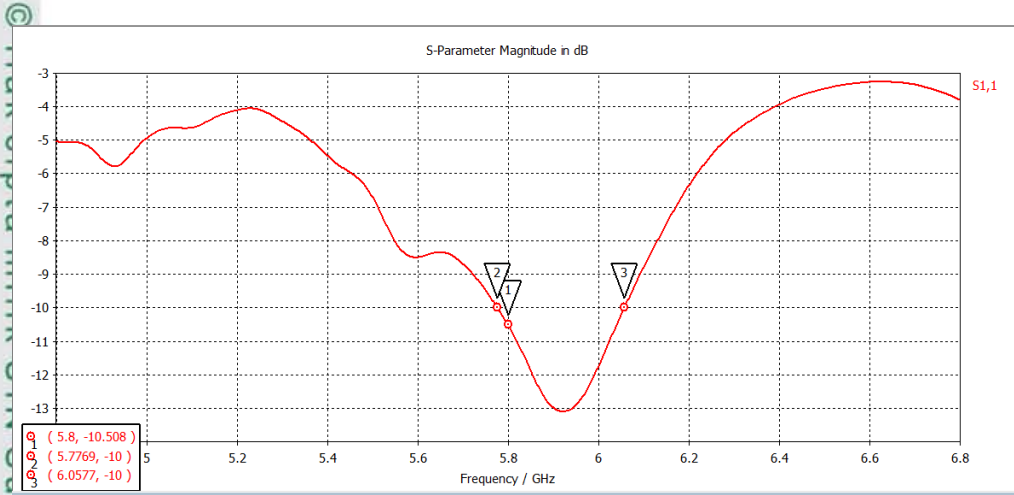
Gambar B.7. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=12



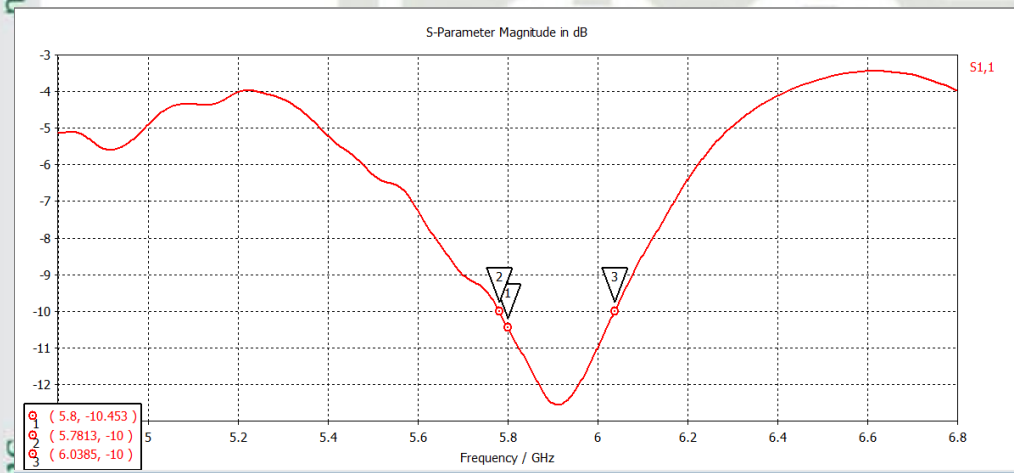
Gambar B.8. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=13

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

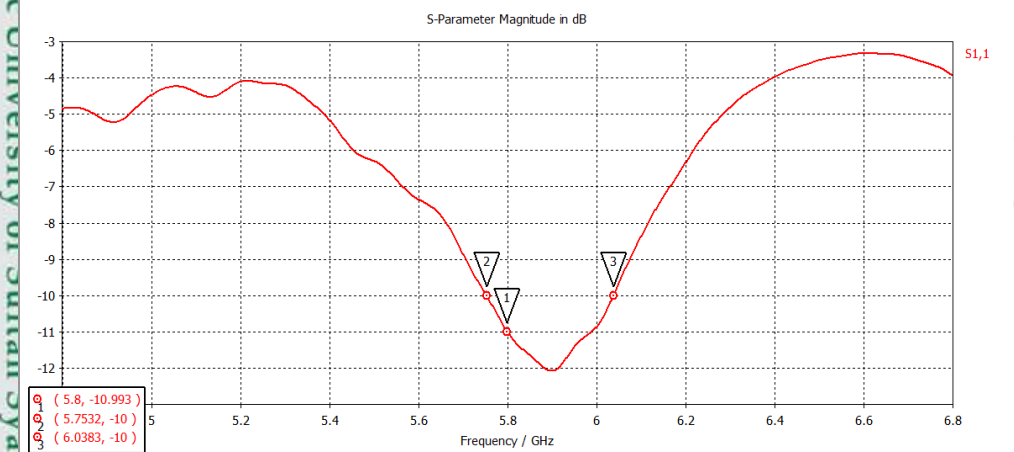
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar B.9. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=14



