

**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 MIKROSTRIP MENGGUNAKAN TEKNIK *SLOT-U* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

**AZIZI RAMADHAN**

**12050513951**

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

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

**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.

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN  
MODIFIKASI *PATCH* PADA FREKUENSI 3.5 GHZ

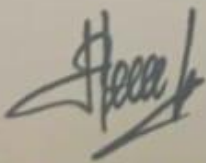
TUGAS AKHIR

oleh:

**AZIZI RAMADHAN**  
**12050513951**

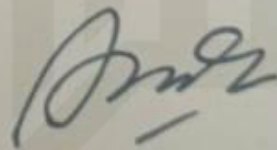
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 5 Januari 2026

Ketua Prodi Teknik Elektro



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

Pembimbing



**Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T**  
**NIP. 19770831 200912 2 002**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN TEKNIK *SLOT-U* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ

oleh:

**AZIZI RAMADHAN**

**12050513951**

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 5 Januari 2026

Pekanbaru, 5 Januari 2026

Mengesahkan,

Ketua Prodi Teknik Elektro

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

DEWAN PENGUJI :

Ketua	: Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T
Sekretaris	: Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T
Anggota I	: Rika Susanti, S.T., M.Eng
Anggota II	: Hasdi Radiles, S.T., M.T



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku. Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

: Azizi Ramadhan  
: 12050513951  
: Bagan Batu, 26 November 2001  
: Sains dan Teknologi  
: Teknik Elektro

### PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN TEKNIK *SLOT-U* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ

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, 23 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,



**AZIZI RAMADHAN**  
**NIM. 12050513951**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah robbil'alamiin, puji syukur kehadiran ﷻ subhanallahu wa ta'ala atas nikmat, karunia dan kemudahan yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam tak lupa pula semoga selalu dikirimkan kepada Rasulullah ﷺ, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan hingga sampai saat ini. Semoga kita semua diberikan syafaatnya pada yaumul akhir kelak Aamiin Ya Robbal 'alamiin. Goresan karya sederhana ini saya sembahkan kepada orang yang saya sayangi dan berjasa dalam hidup.

### Terimakasih Kepada Kedua Orang Tuaku, Ayahanda dan Ibunda

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ayahanda (Khairul) dan Ibunda (Samsida) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembur kertas bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Bunda bahagia karena ku sadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Terimakasih Ayah, Terimakasih Bunda.

### Terimakasih Kepada Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU

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

### Terimakasih Kepada Teman Teman Seperjuanganku

Sebagai ucapan terimakasih yang tak hingga dan tak lupa kepada sahabat-sahabat saya, rekan-rekan seperjuangan, senior dan teman teman yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi serta nasehat kepadaku. Kalian semua terbaik.



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 MIKROSTRIP MENGGUNAKAN TEKNIK *SLOT-U* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ

**AZIZI RAMADHAN**

**12050513951**

Tanggal Sidang : 5 Januari 2026

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jalan HR Soebrantas. No. 155 Pekanbaru

## **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel generasi kelima (5G) terus mendorong inovasi untuk memenuhi kebutuhan jaringan modern. Terdapat tantangan dalam menyalurkan sinyal ke seluruh area terutama di luar ruangan yang memiliki hambatan fisik berupa pepohonan. Salah satu solusi adalah penerapan sistem *out-building coverage*, yang membutuhkan antena dengan performa yang baik untuk memancarkan dan menerima sinyal di dalam bangunan. Penelitian ini bertujuan merancang antena mikrostrip dengan penerapan teknik *slot* pada *patch* antena yang dioptimalkan bekerja pada frekuensi 3.5 GHz guna mendukung sistem komunikasi 5G menggunakan Substrat RT *Duroid* 5880. Perancangan difokuskan untuk memenuhi persyaratan kinerja antena 5G, mencakup nilai VSWR yang rendah, *return loss* yang kecil, *bandwidth* yang lebar, dan *gain* yang memadai agar mampu menyediakan konektivitas yang stabil serta berkecepatan tinggi. Berdasarkan hasil simulasi, antena yang dikembangkan menghasilkan VSWR sebesar 1.274, *return loss* sebesar -18.35 dB, *bandwidth* sebesar 203.8 MHz, dan *gain* sebesar 4.46 dBi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa antena memiliki pencocokan impedansi yang baik, bekerja pada rentang frekuensi yang cukup luas, serta memiliki performa radiasi yang sesuai untuk kebutuhan komunikasi 5G pada frekuensi 3.5 GHz. Dengan demikian, antena mikrostrip berbasis *slot* yang dirancang dalam penelitian ini dinyatakan layak digunakan untuk aplikasi sistem komunikasi nirkabel generasi kelima.

**Kata Kunci:** 5G, *Out-Building Coverage*, Antena mikrostrip *Slot U*, 3.5 GHz, *gain*, RT *Duroid* 5880.

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.

# **DESIGN OF A MICROSTRIP ANTENNA USING THE SLOT-U TECHNIQUE AT A FREQUENCY OF 3,5 GHZ**

**AZIZI RAMADHAN**

**12050513951**

*Date of final Exam : 5 January 2026*

*Department of electrical engineering*

*Faculty of Science and Technology*

*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

*HR Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

## **ABSTRACT**

*The development of fifth-generation (5G) wireless communication technology continues to drive innovation to meet modern network demands. One of the challenges is delivering signals across wide coverage areas, particularly in outdoor environments that are affected by physical obstacles such as trees. One solution is the implementation of an out-building coverage system, which requires antennas with good performance to transmit and receive signals inside buildings. This study aims to design a microstrip antenna using a slot technique on the antenna patch, optimized to operate at a frequency of 3.5 GHz to support 5G communication systems, using RT Duroid 5880 as the substrate material. The design is focused on meeting 5G antenna performance requirements, including low VSWR, low return loss, wide bandwidth, and adequate gain to ensure stable and high-speed connectivity. Based on the simulation results, the proposed antenna achieves a VSWR of 1.274, return loss of -18.35 dB, bandwidth of 203.8 MHz, and gain of 4.46 dBi. These results indicate that the antenna has good impedance matching, operates within a sufficiently wide frequency range, and exhibits appropriate radiation performance for 5G communication at 3.5 GHz. Therefore, the slot-based microstrip antenna designed in this study is considered suitable for application in fifth-generation wireless communication systems.*

**Keywords:** 5G, Out-Building Coverage, U-Slot Microstrip Antenna, 3.5 GHz, Gain, RT Duroid 5880.



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

Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam juga penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN TEKNIK *SLOT-U* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ”**

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan jugado'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi Uin Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana. :

1. Allah Swt yang dengan rahmat-Nya memberikan semua yang terbaik dan yang dengan hidayah-Nya memberikan petunjuk sehingga dalam penyusunan Tugas Akhir ini berjalan lancar.  
Kepada ayahanda tercinta Khairul dan ibunda tercinta Samsida yang selalu memberikan motivasi dan doa yang tiada henti – hentinya.  
Kepada Abang tercinta Reza Iryanda dan Habib Nanda
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Nofianti MS, SE., M.Si., Ak., CA. selaku Rektor Uin Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
4. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.En selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi 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.

Bapak Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari semester 1 hingga akhir semester.

Ibu Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

10. Ibu Rika Susanti, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji I yang telah banyak memberikan masukan berupa kritik dan saran untuk demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir penulis.

11. Bapak Hasdi Radiles, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah banyak memberikan masukan berupa kritik dan saran untuk demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir penulis.

12. Ibu Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T. selaku ketua sidang yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran untuk demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir Penulis.

13. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

14. Para Sahabat terbaik Hanafi Amri, Yogi Pratama, Deva Anugrah Fadhillah, M Nofri Andria Ramana, dan Zaky Kurnia Adha, Zidan Adrian yang telah berjuang bersama, tak lupa pula kepada temanku Surya yang selalu berada disampingku, membantu serta memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wabarakatuh

Pekanbaru, 5 Januari 2026  
Penulis

**AZIZI RAMADHAN**  
**12050513951**

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iv
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR RUMUS .....	xv
DAFTAR LAMBANG .....	xvi
<b>BAB I Pendahuluan .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.4 Batasan Masalah .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
<b>BAB II Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Penelitian Terkait .....	II-1
2.2 Teknologi 5G .....	II-1
2.3 Antena .....	II-2
2.4 Antena Mikrostrip .....	II-2
2.4.1 Struktur Antena Mikrostrip Persegi .....	II-3
2.4.2 Teknik Pencantuan Antena .....	II-6
2.5 Penggunaan <i>Slot</i> Pada <i>Patch</i> Antena .....	II-8
2.6 Parameter Antena Mikrostrip .....	II-9
2.6.1 Lebar Pita ( <i>Bandwidth</i> ) .....	II-9
2.6.2 Return Loss ( $S_{1,1}$ ) .....	II-9
2.6.3 Pola Radiasi .....	II-9
2.6.4 Gain .....	II-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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6.5	Voltage Standing Wave Ratio (VSWR).....	II-10
<b>BAB III Metodologi Penelitian.....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Metode Penelitian.....	III-1
3.2	Flowchart Penelitian .....	III-1
3.3	Studi Pustaka.....	III-1
3.4	Spesifikasi Antena Mikrostrip .....	III-2
3.5	Penentuan Dimensi Antena .....	III-3
3.6	Simulasi Antena Mikrostrip Tunggal.....	III-6
3.7	Simulasi Antena Mikrostrip Slot U.....	III-7
3.8	Skenario Penelitian.....	III-8
3.8.1	Tahap Perancangan Patch Persegi .....	III-9
3.8.2	Tahap Perancangan Patch dengan Penambahan Slot.....	III-9
3.8.3	Evaluasi Kinerja Antena untuk Aplikasi Outdoor .....	III-10
3.8.4	Pembandingan dan Validasi Desain .....	III-10
3.9	Analisa Data Hasil Simulasi.....	III-11
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	III-11
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Antena Mikrostrip Tunggal .....	IV-1
4.1.1	Kinerja S-Parameter Return Loss (S11) dan Bandwidth .....	IV-1
4.1.2	Kinerja Voltage Standing Wave Ratio (VSWR).....	IV-1
4.1.3	Kinerja Gain .....	IV-2
4.2	Antena Mikrostrip tunggal Slot-U.....	IV-2
4.2.1	Kinerja S-Parameter Return Loss (S11) dan Bandwidth .....	IV-2
4.2.2	Kinerja Voltage Standing Wave Ratio (VSWR).....	IV-3
4.2.3	Kinerja Gain .....	IV-3
4.3	Perbandingan Kinerja Setiap Antena .....	IV-4
4.4	Perbandingan Kinerja Antena Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terkait.....	IV-5
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran.....	V-1
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Antena Mikrostrip Umum .....	II-2
Gambar 2.2 Struktur antena mikrostrip .....	II-3
Gambar 2.3 Model <i>patch</i> antena mikrostrip .....	II-3
Gambar 2.4 Pencatuan Mikrostrip <i>line</i> .....	II-7
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2 Desain Antena Mikrostrip Tunggal .....	III-7
Gambar 3.3 Desain Antena Mikrostrip <i>Slot U</i> .....	III-9
Gambar 4.1 <i>Return Loss</i> dan <i>Bandwidth</i> Antena Mikrostrip Tunggal .....	IV-1
Gambar 4.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> Antena Mikrostrip Tunggal .....	IV-1
Gambar 4.3 <i>Gain</i> Antena Mikrostrip Tunggal .....	IV-2
Gambar 4.4 <i>Return Loss</i> dan <i>Bandwidth</i> Antena Mikrostrip Tunggal <i>Slot U</i> .....	IV-3
Gambar 4.5 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> Antena Mikrostrip Tunggal <i>Slot U</i> .....	IV-3
Gambar 4.3 <i>Gain</i> Antena Mikrostrip Tunggal <i>Slot U</i> .....	III-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.

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kontribusi Jurnal Terkait.....	II-1
Tabel 3.1 Spesifikasi Antenna Mikrostrip.....	III-2
Tabel 3.2 Dimensi Antena Mikrostrip Tunggal Sebelum Optimasi.....	III-6
Tabel 3.3 Dimensi Antena Mikrostrip Tunggal Sesudah Optimasi.....	III-7
Tabel 3.4 Dimensi Antena Mikrostrip Tunggal dengan <i>Slot-U</i> .....	III-8
Tabel 4.1 Perbandingan Kinerja Setiap Antena .....	IV-4
Tabel 4.2 Perbandingan Kinerja Anten Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terkait.....	IV-5



## DAFTAR RUMUS

- 2.1 Rumus menentukan lebar *patch*
- 2.2 Rumus Frekuensi kerja
- 2.3 Rumus konstanta dielektrik relatif
- 2.4 Rumus menentukan lebar *patch*
- 2.5 Rumus menentukan pertambahan panjang *patch*
- 2.6 Rumus menentukan lebar *groundplane*
- 2.7 Rumus menentukan panjang *groundplane*
- 2.8 Rumus *impedance* permeabilitas
- 2.9 Rumus lebar *feedline*
- 2.10 Rumus panjang gelombang diudara bebas
- 2.11 Rumus panjang *feedline*
- 2.12 Rumus lebar *slot U*
- 2.13 Rumus panjang dan lebar *slot* secara vertical
- 2.14 Rumus panjang *slot* secara horizontal
- 2.15 Rumus permitivitas efektif
- 2.16 Rumus pertambahan panjang *patch*
- 2.17 Rumus *bandwidth*
- 2.18 Rumus *return loss*
- 2.19 Rumus *gain*
- 2.20 Rumus *voltage standing wave ratio*

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR LAMBANG

$W_p$	: Lebar <i>patch</i>
$c$	: Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$ m/s)
$\epsilon_r$	: Konstanta dielektrik bahan <i>substrate</i>
$f_r$	: Frekuensi kerja
$\Delta L$	: Pertambahan panjang <i>patch</i>
$h$	: Ketebalan <i>substrate</i>
$\epsilon_{eff}$	: Konstanta dielektrik relative
$L_p$	: Panjang <i>patch</i>
$W_g$	: Lebar <i>groundplane</i>
$L_g$	: Panjang <i>groundplane</i>
$W_f$	: Lebar <i>feeding</i>
$L_f$	: Panjang <i>feeding</i>
$B$	: <i>Impedance</i> permeabilitas
$Z_0$	: Nilai impedansi yang diinginkan
$r$	: Koefisien refleksi
$BW$	: <i>Bandwidth</i>
$f_{max}$	: Frekuensi tertinggi
$f_{min}$	: Frekuensi terendah
$G_t$	: <i>Gain</i> antena
$P_t$	: Daya yang dikirim antena
$P_s$	: Daya yang diterima antena
$G_s$	: <i>Gain</i> standar antena

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mendorong hadirnya 5G sebagai kebutuhan utama komunikasi modern. Di Indonesia, 5G mulai diterapkan sejak 2021 dengan spektrum LowBand, MiddleBand, dan HighBand, dimana MiddleBand menjadi pilihan utama ISP karena jangkauan luas dan efisiensi biaya[1]. Teknologi 5G menawarkan kecepatan tinggi, latensi rendah, serta kapasitas besar untuk mendukung aplikasi seperti IoT, AR, dan VR, dengan pemanfaatan utama pada frekuensi 3,5 GHz di pita sub-6 GHz sebagai standar implementasi jaringan[2].

