

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.

PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

RAIHAN RIZQULLAH
12150514935

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN ANTENA RLISA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

TUGAS AKHIR

oleh:

RAIHAN RIZQULLAH
12150514935

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro

di Pekanbaru, pada tanggal 24 Desember 2025

Ketua

Elektro

Dosen

Ketua Prodi Teknik Elektro

Pembimbing

Dr. Liana, S.T., M.Eng
NIP. 19781012 200312 2 004

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

© Hak cipta milik 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.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

TUGAS AKHIR

oleh:

RAIHAN RIZQULLAH
12150514935

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 24 Desember 2025

Pekanbaru, 24 Desember 2025
Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Prodi Teknik Elektro


Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc
NIP. 1970103 200710 2 001


Dr. Liliana, S.T., M.Eng
NIP. 19781012 200312 2 004

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. Liliana, S.T., M.Eng

Sekretaris : Prof. Dr. Teddy Purnamirza, ST., M.Eng

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

Anggota 2 : Rika Susanti, S.T., M.Eng

- 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.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raihan Rizqullah
NIM : 12150514935
Tempat/Tgl. Lahir : Perawang, 06 Mei 2003
Fakultas : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro
Judul Artikel :

PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulis Artikel dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada Karya Tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Artikel saya ini sah, saya nyatakan bebas dari plagiasi.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Artikel saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 24 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Raihan Rizqullah
NIM. 12150514935

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.

PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

RAIHAN RIZQULLAH
12150514935

Tanggal Sidang : 24 Desember 2025

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan antenna *Radial Line Slot Array* (RLSA) berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm untuk memenuhi kebutuhan sistem komunikasi modern yang memerlukan antenna kecil namun tetap memiliki performa yang baik. Miniaturisasi antenna RLSA sering menyebabkan peningkatan koefisien refleksi karena jumlah *slot* yang terbatas, sehingga diperlukan optimasi parameter desain. Simulasi dilakukan menggunakan CST *Studio Suite* 2010 dengan dukungan VBA *Macros* untuk mempercepat proses pemodelan. Variasi parameter meliputi jumlah *slot ring* pertama p_0 sebesar 12 sampai 18 dan sudut *beamsquint* (τ) sebesar 72° sampai 89° . Hasil simulasi menunjukkan bahwa konfigurasi optimal diperoleh pada p_0 sebesar 18 dan τ sebesar 83° , yang menghasilkan koefisien refleksi -18,656 dB, *bandwidth* 981,82 MHz pada rentang frekuensi 5.97 hingga 6.95 GHz, *gain* 7,138 dB, dan *beamwidth* 27° . Pola radiasi yang muncul bersifat *directional* dan menunjukkan karakter *single beam*. Temuan ini membuktikan bahwa antenna RLSA mini dapat mencapai performa yang stabil apabila parameter desain diatur dengan tepat, sehingga relevan untuk aplikasi IoT dan komunikasi nirkabel berukuran kecil.

Kata Kunci : Antena RLSA, Miniaturisasi, Koefisien Refleksi, *Bandwidth*, *Gain*.

DESIGN OF A COMPACT RADIAL LINE SLOT ARRAY ANTENNA WITH A 36 MM RADIUS

RAIHAN RIZQULLAH
12150514935

Session date : 24 December 2025
Departement of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

This study presents the design of a compact Radial Line Slot Array (RLSA) antenna with a radius of 36 mm to meet the requirements of modern communication systems that demand small-sized antennas while maintaining good performance. Miniaturization of RLSA antennas often leads to an increase in reflection coefficient due to the limited number of slots, thus necessitating the optimization of design parameters. Simulations were conducted using CST Studio Suite 2010 with the assistance of VBA macros to accelerate the modeling process. The parameter variations included the number of slots in the first ring (p_0) ranging from 12 to 18 and the beam squint angle (τ) ranging from 72° to 89° . The simulation results indicate that the optimal configuration is achieved at p_0 equal to 18 and τ equal to 83° , yielding a reflection coefficient of -18.656 dB, a bandwidth of 98.82 MHz over the frequency range of 5.97 to 6.95 GHz, a gain of 7.138 dB, and a beamwidth of 27° . The resulting radiation pattern is directional and exhibits a single-beam characteristic. These findings demonstrate that a miniaturized RLSA antenna can achieve stable performance when its design parameters are properly optimized, making it suitable for compact IoT and wireless communication applications.

Keywords : *RLSA antenna, Miniaturization, Reflection Coefficient, Bandwidth, Gain.*

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.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta ampunan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai suri teladan bagi seluruh umat manusia sepanjang zaman.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Sesuai dengan ketentuan akademik, setiap mahasiswa program sarjana diwajibkan untuk menyusun karya ilmiah dalam bentuk tugas akhir. Dengan izin dan pertolongan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan judul **“Perancangan Antena RLSA Kecil dengan Jari-Jari 36 mm.”**

Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang memiliki kompetensi, pengalaman, dan dedikasi tinggi dalam bidang keilmuannya. Penulis juga memperoleh banyak dukungan, baik dalam bentuk motivasi, masukan, maupun bantuan teknis dari berbagai pihak selama proses penulisan ini berlangsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan proposal ini. Penulis menyampaikan rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, petunjuk, serta kemudahan-Nya dalam menyelesaikan penulisan proposal tugas akhir ini. Tanpa izin dan pertolongan-Nya, proses ini tidak akan berjalan dengan lancar. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Arizal dan Ibu Nurhasni, atas doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moril dan materiil yang tiada henti, yang menjadi sumber kekuatan penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. Saudara kandung penulis, Soraya Nadya, S.Psi., dan Najwa Salsabila, yang selalu memberikan semangat dan menjadi inspirasi dalam menjalani proses akademik.
3. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Nofianti, M.S., S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama masa studi.

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.

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

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

4. Ibu Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau beserta seluruh staf dan jajarannya atas bimbingan dan arahnya.
5. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, atas perannya dalam mengelola dan mendukung kegiatan akademik mahasiswa.
6. Bapak Aulia Ulah, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, atas bantuannya dalam kelancaran administrasi dan kegiatan akademik penulis.
7. Bapak Prof. Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, masukan, dan bimbingan yang sangat berharga selama penyusunan proposal ini.
8. Bapak Putut Son Maria, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing akademik, yang telah mendampingi penulis selama masa studi dari awal hingga akhir.
9. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah membagikan ilmu dan pengetahuan dengan tulus, yang menjadi bekal penting bagi penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan: Lemon, Ridwan, Janly, dan Ditok atas kebersamaan dan dukungan selama proses bimbingan.
11. Teman-teman mahasiswa Konsentrasi Telekomunikasi angkatan 2021 dan seluruh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2021 atas semangat, bantuan, dan motivasi yang diberikan sepanjang proses penyusunan proposal ini.
12. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak lepas dari kekurangan, mengingat keterbatasan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca secara umum.

Pekanbaru, 24 Desember 2025
Penulis

Raihan Rizqullah
NIM.12150514935

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

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	ii
SURAT PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMBANG.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Batasan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Karakteristik Antena RLSA.....	II-4
2.2.1 Struktur Dasar Antena RLSA	II-4
2.2.2 Prinsip Kerja Antena RLSA	II-5
2.2.3 Penempatan Posisi <i>Slot</i> Antena RLSA	II-6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

2.2.4	Pasangan <i>Slot</i> Antena RLSA	II-7
2.2.5	Panjang <i>Slot</i> Antena RLSA.....	II-8
2.3	Parameter Antena RLSA	II-8
2.3.1	<i>Gain</i>	II-8
2.3.2	Koefisien Refleksi.....	II-8
2.3.3	<i>Bandwidth</i>	II-9
2.3.4	Pola Radiasi Antena.....	II-9
2.3.5	<i>Beamwidth</i>	II-10
2.4	Teknik <i>Extreme Beamsquint</i>	II-11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Metode Penelitian	III-1
3.2	Flowchart Penelitian	III-1
3.3	Studi Literatur.....	III-2
3.4	Perangkat yang Digunakan	III-2
3.5	Penentuan Spesifikasi Antena RLSA	III-2
3.6	Pensimulasian Model Antena RLSA Kecil dengan Jari Jari 36 mm.....	III-5
3.7	Pengambilan Data Hasil Simulasi Antena RLSA.....	III-5
3.8	Analisa Hasil.....	III-5
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Hasil Simulasi Perancangan Antena RLSA.....	IV-1
4.1.1	<i>Element Radiating</i>	IV-1
4.1.2	<i>Cavity</i>	IV-1
4.1.3	<i>Background</i>	IV-2
4.1.4	<i>Feeder</i>	IV-3
4.2	Hasil Simulasi dari Perancangan	IV-3
4.2.1	<i>Bandwidth</i>	IV-3
4.2.2	Koefisien Refleksi.....	IV-4

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.

4.2.3	<i>Beamwidth</i>	IV-4
4.2.4	<i>Gain</i> dan Pola Radiasi Antena	IV-5
4.3	Analisa Perbandingan Hasil Simulasi dengan Penelitian Sebelumnya	IV-7
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

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.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tampilan S1_1 Hasil Simulasi Penelitian Sebelumnya.....	II-3
2.2 Struktur Dasar Antena RLSA	II-5
2.3 Prinsip Kerja Antena RLSA	II-6
2.4 Penempatan Posisi <i>Slot</i> Antena	II-7
2.5 Pengaturan Geometri Unit Radiator	II-7
2.6 <i>Plot Polar</i> Antena.....	II-10
2.7 Bagian pada <i>Beamwidth</i> Antena.....	II-10
2.8 Contoh Gambar <i>Beamsquint</i>	II-11
2.9 (A) Sinyal Pantulan 3 <i>Ring</i> (B) Sinyal Pantulan 2 <i>Ring</i>	II-12
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
3.2 Tampilan Parameter Input pada Program VBA <i>Macros</i>	III-3
3.3 Gambar Antena (A) Tampilan Depan, (B) Tampilan Belakang.....	III-4
4.1 <i>Element Radiating</i>	IV-1
4.2 <i>Cavity</i>	IV-2
4.3 <i>Background</i>	IV-2
4.4 <i>Feeder</i>	IV-3
4.5 Nilai <i>Bandwidth</i>	IV-3
4.6 Nilai Koefisien Refleksi	IV-4
4.7 Nilai <i>Beamwidth</i>	IV-5
4.8 Nilai <i>Gain</i> dan Pola Radiasi, (a) Nilai <i>Gain</i> , (b) Pola Radiasi 3D.....	IV-6
4.9 Arah Pancaran $\Phi = 0$	IV-6
4.10 Perbandingan Nilai <i>Bandwidth</i>	IV-8

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.

DAFTAR TABEL

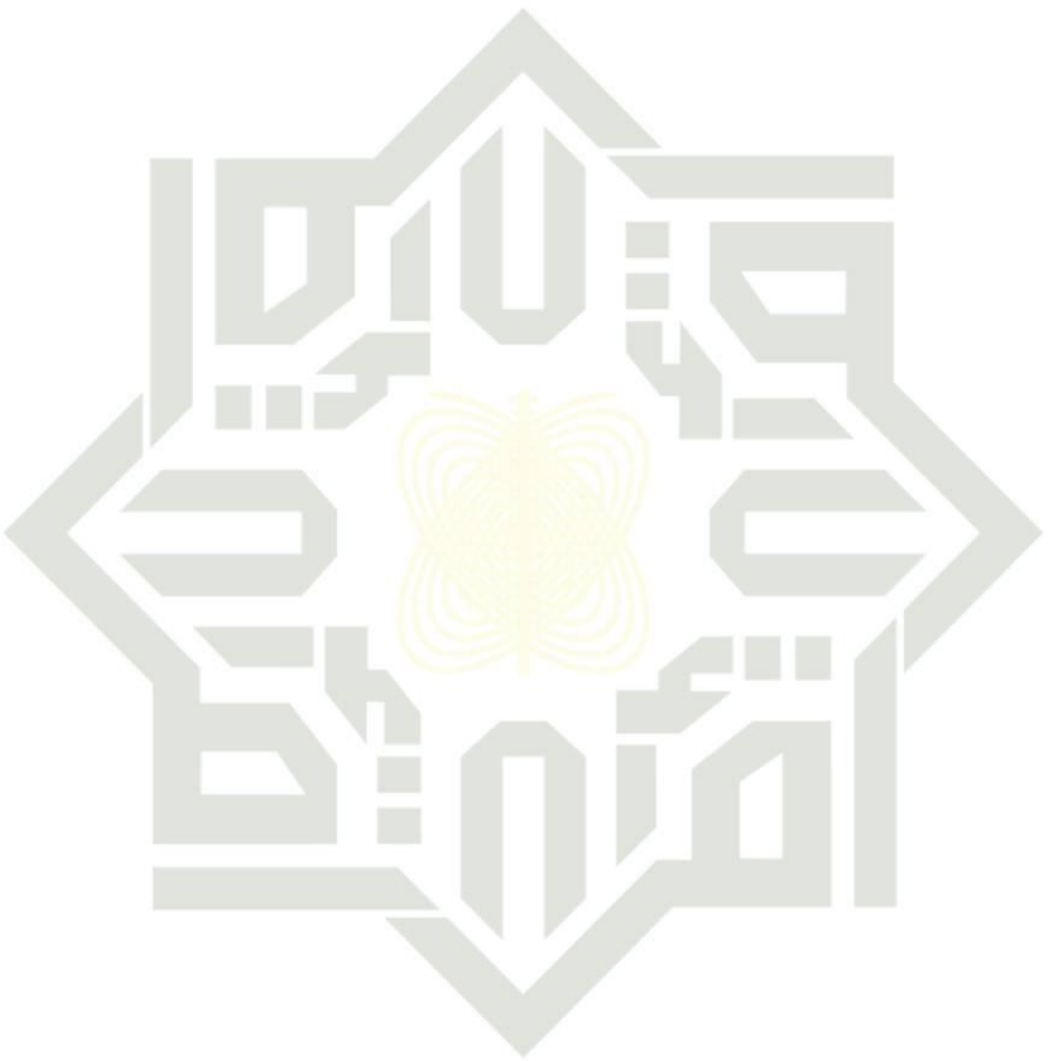
Tabel	Halaman
2.1 Parameter Antena yang Digunakan oleh Peneliti Sebelumnya	II-2
3.1 Spesifikasi Parameter Antena RLSA yang Digunakan	III-2
3.2 Parameter yang Digunakan Dalam Perancangan Model Antena RLSA	III-3
3.3 Penjelasan Parameter yang di Input pada Program VBA <i>Macros</i>	III-4
4.1 Perbandingan Nilai Parameter Hasil Simulasi dengan Penelitian Sebelumnya	IV-7

DAFTAR RUMUS

- 2.1 *Gain* Dalam Direktivitas dan Efisiensi Antena
- 2.2 Koefisien Refleksi
- 2.3 *Bandwidth* Antena

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



DAFTAR LAMBANG

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

- 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.

G	: <i>Gain</i> antena
D	: Direktivitas antenna
η	: Efisiensi antenna
Γ	: Koefisien refleksi
Z_0	: Impedansi <i>atau constanta</i>
Z_{in}	: Impedansi beban
Z_0	: Impedansi saluran transmisi
BW	: <i>Bandwidth</i>
F	: Frekuensi
f_{max}	: Frekuensi tertinggi
f_{min}	: Frekuensi terendah
$^{\circ}$	: Derajat
f_0	: Frekuensi tengah
R	: Jari <i>cavity</i>
P_0	: Jumlah <i>slot ring</i> pertama
n	: Indeks awal perulangan
h	: Ketebalan substrat <i>atau</i> jarak tertentu
ϵ_r	: Permittivitas relatif dari material dielektrik
μ_r	: Permeabilitas relatif

UIN SUSKA RIAU

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.