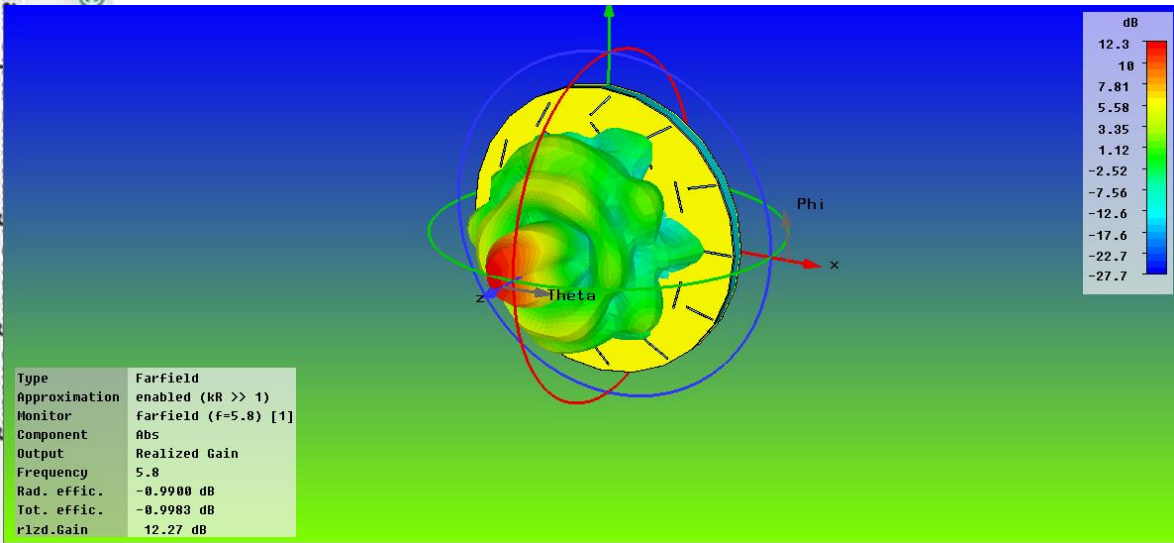
Gambar B.10. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=15



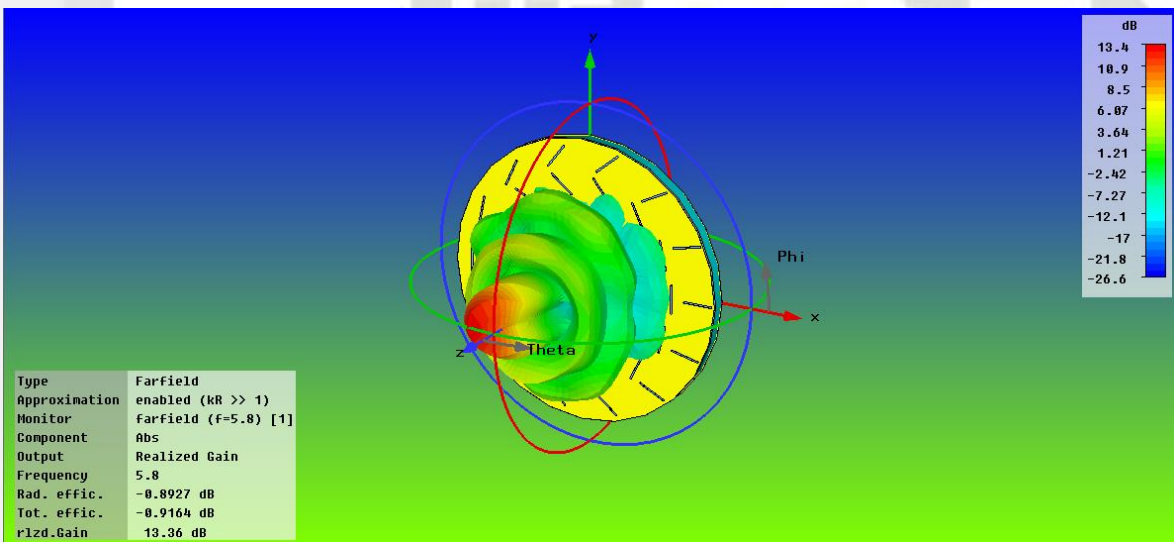
Gambar B.11. S-parameter antenna RLSA FR-4 P0=16



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.