Frekuensi 3,5 GHz pada pita sub-6 GHz menjadi spektrum utama 5G karena memiliki penetrasi sinyal yang lebih baik dibandingkan mmWave, sehingga cocok digunakan pada berbagai infrastruktur jaringan [3]. Untuk mencapai kinerja optimal diperlukan rancangan antenna dengan bandwidth, gain, dan efisiensi radiasi yang tinggi. Salah satu antenna yang banyak digunakan adalah antenna mikrostrip karena biaya produksi rendah, ringan, berukuran kecil, mudah diintegrasikan, serta memiliki struktur sederhana yang terdiri dari ground plane, substrat, patch, dan feedline [4].

Antena mikrostrip memiliki keterbatasan berupa bandwidth sempit dan efisiensi radiasi rendah, sehingga diperlukan pengembangan antenna 5G dengan gain tinggi, bandwidth lebar, dan kemampuan beamforming optimal, terutama pada frekuensi tinggi [5]. Antena mikrostrip square patch menjadi solusi potensial karena desainnya sederhana, mudah diintegrasikan, memiliki pola radiasi simetris, serta dapat ditingkatkan kinerjanya melalui modifikasi seperti slot, substrat tebal, dan elemen parasitik untuk memperluas bandwidth, sehingga sesuai untuk aplikasi 5G, Wi-Fi, satelit, dan IoT [6].

Antena mikrostrip konvensional memiliki keunggulan berupa biaya rendah, ringan, dan mudah diintegrasikan, namun memiliki keterbatasan bandwidth yang sempit sehingga kurang optimal untuk mendukung sistem komunikasi modern seperti 5G [7]. Oleh karena itu, pelebaran bandwidth diperlukan agar antenna mampu beroperasi stabil pada rentang frekuensi yang lebih luas, mendukung laju data tinggi, meningkatkan efisiensi transmisi, serta mengurangi sensitivitas terhadap pergeseran frekuensi dan toleransi fabrikasi [8]. Berbagai teknik peningkatan bandwidth telah dikembangkan, seperti penggunaan slot, elemen parasitik, struktur ground terdefek (DGS), serta optimasi substrat dan pencatutan,



yang bertujuan menciptakan resonansi tambahan sehingga kinerja antenna menjadi lebih optimal untuk aplikasi komunikasi pita lebar [9].

Penelitian sebelumnya [10] pada frekuensi 3,5 GHz menggunakan teknik *inset feed* dan penambahan *slot* untuk meningkatkan kinerja antenna. *Inset feed* berfungsi mencocokkan impedansi agar VSWR rendah, sedangkan *slot* memperlebar *bandwidth* dan meningkatkan *gain*. Hasil simulasi menunjukkan peningkatan *return loss* hingga 65% dan efisiensi *bandwidth* sebesar 15,6%. Desain terbaik diperoleh pada 3,5 GHz dengan *return loss* -20,46 dB dan *bandwidth* 182 MHz. Dengan dimensi kompak serta substrat FR-4, antenna ini dinilai mampu memenuhi kebutuhan jaringan 5G dengan efisiensi tinggi, *bandwidth* lebar, dan stabilitas sinyal yang baik.

Penelitian sebelumnya [11] merancang antenna MIMO mikrostrip *rectangular array* dengan *slot U* pada frekuensi 3,5 GHz untuk sistem 5G. Antenna menggunakan substrat RT Duroid 5880 ( $\epsilon_r = 2,2$ , *loss* rendah) guna meningkatkan efisiensi dan menekan gelombang permukaan. Penambahan *slot U* bertujuan memperlebar *bandwidth* sekaligus memperkecil dimensi antenna. Hasilnya, *bandwidth* meningkat 18,39% dan ukuran berkurang 38,6%. Dengan metode *array* dan teknik *parallel feed*, antenna menghasilkan *gain* lebih tinggi dan pola radiasi terarah. Antenna MIMO 2×2 menunjukkan *isolation loss* -63,16 dB, koefisien korelasi  $3,97 \times 10^{-7}$ , serta *diversity gain* 10 dB, menandakan performa optimal sesuai kebutuhan 5G.

Penelitian [12] merancang antenna mikrostrip 5G pada frekuensi 3,5 GHz menggunakan metode Complementary Rhombus Resonator (CRR) untuk memperluas *bandwidth*. Dengan substrat FR4-Epoxy dan modifikasi resonator pada ground plane, *bandwidth* meningkat sebesar 20% dari 208 MHz menjadi 249 MHz, sementara nilai *return loss* dan VSWR tetap memenuhi kriteria kerja antenna. Antenna beroperasi pada pita n78 (3300-3800 MHz) sehingga berpotensi meningkatkan kapasitas dan efisiensi komunikasi 5G.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, masih diperlukan pengembangan desain antenna mikrostrip yang mampu menghasilkan *bandwidth* lebih lebar, *gain* yang memadai, serta tetap mempertahankan ukuran kompak dan struktur sederhana untuk aplikasi 5G pada frekuensi 3,5 GHz. Oleh karena itu, tugas akhir ini mengusulkan perancangan antenna mikrostrip *square patch* dengan modifikasi *slot-U* sebagai metode utama pelebaran *bandwidth*, karena teknik ini mampu membangkitkan resonansi ganda yang memperluas rentang frekuensi kerja tanpa menambah dimensi antenna secara signifikan. Kontribusi tugas

## 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.

akhir ini diharapkan dapat menghasilkan antenna dengan *bandwidth* yang meningkat secara signifikan, kinerja pencocokan impedansi yang baik, serta karakteristik radiasi yang stabil pada pita sub-6 GHz, sekaligus memberikan referensi desain antenna yang sederhana, ekonomis, dan mudah direalisasikan untuk mendukung pengembangan perangkat komunikasi 5G, khususnya pada aplikasi *outdoor* dan small cell.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sebuah antenna mikrostrip *Square Patch* menggunakan metode *slot* pada *patch* Untuk Aplikasi 5G Pada Frekuensi 3,5 GHz?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat merancang antenna mikrostrip *square patch* menggunakan metode *slot* pada *patch* antenna mikrostrip untuk aplikasi 5G pada Frekuensi 3,5 GHz.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan, diperlukan pembatasan masalah agar pembahasan menjadi lebih fokus dan terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna mikrostrip *square patch* untuk aplikasi 5G pada frekuensi 3,5 GHz dengan menggunakan substrat RT Duroid 5880.
2. Teknik peningkatan kinerja antenna difokuskan pada modifikasi *patch* menggunakan *slot U*
3. Desain dan simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak CST *Studio Suite*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

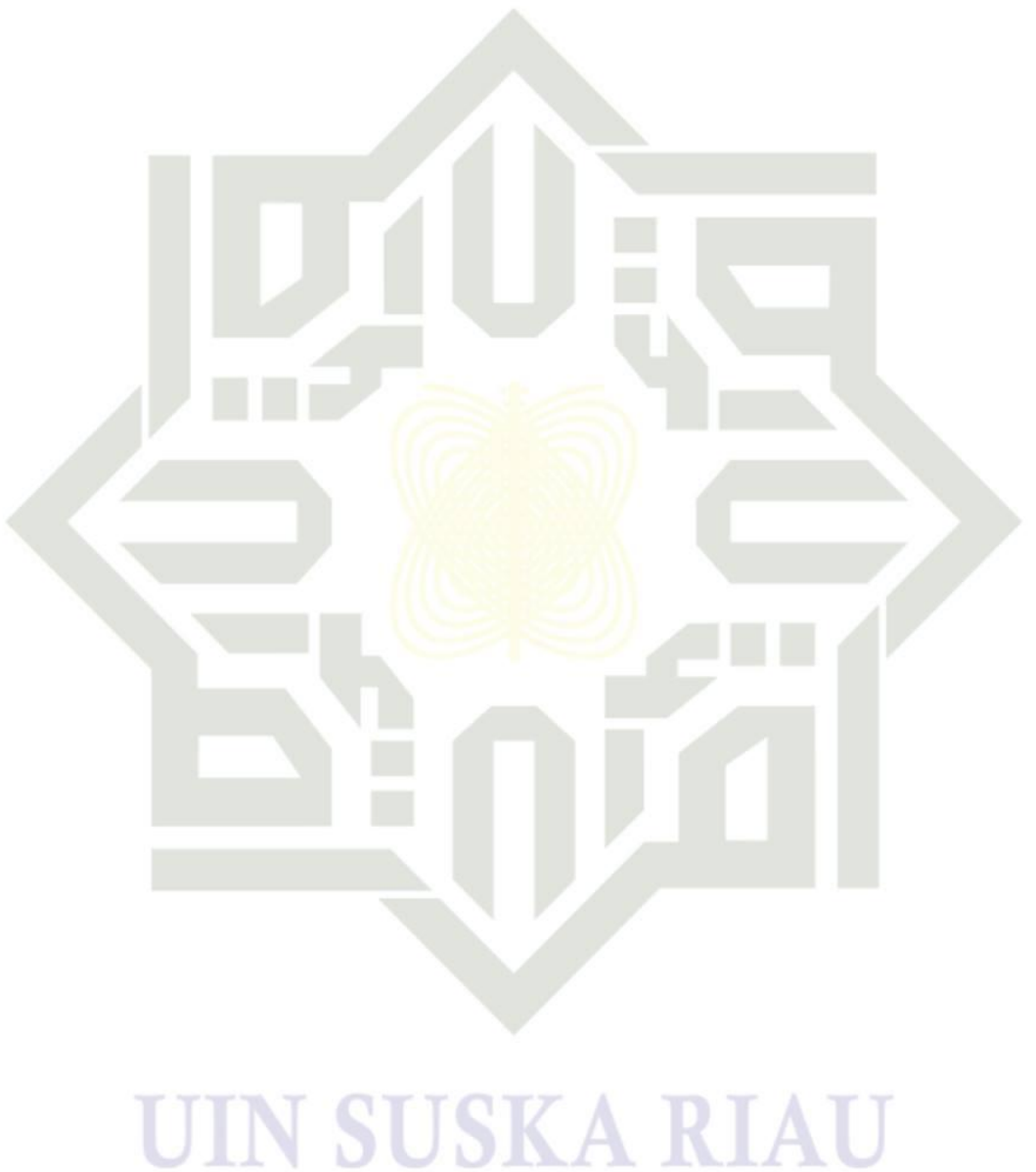
Berikut beberapa manfaat dari penelitian ini:

1. Peningkatan Kinerja Antena, Dengan penggunaan teknik *slot* pada *patch* antenna yang dirancang memiliki peningkatan efisiensi transmisi dan *bandwidth*. Teknik *slot* dapat memperluas *bandwidth*

2. Dukungan untuk Komunikasi 5G Antena mikrostrip yang dirancang bekerja optimal pada frekuensi 3,5 GHz, yang merupakan salah satu *band* utama untuk jaringan 5G. Hal ini memungkinkan antena untuk memenuhi standar kinerja yang diperlukan dalam aplikasi komunikasi berkecepatan tinggi.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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





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

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Kemajuan teknologi saat ini telah mendorong peningkatan aktivitas riset untuk meningkatkan layanan yang disediakan. Beberapa penelitian terdahulu mengenai antenna mikrostrip yang telah dijadikan referensi dapat ditemukan dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Kontribusi Jurnal Terkait

Ref	Bentuk Antenna	Metode	Substrat	Bandwidth
[10]	<i>Rectangular</i>	<i>Inset</i> dan <i>Slot</i>	FR-4	182 MHz
[11]	<i>Rectangular</i>	<i>Array</i> dan <i>Slot</i>	RT Duroid 5880	188 MHz
[12]	<i>Square Patch</i>	CRR	FR-4	249 MHz

Berdasarkan dari tabel diatas, penelitian [10] merancang antenna mikrostrip *rectangular* dengan metode *inset feed* dan *slot* menggunakan substrat FR-4, yang menekankan kesederhanaan struktur, efisiensi biaya, serta pencocokan impedansi yang baik sehingga antenna bekerja stabil pada frekuensi 3,5 GHz. Sejalan dengan penelitian tersebut, penelitian ini menerapkan teknik *slot* sebagai metode utama pelebaran *bandwidth*, namun menggunakan konfigurasi *square patch* dan substrat RT Duroid 5880 yang memiliki rugi dielektrik lebih rendah. Fokus penelitian ini adalah meningkatkan kinerja *bandwidth* dibandingkan penelitian [10], dengan keunggulan berupa efisiensi radiasi yang lebih baik serta kemampuan *slot-U* dalam membangkitkan resonansi ganda tanpa menambah kompleksitas struktur, sehingga desain tetap kompak dan stabil untuk aplikasi 5G

#### 2.2 Teknologi 5G

Teknologi 5G, atau generasi kelima dari jaringan komunikasi seluler, merupakan sistem nirkabel yang dirancang untuk memberikan peningkatan dalam hal kecepatan, kapasitas, dan efisiensi jaringan dibandingkan generasi sebelumnya. 5G menggunakan spektrum frekuensi yang lebih beragam, mencakup frekuensi rendah, menengah, hingga tinggi (*millimeter wave*), sehingga mampu mentransmisikan data hingga 20 Gbps dengan tingkat latensi sangat rendah, yakni sekitar 1 milidetik. Teknologi ini dirancang untuk menyediakan koneksi yang lebih stabil dan andal dalam mendukung aplikasi-aplikasi

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.