DAFTAR SINGKATAN

RLSA	: Radial Line Slot Array
WLAN	: Wireless Local Area Network
LAN	: Local Area Network
FR-4	: Flame Raterdant
VBA	: Visual Basic Application
GHz	: Giga Hertz
MHz	: Mega Hertz
IoT	: Internet of Things
CST	: Computer Simulation Techonology
TEM	: Transverse Electromagnetic Mode
HPBW	: Half-Power Beamwidth
FNBW	: Final Null Beamwidth
UTeM	: Universiti Teknikal Malaysia
dB	: decibel
dBi	: decibel isotropic
mm	: mili meter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena RLSA dikenal sebagai alternatif modern dari antena parabola konvensional [1]. Dengan bentuk yang lebih ramping, *ringan*, dan mudah dipasang, antena ini mampu menghasilkan pola radiasi terarah dan *gain* yang tinggi, menjadikannya sangat ideal untuk aplikasi komunikasi jarak menengah hingga jauh [2].

Penelitian awal mengenai antena RLSA dilakukan pada tahun 1950-an oleh seorang peneliti bernama Kelly [3]. Antena ini berbentuk menyerupai *piring* yang datar dan melingkar dengan banyak pasang *slot* tersusun yang dapat secara efektif mengirim dan menerima gelombang pada jarak yang jauh [1]. Sejak tahun 1985, antena RLSA ini telah menarik banyak peminat. Beberapa peneliti tertarik untuk membuat antena RLSA yang dapat digunakan untuk WiFi yang beroperasi pada 5,8 GHz karena antena RLSA pada awalnya hanya dimaksudkan untuk digunakan pada penerima komunikasi satelit [4]. Seiring berjalannya waktu pengembangan antena RLSA ini terus berlanjut hingga menghasilkan sebuah antena yang semakin dikembangkan semakin memiliki performansi yang jauh lebih baik.

Pada tahun 2013, seorang peneliti [4] berhasil merancang antena RLSA yang beroperasi pada frekuensi 5,8 GHz dengan memanfaatkan material *Flame Retardant 4* (FR4) serta menerapkan teknik *extreme beamsquint*. Selain itu, peneliti [4] turut mengembangkan perangkat lunak berbasis pemrograman VBA yang berfungsi untuk mempercepat dan mempermudah proses perancangan antena RLSA pada frekuensi tersebut secara efisien dan akurat.

Tren miniaturisasi perangkat komunikasi telah mendorong pengembangan antena berukuran kecil tanpa mengorbankan kinerja. Namun, miniaturisasi antena RLSA menghadirkan tantangan signifikan, terutama terkait dengan peningkatan koefisien refleksi akibat jumlah *slot* yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, teknik seperti *extreme beamsquint* telah dikembangkan sehingga memudahkan proses desain antena RLSA kecil dengan kinerja yang tetap optimal [4].

Salah satu pendekatan inovatif dalam mengembangkan RLSA kecil adalah melalui teknik pemotongan antena penuh menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, seperti setengah atau seperempat antena. Studi menunjukkan bahwa RLSA seperempat hanya mengalami

1.3

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang antena RLSA dengan ukuran jari-jari yang lebih kecil, yaitu 36 mm.

1.4

Batasan Penelitian

Untuk memastikan pembahasan dalam penelitian ini tetap terfokus dan tidak meluas ke luar ruang lingkup yang telah ditetapkan, serta guna memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan melalui proses simulasi menggunakan perangkat lunak CST *Microwave Studio* 2010.
2. Parameter kinerja antena yang dianalisis mencakup *koefisien refleksi* (S_{11}), *gain*, *bandwidth*, dan *beamwidth*.
3. Antena RLSA yang dirancang memiliki jari-jari *cavity* sebesar 36 mm, dengan variasi nilai p_0 sebesar 12 hingga 18, serta nilai Φ (τ) yang divariasikan pada 72° , 75° , 78° , 81° , 83° , 85° , 87° , dan 89° .

1.5

Manfaat Penelitian

Salah satu manfaat dari penelitian ini adalah kemampuan untuk merancang antena RLSA kecil dengan jari-jari 36 mm. Dengan ukuran yang lebih kompak, antena ini memungkinkan kemudahan instalasi serta penghematan ruang tanpa penurunan kinerja yang signifikan. Hasil penelitian ini memperluas pemahaman mengenai pengaruh miniaturisasi terhadap parameter-parameter kinerja antena, serta menjadi referensi dalam pengembangan desain antena yang lebih *ringkas* tanpa mengorbankan performa.

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Perkembangan teknologi antenna RLSA telah banyak diteliti oleh berbagai peneliti, khususnya untuk kebutuhan komunikasi nirkabel pada frekuensi 5,8 GHz. Antena RLSA pertama kali dirancang pada tahun 1946 untuk mendukung komunikasi radio jarak jauh. Seiring dengan perkembangan teknologi, penelitian mengenai antenna RLSA terus mengalami kemajuan, hingga akhirnya antenna ini dapat dimanfaatkan dalam sistem komunikasi satelit [1]. Selain digunakan untuk komunikasi satelit, antenna RLSA juga terus dikembangkan dalam teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN).

Pengembangan antenna RLSA untuk aplikasi WLAN pertama kali dilakukan pada tahun 2002, yang saat itu difokuskan untuk penggunaan di dalam ruangan (*indoor*). Pada perkembangan selanjutnya, antenna RLSA berhasil diimplementasikan untuk aplikasi luar ruangan (*outdoor*) pada frekuensi 5,8 GHz [8].

Dalam penelitian tersebut, antenna dirancang dengan variasi sudut *beamsquint* sebesar 10° dan 20° , sementara sudut pancaran standar untuk antenna *broadside* berada pada 0° . Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan sudut *beamsquint* tersebut menghasilkan *return loss* yang lebih baik, dengan peningkatan sekitar 1 dB dibandingkan desain standar. Meskipun demikian, nilai koefisien refleksi yang diperoleh masih tergolong tinggi, sehingga performa antenna belum dapat dikategorikan optimal.

Untuk mengembangkan antenna RLSA lebih lanjut, diperlukan penelitian yang memastikan bahwa distribusi *slot* pada elemen radiasi dibuat merata, sehingga dapat menghasilkan pola pancaran sinyal yang lebih optimal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam perancangan antenna RLSA adalah dengan mengabaikan nilai *beamsquint* ($\Phi = 0$). Namun demikian, pendekatan ini memiliki kelemahan, yaitu nilai *return loss* yang dihasilkan cenderung memburuk. Konsekuensinya, performa antenna secara keseluruhan juga belum dapat mencapai kondisi maksimal [9].

Pada tahun 2013, peneliti [4] berhasil merancang antenna RLSA yang beroperasi pada frekuensi 5,8 GHz dengan menggunakan material *Flame Retardant 4* (FR4) serta menerapkan metode *extreme beamsquint*. Selain perancangan fisik antenna, ia juga mengembangkan sebuah aplikasi berbasis pemrograman *Visual Basic for Applications* (VBA) yang berfungsi untuk mempercepat dan mempermudah proses desain antenna RLSA

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.

secara lebih efisien dan presisi pada frekuensi kerja tersebut. Tren miniaturisasi perangkat komunikasi telah mendorong pengembangan antena berukuran kecil tanpa mengorbankan kinerja. Namun, miniaturisasi antena RLSA menghadirkan tantangan signifikan, terutama terkait dengan peningkatan koefisien refleksi akibat jumlah *slot* yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, teknik seperti *extreme beamsquint* telah dikembangkan sehingga memudahkan proses desain antena RLSA kecil dengan kinerja yang tetap optimal. [4]

Pengembangan RLSA kecil membuka peluang riset dan aplikasi yang luas, terutama dalam perangkat portabel, sistem komunikasi jarak pendek, dan *Internet of Things* (IoT). Kemampuan untuk menghasilkan antena berukuran kecil dengan kinerja tinggi sangat penting untuk memenuhi kebutuhan komunikasi dalam perangkat dengan keterbatasan ruang dan daya [5].

Sejalan dengan upaya miniaturisasi antena, Peneliti [6] kembali mengeksplorasi kinerja antena RLSA dengan membandingkan desain penuh, setengah, dan seperempat lingkaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antena dengan bentuk seperempat lingkaran hanya mengalami penurunan *gain* sebesar 1 dB, jauh lebih kecil dibandingkan perkiraan teoritisnya yang mencapai 6 dB. Temuan ini semakin memperkuat bahwa antena RLSA berukuran kecil tetap mampu mempertahankan performa optimal, selama didukung oleh strategi desain yang tepat [6].

Peneliti [7], mahasiswa UIN Sultan Syarif Kasim Riau, berhasil merancang dan mengembangkan antena RLSA berbentuk satu lingkaran penuh dengan karakteristik *single beam* melalui teknik penghapusan *slot*. Antena ini memiliki arah pancaran yang terfokus pada satu *lobe utama*, sehingga diklasifikasikan sebagai antena *single beam*. Dalam simulasinya, digunakan parameter antena sebagai berikut :

Tabel 2.1 Parameter Antena yang Digunakan Oleh Peneliti [7]

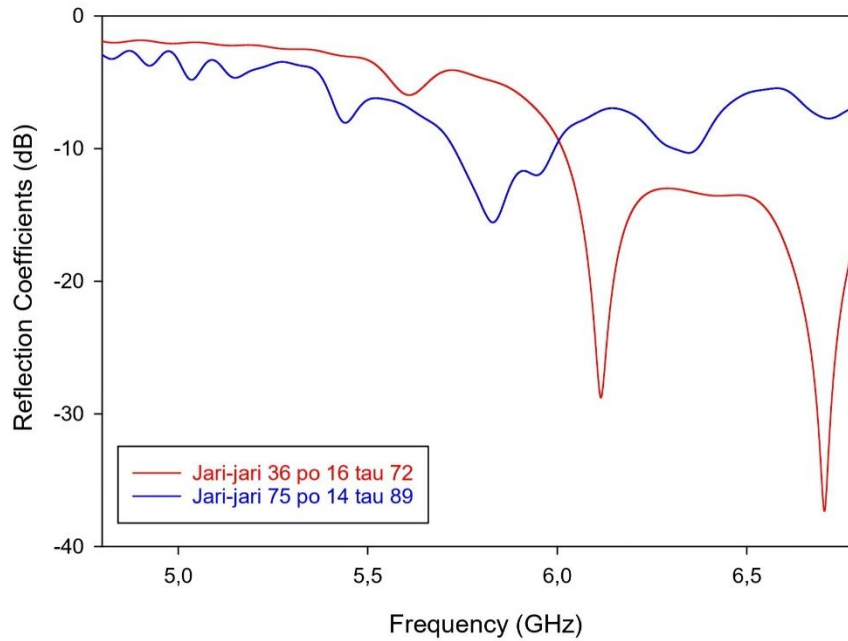
No	Spesifikasi parameter	Simbol	Nilai
1	Jumlah <i>slot ring</i> pertama	p_0	12, 14, 16 <i>slot</i>
2	<i>Beamsquint</i> dalam <i>elevasi</i>	Φ	60 sampai 89
3	Jari-jari	r	36, 75, 85, 90, dan 115 mm

Pada tabel 2.1 diatas, Peneliti [7] menggunakan 5 ukuran jari-jari *cavity*. Antena yang dipabikasi oleh peneliti tersebut yaitu antena RLSA 1 lingkaran penuh dengan menggunakan jari-jari 90 mm, p_0 14, τ 73 *single beam* dan menggunakan teknik

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

penghapusan *slot*. Salah satu simulasi yang dilakukan oleh peneliti [7] yaitu parameter antenna dengan jari-jari 36 mm, nilai p_0 sebesar 16, dan Φ (τ) sebesar 72, menghasilkan parameter S_{11} yang dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Tampilan S_{11} Hasil Simulasi Peneliti [7]

Pada gambar 2.1 diatas, penulis menganalisa hasil simulasi S_{11} dari peneliti [7] yang menunjukkan bahwa antenna tersebut mampu menghasilkan *bandwidth* yang cukup lebar dalam rentang frekuensi 6 sampai 7 GHz. Berdasarkan hasil tersebut, penulis terdorong untuk melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap hasil desain antenna yang telah dihasilkan oleh peneliti sebelumnya [7].

Berdasarkan berbagai hasil penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa peluang pengembangan antenna RLSA berukuran kecil masih sangat terbuka. Pengembangan tersebut dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, seperti optimasi *beamsquint*. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan antenna RLSA berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm, guna menghasilkan antenna yang lebih *ringkas* namun tetap mampu mempertahankan performa *gain* dan *bandwidth* yang sesuai dengan standar sistem komunikasi modern.

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.

2.2 Karakteristik Antena RLSA

Antena RLSA merupakan jenis antena pemancar berbentuk *piringan* datar dan melingkar, yang dilengkapi dengan sejumlah pasangan *slot* pada elemen radiasinya, serta menggunakan sistem pencatu (*feeder*) yang terletak di bagian belakang *piringan* [10]. Antena ini memiliki sejumlah karakteristik khas yang membedakannya dari antena komersial pada umumnya. Beberapa aspek utama yang menjadi pembeda antena RLSA antara lain adalah sebagai berikut:

2.2.1 Struktur Dasar Antena RLSA

Struktur dasar antena RLSA terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik dengan efisiensi tinggi. Komponen-komponen utama tersebut antara lain adalah elemen radiasi (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder*.

1. Elemen Radiasi (*Radiating Element*)

Elemen radiasi pada antena ini terdiri dari *piringan* bulat dan datar yang terbuat dari bahan konduktor, seperti tembaga atau kuningan. Pada permukaan *piringan* tersebut, dipasang sejumlah pasangan *slot* yang disusun secara array, yang berfungsi sebagai pemancar gelombang elektromagnetik. *Slot-slot* ini dirancang secara khusus untuk menghasilkan pola radiasi dan karakteristik gelombang elektromagnetik sesuai kebutuhan sistem komunikasi yang diinginkan [10].

2. *Cavity* (Rongga)

Komponen rongga terbuat dari bahan dielektrik (*isolator*) berbentuk *piringan* bulat. Rongga ini berfungsi sebagai saluran untuk mentransmisikan sinyal dari *feeder* ke elemen radiasi, yang kemudian menyebar secara radial ke seluruh bagian elemen radiasi. Fungsi rongga ini sangat penting untuk memastikan distribusi sinyal yang merata pada antena [10].

3. *Background* (Bagian Belakang)

Background merupakan komponen berbentuk *piringan* bulat yang terletak di bagian belakang antena, terbuat dari logam. Komponen ini tidak memiliki *slot* dan berfungsi sebagai pendukung struktur antena, memberikan kestabilan mekanis, dan membantu mengarahkan gelombang radiasi dengan cara memantulkan sinyal yang tidak dipancarkan oleh elemen radiasi [10].