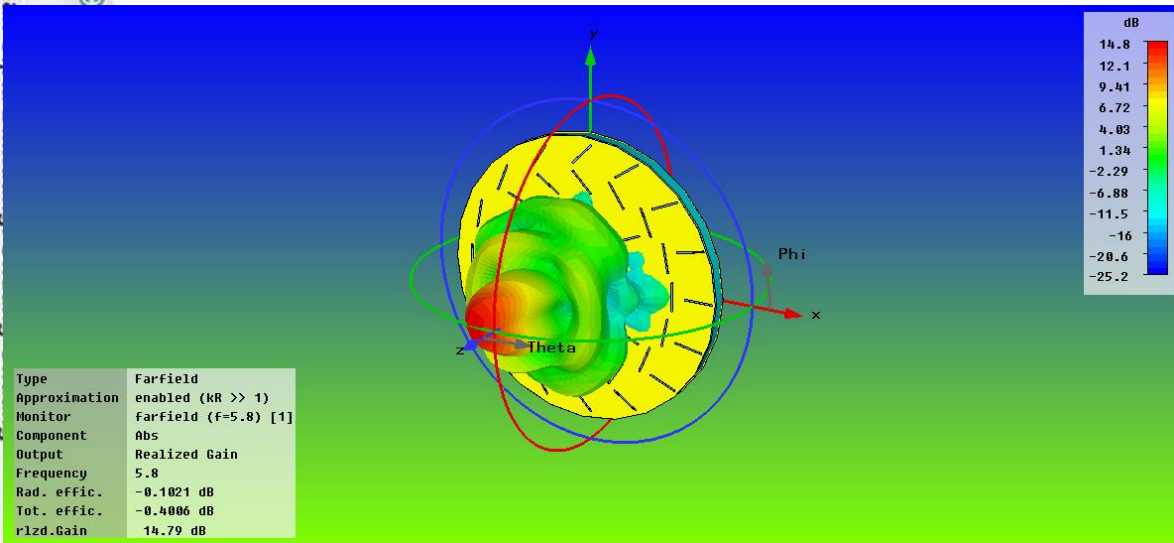


Gambar B.12. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=6

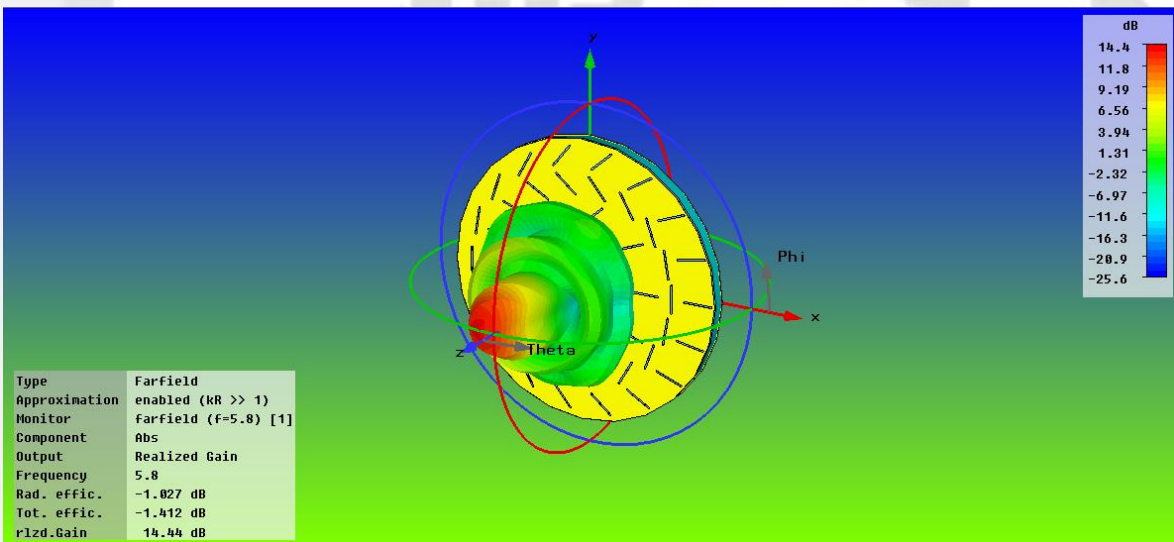


Gambar B.13. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=7

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.