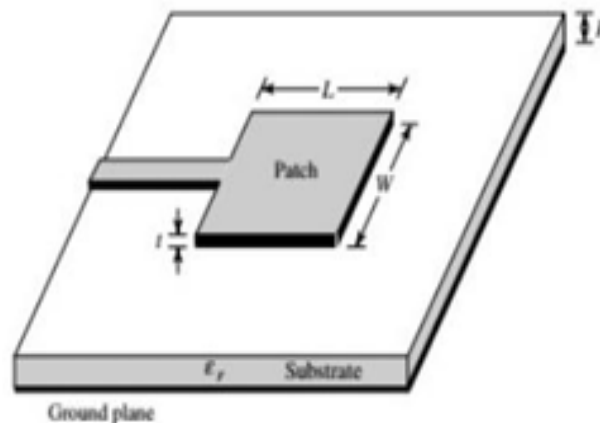
canggih seperti *Internet of Things* (IoT), kendaraan tanpa pengemudi, layanan kesehatan jarak jauh, serta mendorong terciptanya berbagai inovasi di sektor industri[13].

### 2.3 Antena

Antena memiliki peran penting dalam sistem komunikasi nirkabel. Dengan pemilihan, pemasangan, dan perancangan yang tepat, antena dapat memastikan sistem telekomunikasi berfungsi secara optimal. Secara umum, antena merupakan perangkat yang berfungsi untuk memancarkan maupun menerima gelombang elektromagnetik. Saat berfungsi sebagai pemancar, antena mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik untuk disebarkan melalui udara, sedangkan sebagai penerima, antena bekerja sebaliknya, yakni mengubah gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik [14].

### 2.4 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah jenis antena yang memiliki ketebalan yang sangat kecil karena terdiri dari beberapa elemen utama yaitu bidang pemancar (*patch*), terdapat juga bidang dasar (*groundplane*) dan terdapat sisi lapisan bahan substrat diantara *patch* dan *groundplane* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah. Elemen elemen utama tersebut tersusun sejajar menyerupai papan datar (*board*) dalam bentuk lapisan tipis. Antena ini berbentuk lembaran menyerupai papan sirkuit yang digunakan dalam perangkat elektronik seperti *printed circuit board* (PCB). Elemen antena disusun sedemikian rupa agar efisien dalam memancarkan serta menangkap gelombang elektromagnetik. Karena efisiensinya dalam memancarkan dan menerima sinyal radio frekuensi antena ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi komunikasi dan nirkabel salah satunya yaitu teknologi jaringan 5G [15].



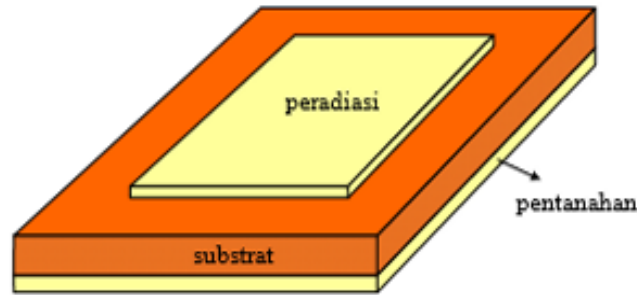
Gambar 2. 1 Antena Mikrostrip Umum

#### 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.

### 2.4.1 Struktur Antena Mikrostrip Persegi

Antena mikrostrip sederhana tersusun dari tiga lapisan, yakni elemen peradiasi (*patch*), medium dielektrik (*substrat*) dan bidang pentahanan (*ground*). Struktur Antena mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 2.1.

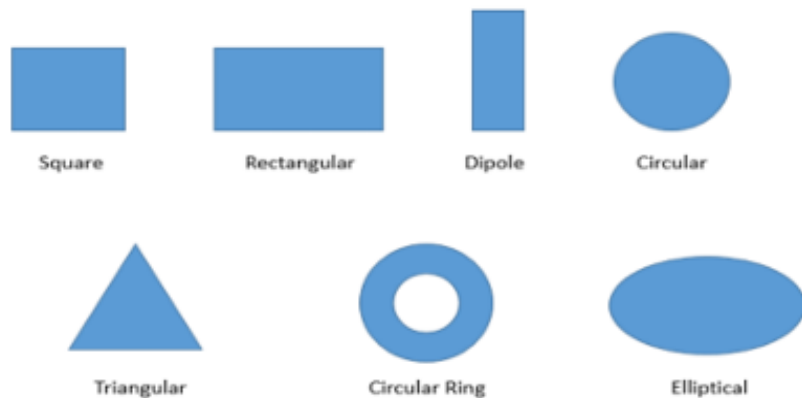


Gambar 2. 2 Struktur Antena Mikrostrip

Berikut adalah beberapa komponen dari Elemen Antena Mikrostrip:

#### 1. Elemen *Patch*

*Patch* merupakan elemen peradiasi yang terletak di bagian paling atas, tepat di atas substrat, dan berperan dalam memancarkan gelombang elektromagnetik. Saluran pencatu mengalirkan sinyal melalui sisi-sisi *patch* ke dalam substrat. *Patch* ini umumnya dibuat dari bahan logam seperti tembaga. Pada antena mikrostrip, *patch* tersedia dalam berbagai bentuk, antara lain persegi, persegi panjang, *dipole*, lingkaran, segitiga, cincin melingkar, dan *elips* [16]. Bentuk konduktor dapat bervariasi, sementara jenis-jenis *patch* antena mikrostrip dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 3 Model *Patch* Antena *Microstrip*



#### 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.

*Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dimana energi elektromagnetik menyusuri tepian dari sisi *patch* kedalam substrat. *Patch* merupakan konduktor yang umumnya terbuat dari tembaga. Berikut beberapa perhitungan yang digunakan untuk merancang antena mikrostrip berbentuk persegi panjang pada persamaan berikut (2.1) – (2.7) .

Menentukan lebar *patch* (W).

$$W = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.1)$$

Dari rumus (2.1) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

W = Lebar *Patch*

c = Cepat rambat gelombang di udara

fr = Frekuensi resonan

$\epsilon_r$  = Permeabilitas bahan/jenis bahan

Dimana C adalah kecepatan cahaya diruang bebas sebesar  $3 \times 10^8$  m/det, Frekuensi kerja antena, yang dilambangkan sebagai fr, diperoleh dengan menghitung rata-rata dari frekuensi tertinggi (fh) dan frekuensi terendah (f1), yaitu dengan menjumlahkan keduanya kemudian dibagi dua, sehingga dirumuskan dengan persamaan 2.2.

$$fr = \frac{fh + f1}{2} \quad (2.2)$$

$\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik dari bahan substrat. Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter  $\Delta L$  yang merupakan pertambahan panjang dari akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang  $\Delta L$  tersebut dirumuskan dengan sebagai berikut :

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \sqrt{1 + \frac{12h}{w}}} \quad (2.3)$$

## 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

Dari rumus (2.3) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$\epsilon_{eff}$  : Permeabilitas efektif  
 $\epsilon_r$  : Permeabilitas bahan/jenis bahan  
 $h$  : Tebal Substrat  
 $W$  : Lebar *patch*

Menentukan Panjang *patch*:

$$L_{eff} = \frac{C}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.4)$$

Dari rumus (2.4) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$L_{eff}$  : Panjang efektif *patch*  
 $f_0$  : Frekuensi resonan  
 $\epsilon_{eff}$  : Permeabilitas efektif

Menentukan pertambahan Panjang *patch* :

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3)(\frac{W}{h} + 0,264)}{(\epsilon_{eff} - 0,258)(\frac{W}{h} + 0,8)} \quad (2.5)$$

Dari rumus (2.5) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$\Delta L$  : Perubahan Panjang *patch*  
 $h$  : Tebal substrat  
 $W$  : Lebar *patch*  
 $\epsilon_{eff}$  : Permeabilitas efektif

## 2. Elemen substrat

Subtrat merupakan material dielektrik yang berfungsi sebagai pemisah antara elemen pemancar dan elemen pentanahan pada antenna. Jenis-jenis substrat diklasifikasikan berdasarkan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) dan ketebalan ( $h$ ) yang dimilikinya. Kedua parameter ini berperan penting dalam menentukan nilai frekuensi dan *bandwidth* antenna. Semakin tebal substrat yang digunakan, maka *bandwidth* yang dihasilkan akan semakin lebar. Namun, peningkatan ketebalan ini juga dapat memicu

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.

munculnya gelombang permukaan yang berpotensi mengurangi daya radiasi yang efektif dari antenna [17].

### 3. Elemen Pentanahan (*Groundplane*)

Elemen pentanahan terbuat dari bahan konduktor tembaga dengan ketebalan 0,035mm, yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik. Bentuk konduktor bisa berbeda-beda tetapi yang sering digunakan berbentuk persegi empat dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis, sehingga diperoleh dengan persamaan (2.8) dan persamaan (2.9):

$$Wg = 6h + Wp \quad (2.6)$$

$$Lg = 6h + Lp \quad (2.7)$$

Keterangan :

$Wg$  : Lebar *groundplane*

$Lg$  : Panjang *groundplane*

$Wp$  : Lebar *patch*

$Lp$  : Panjang *patch*

$h$  : Ketebalan substrat

### 2.4.2 Teknik Pencantuan Antena

Terdapat berbagai teknik pencatutan sinyal pada *patch* antena mikrostrip, yang umumnya dibedakan menjadi metode kontak langsung dan tidak langsung. Pada metode kontak langsung, sinyal elektromagnetik dialirkan secara langsung dari saluran pencatu ke elemen peradiasi. Sebaliknya, pada metode kontak tidak langsung, sinyal tidak diteruskan secara langsung ke *patch*, melainkan melalui substrat tambahan sebagai perantara. Salah satu teknik pencatutan yang paling umum digunakan adalah *line feed*, karena teknik ini relatif mudah dirancang dan diproduksi. Hal ini disebabkan oleh posisi saluran pencatu dan *patch* yang berada pada satu lapisan substrat yang sama. [18].

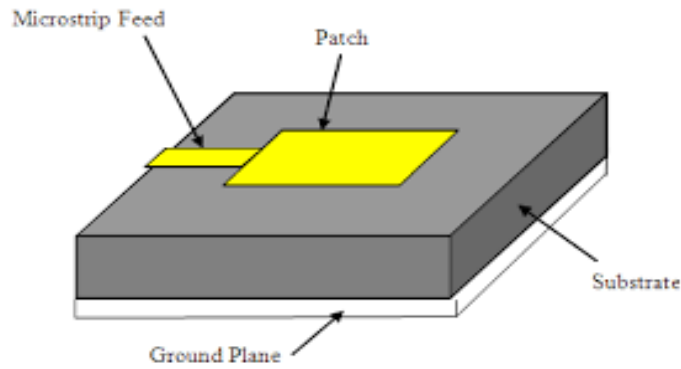


## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.



Gambar 2.4 Pencatuan Microstrip Line

Untuk menentukan nilai lebar saluran pencatuan ( $W_f$ ), Anda dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln \ln (2B - 1) + \left[ \ln \ln (B - 1) + 0,39 \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.8)$$

$$B = \frac{6\pi 2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$W_f$  : Lebar feeding

$B$  : Impedansi permeabilitas

$Z_0$  : Nilai Impedansi yang diinginkan

$h$  : Ketebalan Substrat

$\epsilon_r$  : Konstanta dielektrik bahan substrat

Untuk menentukan nilai Panjang saluran pencatuan ( $L_f$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2.10)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.11)$$

Keterangan:

$L_f$  : Panjang feedline

$c$  : Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$ )

$f$  : Frekuensi kerja

## 2.5 Penggunaan Slot Pada Patch Antena

Penerapan *slot* pada *patch* antena merupakan salah satu metode yang terbukti efektif dalam meningkatkan performa antena, khususnya dalam memperluas *bandwidth* dan mengatur pola radiasi. Kehadiran *slot* pada *patch* dapat memperbesar lebar *bandwidth* secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *slot* berbentuk U mampu meningkatkan *bandwidth* hingga 50,7%, sementara *slot* berbentuk H hanya memberikan peningkatan sebesar 21,2% [19]. *Slot* ini dapat diterapkan pada berbagai tipe antena mikrostrip, seperti antena berbentuk persegi panjang maupun lingkaran. Dalam desain antena mikrostrip lingkaran, *slot* berfungsi untuk memperlebar *bandwidth* sekaligus mengurangi nilai *return loss*. Selain itu, *slot* juga berdampak pada peningkatan efisiensi radiasi dan mampu mengubah pola radiasi antena menjadi omnidireksional [20]. Oleh karena itu, penggunaan *slot* pada *patch* antena dapat dianggap sebagai pendekatan yang efektif untuk meningkatkan kinerja antena secara keseluruhan.