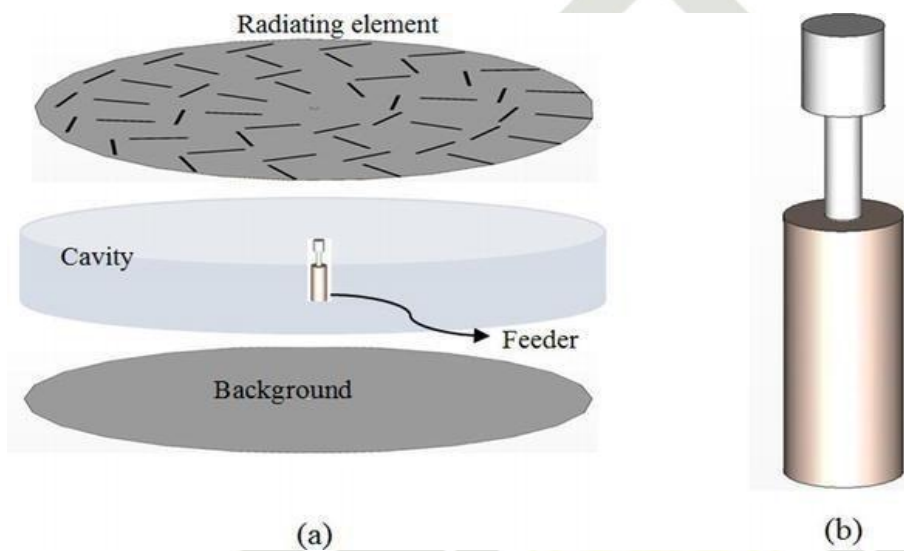
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

4. Feeder

Feeder, yang umumnya terbuat dari bahan logam seperti tembaga, kuningan, atau aluminium, berada di pusat antenna dan berfungsi untuk mengalirkan sinyal dari media transmisi menuju elemen radiasi. *Feeder* memainkan peran yang sangat penting dalam menghubungkan antenna dengan sumber sinyal dan memastikan distribusi daya yang efisien ke seluruh elemen radiasi [10].

Struktur dasar antenna RLSA dapat dilihat lebih jelas pada gambar 2.2 berikut.



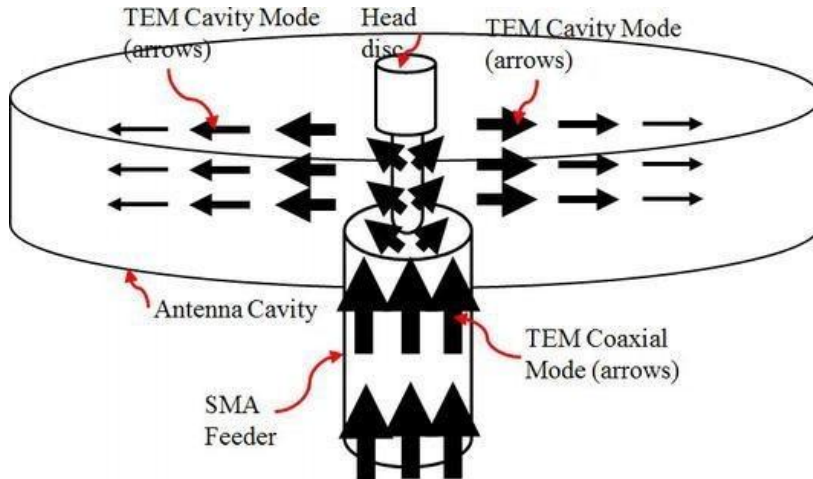
Gambar 2.2 Struktur Dasar Antena RLSA [10]

2.2.2 Prinsip Kerja Antena RLSA

Antena RLSA memiliki peran penting dalam menerima dan mengirimkan sinyal gelombang elektromagnetik melalui *slot-slot* yang terdapat pada elemen pemancar (*radiating element*). Sistem kerja antenna RLSA terdiri dari dua tahap utama, yaitu *Transverse Electromagnetic Mode (TEM) Mode Koaksial* dan *TEM Mode Cavity*. Ilustrasi tahapan prinsip kerja antenna RLSA ditampilkan pada gambar 2.3 di bawah ini [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.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau



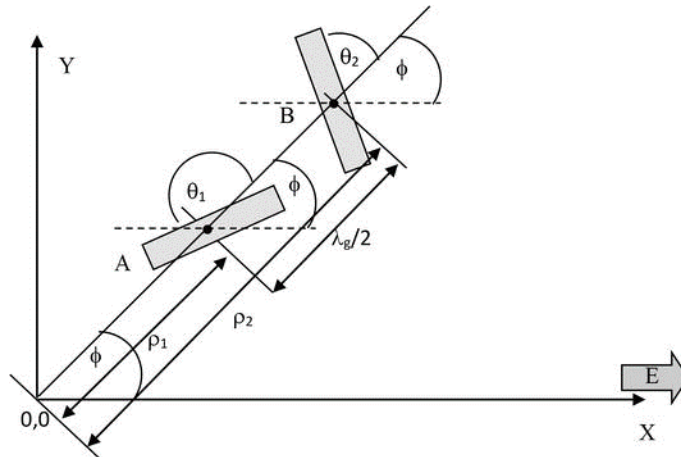
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Antena RLSA [10]

Gambar 2.3 tersebut menggambarkan alur kerja antenna RLSA dalam dua tahapan utama, yaitu *TEM Coaxial Mode* dan *TEM Cavity Mode*. Pada tahap pertama, sinyal elektromagnetik dikirimkan dari sumber (seperti *transmitter* atau generator sinyal) melalui kabel koaksial menuju bagian *feeder* yang terletak di pusat antenna. Tahap ini disebut *Transverse Electromagnetic Mode (TEM) Coaxial Mode*, karena sinyal merambat dalam struktur koaksial menuju *cavity* [10].

Selanjutnya, ketika sinyal mencapai *cavity*, mode transmisinya berubah menjadi *TEM Cavity Mode* dan merambat secara radial ke seluruh permukaan rongga antenna. Gelombang yang merambat ini kemudian dipancarkan keluar melalui *slot-slot* yang tersusun pada elemen radiasi (*radiating element*). Penyusunan *slot* dilakukan dengan teknik tertentu agar pancaran sinyal menjadi terarah dan efisien. Secara keseluruhan, desain antenna RLSA ini memungkinkan transmisi sinyal yang stabil dengan pola radiasi yang terkontrol melalui konfigurasi *slot* yang tepat [10].

2.2.3 Penempatan Posisi *Slot* Antena RLSA

Antena RLSA memiliki sejumlah besar pasangan *slot* yang tersusun dalam bentuk *array* pada elemen radiasinya. Penataan *slot-slot* tersebut secara *array* bertujuan untuk memperoleh kualitas sinyal yang optimal. Pada antenna RLSA, *slot-slot* ini diatur dengan sudut kemiringan yang dihasilkan melalui teknik *beamsquint*, sehingga menghasilkan polarisasi *linear*. Polarisasi ini berfungsi untuk meminimalisir *overlapping* dan interferensi antar *slot* [10] [11].

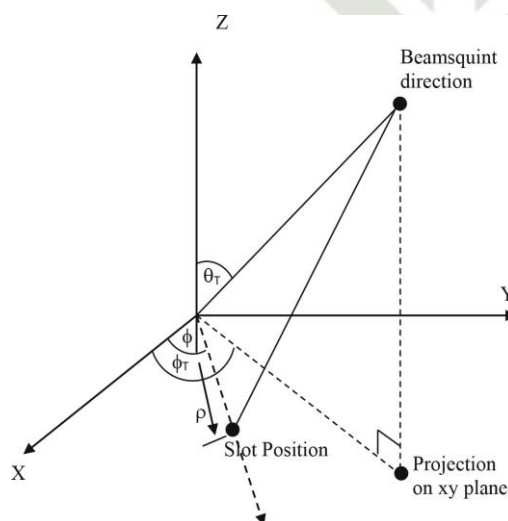


Gambar 2.4 Penempatan Posisi *Slot* Antena [10]

Penempatan *slot* memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dan performa antena RLSA. Posisi *slot* yang tepat akan menghasilkan kinerja antena yang optimal.

2.2.4 Pasangan *Slot* Antena RLSA

Radiating element pada antena RLSA terdiri dari susunan geometris pasangan *slot* yang dikenal sebagai unit radiator. Unit radiator pada antena ini terbentuk melalui konfigurasi polarisasi *linear* yang dihasilkan dari setiap pasangan *slot*. Untuk memperoleh performa radiasi yang maksimal, posisi unit radiator pada elemen pemancar harus ditentukan dengan perhitungan dan pemetaan geometris yang sangat presisi. Bahkan, kesalahan kecil dalam penempatan unit radiator dapat berdampak signifikan, seperti penurunan *gain*, *distorsi* pola radiasi, atau bahkan pergeseran arah utama pancaran antena [10]. Gambar 2.5 berikut menunjukkan ilustrasi pengaturan geometris unit radiator pada permukaan elemen pemancar:



Gambar 2.5 Pengaturan Geometri Unit Radiator [10]

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.

2.2.5 Panjang Slot Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari sejumlah pasangan *slot* dengan panjang yang bervariasi. Variasi panjang ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap *slot* mampu menghasilkan pola radiasi yang konsisten dan seragam. Panjang *slot* dalam antena RLSA sendiri mengacu pada jarak antara lokasi *slot* dan titik pusat antena [10]

2.3 Parameter Antena RLSA

Antena RLSA memiliki beberapa parameter yang digunakan untuk merancang, mengukur serta menganalisa kinerja antena RLSA. Beberapa parameter tersebut yaitu *gain*, koefisien refleksi, *bandwidth*, pola radiasi, dan *beamwidth* [11]

2.3.1 Gain

Gain antena merupakan parameter yang menunjukkan sejauh mana antena mampu memfokuskan energi pancarannya ke arah tertentu, setelah mempertimbangkan rugi-rugi (*loss*) dalam sistem. Dengan kata lain, *gain* mencerminkan tingkat keterarahan antena yang tersisa setelah kehilangan daya, dan menjadi salah satu indikator utama dalam mengevaluasi kinerja sebuah antena.

Semakin tinggi nilai *gain*, semakin besar pancaran energi ke arah yang dituju. *Gain* ini tidak hanya dipengaruhi oleh bentuk pola radiasi, tetapi juga oleh efisiensi antena dalam mentransmisikan daya dari sistem ke ruang bebas. Secara umum, *gain* antena dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [11]:

$$G = D \times \epsilon_r \quad (2.1)$$

Keterangan :

G = *Gain* antena

D = Direktivitas antena

ϵ_r = Efisiensi antena (keterarahan ideal antena tanpa memperhitungkan rugi-rugi)

2.3.2 Koefisien Refleksi

Salah satu parameter utama dalam mengevaluasi kesesuaian impedansi antara antena dan saluran transmisi adalah koefisien refleksi, yang mencerminkan tingkat pencocokan sinyal dalam sistem [11]. Diukur dalam dB (*desibel*), makin kecil nilainya (lebih negatif), makin baik. Ketidakesesuaian impedansi (*mismatch*) antara keduanya akan menyebabkan sebagian daya yang dikirimkan tidak terserap sepenuhnya oleh antena, melainkan

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.

dipantulkan kembali menuju sumber. Fenomena ini dikenal sebagai refleksi. Nilai koefisien refleksi menunjukkan seberapa besar daya yang dipantulkan kembali oleh antenna, dan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [11]:

$$\Gamma = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- Γ = Koefisien refleksi
- Z_{in} = Impedansi beban
- Z_0 = Impedansi saluran transmisi

2.3.3 Bandwidth

Bandwidth antenna merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antenna [11]. *Bandwidth* suatu antenna dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.3)$$

Keterangan :

- BW = *Bandwidth*
- f_{max} = Frekuensi tertinggi
- f_{min} = Frekuensi terendah

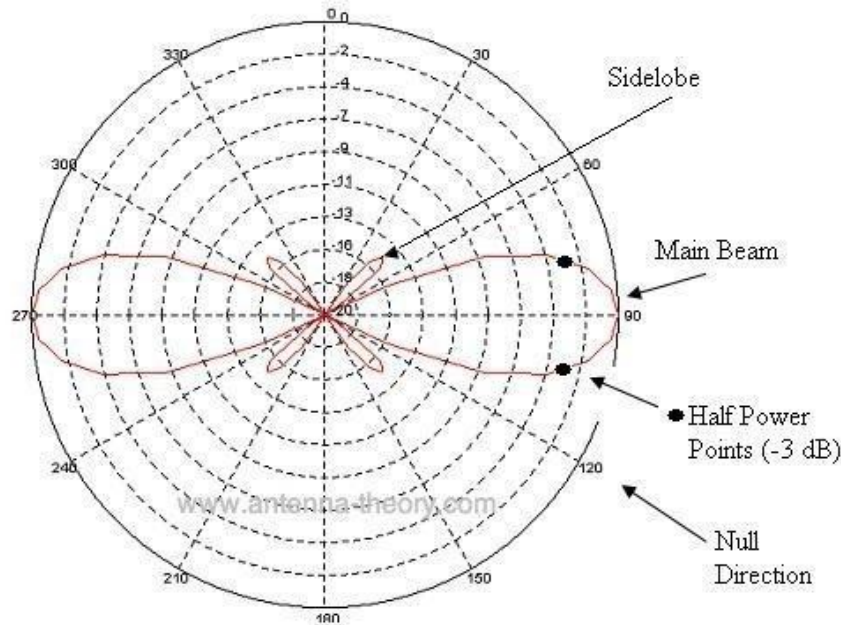
2.3.4 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi (*Radiation Pattern*) yaitu penggambaran sudut pancaran antenna (*polar plot*). Pola radiasi berfungsi untuk menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan dari antenna dan mencakup beberapa bagian utama, yaitu lobus utama (*main lobe*), lobus samping (*side lobe*), dan lobus belakang (*back lobe*) [11]. Fungsi utama pola radiasi adalah untuk menunjukkan arah dominan pancaran daya serta efisiensi antenna dalam mengarahkan sinyal.

Bentuk pola radiasi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain distribusi dan posisi *slot*, ukuran *slot* pada permukaan antenna yang menentukan arah dan lebar pancaran, serta fase dan amplitudo medan pada tiap *slot* yang menentukan apakah sinyal akan saling menguatkan atau melemahkan pada arah tertentu. Selain itu, frekuensi operasi juga berperan penting karena panjang gelombang dan resonansi struktur antenna dapat memengaruhi karakteristik pancaran [10]. Ilustrasi dari pola radiasi antenna ditampilkan pada gambar 2.6.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

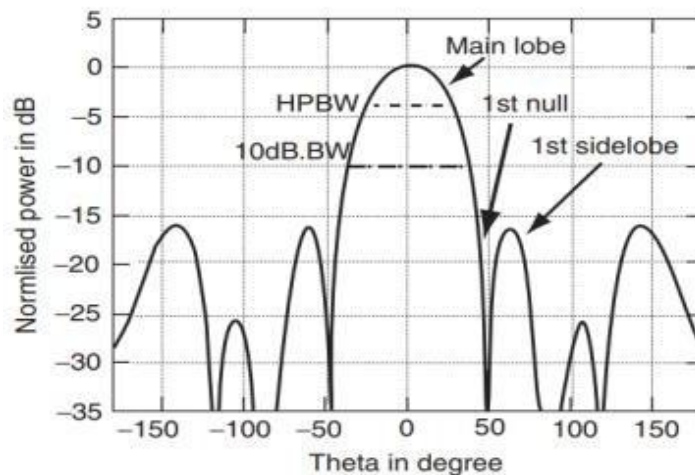
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2.6 Plot Polar Antena [11]

2.3.5 Beamwidth

Beamwidth antenna mengacu pada ukuran dari lebar sudut pancaran (*beam*) yang dihasilkan oleh suatu antenna [11]. Parameter ini menggambarkan seberapa luas arah distribusi daya dari antenna dalam ruang. *Beamwidth* biasanya diukur pada titik -3 dB dari puncak maksimum pola radiasi, yang dikenal juga sebagai *half-power beamwidth*. Setiap antenna memiliki area pancaran tertentu, yang dikenal sebagai *beam area*, yang merepresentasikan arah dominan dari penyebaran sinyal. *Beamwidth* ini biasanya ditampilkan melalui pola radiasi antenna. Gambar 2.7 memperlihatkan ilustrasi bagian dari pola *beamwidth* antenna.