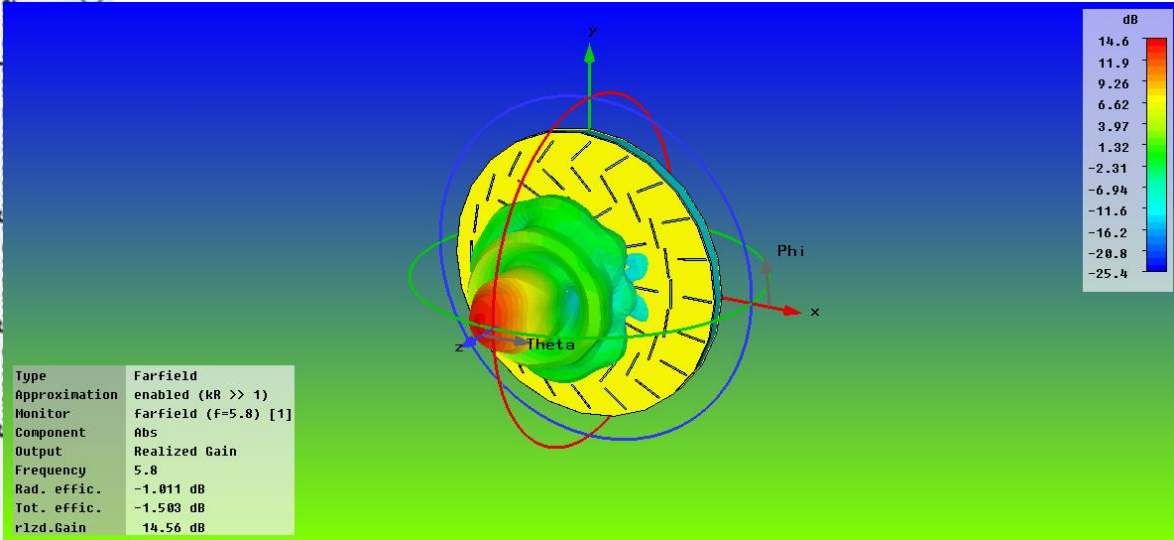


Gambar B.14. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=8

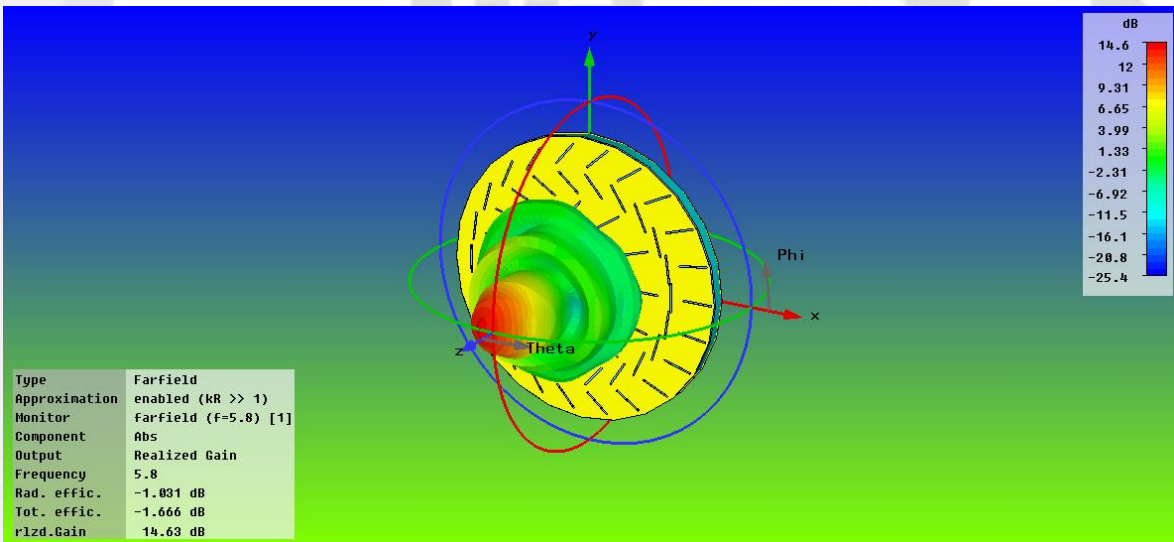


Gambar B.15. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=9