Perhitungan ukuran-ukuran dari *Slot-U*, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$F = \frac{\lambda}{60} \quad (2.12)$$

$$\frac{E}{W} \geq 0,3 \quad (2.13)$$

$$D = \frac{c}{f_{low}\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2(L + 2(\Delta L) - F) \quad (2.14)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \left[ \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{Wp}}} \right) \right] \quad (2.15)$$

$$\Delta L = 0,421h \frac{(\epsilon_{reff}+0,3)(\frac{Wp}{h}+0,264)}{(\epsilon_{reff}+0,258)(\frac{Wp}{h}+0,813)} \quad (2.16)$$

F merupakan lebar *slot*,  $\lambda$  adalah panjang gelombang pada frekuensi kerja, E adalah panjang *slot* secara vertikal, sedangkan W merupakan lebar *patch*. D adalah panjang *slot* dalam arah horizontal. c adalah kecepatan cahaya di ruang hampa, yaitu sebesar  $3 \times 10^8$  m/s.  $\epsilon_{reff}$  merupakan nilai permitivitas efektif, sementara h adalah ketebalan bahan substrat. L menyatakan panjang *patch*, dan  $\Delta L$  adalah pertambahan panjang *patch* yang disebabkan oleh efek *fringing*.

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

## 2.6 Parameter Antena Mikrostrip

Kinerja dan kualitas sebuah antena dapat dievaluasi melalui parameter-parameter tertentu. Mengetahui nilai-nilai parameter ini memungkinkan mereka digunakan sebagai tolak ukur untuk menilai kinerja antena.

### 2.6.1 Lebar Pita (*Bandwidth*)

Lebar pita (*bandwidth*), atau lebar pita frekuensi, adalah rentang frekuensi yang dapat dioperasikan oleh suatu sistem [21]. *Bandwidth* ini dapat diketahui melalui beberapa karakteristik setelah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

$$BW = f_{\max} - f_{\min} \quad (2.17)$$

Keterangan:

$BW$  : *Bandwidth*

$f_{\min}$  : frekuensi terendah

$f_{\max}$  : frekuensi tertinggi

### 2.6.2 Return Loss ( $S_{1,1}$ )

*Return loss* merupakan rasio antara amplitudo gelombang yang dipantulkan terhadap amplitudo gelombang yang ditransmisikan. *Return loss* terjadi akibat ketidaksesuaian impedansi antara saluran transmisi dan impedansi input antena sebagai beban. Antena yang memiliki kinerja baik umumnya menunjukkan nilai *return loss* minimal sebesar -10 dB, yang menandakan bahwa sekitar 90% energi sinyal berhasil diserap oleh antena, sedangkan hanya 10% yang dipantulkan kembali [22].

*Return loss* terjadi ketika ada ketidakcocokan antara saluran transmisi dan impedansi masukan beban antena, dan bisa dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$Return Loss (dB) = 20 \log 10|r| \quad (2.18)$$

$r$  = koefisien refleksi

### 2.6.3 Pola Radiasi

Pola radiasi menggambarkan distribusi penyebaran energi yang dipancarkan oleh antena ke ruang sekitarnya. Pola ini terbentuk dari medan jauh (*far-field*) antena dan biasanya diukur berdasarkan intensitas medan listrik [22]. Berdasarkan karakteristik arah pancarannya, antena dibagi menjadi dua jenis, yaitu:



#### 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.

- Antena *directional*, yaitu antena yang memfokuskan pancaran dan penerimaan gelombang elektromagnetik ke satu arah tertentu.
- Antena *omnidirectional*, yakni jenis antena yang dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik secara merata ke segala arah.

#### 2.6.4 Gain

*Gain* merupakan parameter yang menunjukkan sejauh mana sinyal input dapat diperkuat menjadi sinyal output oleh sebuah antena. Tingkat penguatan ini dipengaruhi oleh arah radiasi dan efisiensi antena itu sendiri. Semakin terarah pancaran antena, maka semakin tinggi nilai *gain* yang dihasilkan [22]. Satuan yang digunakan untuk mengukur *gain* adalah desibel (dB). Rumus untuk mencari nilai *gain* yang terkait dengan daya adalah sebagai berikut :

$$G_t = P_t - P_s + G_s \text{ (dB)} \quad (2.19)$$

Keterangan :

$G_t$  = *Gain* antena

$G_s$  = *Gain* standar antena

$P_t$  = Daya yang dikirim antena

$P_s$  = Daya yang diterima antena.

#### 2.6.5 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah rasio antara amplitudo gelombang berdiri maksimum ( $|V_{max}|$ ) dan minimum ( $|V_{min}|$ ) dalam saluran transmisi. Saluran ini memiliki II-8 dua komponen tegangan gelombang: tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ).

Rumus untuk menghitung SWR adalah sebagai berikut:

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad (2.20)$$

Dalam kondisi ideal, nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) adalah 1 ( $S=1$ ), yang menandakan bahwa tidak terjadi refleksi karena saluran berada dalam kondisi pencocokan impedansi yang sempurna. Namun, pada kenyataannya, mencapai nilai tersebut sangat sulit. Oleh karena itu, nilai VSWR yang dianggap masih baik dan dapat diterima untuk antena umumnya adalah  $\leq 2$  [22].

## BAB III

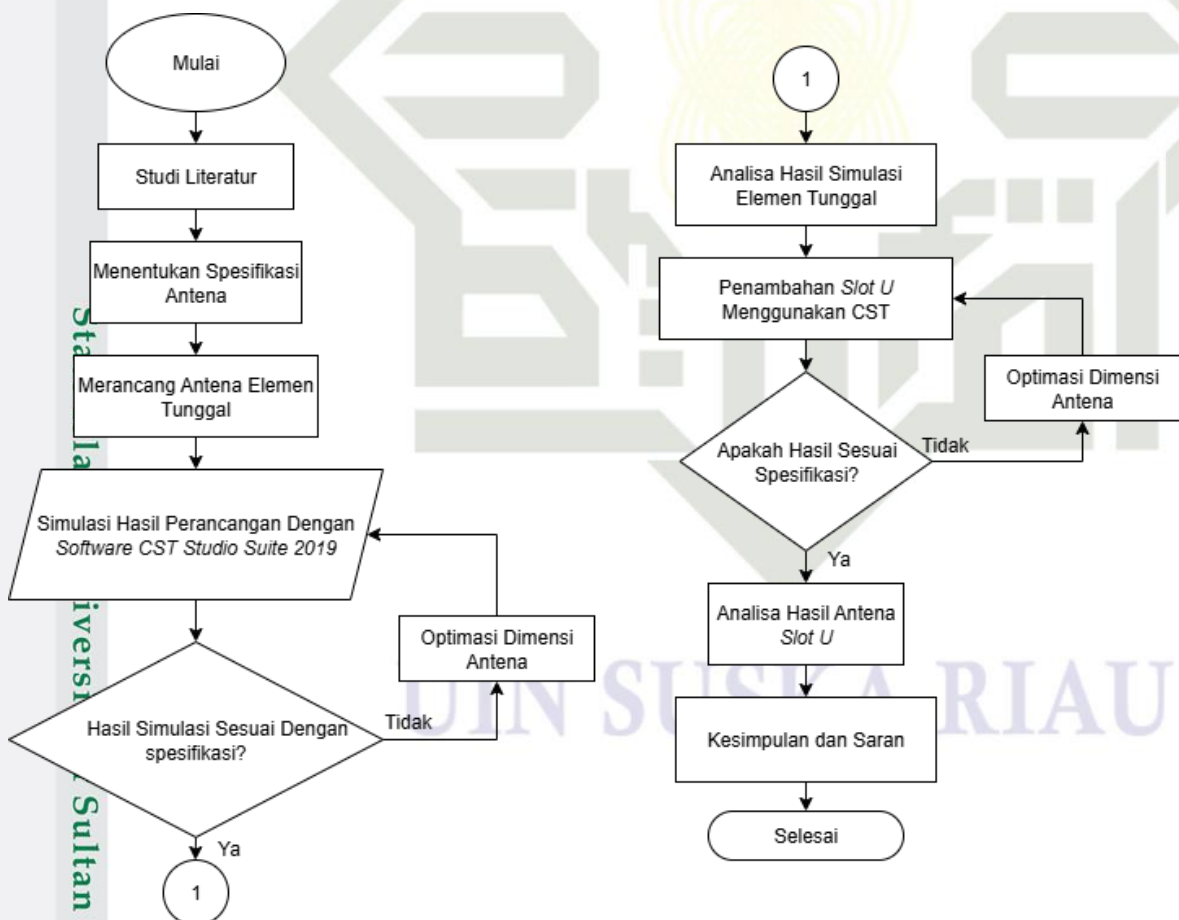
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini memadukan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dalam proses perancangan antenna mikrostrip. Pendekatan yang diterapkan bersifat deskriptif, dengan fokus pada analisis data untuk menghitung dan menentukan berbagai parameter antenna mikrostrip. Selain itu, dalam tahapan perancangan dan penyusunan laporan, penulis juga menggunakan metode kualitatif dengan melakukan analisis berbasis teori serta penelitian yang relevan sebagai dasar untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

#### 3.2 Flowchart Penelitian

Tahapan-tahapan yang penulis lakukan pada penelitian Tugas Akhir ditunjukkan pada *flowchart* berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

#### 3.3 Studi Pustaka

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.

Studi pustaka dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan memahami informasi yang relevan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Informasi tersebut diperoleh dari berbagai sumber, seperti referensi terkait, artikel ilmiah atau diskusi dengan pembimbing, serta sumber-sumber internet yang berkaitan dengan topik penelitian. Diharapkan, informasi yang terkumpul dapat membantu peneliti dalam menyelesaikan masalah penelitian dan menjawab pertanyaan penelitian. Studi pustaka ini dilakukan untuk memudahkan proses penelitian dalam merumuskan masalah, menentukan tujuan dan manfaat penelitian, menetapkan batasan masalah, menyusun dasar teori, serta memilih metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.

### 3.4 Spesifikasi Antena Mikrostrip

Dalam penelitian ini, menentukan spesifikasi antena merupakan bagian dari tujuan perancangan. Berikut adalah spesifikasi antena mikrostrip yang tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi Antena Mikrostrip.

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi	3.5 GHz
<i>Return Loss</i>	$\geq -10.88$ dB
<i>Bandwidth</i>	$\geq 100$ MHz
VSWR	$\leq 1.78$
<i>Gain</i>	$\geq 3$ dB

Berikut adalah aplikasi dan perangkat yang akan digunakan :

1. *Hardware* yang digunakan untuk proses perancangan dan simulasi antena mikrostrip, yaitu:
  - a. Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1,80GHz 1,99 GHz
  - b. RAM 8,00 GB *Microsoft Windows 11*
2. Aplikasi dan perangkat lunak (*Software*) yang digunakan untuk proses perancangan dan simulasi antena mikrostrip, yaitu:
  - a. CST STUDIO SUITE 2019, sebagai alat yang menampilkan rancangan yang telah digambar dan sebagai alat untuk menyimulasikan rancangan antena yang di rancang dengan aplikasi ini, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter yang akurat dengan spesifikasi yang digunakan.



### 3.5 Penentuan Dimensi Antena

Sebelum menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2019 untuk merancang antena mikrostrip, langkah-langkah yang harus dilakukan termasuk melakukan perhitungan dimensi rancangan antena mikrostrip. Berikut adalah hasil perhitungan dimensi antena mikrostrip tersebut:

#### 3.1.1 Perhitungan Analitik Ukuran *Patch*, Substrat, dan *Groundplane*

Untuk mendapatkan ukuran *patch* digunakan persamaan

- a. Perhitungan lebar *patch* ( $W_p$ )

$$W_p = \frac{c}{2fr\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}}$$

$$W_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 3,5 \times 10^9 \sqrt{\frac{2,2+1}{2}}}$$

$$W_p = 33,88 \text{ mm}$$

- b. Menghitung permitivitas efektif bahan substrat

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \left[ \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W_p}}} \right) \right]$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{2,2 + 1}{2} + \left[ \frac{2,2 - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12(2)}{33,88}}} \right) \right]$$

$$\epsilon_{eff} = 2,059$$

- c. Menghitung  $\Delta L$

$$\Delta L = 0,421h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left( \frac{W_p}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} + 0,258) \left( \frac{W_p}{h} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,421 \times 2 \frac{(3,776 + 0,3) \left( \frac{33,88}{2} + 0,264 \right)}{(3,776 + 0,258) \left( \frac{33,88}{2} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,842 \frac{(4,076)(17,204)}{(4,034)(17,74)}$$

$$\Delta L = 0,8167 \text{ mm}$$

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.