Gambar 2.7 Bagian Pada *Beamwidth* Antena [11]

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.

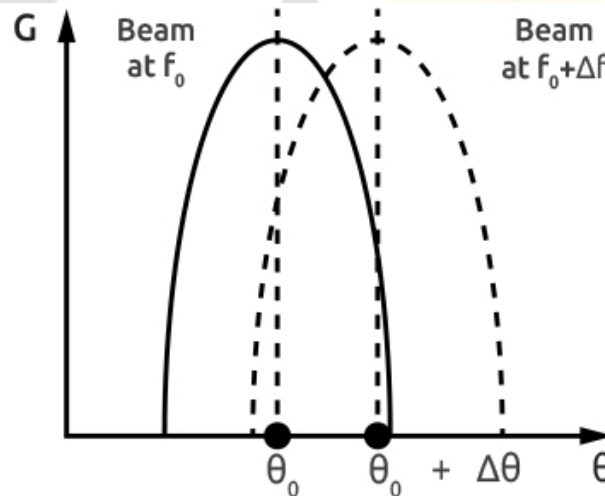
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Deskripsi mengenai Gambar 2.7 disajikan pada penjelasan berikut [11]:

1. *Half-Power Beamwidth* (HPBW) yaitu *beamwidth* setengah daya dari pancaran utama (*mainlobe*).
2. *First Null Beamwidth* (FNBW) yaitu jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang sampai dengan nol atau lebar pancaran bernilai nol.
3. *First Side-lobe level* (dinyatakan dalam dB, relatif terhadap pancaran utama atau pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama).
4. *Front-to-back ratio* yaitu perbandingan antara *mainlobe* dengan *backlobe*.
5. *Null positions* yaitu sebagai penentuan posisi.

2.4 Teknik Extreme Beamsquint

Teknik *Extreme Beamsquint* pada antenna RLSA merupakan metode untuk memanipulasi arah radiasi dari antenna tersebut dengan cara mengubah parameter tertentu, seperti susunan *slot* atau desain jaringan *feed*-nya, untuk menghasilkan pola radiasi yang sangat tajam atau terfokus pada sudut yang *extreme* [12].



Gambar 2.8 Contoh Gambar *Beamsquint* [12]

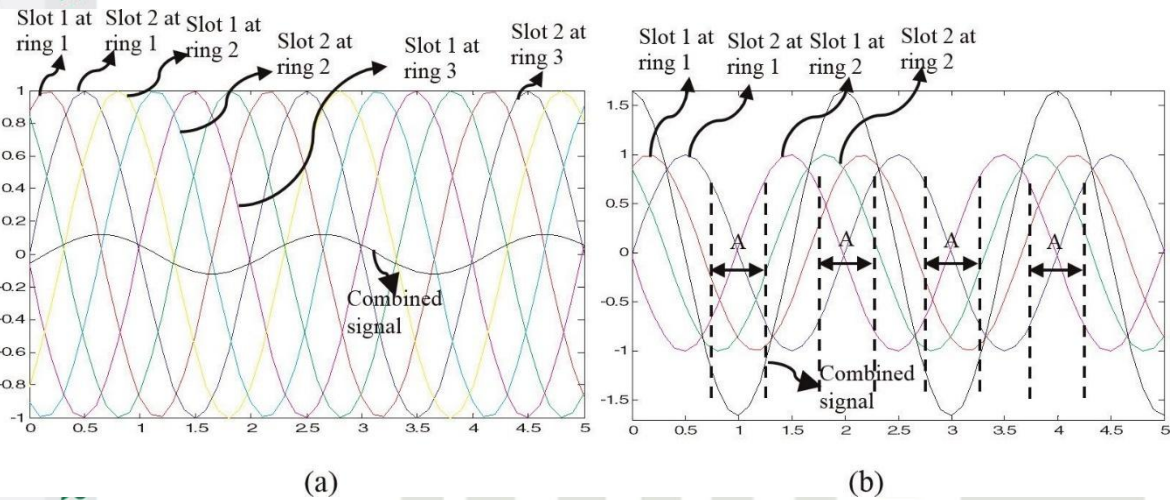
Salah satu syarat utama agar teknik *beamsquint* dapat bekerja secara efektif dalam meredam pantulan sinyal dari *slot* antenna adalah keberadaan jumlah *ring* yang memadai. Jika jumlah *ring* yang digunakan terlalu sedikit, maka efektivitas teknik *beamsquint* dalam membatalkan sinyal pantulan akan menurun. Kondisi ini menjadi alasan mengapa antenna RLSA berukuran kecil yang hanya memiliki kurang dari dua *ring* cenderung menunjukkan nilai koefisien refleksi yang tinggi. Dengan jumlah *ring* yang terbatas, pendekatan *beamsquint* standar menjadi tidak mampu secara optimal dalam mengurangi pantulan sinyal,

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.

sehingga performa antenna menurun dalam hal pencocokan impedansi [13].



Gambar 2.9 (a) Sinyal Pantulan 3 Ring (b) Sinyal Pantulan 2 Ring [12]

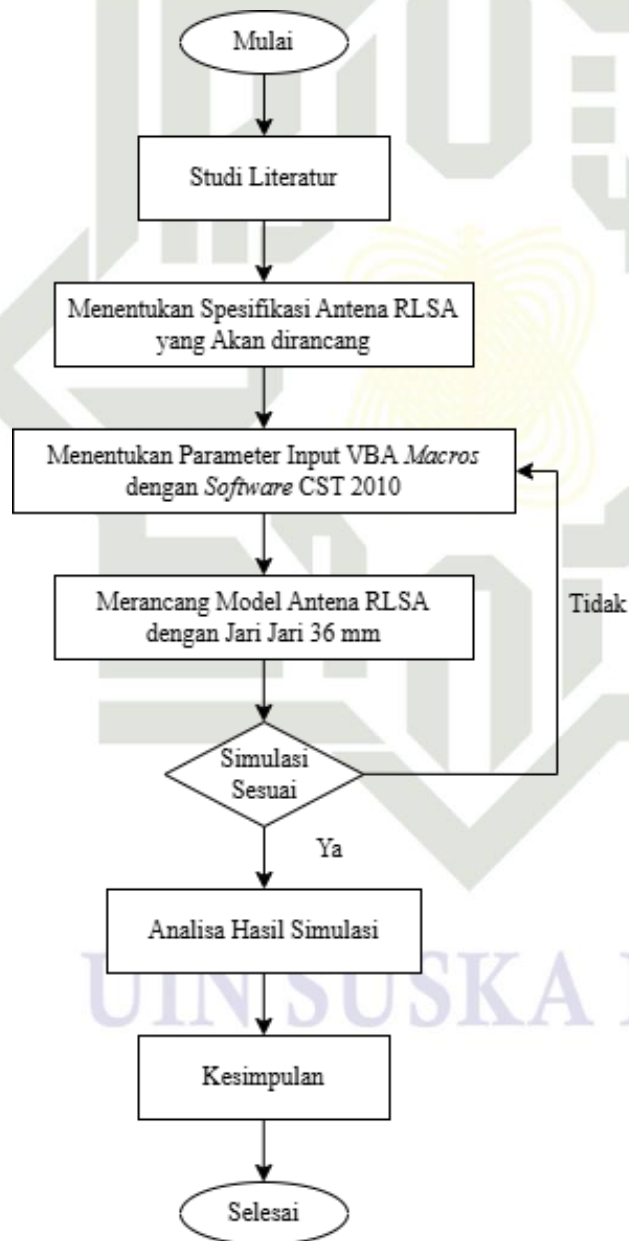
Pada gambar 2.9 bagian (b) ini memperlihatkan secara jelas bahwa penempatan *slot* yang memperhitungkan koreksi fasa sangat penting untuk mendapatkan pola radiasi yang optimal. Desain *slot* yang tepat akan menghasilkan interferensi konstruktif, sehingga sinyal-sinyal dari masing-masing *slot* saling menguatkan dan membentuk pancaran (*beam*) yang terarah dan kuat [14]. Konsep ini menjadi dasar penting dalam desain antenna RLSA, khususnya dalam mengatur arah pancaran dan memperkuat *gain* antenna [14].

3.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan metode kuantitatif karena data yang dikumpulkan serta analisis berbentuk angka yang dapat diukur secara objektif dan sistematis.

3.2 Flowchart Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian Tugas Akhir yang dilakukan penulis digambarkan pada flowchart berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah awal dalam pelaksanaan penelitian yang bertujuan untuk menghimpun informasi, menelaah, mencatat, dan mengevaluasi sumber pustaka yang relevan dengan topik yang akan dikaji. Tahapan ini bertujuan untuk memahami arah perkembangan riset sebelumnya, mengidentifikasi celah penelitian yang ada, serta memperkuat dasar teoritis yang digunakan. Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis meninjau berbagai referensi seperti jurnal ilmiah, prosiding konferensi, serta skripsi terdahulu yang disarankan oleh dosen pembimbing sebagai sumber utama.

Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna RLSA berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm. Oleh karena itu, kajian pustaka difokuskan pada referensi yang membahas rancangan antenna RLSA, teori dasar antenna, parameter antenna yang digunakan, serta pemanfaatan perangkat lunak CST *Studio Suite* sebagai media simulasi. Studi literatur ini menjadi pijakan utama dalam merancang metodologi serta rancangan antenna yang akan diuji pada tahapan berikutnya.

3.4 Perangkat yang Digunakan

- Laptop HP 14s -512GB
- Windows 11 version 23H2 for x64-based systems (KB5055528)
- Processor Intel Core i5
- RAM 4GB DDR4
- Software CST *Studio Suite* 2010
- Bahasa pemrograman VBA *Macros*

3.5 Penentuan Spesifikasi Antena RLSA

Spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi parameter jari-jari sebesar 36 mm. Tabel 3.1 di bawah ini menyajikan rincian spesifikasi yang digunakan dalam proses perancangan antenna RLSA berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm.

Tabel 3.1 Spesifikasi Parameter Antena RLSA yang Digunakan

No	Parameter	Nilai
1	Jari jari antenna RLSA	36 mm
2	Tebal <i>radiating element</i>	0.1 mm
3	Tebal <i>background</i>	0.1 mm

4	Lebar <i>slot</i>	1 mm
5	Jari-jari lubang tengah <i>cavity</i>	1.4 mm
6	<i>Cavity permittivity</i>	2.33
7	Tebal <i>cavity</i>	8 mm
8	Material <i>cavity</i>	<i>Polypropylene</i>
9	Material <i>radiating element</i> dan <i>background</i>	Tembaga

Parameter-parameter yang disesuaikan pada model antenna RLSA berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm tercantum dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Parameter yang Digunakan Dalam Perancangan Model Antena RLSA

No	Parameter	Nilai
1	Jari-jari	36 mm
2	Jumlah pasangan <i>slot ring</i> pertama	12 sampai 18
3	Sudut <i>beamsquint</i>	72°, 75°, 78°, 81°, 83°, 85°, 87°, 89°

Salah satu parameter yang terdapat pada Tabel 3.2 akan dimasukkan ke dalam program VBA *Macros* pada *software* CST *Studio Suite* 2010 yang dapat mempercepat perancangan model antenna RLSA tersebut. Tampilan nilai parameter input pada program VBA *Macros* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:

Pasangan *Slot Ring* Pertama Sudut *Beamsquint*

```

=====
'masukkan nilai parameter inputan
=====
jari_kaviti=36: po=18 : lebar_slot=1: tau = 83:
fo=5.8: er=2.33 : ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4:

```

Gambar 3.2 Tampilan Parameter Input pada Program VBA *Macros*

Pada gambar 3.2 diatas parameter yang diinput oleh penulis pada program VBA *macros* dijelaskan pada tabel 3.3 berikut [15] :

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

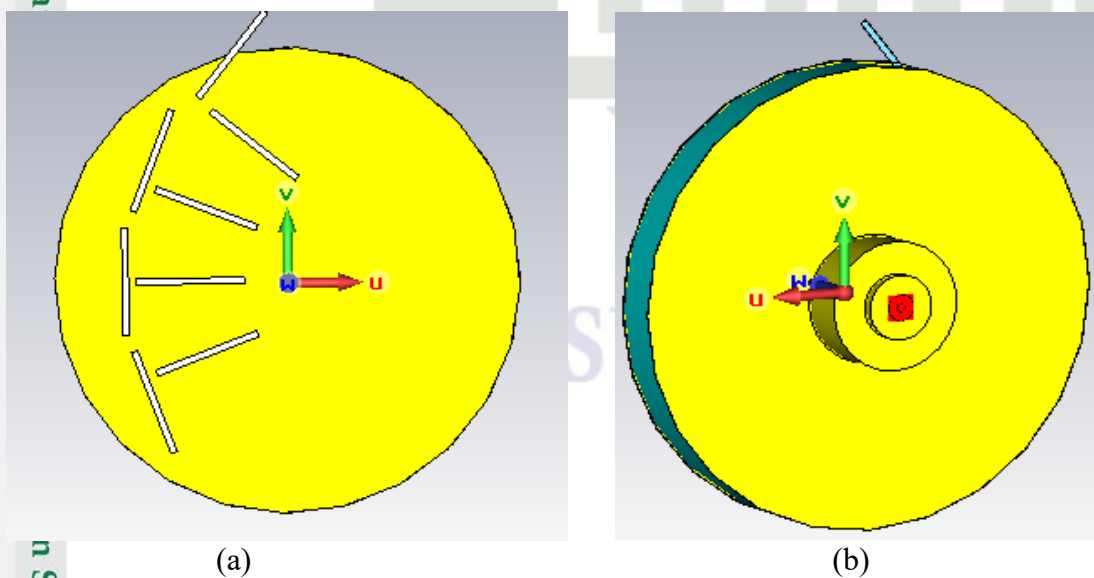
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

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

Tabel 3.3 Penjelasan Parameter yang di Input pada Program VBA Macros

Parameter	Penjelasan
jari_kaviti = 36	Jari-jari <i>cavity</i> antenna (dalam mm).
p0 = 18	Jumlah <i>slot</i> per lingkaran atau parameter distribusi <i>slot</i> .
lebar_slot = 1	Lebar dari <i>slot</i> yang digunakan sebagai elemen radiasi.
tau = 83	Jumlah total <i>slot</i> atau parameter terkait sudut rotasi.
fo = 5.8	Frekuensi operasi (GHz).
er = 2.33	Permitivitas relatif dari material dielektrik.
ur = 1	Permeabilitas relatif (nilai 1 untuk non-magnetik).
teta = 10^-5	Nilai sudut (rad), untuk menghindari nilai nol dalam simulasi.
z = 1	impedansi atau constanta.
n = 0	Indeks awal perulangan.
h = 8	Ketebalan substrat atau jarak tertentu.
tebal_element_radiasi = 0.1	Ketebalan elemen radiasi (dalam mm).
jari_lubang_kaviti = 1.4	Radius lubang tempat <i>slot</i> berada.

Parameter yang telah di input pada program VBA macros, akan dijalankan oleh software CST Studio Suite 2010 dan menghasilkan bentuk *component* antenna seperti pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Gambar Antena (a) Tampilan Depan, (b) Tampilan Belakang

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.