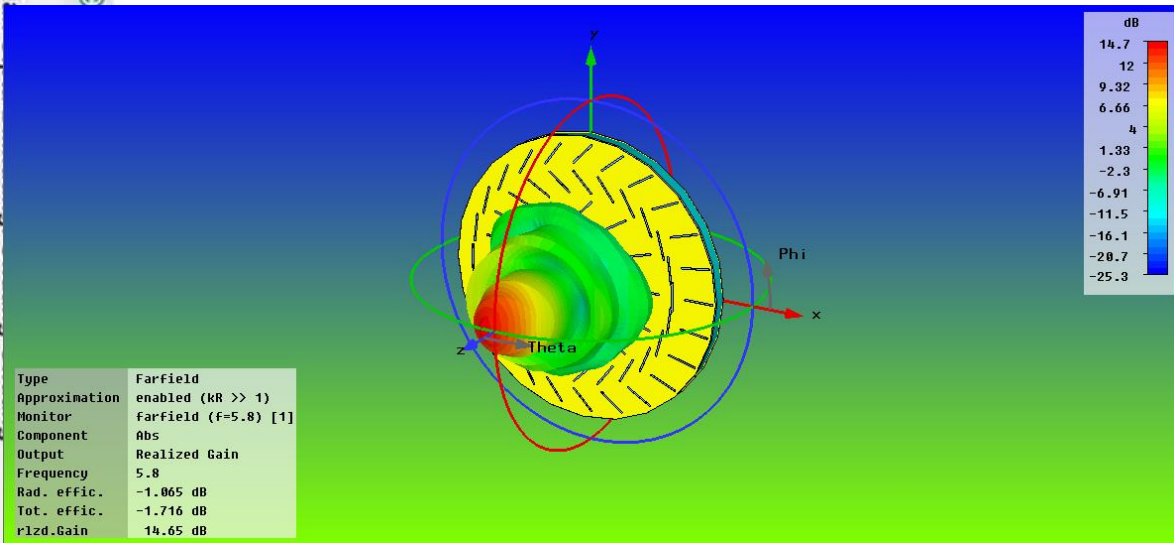
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



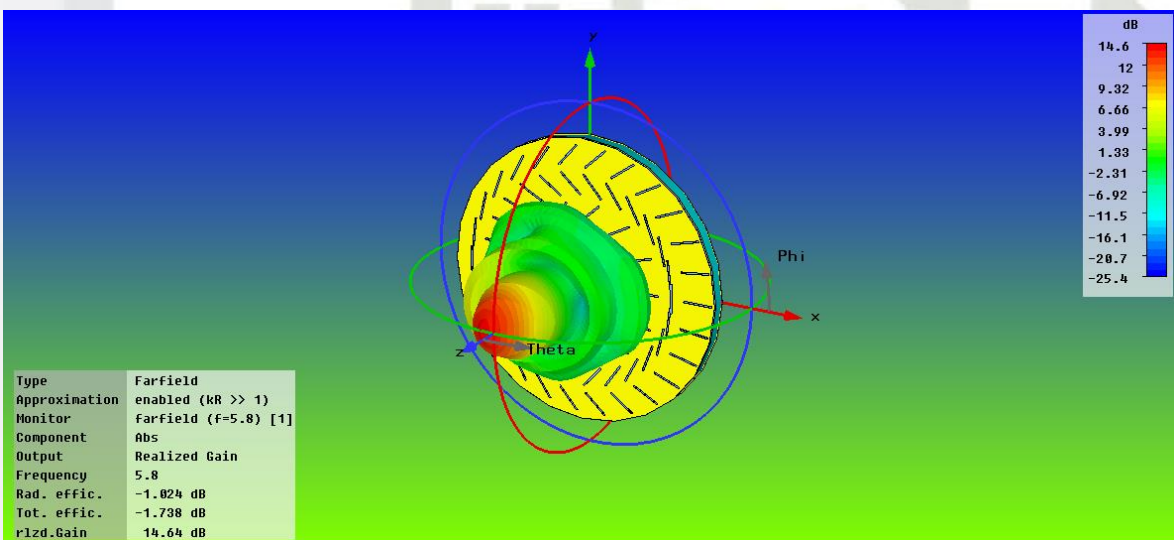
Gambar B.16. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=10