- d. Menghitung panjang *patch* ( $L_p$ )

$$L_p = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L$$

$$L_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 35 \times 10^8 \sqrt{2,059}} - 2 \times 0,8167$$

$$L_p = 29,8 - 1,63$$

$$L_p = 28,17 \text{ mm}$$

Jadi panjang *patch* ( $L_p$ ) antenna yang digunakan adalah 28,17 mm

- e. Menghitung lebar substrat dan *groundplane*

$$Wg = 6h + Wp$$

$$Wg = 6 \times 2 + 33,88$$

$$Wg = 45,88 \text{ mm}$$

Jadi lebar substrat dan lebar *groundplane* antenna yang digunakan adalah 45,88 mm

- f. Menghitung panjang substrat dan *groundplane*

$$Lg = 6h + Lp$$

$$Lg = 6 \times 2 + 28,17$$

Jadi panjang substrat dan panjang *groundplane* antenna yang digunakan adalah 40,17 mm

### 3.1.2 Perhitungan Ukuran Saluran Pencatu Antena Mikrostrip

- a. Menghitung lebar saluran pencatu ( $Wf$ ) antenna mikrostrip

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{2}} = \frac{591,576}{86,60} = 6,831$$

$$Wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$Wf = \frac{2 \times 2}{3,14} \left\{ 6,831 - 1 - \ln(2 \times 6,831 - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} \left[ \ln(6,831 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right] \right\}$$

$$Wf = 1,273(6,831 - 1 - \ln(12,662) + 0,27 [\ln(5,831) + 0,39 - 0,27])$$

$$Wf = 1,273(6,831 - 1 - 2,53 + 0,27 [1,76 + 0,39 - 0,27])$$

$$Wf = 1,273(5,831 - 2,53 + 0,27 [1,76 + 0,39 - 0,27])$$

**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.

$$Wf = 1,273 (3,571 \times 1,88)$$

$$Wf = 1,273 \times 6,713$$

$$Wf = 8,545 \text{ mm}$$

### 3.1.3 Perhitungan Ukuran *Slot* Antena Mikrostrip

- a. Menghitung lebar *slot* antena mikrostrip

$$F = \frac{\lambda}{60} = \frac{\frac{c}{f}}{60} = \frac{54,5}{60} = 1,428 \text{ mm}$$

- b. Menghitung panjang *slot* vertikal antena mikrostrip

$$\frac{E}{W} \geq 0,3$$

$$\frac{E}{33,88} \geq 0,3 = 0,3 \times 33,88 = 10,164 \text{ mm}$$

- c. Menghitung panjang *slot* horizontal antena mikrostrip

$$D = \frac{c}{f_{low}\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2(L + 2(\Delta L) - F)$$

$$D = \frac{3 \times 10^8}{30 \times 10^8 \sqrt{2,059}} - 2(28,17 + 2(0,86) - 1,428)$$

$$D = 69,73 - 28,46 = 41,27 \text{ mm}$$

Tabel 3.2 Dimensi antenna mikrostrip tunggal sebelum optimasi

Parameter Antena Mikrostrip	Simbol	Nilai (mm)
Tebal konduktor	t	0,035
Ketebalan Substrat	h	2
Lebar <i>feedline</i>	Wf	0,5
Panjang <i>feedline</i>	Lf	15
Lebar <i>patch</i>	W	26,92
Panjang <i>patch</i>	L	26,92
Lebar <i>groundplane</i>	Wg	32
Panjang <i>groundplane</i>	Lg	32



Lebar substrat	Ws	32
Panjang substrat	Ls	32

Dari tabel diatas, hasil perhitungan antenna dapat dihitung menggunakan rumus-  
rumus untuk *patch* dan *feedline*. Untuk *patch* berbentuk *square*, rumus-rumus untuk dimensi  
patch antenna mikrostrip tersedia dari persamaan 2.1 hingga 2.7, dimensi *ground plane*  
menggunakan persamaan 2.8 dan 2.9. Sementara dimensi *feedline* dapat ditentukan  
menggunakan persamaan 2.10 dan 2.11.

### 3.6 Simulasi Antena Mikrostrip Tunggal

Setelah dimensi antenna dihitung, langkah berikutnya adalah menggunakan perangkat  
lunak CST Studio Suite 2019 untuk melakukan simulasi guna mengevaluasi parameter yang  
diharapkan. Jika hasil parameter tidak memenuhi ekspektasi, maka dilakukan penyesuaian  
dan optimalisasi dimensi antenna untuk mencapai hasil yang diinginkan.

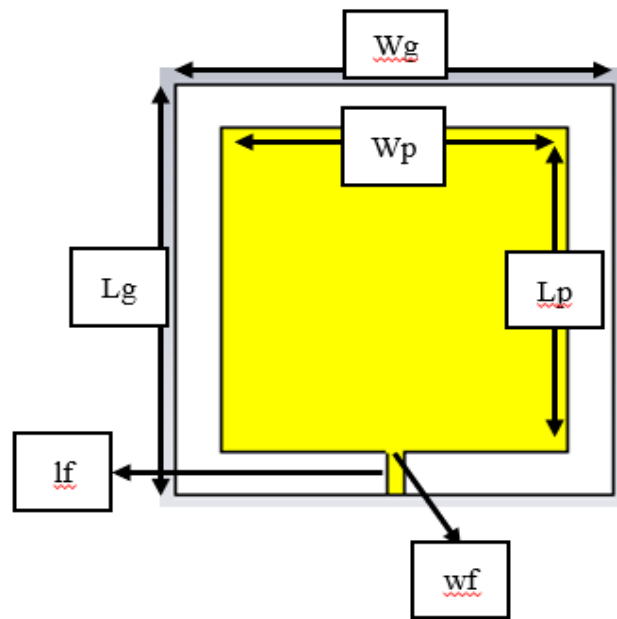
Tabel 3.3 Dimensi antenna mikrostrip tunggal sesudah optimasi

Parameter Antena Mikrostrip	Simbol	Nilai (mm)
Tebal konduktor	t	0,035
Ketebalan Substrat	h	2
Lebar <i>feedline</i>	Wf	1,3
Panjang <i>feedline</i>	Lf	17
Lebar <i>patch</i>	Wp	26,9
Panjang <i>patch</i>	Lp	26,9
Lebar <i>groundplane</i>	Wg	34
Panjang <i>groundplane</i>	Lg	34
Lebar substrat	Ws	34
Panjang substrat	Ls	34

### 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.

Dari tabel diatas digambarkan bentuk antenna mikrostrip tunggal yang terdapat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Antena Mikrostrip Tunggal

### 3.7 Simulasi Antena Mikrostrip Slot U

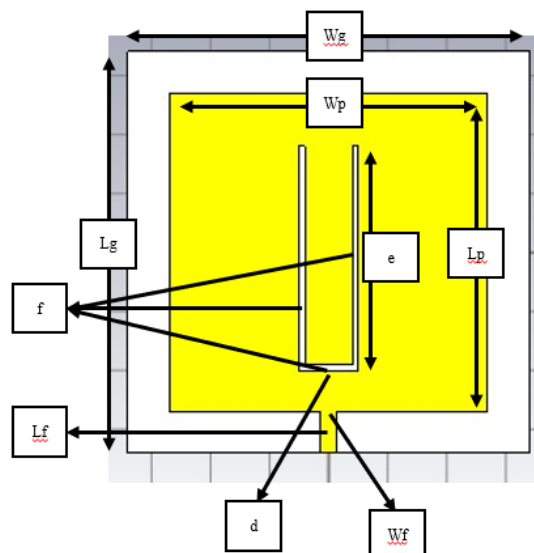
Tahapan berikutnya dalam perancangan antenna mikrostrip adalah melakukan modifikasi pada elemen tunggal yang semula tanpa slot menjadi elemen tunggal dengan slot U. Penambahan slot U pada patch bertujuan untuk meningkatkan performa antenna, khususnya dalam memperluas bandwidth dan menurunkan nilai return loss. Pada tahap ini, slot U akan dirancang dan diterapkan pada patch tunggal yang telah ada, kemudian dianalisis melalui simulasi elektromagnetik guna mengevaluasi dampaknya terhadap parameter antenna seperti return loss, VSWR, bandwidth, dan gain. Fokus utama analisis adalah membandingkan kinerja antenna sebelum dan sesudah penambahan slot U untuk mengetahui sejauh mana peningkatan performa yang dihasilkan dari modifikasi tersebut. Berikut dimensi antenna mikrostrip tunggal dengan penambahan slot U pada patch ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.4 Dimensi antenna mikrostrip tunggal dengan Slot U

Parameter Antena Mikrostrip	Simbol	Nilai (mm)
Tebal konduktor	t	0,035
Ketebalan Substrat	h	2

Lebar <i>feedline</i>	$W_f$	1,3
Panjang <i>feedline</i>	$L_f$	17
Lebar <i>patch</i>	$W_p$	26,9
Panjang <i>patch</i>	$L_p$	26,9
Lebar <i>groundplane</i>	$W_g$	34
Panjang <i>groundplane</i>	$L_g$	34
Lebar substrat	$W_s$	34
Panjang substrat	$L_s$	34
Lebar <i>Slot U</i>	$f$	0,5
Panjang <i>Slot U</i>	$d$	4
Tebal <i>Slot U</i>	$e$	17

Dari tabel diatas digambarkan bentuk antenna mikrostrip tunggal dengan *Slot U* yang terdapat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Antena Mikrostrip *Slot U*

### 3.8 Skenario Penelitian



Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengoptimasi antenna mikrostrip berbasis *patch* persegi dengan penambahan *slot*, yang difungsikan untuk sistem komunikasi 5G di lingkungan outdoor pada frekuensi kerja 3,5 GHz. Modifikasi dilakukan untuk meningkatkan *bandwidth*, *gain*, dan stabilitas performa antenna terhadap kondisi luar ruangan.

### 3.8.1 Tahap Perancangan *Patch* Persegi

1. Menentukan spesifikasi antenna dasar:
  - a. Frekuensi kerja: 3,5 GHz.
  - b. Jenis substrat: Rogers RT/Duroid 5880 ( $\epsilon_r = 2,2$ ,  $h = 1,6$  mm).
  - c. Jenis *feed* : *inset feed*.
2. Perhitungan Dimensi Patch
  - a. Lebar *Patch* (W) = 26,9 mm.
  - b. Panjang *Patch* (L) = 26,9 mm.
3. Pemodelan dan Simulasi Awal
  - a. Membuat model antenna *patch* persegi menggunakan *software* simulasi (CST).
  - b. Melakukan simulasi parameter  $S_{11}$ , VSWR, *bandwidth*, *gain*, pola radiasi, dan efisiensi.
  - c. Menjadikan hasil antenna *patch* persegi sebagai *baseline* untuk perbandingan dengan desain modifikasi.

### 3.8.2 Tahap Perancangan *Patch* dengan Penambahan *Slot*

1. Penentuan Jenis *Slot* dan Tujuan Modifikasi
  - a. Jenis slot *U-slot*, dipilih untuk meningkatkan *bandwidth* dan menciptakan resonansi tambahan.
  - b. *Slot* ditempatkan simetris pada bagian atas *patch* persegi.
2. Penentuan Dimensi Awal Slot
  - a. Panjang *slot* (LS).
  - b. Lebar *slot* (WS).
3. Pemodelan Patch dengan Slot
  - a. Menambahkan *slot* pada *patch* persegi sesuai dimensi.
  - b. Menyesuaikan struktur *feed* apabila diperlukan.
4. Simulasi dan Optimasi Modifikasi Slot

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

- a. Memodifikasi terhadap  $L_s$  dan  $W_s$  untuk mendapatkan respon  $S_{11}$  dan *bandwidth* optimal.
- b. Mengevaluasi pengaruh *slot* terhadap perubahan *gain* dan efisiensi radiasi.
- c. Memilih konfigurasi terbaik berdasarkan performa antenna.

### 3.8.3 Evaluasi Kinerja Antena untuk Aplikasi *Outdoor*

1. Analisis Sensitivitas Lingkungan
  - a. Mensimulasikan perubahan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ )
  - b. Menambahkan model *superstrate/radome* (polikarbonat atau akrilik) untuk simulasi kondisi *outdoor*
2. Analisis Struktural *Outdoor*
  - a. Memastikan desain *patch* tetap kokoh meskipun terdapat *slot*.
  - b. Menentukan ukuran *ground plane* yang memadai untuk stabilitas radiasi.
  - c. Meninjau potensi penggunaan pelindung untuk mencegah degradasi akibat cuaca

Antena mikrostrip untuk aplikasi outdoor harus mampu mempertahankan performa secara stabil pada lingkungan ruang terbuka yang dipengaruhi oleh hambatan propagasi seperti bangunan, pepohonan, dan kondisi cuaca. Oleh karena itu, antenna perlu memiliki *gain* yang tinggi, *bandwidth* yang cukup lebar, efisiensi radiasi yang baik, serta pola radiasi yang sesuai untuk memperluas cakupan sinyal. Selain faktor elektromagnetik, aspek keandalan struktural dan ketahanan lingkungan seperti temperatur, kelembaban, dan korosi menjadi parameter penting guna memastikan kinerja antenna tetap optimal selama operasional outdoor[19].

### 3.8.4 Perbandingan dan Validasi Desain

1. Perbandingan Dua Desain
 

Membandingkan performa antenna *patch* persegi dan *patch* dengan *slot* terhadap parameter:

  - a. *Return Loss* ( $S_{11}$ )
  - b. *Bandwidth*
  - c. VSWR
  - d. *Gain*
2. Penentuan Desain Optimal
  - a. Menentukan desain antenna yang memenuhi seluruh kriteria *outdoor*.
  - b. Menganalisis peningkatan performa yang diperoleh dari penambahan *slot*.

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. Kesimpulan Akhir

Menarik kesimpulan tentang efektivitas modifikasi *patch* melalui *slot* terhadap peningkatan performa antena mikrostrip *outdoor* pada frekuensi 3.5 GHz.