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

Pada gambar 3.3 dapat dilihat hasil percobaan *atau* skenario dari inputan parameter pada program VBA *macros*. Pada skenario ini, antenna tersebut hanya memiliki 4 pasang *slot*.

Spesifikasi target kinerja antenna pada penelitian ini berfokus pada meminimalkan ukuran fisik antenna dengan jari-jari 36 mm, serta upaya memperlebar *bandwidth* melalui variasi jumlah *slot* pada *ring* pertama (p_0) dan pengaturan sudut *beamsquint* (τ) yang sudah ditentukan.

3.6 Pensimulasian Model Antena RLSA Kecil dengan Jari Jari 36 mm

Simulasi antenna RLSA dilakukan menggunakan software CST *Studio Suite* 2010 dengan dukungan program VBA *Macros*. Dalam proses ini, model antenna dirancang berdasarkan parameter input yang telah ditetapkan guna memperoleh hasil yang optimal. Apabila hasil simulasi belum optimal, maka akan dilakukan perubahan nilai masukan parameter input pada program VBA *Macros* hingga mendapatkan hasil yang terbaik.

3.7 Pengambilan Data Hasil Simulasi Antena RLSA

Setelah simulasi selesai dilakukan, data akan diambil dari hasil simulasi model antenna yang telah dirancang. Pengambilan data yang diambil adalah berupa nilai *bandwidth*, *gain*, *beamwidth*, dan koefisien refleksi. Pengambilan data dilakukan setiap simulasi yang dijalankan agar dapat menentukan model antenna mana yang memenuhi target penelitian.

3.8 Analisa Hasil

Pada tahap akhir penelitian, dilakukan analisis terhadap hasil simulasi yang mencakup *bandwidth*, *gain*, *beamwidth*, serta koefisien refleksi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana desain antenna yang telah dirancang mampu bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, dan analisis terhadap antenna RLSA berukuran kecil dengan jari-jari 36 mm menggunakan *software CST Studio Suite 2010*, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena RLSA berukuran kecil berhasil dirancang dan disimulasikan dengan menggunakan variasi parameter p_0 sebesar 12 sampai 18 dan sudut *beamsquint* (τ) 72° sampai 89° , sehingga memberikan gambaran performa antenna pada berbagai konfigurasi parameternya.
2. Parameter terbaik diperoleh pada $p_0 = 18$ dan $\tau = 83^\circ$, yang menghasilkan performa sebagai berikut:
 - a. Koefisien refleksi (S_{11}) sebesar -18.656 dB, sesuai standar karena berada di bawah -10 dB.
 - b. *Bandwidth* sebesar 981.82 MHz, menunjukkan kemampuan antenna bekerja pada rentang frekuensi yang cukup lebar.
 - c. *Gain* sebesar 7.138 dB, sesuai karakter antenna RLSA ukuran kecil dengan satu lingkaran penuh.
 - d. *Beamwidth* sebesar 27° pada frekuensi 6.8 GHz, menandakan pola radiasi yang terarah (*directional*).
 - e. Arah pancaran pada $\Phi = 0$ sebesar 15° , menunjukkan karakter *single-beam*.
3. Hasil ini menunjukkan bahwa antenna RLSA ukuran kecil tetap dapat berfungsi dengan performa yang baik, meskipun jumlah *slot* lebih sedikit dibandingkan antenna berukuran besar. Miniaturisasi tidak serta-merta menurunkan performa secara signifikan apabila parameter desain dioptimalkan.
4. Penelitian ini membuktikan bahwa variasi nilai p_0 dan sudut *beamsquint* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *bandwidth*, koefisien refleksi, *gain*, *beamwidth*, dan arah pancaran antenna. Oleh karena itu, proses optimasi parameter sangat penting dalam merancang antenna RLSA berukuran kecil.

Secara keseluruhan, penelitian ini telah berhasil mencapai tujuan, yaitu merancang antenna RLSA kecil dengan jari-jari 36 mm yang tetap memiliki performa baik dari penelitian sebelumnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan distribusi *slot* dan jumlah *slot*, baik pada *ring* pertama maupun *ring* berikutnya, guna memperoleh pola radiasi yang lebih optimal serta meningkatkan *gain*.
2. Menguji dan membandingkan penggunaan material *cavity* yang berbeda, seperti FR-4 atau *Rogers*, untuk melihat pengaruh material terhadap performa antenna.
3. Penerapan antenna RLSA kecil pada aplikasi spesifik, seperti IoT, perangkat portabel, radar jarak pendek, atau komunikasi *point-to-point*, sehingga antenna dapat dikembangkan sesuai kebutuhan dunia industri.
4. Untuk penelitian lanjutan, dapat dikembangkan desain antenna RLSA kecil *multiband* atau *multi-beam*, sehingga antenna lebih fleksibel dan dapat digunakan pada berbagai sistem komunikasi modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Takahashi, "Radial Line Slot Array Antenna for Satellite Communications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 34, no. 3, pp. 350–354, 1986.
- [2] M. E. Bialkowski and A. P. Popple, "Linear Polarized Radial Line Slot Array Antenna with Beam Squinting Capability," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 45, no. 7, pp. 1139–1145, 1997
- [3] K. C. Kelly, D. Laborsories, H. A Company, and C. City, "Recent Annular Slot Array Experiments," vol. 19, no. 604, 1957.
- [4] T. Purnamirza, "Very Small Beamsteering Radial Line Slot Array Antenna," Ph.d.dissertation, Universiti Teknologi Malaysia, 2013.
- [5] T. Purnamirza, "Cutting Technique for Constructing Small RLSA Antennas," *Academia.edu*, 2021.
- [6] T. Purnamirza, "Performance Analysis of Full, Half and Quarter-Circle RLSA Antenna for 5.8 GHz WLAN Applications," *IEEE Int.Conf. Commun. Netw. Satellite (COMNETSAT)*, 2021, pp. 97–100.
- [7] Jumanda, Dwi Yoga. "Pengaruh Penghapusan Slot Dalam Memperbaiki Bandwidth Antena RLSA." Phd Diss., Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2024.
- [8] A. R. Tharek dan I. K. F. Ayu "Theoretical Investigations of Linearly Polarized Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna for Wireless LAN Indoor Application at 5.5 GHz", *IEEE MELECON*, pp 364-367, 7-9 May 2002.
- [9] Iliya, S. Z., T. A. Rahman, Hashim U. Iddi, T. Purnamirza, S. I. Orakwue, and O. Elijah. "Optimization of radial line slots array antenna design for satellite communications." In 2013 *IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace)*, pp. 45-50. IEEE, 2013.
- [10] Purnamirza, Teddy. "Radial Line Slot Array (RLSA)." *Telecommunication Systems: Principles and Applications of Wireless-Optical Technologies* (2019): 185.
- [11] Purnamirza, Teddy. "Compact Radial Line Slot Array Antenna Design." Dalam: *Recent Developments in Antenna Technology*, IntechOpen, (2019).
- [12] Purnamirza, T., T. A. Rahman, and M. H. Jamaluddin. "The extreme beamsquint technique to minimize the reflection coefficient of very small aperture radial line slot array antennas." *Journal of Electromagnetic Waves and Applications* 26, no. 17-18 (2012): 2267-2276

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.

- [13] Y.-L. Kuo and Y.-J. Cheng, "A beam squint-free wideband millimeter-wave beam-steering antenna array using rotated-element broadside array (REBA)," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 64, no. 6, pp. 2076–2081, Jun. 2016.
- [14] A. Sharma and A. Patnaik, "Beam squint compensation in wideband linear antenna array using time delay units," *Prog. Electromagn. Res. M*, vol. 71, pp. 77–86, 2018.
- [15] Septyaningrum, Sayuti Aura. "Analisa Perancangan Antena RLSA Menggunakan Teknik Pengubahan Permittivitas Cavity." PhD diss., Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2024.
- [16] Bowe, Viona Maharani. "Analisa Pelebaran *Bandwidth Antena Radial Line Slot Array* (RLSA) Dengan Teknik *Dual-Frequency* Pada Frekuensi 5, 65 Ghz Dan 5, 8 Ghz." PhD diss., Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2024.
- [17] Nurhakim, Surfa. "Perancangan *Antena Radial Line Slot Array End Fire*." PhD diss., Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2025.

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 A

PROSES PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

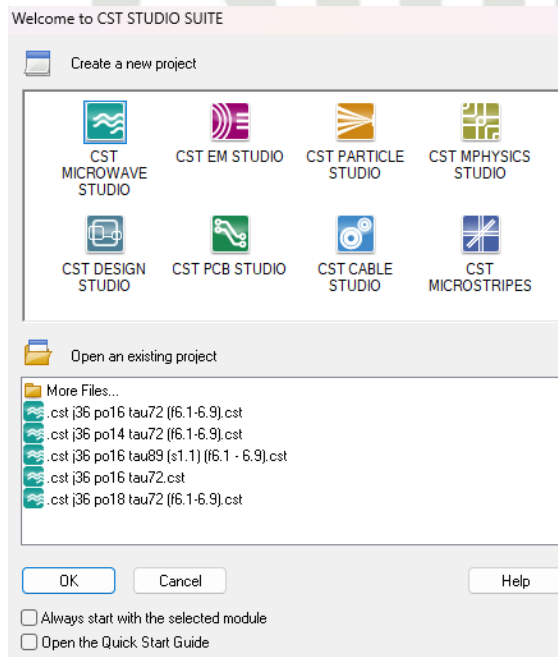
Pada lampiran A ini menjelaskan langkah-langkah dalam merancang model antenna RLSA kecil dengan jari-jari 36 mm pada frekuensi 6.1 GHz. Perancangan antenna ini menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2010 dan bahasa pemrograman VBA *Macros*. Berikut ini adalah tahapan- tahapan dalam perancangan dan proses simulasi antenna RLSA.

1. Instal *software* CST *Studio Suite* 2010 pada PC/laptop. Kemudian jalankan aplikasinya.



Gambar A.1. Ikon CST *Studio Suite* 2010

2. Buka *software* CST *Microwave Studio Suite* 2010 sehingga muncul tampilan seperti gambar dibawah, lalu pilih CST *Microwave Studio*.

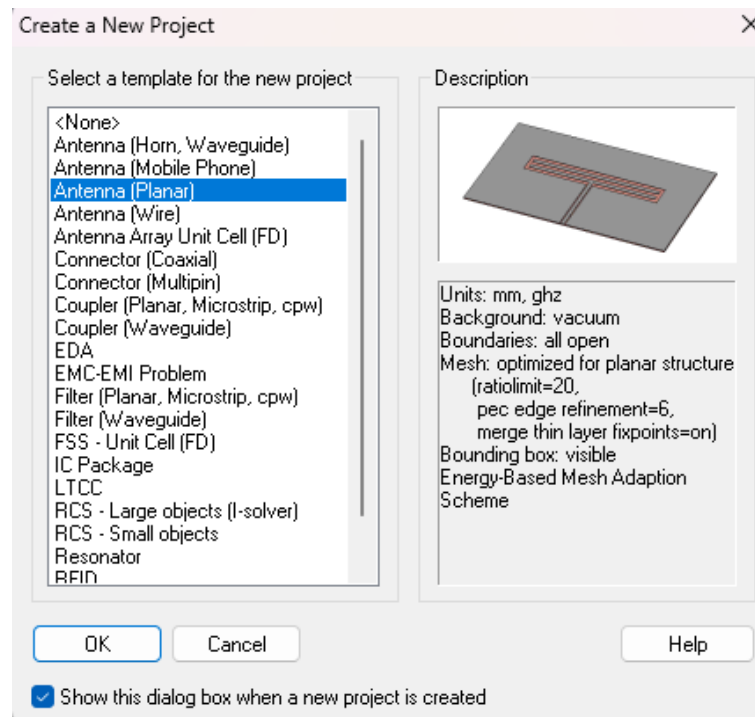


Gambar A.2. Menu *Create a new project*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

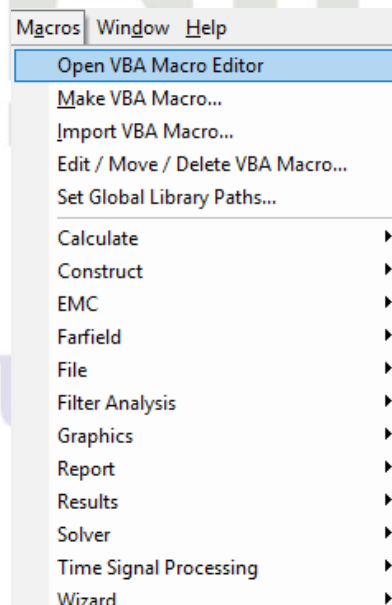
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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. Setelah itu akan muncul tampilan untuk pilihan project dan pilih antenna (*planar*).



Gambar A.3. Tampilan jenis antenna

4. Pada tampilan utama *software CST Microwave Studio Suite 2010*, klik **Macros** > **Open VBA Macro Editor**.

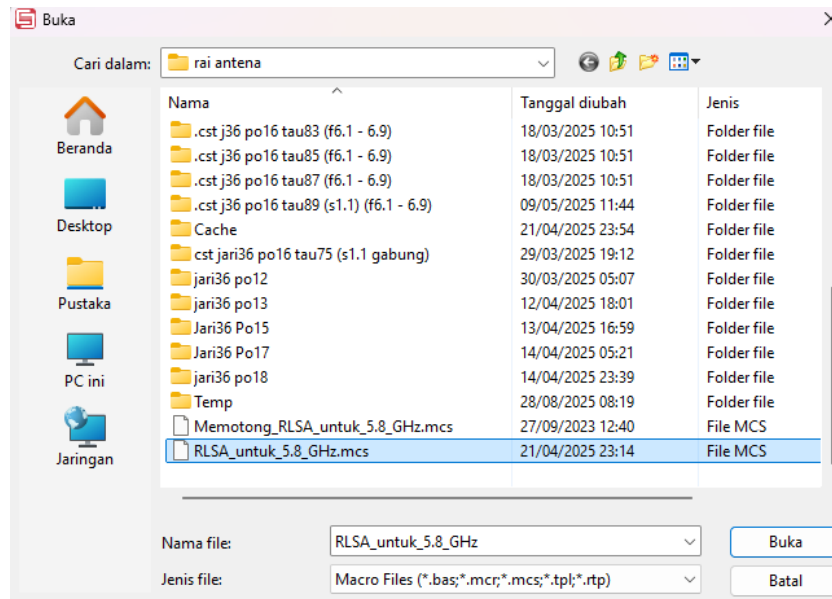


Gambar A.4. Tampilan *Macros*

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

5. Setelah ini masukkan file VBA *Macros* untuk memasukkan parameter input yang akan digunakan untuk merancang antenna RLSA.