Gambar B.17. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=11



Gambar B.18. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=12

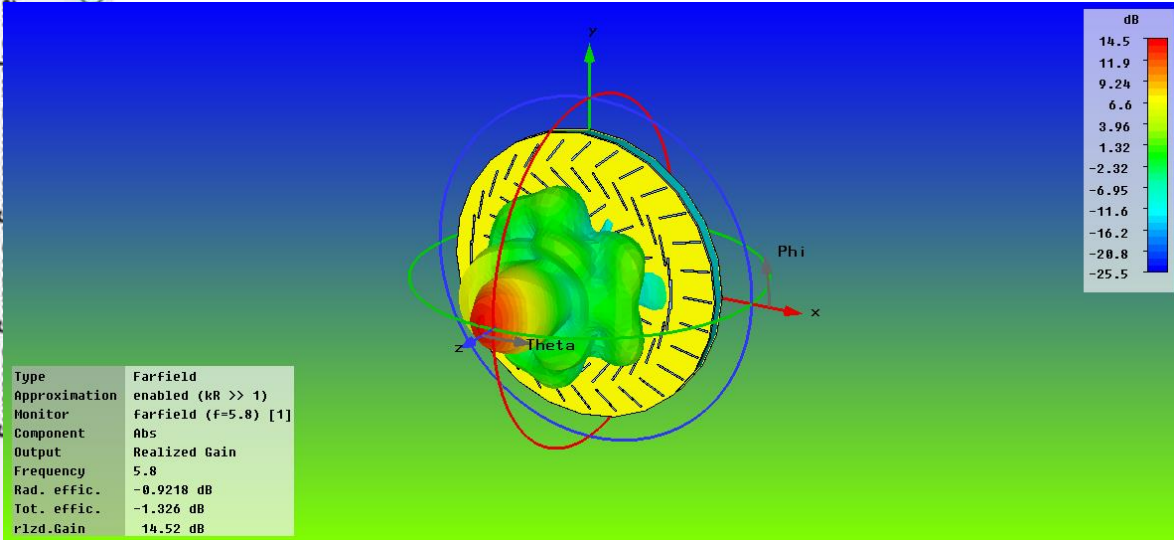


Gambar B.19. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=13

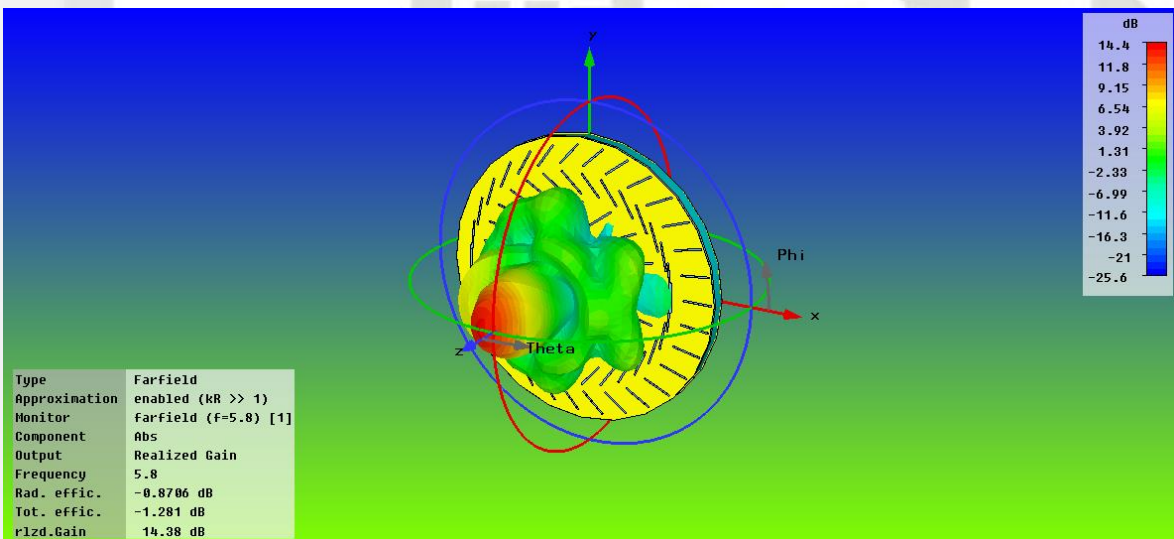
UIN SUSKA RIAU

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.