#### 3.9

#### Analisa Data Hasil Simulasi

Semua rancangan antena, baik antena mikrostrip tunggal maupun antena mikrostrip tunggal yang dilengkapi dengan *slot U*, akan dianalisis melalui simulasi menggunakan perangkat lunak elektromagnetik. Berbagai parameter kinerja antena seperti *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan *gain* akan diuji dan dikaji secara menyeluruh. Hasil simulasi akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel guna mempermudah proses analisis serta perbandingan performa masing-masing desain antena. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diketahui sejauh mana penambahan *slot U* pada *patch* dapat meningkatkan kinerja antena mikrostrip.

#### 3.10

#### Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari penelitian ini adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis data simulasi. Kesimpulan tersebut akan merangkum poin-poin penting mengenai efektivitas penggunaan teknik *slot U* pada *patch* dalam meningkatkan kinerja antena mikrostrip pada frekuensi 3,5 GHz. Selain itu, akan disampaikan beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, baik dalam bentuk optimasi desain yang lebih lanjut maupun eksplorasi metode modifikasi antena lainnya.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

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

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi, dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip *square patch* dengan metode *slot-U* berhasil dirancang dan memenuhi kebutuhan aplikasi 5G pada frekuensi 3,5 GHz. Penambahan *slot-U* pada *patch* terbukti mampu meningkatkan *bandwidth* secara signifikan, sehingga antenna mampu bekerja pada rentang frekuensi yang lebih lebar dan stabil. Nilai *return loss* dan VSWR tetap berada dalam kategori baik. Meskipun terjadi penurunan *gain*, nilainya masih berada dalam rentang spesifikasi yang dapat diterima untuk aplikasi 5G. Dengan demikian, metode *slot-U* efektif digunakan sebagai solusi pelebaran *bandwidth* pada antenna mikrostrip *square patch* tanpa mengorbankan kinerja utama antenna.

#### 5.2 Saran

Saran kepada penelitian kedepannya ialah agar dapat melakukan penelitian menggunakan *slot* lainnya dan juga menggunakan bentuk antenna lain. Selain itu desain dapat diteliti lebih lanjut untuk memperluas *bandwidth* antenna dan juga penggunaan bahan substrat lainnya dengan penambahan variasi konfigurasi array guna untuk meningkatkan kinerja antenna yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Fadhlurrohman and D. Kristyawati, "Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip Patch 3.5 GHz Menggunakan Software CST Studio Suite 2022 untuk Teknologi 5G," *Jurnal JUIT*, vol. 2, no. 2, pp. 37–50, May 2023. P-ISSN: 2828
- [2] Pandhu Pramarta and Sri Mardiyati, "Perancangan Antena Mikrostrip Menggunakan Inset dan Slot Untuk Sistem Komunikasi 5G pada Frekuensi 3.5 Ghz," *Remik: Riset dan Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 8, no. 4, pp. 1
- [3] G. Bacci, L. Sanguinetti, and E. Björnson, "Spherical wavefronts improve MU-MIMO spectral efficiency when using electrically large arrays," *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 12, no. 7, pp. 1219–1223, 2023.
- [4] Dhavi Muhammad Sultan, Nugroho Setia Bambang, Aziz Abdul Arif, "Wearable Antenna Mikrostrip Untuk Aplikasi Teknologi 5g," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 493, 2024.
- [5] J. M. McKinnis, I. Gresham, and R. Becker, "Figures of merit for active antenna enabled 5G communication networks," in *Proc. 2018 11th Global Symposium on Millimeter Waves (GSMM)*, pp. 1–7, 2018
- [6] Bassawaraj, Rekha, Ara Rafath Syeda, and Kulkarni Nagraj, "Square Mirostrip Antenna for Broadband Applications," *IJLSAE* vol. 12, no. 23, pp. 1968
- [7] R. Goyal and Y. Jain, "A Review on Bandwidth Enhancement in Microstrip Antenna," *Int. J. Comp. Sci. Eng.*, 2019.
- [8] B. K. Seigi, S. Alam, and I. Surjati, "Bandwidth Enhancement of Microstrip Antenna With Slit and Parasitic Element for 5G Communication," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, 2022.
- [9] J. Rai and S. Patel, "Survey of Stacked Microstrip Patch Antenna for Bandwidth Enhancement," *Int. J. Res. & Technol*
- [10] K. Bouzakraoui, A. Mouhsen and A. Youssefi, "A Novel Planar Slot Antenna Structure for 5G Mobile Networks Applications," *RESEARCH GATE*, vol. 5, no. 4, pp. 111–115, 2017.
- [11] Q. Wang, N. Mu, L. Wang, S. S. Naeini and J. Liu, "5G MIMO Conformal Microstrip Antenna Design," *RESEARCH GATE*, vol. 2017, pp. 1–11, 2

- [12] Y. Jandi, F. Gharnati and A. O. Said, "Design of a compact dual bands patch antenna for 5G applications," *RESEARCH GATE*, pp. 1-4, 2017.
- [13] Mesya Nandawani Manik And Rayyan Firdaus, "Tantangan Dan Peluang Jaringan 5g Dalam Meningkatkan Operasional Perusahaan," *Jurnal Manuhara : Pusat Penelitian Ilmu Manajemen Dan Bisnis*, Vol. 2, No. 3, Pp. 203–209, Jun. 2024, Doi: 10.61132/Manuhara.V2i3.1026.
- [14] M. Alaydrus, *Antena: Prinsip dan Aplikasi*, YOGYAKARTA: Perpustakaan Jakarta, 2011.
- [15] W. N. Pangestu, D. Aribowo and M. Fatkhurrohman, "Desain antena mikrostrip untuk penggunaan pada sistem jaringan televisi digital," *Telkom University*, vol. 3, no. 1, pp. 159–167, 2023.
- [16] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis And Design Third Edition*. [Online]. Available: [Www.Copyright.Com](http://www.copyright.com).
- [17] P. Akila , P. Akshaya, L. Aparna and J. Mary Suji Mol, "Design and Analysis of Microstrip Patch Antena Using Alumina and Paper Substrate for WIFI Application," *IRJET*, vol. 5, no. 4, pp. 3287-3290, 2018.
- [18] A. Setya Nugraha And Y. Christyono, "Perancangan Dan Analisa Antena Mikrostrip Dengan Frekuensi 850 Mhz Untuk Aplikasi Praktikum Antena," 2011, [Online]. Available: [Http://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Transmisi](http://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Transmisi)
- [19] W. Ardianto, S. Renaldy, F. F. Lanang, and T. Yunita, "Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 7, no. 1, pp. 43–2019
- [20] M. F. Manalu, M. Wildan, and M. F. Y. Dewantara, "Rancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch Dengan Tambahan Slot Untuk Aplikasi Antena Cuaca," *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, vol. 5, no. 2, pp. 98–106, 2
- [21] R. Agustini, "Improvement Of Coplanar Vivaldi Antenna Radiation Patterns With Fractal Structure For Ultra-Wideband Applications," 2021.
- [22] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and practice*, 2<sup>nd</sup> ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2002.



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

### PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN MODIFIKASI *PATCH* PADA FREKUENSI 3,5 GHZ

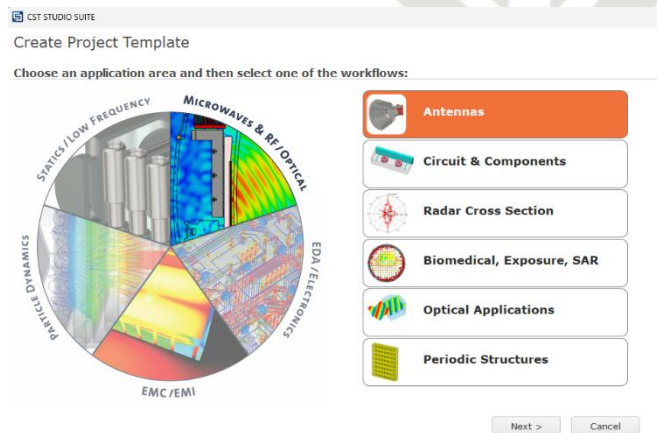
Pada lampiran A menjelaskan tahapan-tahapan dalam melakukan perancangan dan simulasi pada antenna mikrostrip tunggal, tunggal dan *Slot-U*. Perancangan ini menggunakan perangkat lunak *Computer Simulation Technology (CST) Studio Suite 2019*. Berikut tahapan-tahapan dalam perancangan dan proses simulasi antenna mikrostrip sebagai berikut:

1. *Install Software Computer Technology (CST) Studio Suite 2019* pada pc/laptop, kemudian tambahkan *shortcut* pada desktop agar mempermudah dalam mengakses *software* tersebut
2. Lalu jalankan *software CST Studio Suite 2019* tersebut.



Gambar A.1 Tampilan Ikon *CST Studio Suite 2019*

3. Setelah dibuka akan muncul tampilan *welcome to CST Studio Suite 2019*, Klik *Project template*, lalu klik *Microwaves & RF/Optical*, lalu pilih *Antennas > Next*.

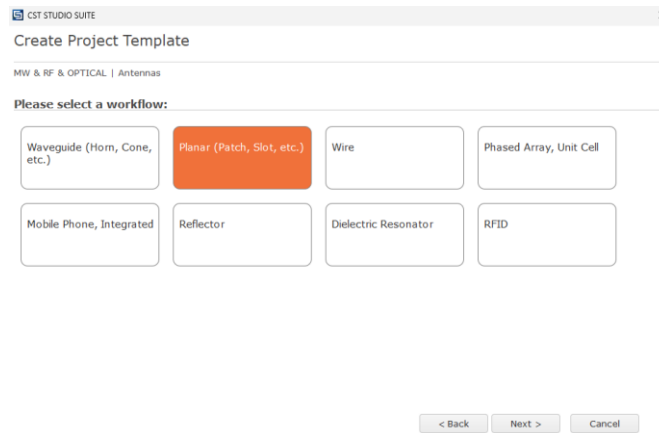


Gambar A.2 *Microwave dan RF/Optical*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

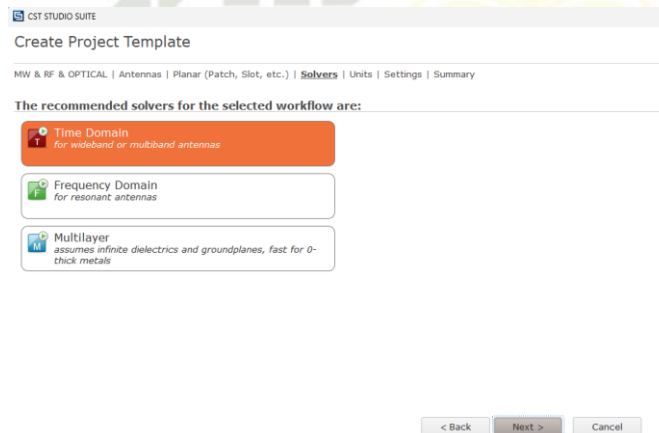
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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. Kemudian akan muncul tampilan untuk pilihan project lalu pilih antenna planar (*patch, slot, etc*) > *Next*. Dapat dilihat pada tampilan di bawah ini.



Gambar A.3 Antena Planar (*patch, slot, etc*)

5. Lalu pilih *time domain* > *Next*. Dapat dilihat pada tampilan di bawah ini

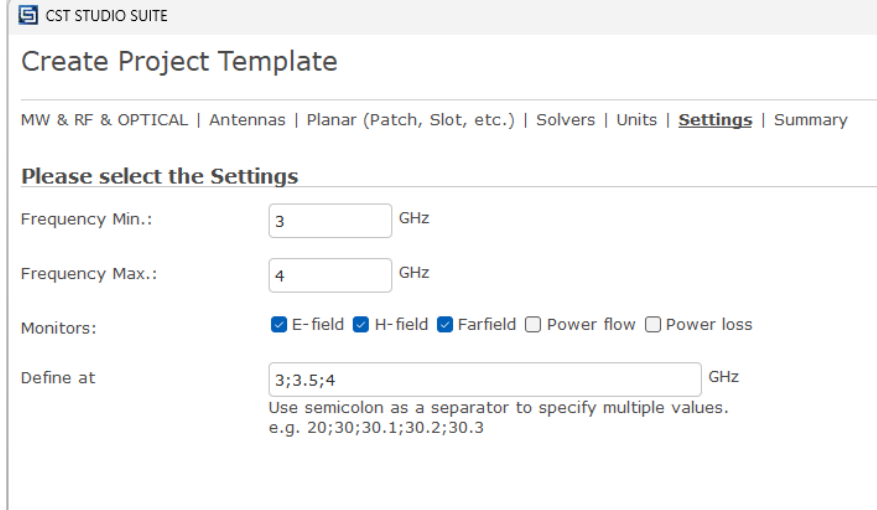


Gambar A.4 *Time Domain*

6. Masukkan frekuensi min dan max, lalu ceklis *E-field*, *H-field* dan *Farfield* > *Next*. Dan setelah itu > *Finish*. Dapat dilihat pada tampilan di bawah ini.