Gambar A.5. Tampilan file VBA yang akan dimasukkan

6. Menentukan parameter input.

```
'=====
'masukkan nilai parameter inputan
'=====
jari_kaviti=36: po=16 : lebar_slot=1: tau = 72:
fo=5.8: er=2.33 : ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4:
```

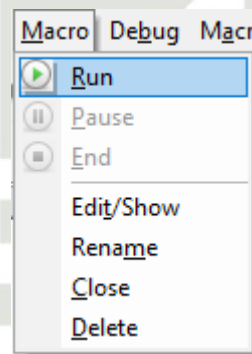
Gambar A.6. Tampilan program VBA *Macros* (parameter input)

- a. Parameter jari_kaviti adalah jari-jari antenna dengan nilai 36 mm
- b. Parameter p0 adalah jumlah pasangan *slot ring* pertama dengan perubahan nilai 12 sampai 18.
- c. Parameter lebar_slot yang digunakan adalah 1 mm
- d. Parameter tau adalah sudut *beamsquint* dengan perubahan nilai 72°, 75°, 78°, 81°, 83°, 85°, 87°, dan 89°.
- e. Parameter f0 adalah frekuensi operasi kerja antenna RLSA yang dirancang yaitu 5.8 GHz.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

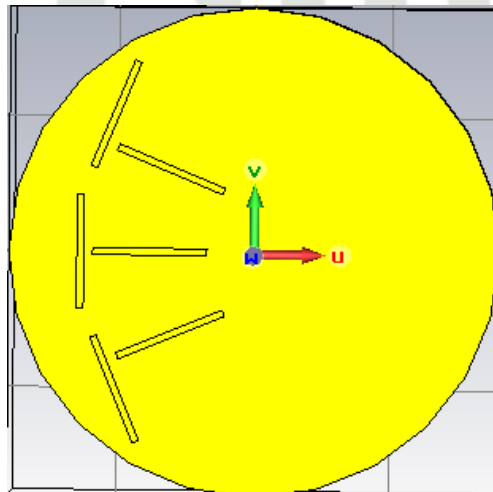
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

- f. Parameter ϵ_r adalah nilai *cavity permittivity* dengan nilai 2.3
 - g. Parameter h adalah tebal *cavity* dengan nilai 8 mm
 - h. Parameter tebal_element_radiasi yang digunakan adalah 0.1 mm
 - i. Parameter jari_lubang_kaviti yang digunakan adalah 1.4 mm
7. Setelah memasukkan nilai parameter input antenna RLSA pada VBA *Macros* untuk setiap frekuensi kerja yang digunakan, selanjutnya klik **Macro > Run**.



Gambar A.7. Tampilan *Macro*

8. Setelah klik **Run**, program akan bekerja dan menghasilkan rancangan model antenna RLSA pada gambar berikut.



Gambar A.8. Hasil rancangan model antenna RLSA

9. Langkah selanjutnya yaitu melubangi *slot*, dengan klik **Component > Radiating > lalu pilih Boolean Insert > Ring > Enter** pada *keyboard*. Maka *slot* akan terlubangi seperti

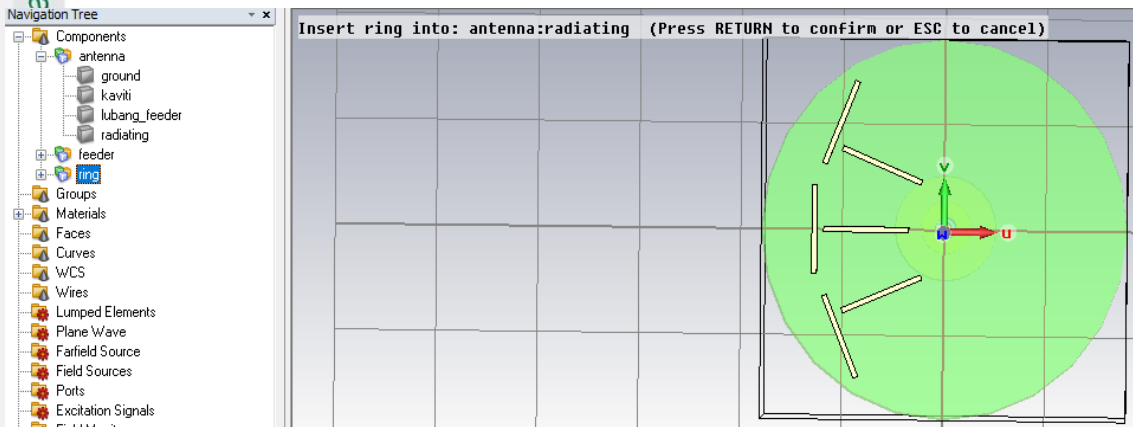
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

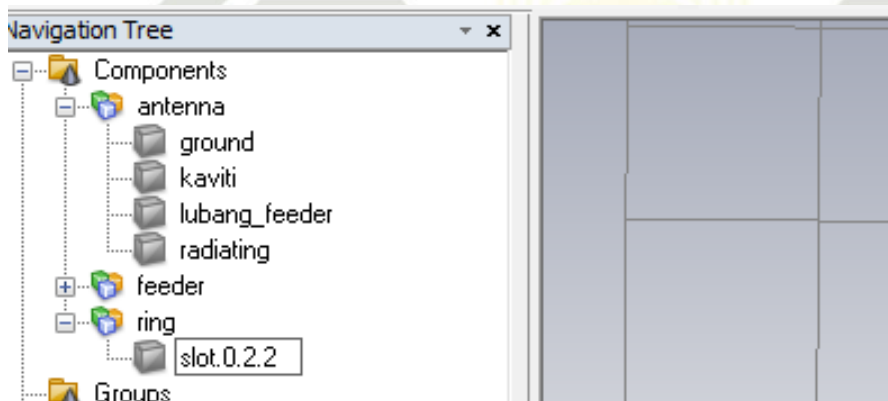
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

gambar berikut:



Gambar A.9. Tampilan antenna RLSA setelah slot dilubangi

10. Setelah itu, blok semua **slot** > **Boolean Add (+)** untuk menggabungkan semua **slot** menjadi satu **ring slot** dan ubah nama **slot** menjadi **slot 0.2.2**.

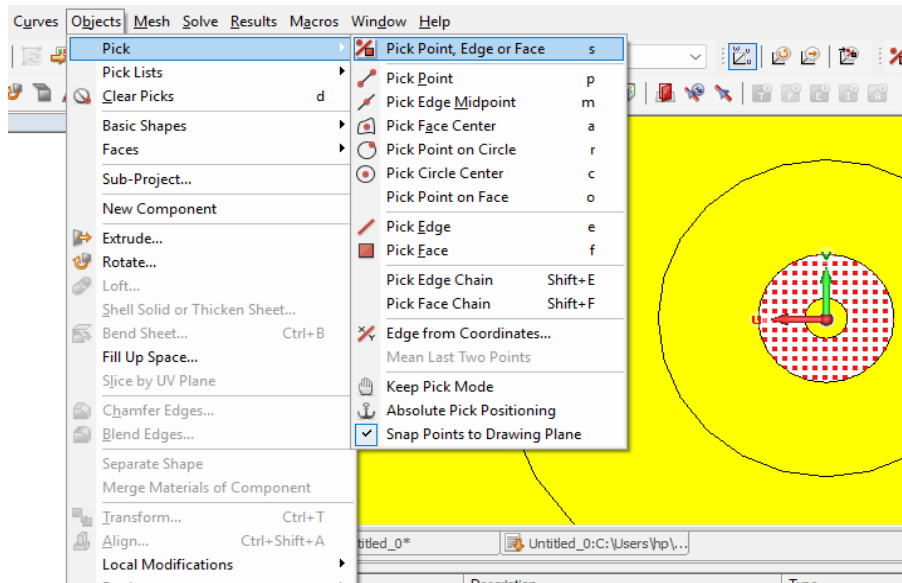


Gambar A.10. Tampilan penggabungan slot

11. Lubangi Feeder, putar antenna RLSA dengan *Active Rotation Mode* sebesar 180° dan *Active Dinamic Zoom Mode* untuk melihat letak kepala *disc feeder*. Kemudian klik **Objects > Pick > Pick Point, Edge Face > double klik jari-jari feeder > Waveguide Ports > OK.**

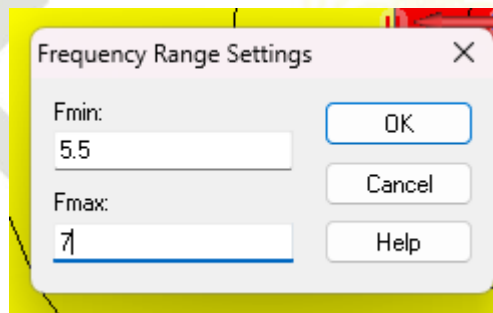
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



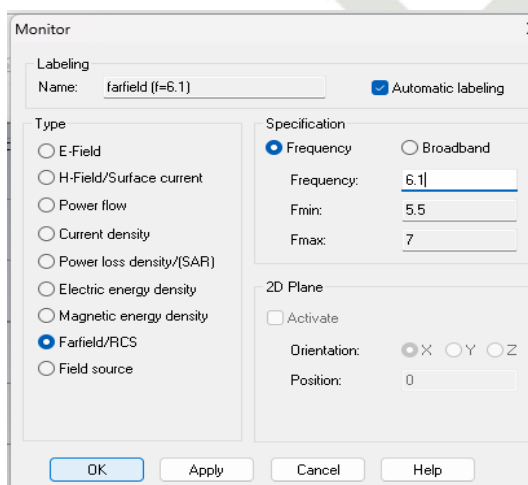
Gambar A.11. Tampilan pelubangan *feeder*

12. Masukkan frekuensi *range* dengan $F_{min} = 5.5$ GHz dan $F_{max} = 7$ GHz.



Gambar A.12. *Frequency Range Settings*

13. Kemudian klik **Solve > Field Monitors > Farfield/RCS > Frequency 6.1 GHz > OK**.

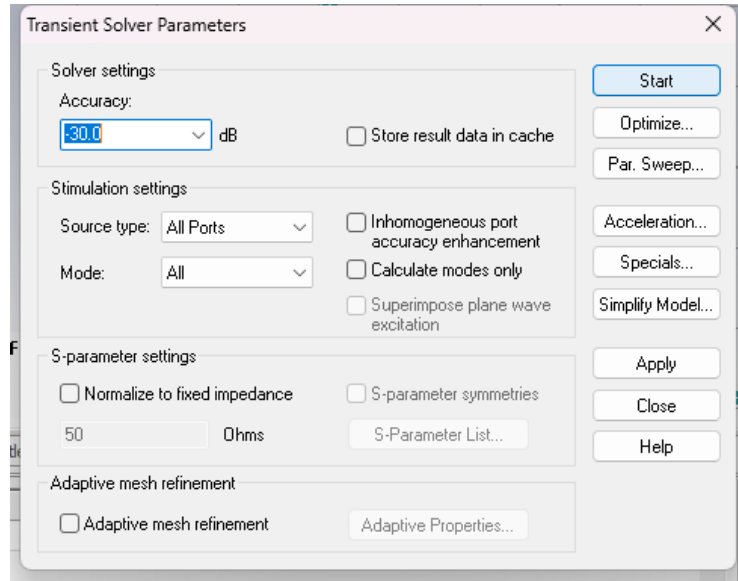


Gambar A.13. Tampilan *Field Monitor*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

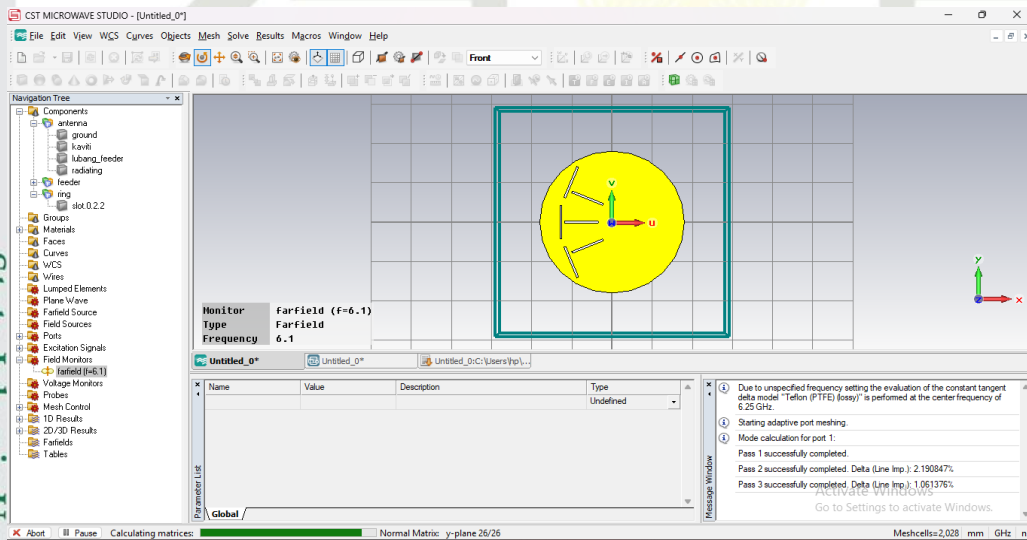
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

14. Kemudian jalankan simulasi dengan klik **Transient Solver Parameters > Start**.



Gambar A.14. Tampilan *Transient Solver Parameters*

15. Simulasi dijalankan



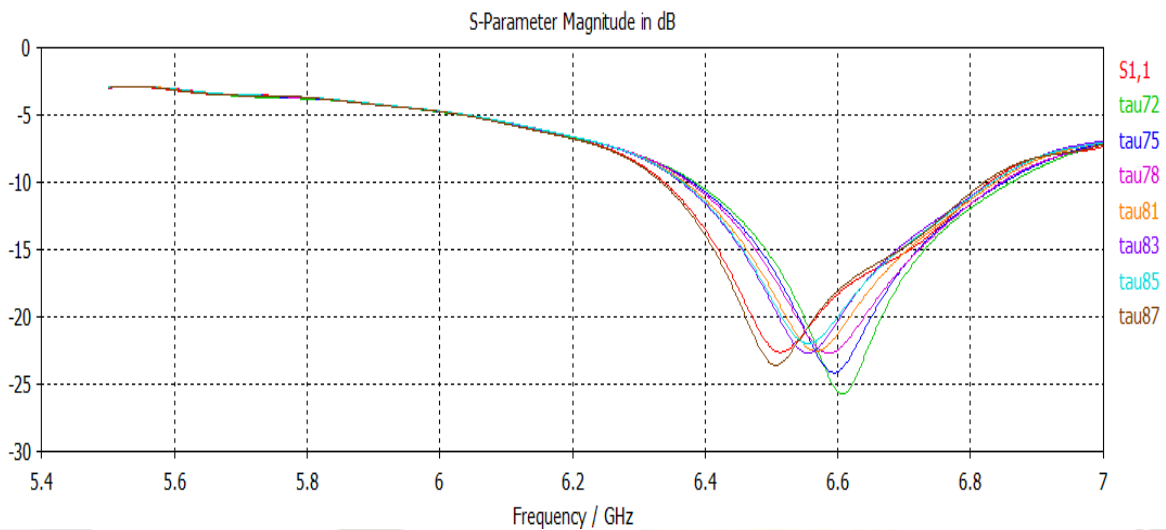
Gambar A.15. Simulasi dijalankan

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.