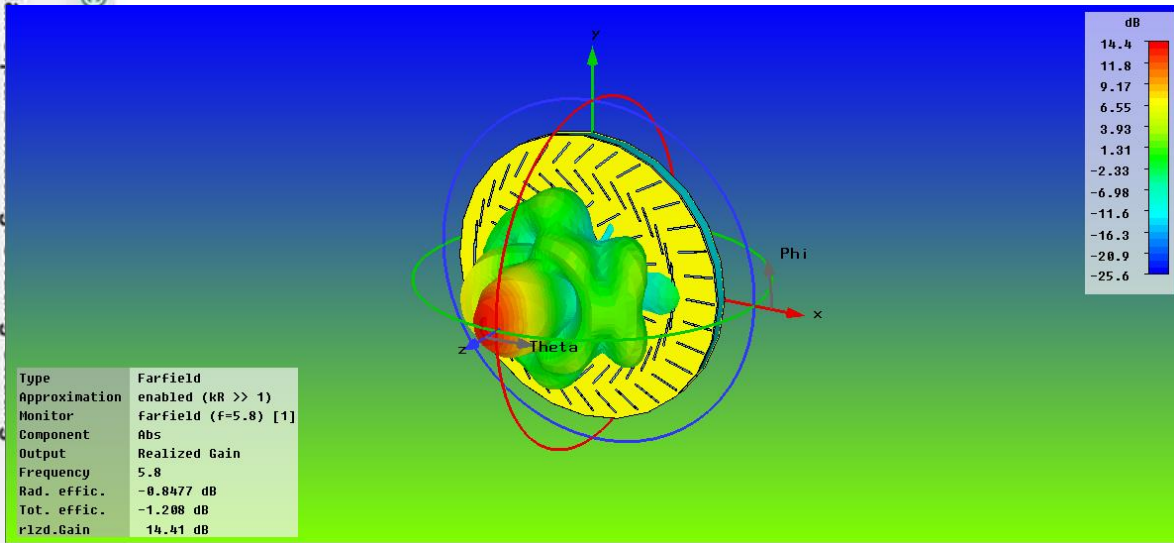
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 B.20. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=14



Gambar B.21. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=15



Gambar B.22. Pola radiasi dan gain antenna RLSA FR-4 P0=16

Tabel B.1. Hasil simulasi antenna RLSA FR-4 variasi parameter slot

Nilai Parameter P0	Return Loss (dB)	Gain (dBi)	Kapasitas Bandwidth (MHz)	Frekuensi Resonansi (GHz)
6	-27.22	12.27	490	5.755
7	-22.64	13.36	400	5.830
8	-11.77	14.79	280	5.920
9	-10.71	14.44	270	5.925
10	-9.71	14.56	260	5.940
11	-8.67	14.63	240	5.960
12	-8.56	14.65	230	5.965
13	-8.19	14.64	210	5.965
14	-10.51	14.52	280	5.920
15	-10.45	14.38	260	5.910
16	-10.99	14.41	290	5.895

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.

## LAMPIRAN C

### PERHITUNGAN KAPASITAS *BANDWIDTH* SERTA PERHITUNGAN FREKUENSI RESONANSI DESAIN ANTENA RLSA FR-4

Pada lampiran C ini terdapat data hasil perhitungan perhitungan seberapa besar kapasitas *bandwidth*, nilai frekuensi tengah yang dihasilkan oleh antenna RLSA FR-4 dan selisih antara frekuensi resonansi hasil simulasi dengan frekuensi yang diinput saat merancang. Perhitungan ini digunakan untuk membantu dalam menganalisis performansiancangan antenna RLSA FR-4 dengan variasi parameter *slot* yang berbeda-beda.

Adapun perhitungan kapasitas *bandwidth* untuk masing-masing hasil simulasi antenna RLSA FR-4 variasi *slot* yang berbeda, dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Antena RLSA FR-4 P0=6
 
$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.00 \text{ GHz} - 5.51 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.49 \text{ GHz}$$

$$BW = 490 \text{ MHz}$$
- b. Antena RLSA FR-4 P0=7
 
$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.03 \text{ GHz} - 5.63 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.40 \text{ GHz}$$

$$BW = 400 \text{ MHz}$$
- c. Antena RLSA FR-4 P0=8
 
$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.06 \text{ GHz} - 5.78 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.28 \text{ GHz}$$

$$BW = 280 \text{ MHz}$$
- d. Antena RLSA FR-4 P0=9
 
$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.06 \text{ GHz} - 5.79 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.27 \text{ GHz}$$

$$BW = 270 \text{ MHz}$$
- e. Antena RLSA FR-4 P0=10
 
$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.07 \text{ GHz} - 5.81 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.26 \text{ GHz}$$

$$BW = 260 \text{ MHz}$$

**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.

Antena RLSA FR-4 P0=11

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.08 \text{ GHz} - 5.84 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.24 \text{ GHz}$$

$$BW = 240 \text{ MHz}$$

Antena RLSA FR-4 P0=12

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.08 \text{ GHz} - 5.85 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.23 \text{ GHz}$$

$$BW = 230 \text{ MHz}$$

h.