### 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.



CST STUDIO SUITE

### Create Project Template

MW & RF & OPTICAL | Antennas | Planar (Patch, Slot, etc.) | Solvers | Units | **Settings** | Summary

**Please select the Settings**

Frequency Min.:  GHz

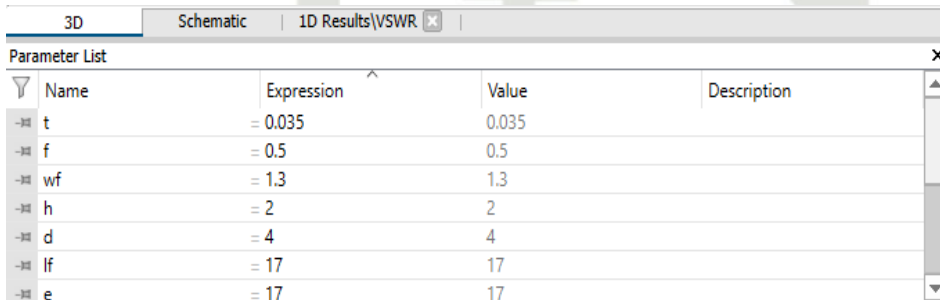
Frequency Max.:  GHz

Monitors: ☒ E-field ☒ H-field ☒ Farfield ☐ Power flow ☐ Power loss

Define at:  GHz  
Use semicolon as a separator to specify multiple values.  
e.g. 20;30;30.1;30.2;30.3

Gambar A.5 Frekuensi min dan max

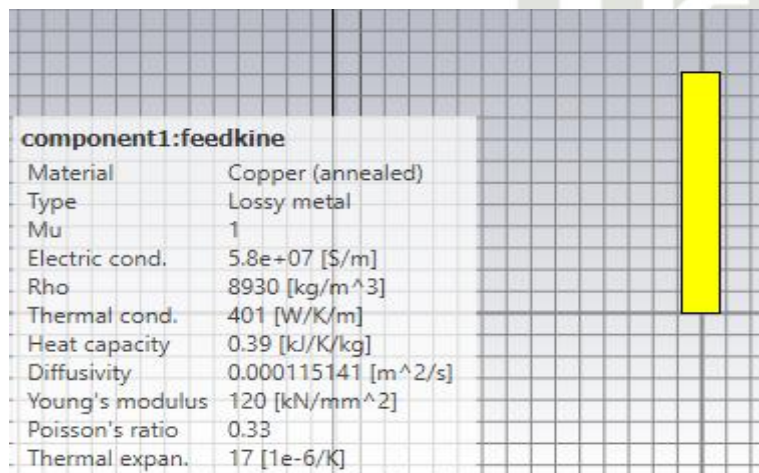
Masukkan parameter antenna yang akan di rancang.



Name	Expression	Value	Description
t	= 0.035	0.035	
f	= 0.5	0.5	
wf	= 1.3	1.3	
h	= 2	2	
d	= 4	4	
lf	= 17	17	
e	= 17	17	

Gambar A.6 Parameter Antena

8. Buatlah *feeding* terlebih dahulu untuk rangkaian antenna mikrostrip tunggalnya



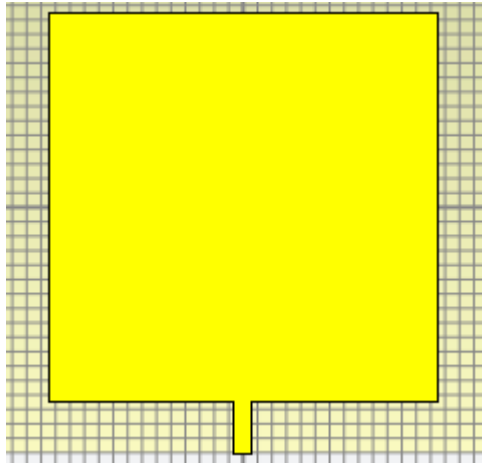
Gambar A.7 Feeding Antena Mikrostrip Tunggal



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

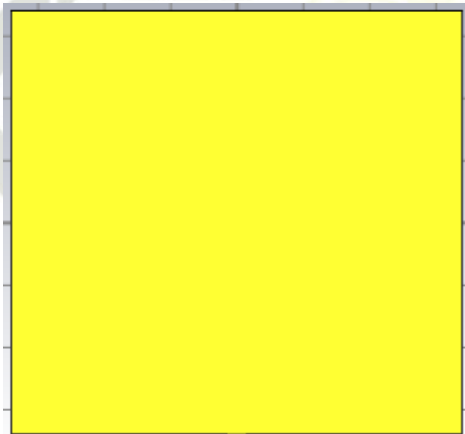
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

9. Lalu buatlah *patch* dari antenna mikrostrip dengan ukuran  $26,9 \text{ mm} \times 26,9 \text{ mm}$ .



Gambar A.8 *Patch* Antena Mikrostrip

10. Buatlah *groundplane* nya yang dimana elemen peradiasi (*patch*) menempel di atas elemen pentanahan (*groundplane*).

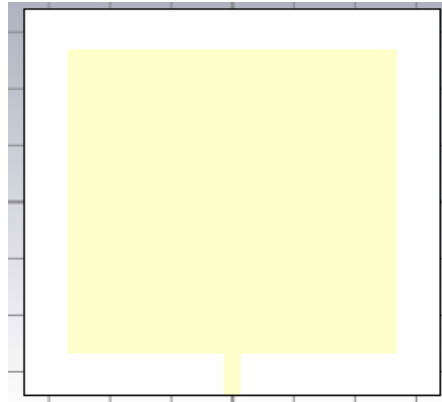


Gambar A.8 *Groundplane*

11. Buatlah Substrat nya yang dimana elemen peradiasi (*patch*) menempel di atas elemen pentanahan (*groundplane*).

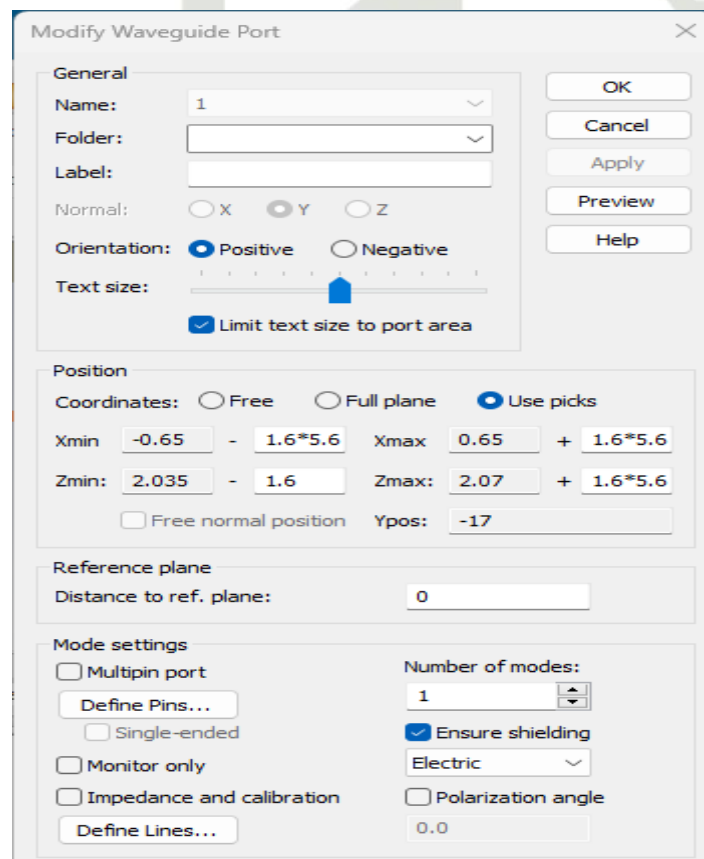
### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 A.10 Subtrat

12. Lalu buatlah *port* untuk antenna mikrostrip dengan perhitungan otomatis dari calculate aplikasi CST nya.

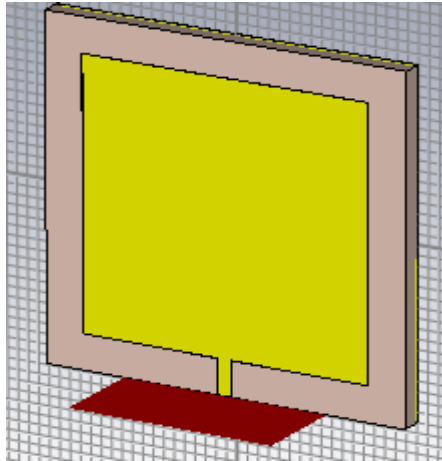


Gambar A.11 Perhitungan *Port*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

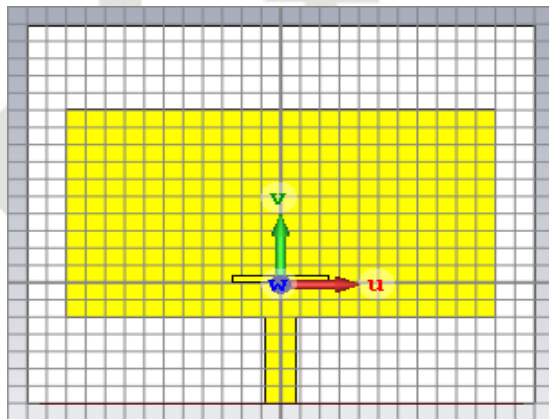
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



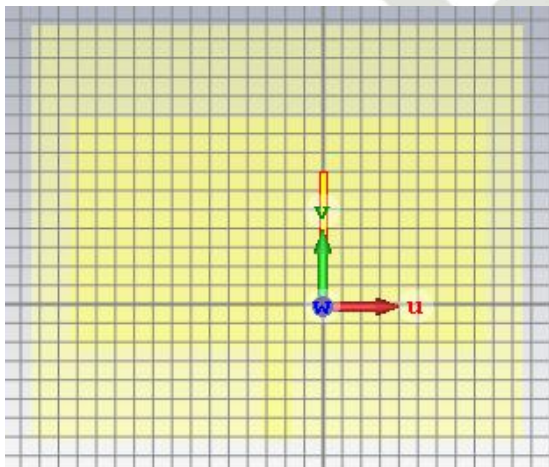
Gambar A.12 Antena Mikrostrip Tunggal

14. Bentuk lah *slot D* dengan meletakkan WCS terlebih dahulu



Gambar A.13 Slot D

15. Selanjutnya membuat *slot E*



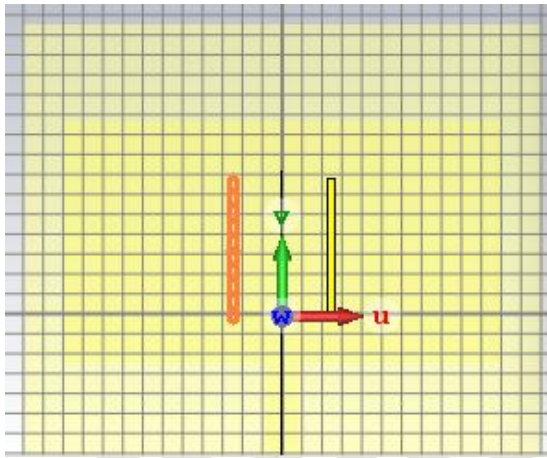
Gambar A.14 Slot E



### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

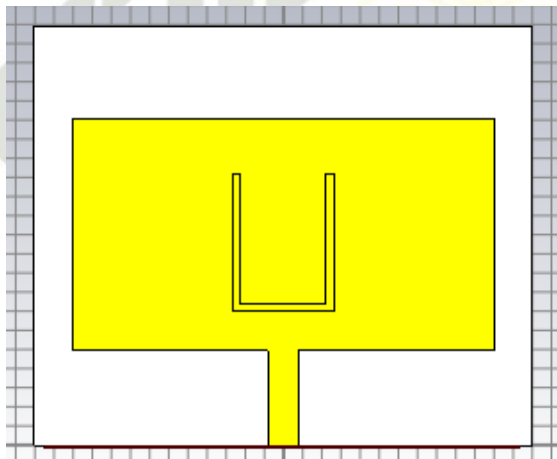
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