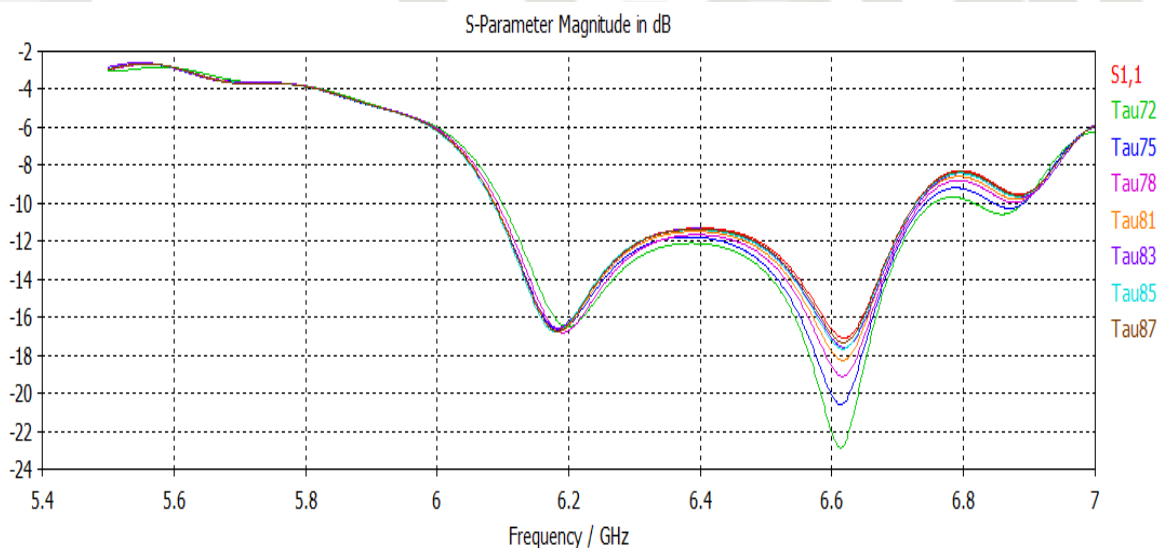
LAMPIRAN B

HASIL SIMULASI NILAI S1_1 DARI PERANCANGAN ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

Lampiran B berisi data hasil simulasi nilai S1_1 antena RLSA. Hasil ini diperoleh dari simulasi pada *software* CST Studio Suite 2010 dengan menggunakan parameter jari-jari 36 mm, p0 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 dan *beamsquint* 72°, 75°, 78°, 81°, 83°, 85°, 87°, 89°.



Gambar B.1 jari-jari 36 mm dan p0 12

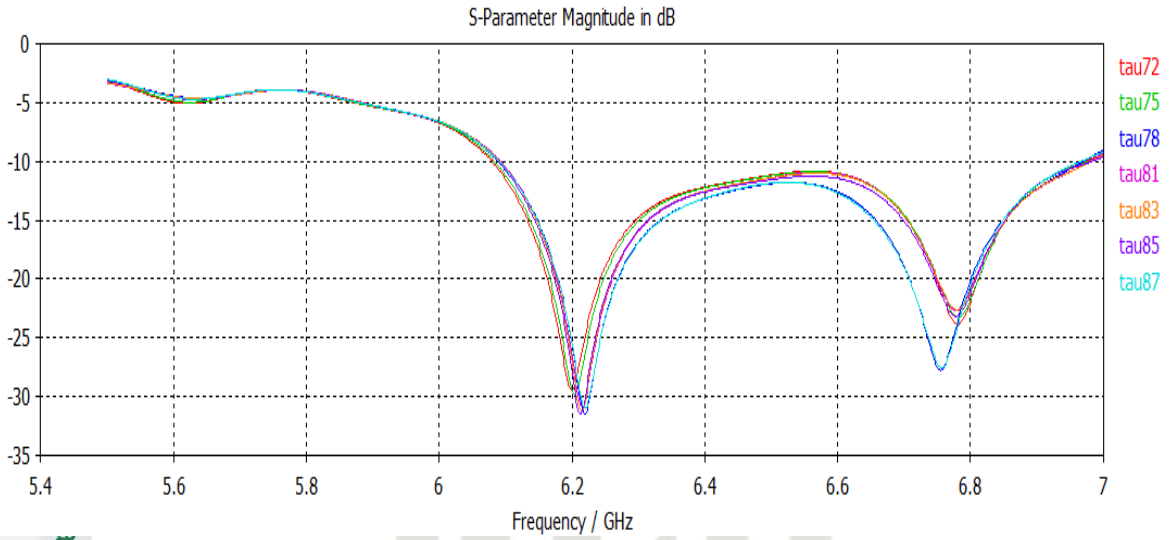


Gambar B.2 jari-jari 36 mm dan p0 13

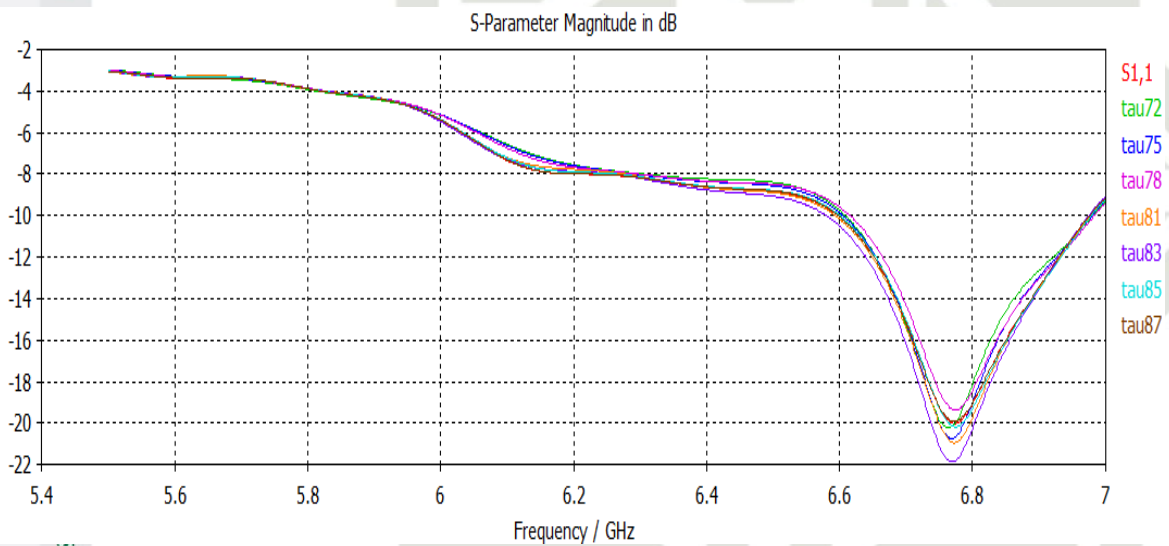


Hak Cipta Uinungui Ungaung-Ungaung

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



Gambar B.3 jari-jari 36 mm dan p0 14



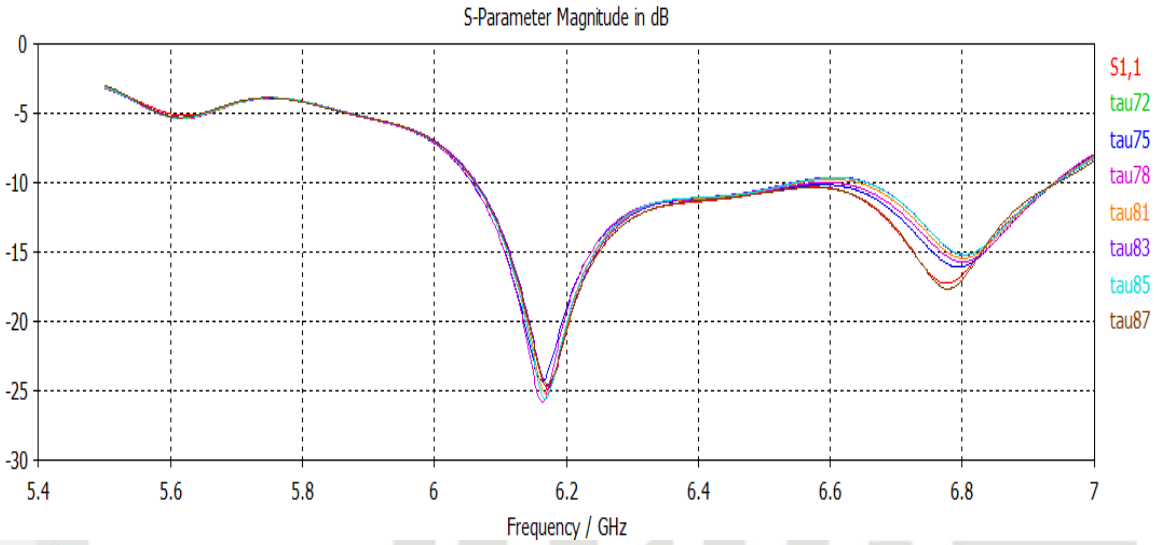
Gambar B.4 jari-jari 36 mm dan p0 15



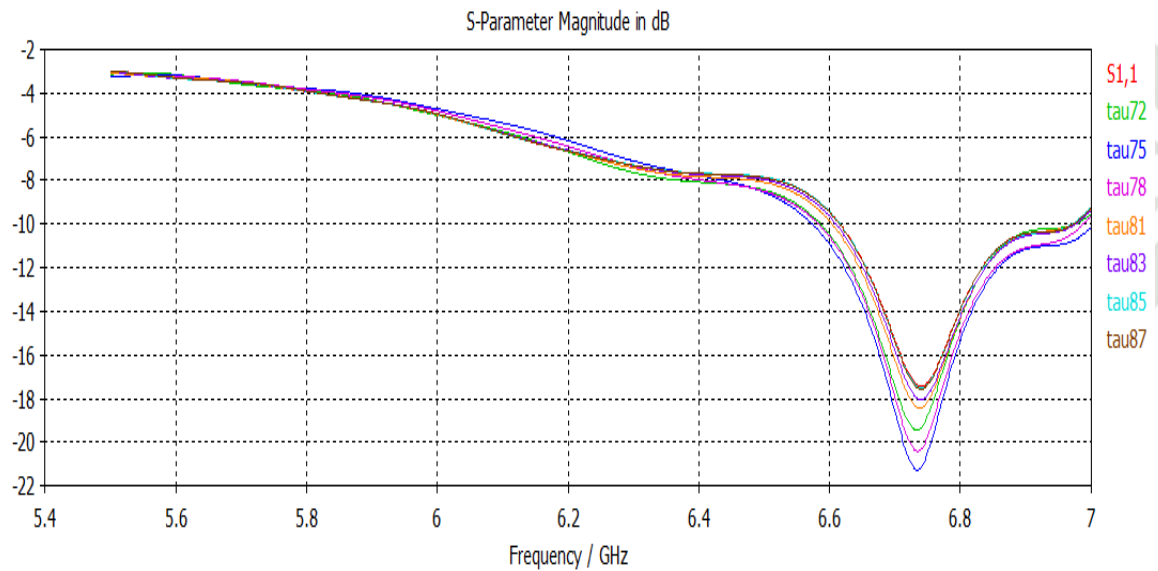
Hak Cipta Uinmuang-undaang

1. Diararar mengutip abagian 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. Diararar mengumarkan dan memperbarar abagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Riau



Gambar B.5 jari-jari 36 mm dan p0 16

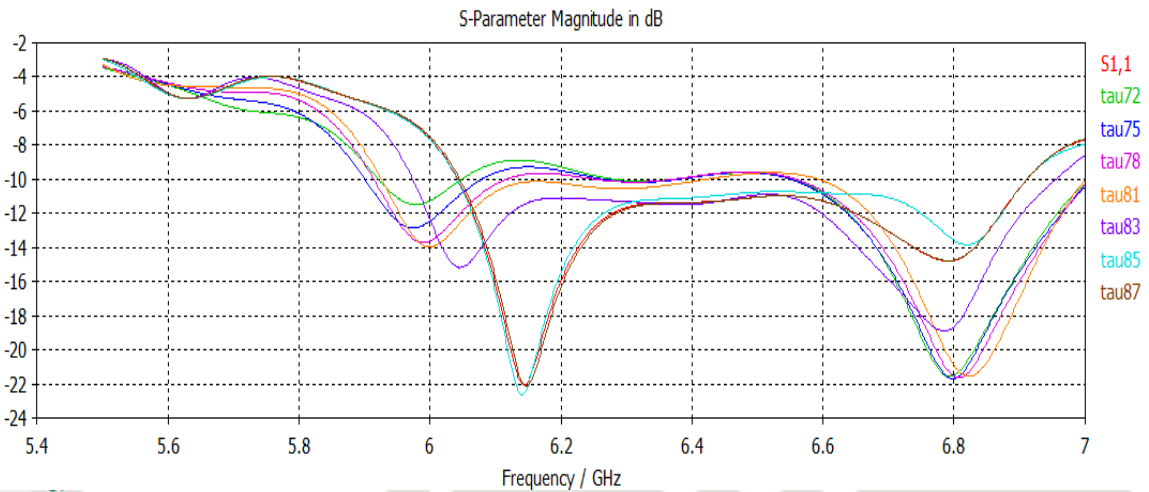


Gambar B.6 jari-jari 36 mm dan p0 17



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.7 jari-jari 36 mm dan p0 18

LAMPIRAN C

DATA HASIL SIMULASI *BANDWIDTH* DAN *GAIN* PADA FREKUENSI 5.8, 6.1 SAMPAI DENGAN 6.9 GHz PADA ANTENA RLSA KECIL DENGAN JARI JARI 36 MM

Lampiran C berisi data hasil simulasi nilai *gain* pada frekuensi 5.8, 6.1 sampai dengan 6.9 GHz pada antena RLSA. Hasil ini diperoleh dari simulasi pada *software* CST *Studio Suite* 2010 dengan menggunakan parameter jari-jari 36 mm, p_0 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 dan *beamsquint* 72°, 75°, 78°, 81°, 83°, 85°, 87°, 89° serta dilakukan percobaan pada frekuensi 5.8 GHz, 6.1 GHz sampai dengan 6.9 GHz.

Tabel C.1 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p_0 12, dan τ 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p_0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	72	5.8	2.842	472.77
				6.1	4.072	
				6.2	4.693	
				6.3	5.422	
				6.4	6.071	
				6.5	6.165	
				6.6	5.478	
				6.7	4.712	
				6.8	4.509	
				6.9	4.510	

Tabel C.2 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p_0 12, dan τ 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p_0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	75	5.8	2.863	469.4
				6.1	4.084	
				6.2	4.703	
				6.3	5.478	

Hak Cipta Diindungi 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.

	6.4	6.109	
	6.5	6.090	
	6.6	5.320	
	6.7	4.675	
	6.8	4.475	
	6.9	4.516	

Tabel C.3 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	78	5.8	2.865	477.81
				6.1	4.097	
				6.2	4.708	
				6.3	5.522	
				6.4	6.150	
				6.5	6.053	
				6.6	5.375	
				6.7	4.698	
				6.8	4.543	
				6.9	4.511	

Tabel C.4 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	81	5.8	2.883	462.67
				6.1	4.162	
				6.2	4.744	
				6.3	5.602	
				6.4	6.194	
				6.5	5.911	
				6.6	5.189	
				6.7	4.639	

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.

	6.8	4.601	
	6.9	4.503	

Tabel C.5 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	83	5.8	2.922	462.67
				6.1	4.180	
				6.2	4.812	
				6.3	5.691	
				6.4	6.260	
				6.5	5.844	
				6.6	5.212	
				6.7	4.639	
				6.8	4.592	
				6.9	4.487	

Tabel C.6 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	85	5.8	2.897	472.77
				6.1	4.166	
				6.2	4.786	
				6.3	5.665	
				6.4	6.248	
				6.5	5.826	
				6.6	5.193	
				6.7	4.612	
				6.8	4.613	
				6.9	4.462	

Tabel C.7 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	87	5.8	3.035	482.86
				6.1	4.389	
				6.2	5.056	
				6.3	6.018	
				6.4	6.247	
				6.5	5.435	
				6.6	5.411	
				6.7	4.742	
				6.8	4.629	
				6.9	4.355	

Tabel C.8 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 12, dan τ 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	12	89	5.8	3.028	491.27
				6.1	4.353	
				6.2	4.995	
				6.3	5.971	
				6.4	6.229	
				6.5	5.491	
				6.6	5.455	
				6.7	4.758	
				6.8	4.688	
				6.9	4.422	

Tabel C.9 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan τ 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	72	5.8	3.169	654.47

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

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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

	6.1	5.213
	6.2	5.273
	6.3	4.077
	6.4	4.119
	6.5	4.135
	6.6	5.353
	6.7	4.976
	6.8	5.486
	6.9	4.721

Tabel C.10 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan tau 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	75	5.8	3.172	657.83
				6.1	5.291	
				6.2	5.268	
				6.3	3.953	
				6.4	3.978	
				6.5	4.119	
				6.6	5.141	
				6.7	4.964	
				6.8	5.467	
				6.9	4.865	

Tabel C.11 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan tau 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	78	5.8	3.077	647.74
				6.1	5.244	
				6.2	5.325	
				6.3	4.101	
				6.4	3.903	

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.