Antena RLSA FR-4 P0=13

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.07 \text{ GHz} - 5.86 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.21 \text{ GHz}$$

$$BW = 210 \text{ MHz}$$

i.

Antena RLSA FR-4 P0=14

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.06 \text{ GHz} - 5.78 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.28 \text{ GHz}$$

$$BW = 280 \text{ MHz}$$

j.

Antena RLSA FR-4 P0=15

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.04 \text{ GHz} - 5.78 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.26 \text{ GHz}$$

$$BW = 260 \text{ MHz}$$

k.

Antena RLSA FR-4 P0=16

$$BW = f_{upper} - f_{lower}$$

$$BW = 6.04 \text{ GHz} - 5.75 \text{ GHz}$$

$$BW = 0.29 \text{ GHz}$$

$$BW = 290 \text{ MHz}$$



Untuk mencari nilai frekuensi resonansi dari rentang *bandwidth* yang dihasilkan simulasi antenna RLSA FR-4, perlu mencari median (nilai tengah) dari rentang *bandwidth* tersebut. Adapun nilai frekuensi tengah yang dihasilkan oleh masing-masing rancangan antenna RLSA FR-4 dapat dilihat sebagai berikut.

Antena RLSA FR-4 P0=6

Rentang nilai frekuensi : 5.51 – 6.00

Data = 5.51, 5.52, 5.53, 5.54, 5.55, 5.56, 5.57, 5.58, 5.59, 5.60, 5.61, 5.62, 5.63, 5.64, 5.65, 5.66, 5.67, 5.68, 5.69, 5.70, 5.71, 5.72, 5.73, 5.74, 5.75, 5.76, 5.77, 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00

Maka nilai tengah nya adalah :

$$Me = \frac{5.75 + 5.76}{2} = 5.755$$

Nilai frekuensi tengah = 5.755 GHz

b. Antena RLSA FR-4 P0=7

Rentang nilai frekuensi : 5.63 – 6.03

Data = 5.63, 5.64, 5.65, 5.66, 5.67, 5.68, 5.69, 5.70, 5.71, 5.72, 5.73, 5.74, 5.75, 5.76, 5.77, 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03

Nilai frekuensi tengah = 5.830 GHz

c. Antena RLSA FR-4 P0=8

Rentang nilai frekuensi : 5.78 – 6.06

Data = 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06

Nilai frekuensi tengah = 5.920 GHz

d. Antena RLSA FR-4 P0=9

Rentang nilai frekuensi : 5.79 – 6.06

Data = 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06

Maka nilai tengah nya adalah :

$$Me = \frac{5.92 + 5.93}{2} = 5.925$$

Nilai frekuensi tengah = 5.925 GHz

Antena RLSA FR-4 P0=10

Rentang nilai frekuensi : 5.81 – 6.07

Data = 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06, 6.07

Nilai frekuensi tengah = 5.940 GHz

f. Antena RLSA FR-4 P0=11

Rentang nilai frekuensi : 5.84 – 6.08

Data = 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06, 6.07, 6.08

Nilai frekuensi tengah = 5.960 GHz

g. Antena RLSA FR-4 P0=12

Rentang nilai frekuensi : 5.85 – 6.08

Data = 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06, 6.07, 6.08

Maka nilai tengah nya adalah :

$$Me = \frac{5.96 + 5.97}{2} = 5.965$$

Nilai frekuensi tengah = 5.965 GHz

h. Antena RLSA FR-4 P0=13

Rentang nilai frekuensi : 5.86 – 6.07

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 Sunan Gunung Djati Kasim Riau

Data = 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06, 6.07

Maka nilai tengah nya adalah :

$$Me = \frac{5.96 + 5.97}{2} = 5.965$$

Nilai frekuensi tengah = 5.965 GHz

Antena RLSA FR-4 P0=14

Rentang nilai frekuensi : 5.78 – 6.06

Data = 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06

Nilai frekuensi tengah = 5.920 GHz

j. Antena RLSA FR-4 P0=15

Rentang nilai frekuensi : 5.78 – 6.04

Data = 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04

Nilai frekuensi tengah = 5.910 GHz

k. Antena RLSA FR-4 P0=16

Rentang nilai frekuensi : 5.75 – 6.04

Data = 5.75, 5.76, 5.77, 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04

Maka nilai tengah nya adalah :

$$Me = \frac{5.89 + 5.90}{2} = 5.895$$

Nilai frekuensi tengah = 5.895 GHz

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- 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.