16. Selanjutnya membuat *Slot E* dengan memirorkan ke kiri atau *horizontal*



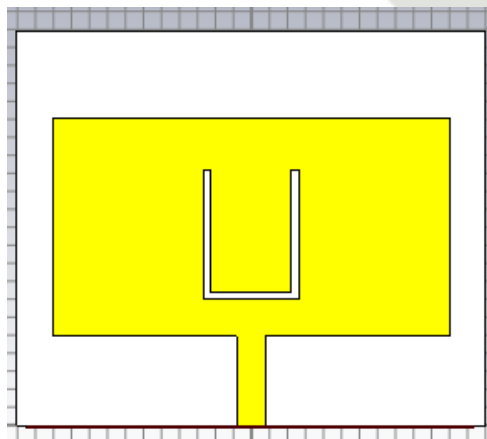
Gambar A.15 Miror horizontal

17. Kemudian digabungkan semua *slot* yang telah dibuat yang membentuk U



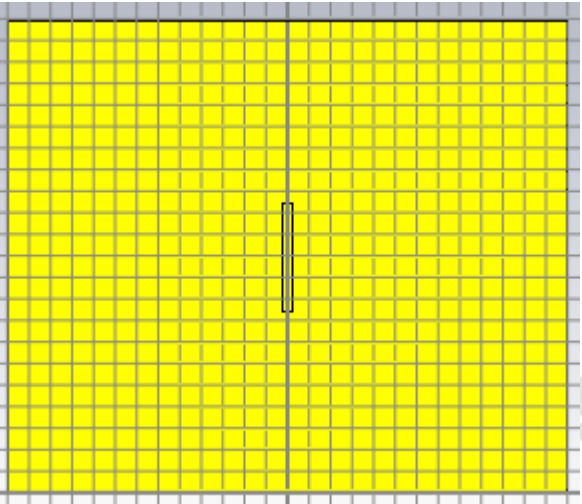
Gambar A.16 *Slot-U* sebelum disubstrat

18. Setelah itu dihilangkan bagian *slot* yang berbentuk U



Gambar A.17 *Slot-U*

19. Kemudian membuat bagian di *grounplane* dengan membuat *slot* persegi



Gambar A.18 *Slot* persegi

© 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

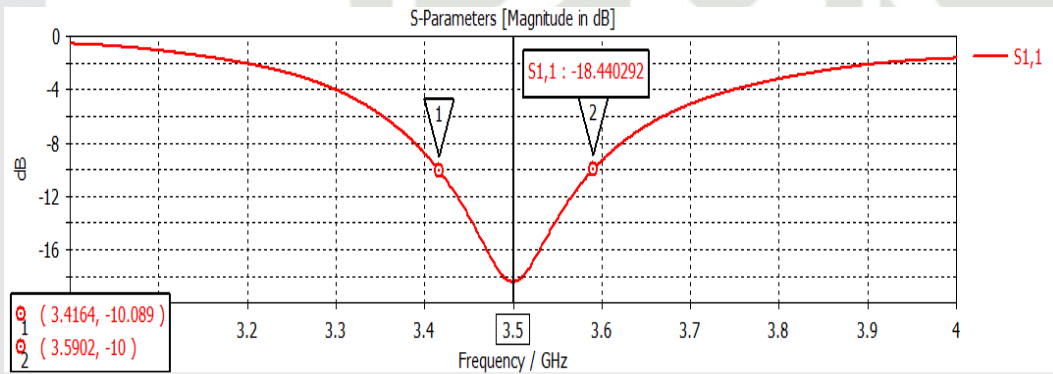
UIN SUSKA RIAU

## LAMPIRAN B

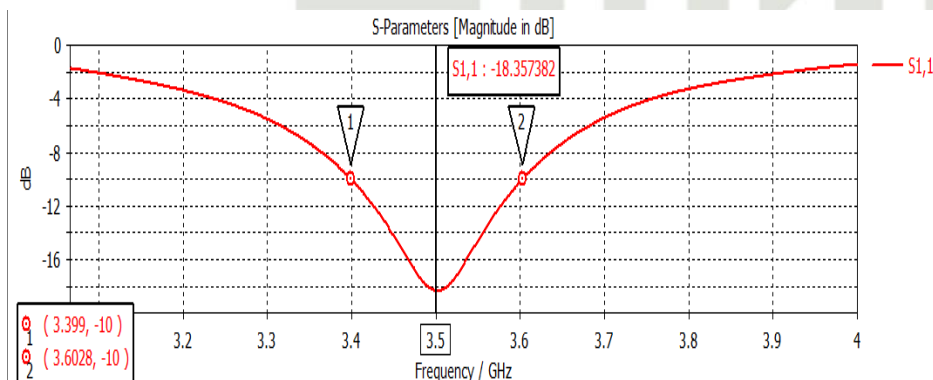
### HASIL SIMULASI S-PARAMETER (S11) VSWR DAN GAIN

Lampiran B berisi data hasil simulasi nilai S-parameter berupa *return loss* dan *bandwidth*, VSWR dan *gain* dari antenna mikrostrip tunggal, tunggal *Slot-U*. Hasil dari simulasi diperoleh pada *software* CST Studio Suite 2019. Frekuensi yang digunakan adalah pita frekuensi C-Band dengan rentang frekuensinya 3 – 4 GHz. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan adalah 3,5 GHz.

#### 1. S-Parameter



Gambar B.1 *S-parameter* Antena Mikrostrip Tunggal



Gambar B.2 *S-parameter* Antena Mikrostrip Tunggal *Slot-U*

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

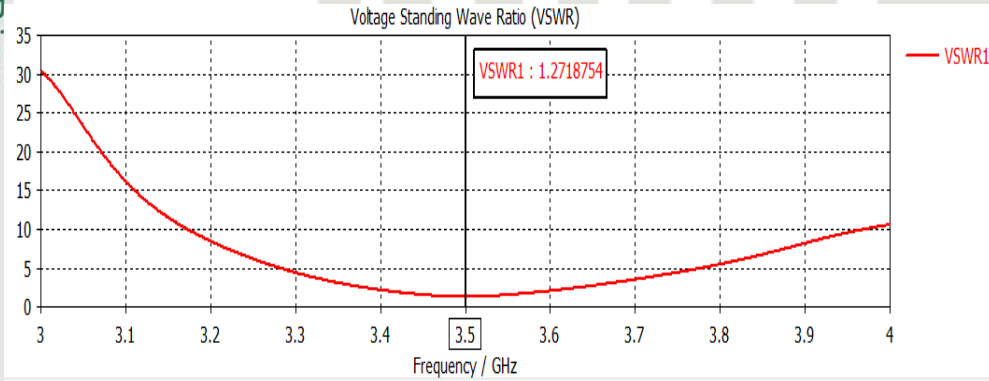


Tabel B.1 Hasil Nilai *S-Parameter*

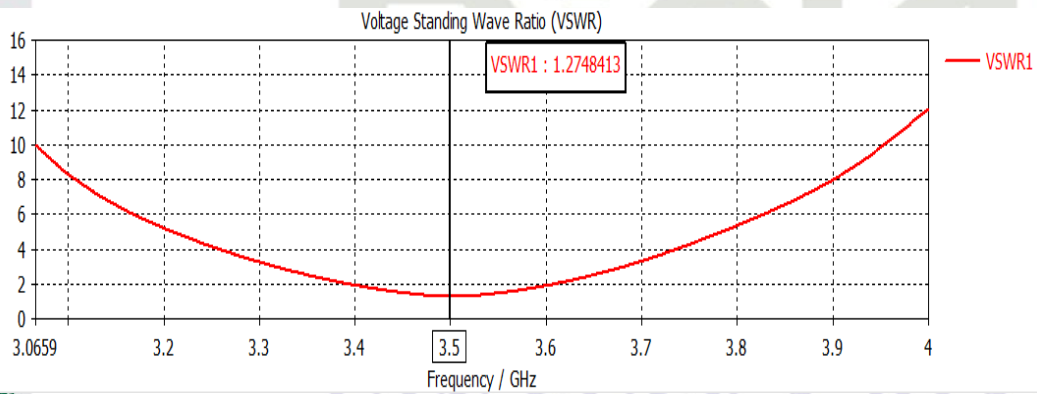
Bentuk Antena	Return Loss(dB)	Bandwidth(MHz)
Antena Mikrostrip Tunggal	-18,44 dB	173,8 MHz
Antena Mikrostrip Tunggal Slot-U	-18,35 dB	203,8 MHz

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

## 2. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)



Gambar B.3 VSWR Antena Mikrostrip Tunggal



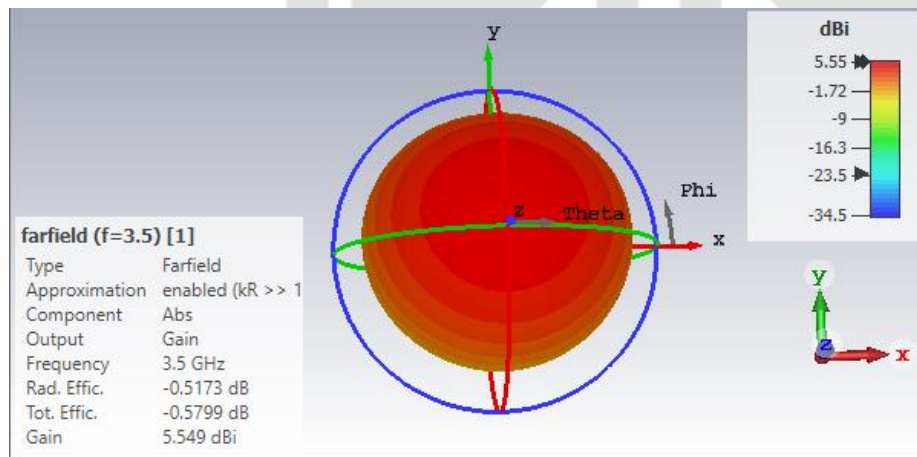
Gambar B.4 VSWR Antena Mikrostrip Tunggal Slot-U

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.

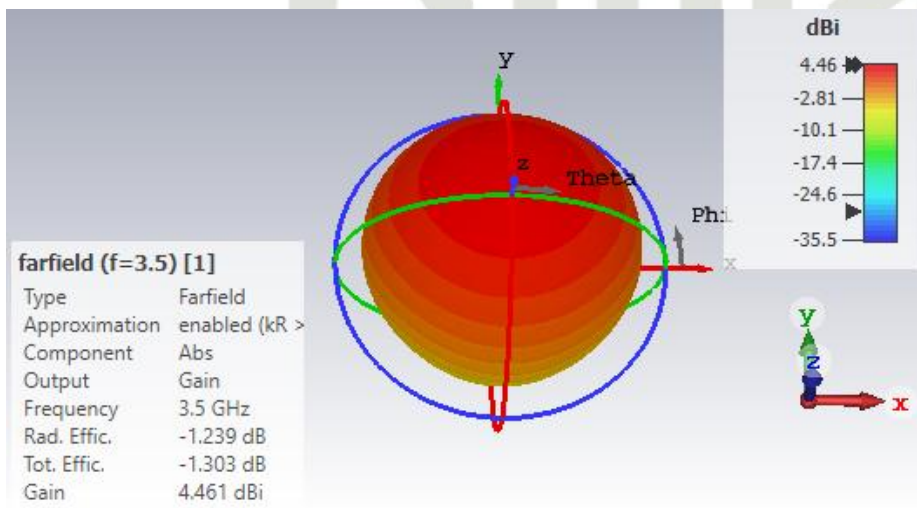
Tabel B.2 Hasil Nilai VSWR

Bentuk Antena	VSWR
Antena Mikrostrip Tunggal	1,271
Antena Mikrostrip Tunggal Slot-U	1,274

### 3. Gain



Gambar B.5 Gain Antena Mikrostrip Tunggal

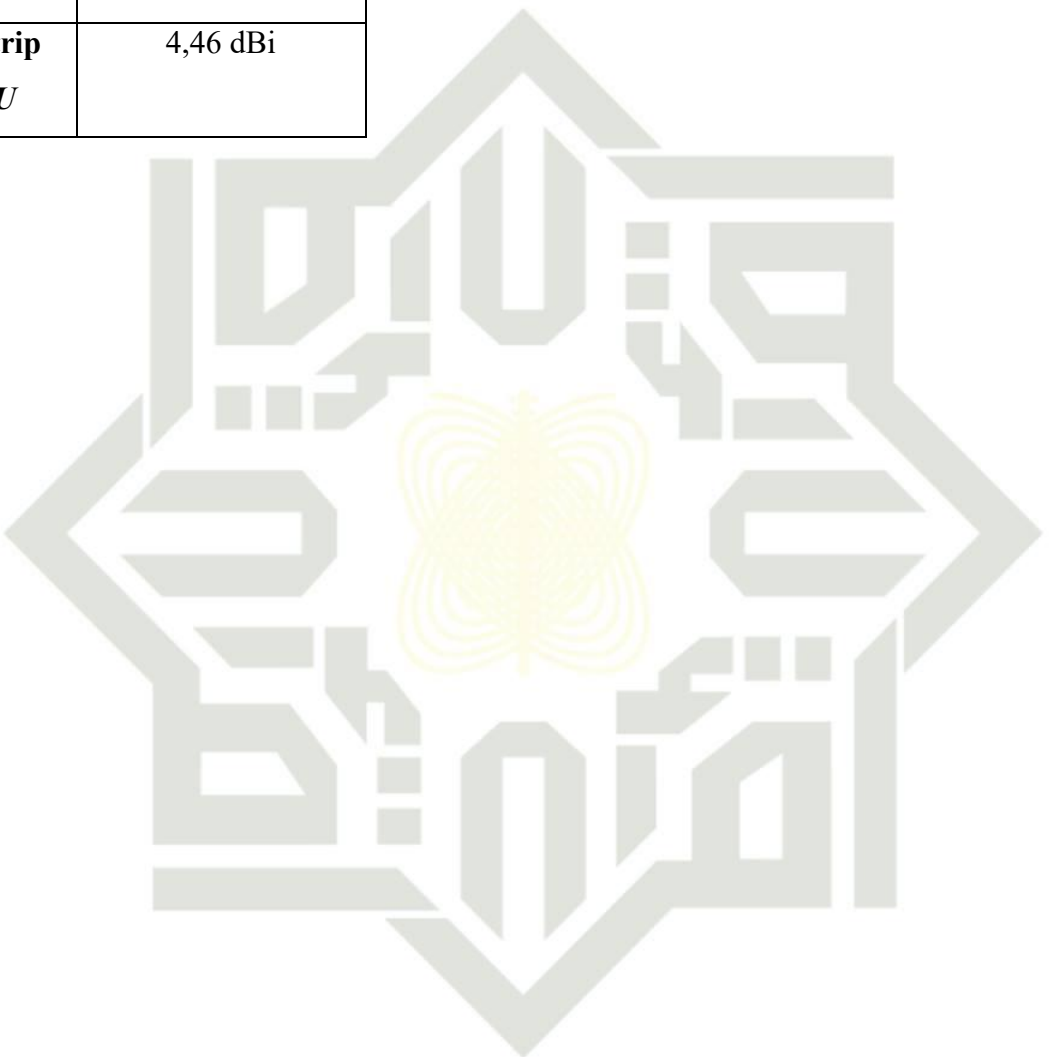


Gambar B.6 Gain Antena Mikrostrip Tunggal Slot-U

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 B.3 Hasil Nilai *Gain*

Bentuk Antena	<i>Gain</i> (dBi)
Antena Mikrostrip Tunggal	5,55 dBi
Antena Mikrostrip Tunggal Slot-U	4,46 dBi



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.