	6.5	4.178	
	6.6	4.934	
	6.7	4.915	
	6.8	5.426	
	6.9	4.995	

Tabel C.12 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan τ 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	81	5.8	3.036	641
				6.1	5.237	
				6.2	5.286	
				6.3	4.034	
				6.4	3.870	
				6.5	4.149	
				6.6	4.801	
				6.7	4.893	
				6.8	5.399	
				6.9	5.061	

Tabel C.13 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan τ 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	83	5.8	3.018	644.37
				6.1	5.230	
				6.2	5.287	
				6.3	4.049	
				6.4	3.883	
				6.5	4.157	
				6.6	4.736	
				6.7	4.892	
				6.8	5.367	

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.

	6.9	5.123	
--	-----	-------	--

Tabel C.14 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan tau 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	85	5.8	2.996	641
				6.1	5.231	
				6.2	5.278	
				6.3	4.026	
				6.4	3.876	
				6.5	4.123	
				6.6	4.738	
				6.7	4.881	
				6.8	5.348	
				6.9	5.124	

Tabel C.15 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan tau 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	87	5.8	2.976	644.37
				6.1	5.218	
				6.2	5.297	
				6.3	4.071	
				6.4	3.876	
				6.5	4.139	
				6.6	4.721	
				6.7	4.882	
				6.8	5.337	
				6.9	5.163	

Tabel C.16 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 13, dan τ 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	13	89	5.8	2.955	641
				6.1	5.208	
				6.2	5.303	
				6.3	4.088	
				6.4	3.883	
				6.5	4.145	
				6.6	4.713	
				6.7	4.874	
				6.8	5.343	
				6.9	5.168	

Tabel C.17 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	72	5.8	2.922	895
				6.1	6.807	
				6.2	7.232	
				6.3	5.734	
				6.4	4.495	
				6.5	4.291	
				6.6	5.146	
				6.7	6.766	
				6.8	6.674	
				6.9	5.751	

Tabel C.18 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	75	5.8	2.864	900.11

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

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

	6.1	6.735
	6.2	7.261
	6.3	5.819
	6.4	4.503
	6.5	4.280
	6.6	5.007
	6.7	6.699
	6.8	6.721
	6.9	5.828

Tabel C.19 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan tau 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	78	5.8	2.761	890
				6.1	6.681	
				6.2	7.296	
				6.3	5.901	
				6.4	4.521	
				6.5	4.252	
				6.6	4.902	
				6.7	6.716	
				6.8	6.734	
				6.9	5.998	

Tabel C.20 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan tau 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	81	5.8	2.715	888.45
				6.1	6.568	
				6.2	7.301	
				6.3	6.052	
				6.4	4.624	

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.

	6.5	4.289	
	6.6	4.776	
	6.7	6.733	
	6.8	6.656	
	6.9	5.962	

Tabel C.21 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	83	5.8	2.707	894.37
				6.1	6.588	
				6.2	7.303	
				6.3	6.019	
				6.4	4.591	
				6.5	4.263	
				6.6	4.749	
				6.7	6.761	
				6.8	6.711	
				6.9	5.996	

Tabel C.22 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	85	5.8	2.740	891.69
				6.1	6.598	
				6.2	7.297	
				6.3	6.010	
				6.4	4.578	
				6.5	4.284	
				6.6	4.697	
				6.7	6.762	
				6.8	6.699	

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.

			6.9	5.836	
--	--	--	-----	-------	--

Tabel C.23 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	87	5.8	2.897	869.82
				6.1	6.628	
				6.2	7.401	
				6.3	6.189	
				6.4	4.862	
				6.5	4.049	
				6.6	6.299	
				6.7	7.479	
				6.8	6.863	
				6.9	6.142	

Tabel C.24 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 14, dan τ 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	14	89	5.8	2.850	873.19
				6.1	6.625	
				6.2	7.402	
				6.3	6.194	
				6.4	4.855	
				6.5	4.051	
				6.6	6.308	
				6.7	7.496	
				6.8	6.831	
				6.9	6.271	

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

Tabel C.25 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	72	5.8	2.298	370.14
				6.1	3.702	
				6.2	4.487	
				6.3	5.237	
				6.4	5.582	
				6.5	5.844	
				6.6	6.388	
				6.7	6.988	
				6.8	6.472	
				6.9	5.993	

Tabel C.26 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	75	5.8	2.743	381.91
				6.1	3.609	
				6.2	4.512	
				6.3	5.268	
				6.4	5.649	
				6.5	5.965	
				6.6	6.495	
				6.7	7.113	
				6.8	6.587	
				6.9	5.956	

Tabel C.27 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	78	5.8	2.604	370.23

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

	6.1	3.506
	6.2	4.431
	6.3	5.161
	6.4	5.567
	6.5	5.910
	6.6	6.411
	6.7	7.116
	6.8	6.740
	6.9	6.155

Tabel C.28 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	81	5.8	2.487	385.28
				6.1	3.737	
				6.2	4.601	
				6.3	5.257	
				6.4	5.714	
				6.5	6.075	
				6.6	6.594	
				6.7	7.288	
				6.8	6.874	
				6.9	6.180	

Tabel C.29 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	83	5.8	2.449	397
				6.1	3.760	
				6.2	4.685	
				6.3	5.344	
				6.4	5.822	

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.

	6.5	6.192	
	6.6	6.754	
	6.7	7.444	
	6.8	6.942	
	6.9	6.271	

Tabel C.30 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	85	5.8	2.415	381.19
				6.1	3.620	
				6.2	4.543	
				6.3	5.230	
				6.4	5.703	
				6.5	6.094	
				6.6	6.625	
				6.7	7.357	
				6.8	6.934	
				6.9	6.359	

Tabel C.31 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan tau 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	87	5.8	2.420	375.18
				6.1	3.595	
				6.2	4.549	
				6.3	5.211	
				6.4	5.679	
				6.5	6.070	
				6.6	6.642	
				6.7	7.383	
				6.8	6.988	

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

			6.9	6.379	
--	--	--	-----	-------	--

Tabel C.32 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 15, dan τ 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	15	89	5.8	2.392	388.64
				6.1	3.622	
				6.2	4.553	
				6.3	5.225	
				6.4	5.695	
				6.5	6.088	
				6.6	6.644	
				6.7	7.395	
				6.8	6.996	
				6.9	6.394	

Tabel C.33 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan τ 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	72	5.8	3.091	883.28
				6.1	7.248	
				6.2	6.505	
				6.3	4.710	
				6.4	4.175	
				6.5	4.062	
				6.6	5.220	
				6.7	6.074	
				6.8	6.233	
				6.9	5.377	

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

Tabel C.34 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan tau 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	75	5.8	3.002	885.33
				6.1	7.165	
				6.2	6.655	
				6.3	4.821	
				6.4	4.107	
				6.5	4.063	
				6.6	5.029	
				6.7	5.793	
				6.8	6.199	
				6.9	5.509	

Tabel C.35 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan tau 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	78	5.8	2.927	883.28
				6.1	7.219	
				6.2	6.705	
				6.3	4.795	
				6.4	4.031	
				6.5	3.987	
				6.6	4.889	
				6.7	5.580	
				6.8	6.304	
				6.9	5.604	

Tabel C.36 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan tau 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	81	5.8	2.897	880.92

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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

	6.1	7.163
	6.2	6.804
	6.3	4.962
	6.4	4.053
	6.5	3.999
	6.6	4.763
	6.7	5.527
	6.8	6.339
	6.9	5.634

Tabel C.37 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan tau 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	83	5.8	2.886	881.6
				6.1	7.111	
				6.2	6.822	
				6.3	4.975	
				6.4	4.055	
				6.5	4.015	
				6.6	4.681	
				6.7	5.483	
				6.8	6.315	
				6.9	5.625	

Tabel C.38 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan tau 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	85	5.8	2.858	883.28
				6.1	7.172	
				6.2	6.792	
				6.3	4.888	
				6.4	3.990	

	6.5	3.960
	6.6	4.654
	6.7	5.479
	6.8	6.363
	6.9	5.658

Tabel C.39 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan τ 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	87	5.8	3.020	882.41
				6.1	7.187	
				6.2	6.901	
				6.3	5.117	
				6.4	4.246	
				6.5	4.039	
				6.6	4.664	
				6.7	6.463	
				6.8	6.675	
				6.9	5.750	

Tabel C.40 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 16, dan τ 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	16	89	5.8	2.980	883.63
				6.1	7.205	
				6.2	6.908	
				6.3	5.125	
				6.4	4.261	
				6.5	4.005	
				6.6	4.636	
				6.7	6.467	
				6.8	6.668	

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.

			6.9	5.811	
--	--	--	-----	-------	--

Tabel C.41 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	72	5.8	3.229	390.33
				6.1	4.196	
				6.2	4.675	
				6.3	5.091	
				6.4	5.423	
				6.5	5.780	
				6.6	6.227	
				6.7	6.302	
				6.8	5.302	
				6.9	6.042	

Tabel C.42 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	75	5.8	3.154	429.2
				6.1	3.965	
				6.2	4.473	
				6.3	5.040	
				6.4	5.447	
				6.5	5.892	
				6.6	6.339	
				6.7	6.398	
				6.8	5.362	
				6.9	5.986	

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.

Tabel C.43 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	78	5.8	3.208	412.2
				6.1	4.009	
				6.2	4.515	
				6.3	5.181	
				6.4	5.538	
				6.5	5.953	
				6.6	6.493	
				6.7	6.469	
				6.8	5.449	
				6.9	6.011	

Tabel C.44 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	81	5.8	3.237	371.82
				6.1	4.018	
				6.2	4.505	
				6.3	5.187	
				6.4	5.504	
				6.5	5.885	
				6.6	6.464	
				6.7	6.534	
				6.8	5.468	
				6.9	5.984	

Tabel C.45 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	83	5.8	3.226	366.77

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

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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

	6.1	3.987
	6.2	4.477
	6.3	5.176
	6.4	5.499
	6.5	5.874
	6.6	6.433
	6.7	6.548
	6.8	5.430
	6.9	6.011

Tabel C.46 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (Db)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	85	5.8	3.213	361.72
				6.1	3.956	
				6.2	4.450	
				6.3	5.161	
				6.4	5.481	
				6.5	5.847	
				6.6	6.397	
				6.7	6.532	
				6.8	5.410	
				6.9	6.031	

Tabel C.47 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	87	5.8	3.220	355
				6.1	3.956	
				6.2	4.419	
				6.3	5.139	
				6.4	5.470	

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.

	6.5	5.837	
	6.6	6.443	
	6.7	6.600	
	6.8	5.462	
	6.9	6.042	

Tabel C.48 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 17, dan tau 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	17	89	5.8	3.224	359.46
				6.1	3.941	
				6.2	4.413	
				6.3	5.143	
				6.4	5.471	
				6.5	5.832	
				6.6	6.420	
				6.7	6.583	
				6.8	5.457	
				6.9	6.038	

Tabel C.49 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan tau 72

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	72	5.8	6.885	678.76
				6.1	4.023	
				6.2	4.629	
				6.3	5.215	
				6.4	5.534	
				6.5	6.169	
				6.6	7.242	
				6.7	7.868	
				6.8	7.473	

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.

			6.9	6.544	
--	--	--	-----	-------	--

Tabel C.50 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan τ 75

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	75	5.8	6.625	632.6
				6.1	4.095	
				6.2	4.425	
				6.3	5.075	
				6.4	5.512	
				6.5	6.178	
				6.6	7.383	
				6.7	7.990	
				6.8	7.792	
				6.9	6.822	

Tabel C.51 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan τ 78

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	78	5.8	5.644	644.37
				6.1	4.491	
				6.2	4.084	
				6.3	4.826	
				6.4	5.419	
				6.5	6.129	
				6.6	7.337	
				6.7	8.064	
				6.8	7.944	
				6.9	7.035	

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.

Tabel C.52 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan τ 81

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	81	5.8	5.045	891.69
				6.1	4.329	
				6.2	4.248	
				6.3	4.494	
				6.4	5.208	
				6.5	5.887	
				6.6	7.019	
				6.7	8.014	
				6.8	8.007	
				6.9	7.175	

Tabel C.53 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan τ 83

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	83	5.8	3.961	981.82
				6.1	5.481	
				6.2	4.668	
				6.3	4.920	
				6.4	4.990	
				6.5	5.268	
				6.6	6.386	
				6.7	7.031	
				6.8	7.138	
				6.9	6.301	

Tabel C.54 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan τ 85

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	τ (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	85	58	3.003	869.82

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

61	7.184
62	6.043
63	4.352
64	3.978
65	4.002
66	4.768
67	5.259
68	5.940
69	5.135

Tabel C.55 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan tau 87

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	87	5.8	3.184	864.77
				6.1	7.232	
				6.2	6.256	
				6.3	4.617	
				6.4	4.179	
				6.5	4.014	
				6.6	4.739	
				6.7	5.601	
				6.8	6.298	
				6.9	5.317	

Tabel C.56 Data lengkap hasil simulasi jari-jari 36 mm, p0 18, dan tau 89

No	Jari – Jari Cavity (mm)	p0 (degree)	Tau (degree)	frequency (f)	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1	36	18	89	5.8	3.180	871.5
				6.1	7.233	
				6.2	6.185	
				6.3	4.565	
				6.4	4.153	

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.



	6.5	4.001
	6.6	4.731
	6.7	5.598
	6.8	6.293
	6.9	5.310

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Raihan Rizqullah, lahir di Perawang 06 Mei 2003, ayah bernama Arizal dan nama ibu Nurhasni. Penulis pertama kali menempuh jenjang pendidikan berumur 6 tahun yaitu di SDN 14 Perawang Barat, waktu itu tahun 2009 dan selesai pada tahun 2015, dan pada tahun yang sama juga penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Tualang dan menyelesaikan pendidikannya pada tahun 2018. Pada tahun yang sama juga penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Tualang dan waktu SMA saya mengambil jurusan IPA karena sesuai minat penulis. Pada 2021 penulis selesai pendidikan di SMA dan pada tahun yang sama juga penulis diterima dan melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi lulus melalui jalur mandiri 2021 diprodi pilihan pertama yaitu Teknik Elektro UIN Suska Riau dan sampai sekarang. Pada semester 5, penulis memilih konsentrasi pada bidang Telekomunikasi. Penulis berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2025.

Atas izin Allah SWT, berkat semangat dan ketekunan penulis, akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis berharap, karya ini dapat memberikan manfaat serta berguna bagi siapapun yang membutuhkan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Perancangan Antena RLSA Kecil dengan Jari Jari 36 MM**”.

No. HP : 0882-7914-0656

Email : rizqullah060503@gmail.com