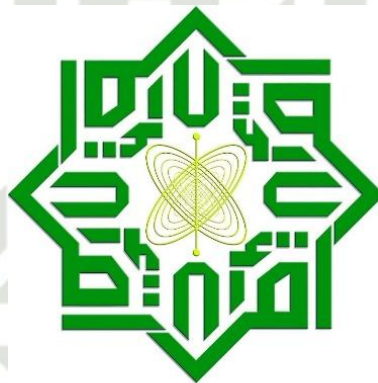


RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* *PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2* UNTUK RADIO AKSES 5G

TUGAS AKHIR

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



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

HARISMAN
11455105292

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2020

Hak Cipta Diinangungi Ungaang-Ungaang

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

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR*
PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2 UNTUK RADIO AKSES 5G**

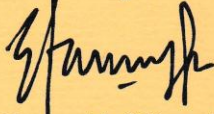
TUGAS AKHIR

Oleh :

HARISMAN
11455105292

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro,
di Pekanbaru, pada tanggal 20 Mei 2020

Ketua Program Studi



Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing



Dr. Teddy Furnamirza, ST., M.Eng
NIP. 19741030 200701 1 011



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.

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR*
PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2 UNTUK RADIO AKSES 5G**

TUGAS AKHIR

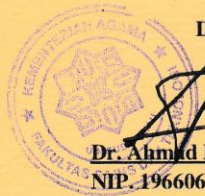
Oleh:

HARISMAN
11455105292

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 20 Mei 2020

Pekanbaru, 20 Mei 2020

Mengesahkan,



Dekan

Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag
NIP. 19660604 199203 1 004

Ketua Program Studi

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Alex Wenda, S.T., M.Eng

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

Anggota I : Mulyono, S.T., M.T

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.

Penggandaan 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 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.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 20 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,

Harisman

NIM. 11455105292

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.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah *subhanahu wata'ala* yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya masih diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. *Shalawat* dan salam tak lupa saya doakan untuk Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah mengajarkan kita sebagai umatnya akan pentingnya menuntut ilmu dan beribadah dalam mencari *ridho* Allah SWT untuk keselamatan dunia dan akhirat.

Saya persembahkan karya ilmiah ini kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah menjadi pelita dan menopang semangat hidup saya atas semua pengorbanan, doa, dan jerih payahnya agar saya dapat mencapai cita-cita. Adapun cita-cita saya kelak dapat membahagiakan Ayahanda dan Ibunda tercinta. Kepada dosen pembimbing saya ucapkan terimakasih telah membimbing, membantu, menasehati, dan memberi saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai tepat pada waktunya. Kepada dosen penguji terimakasih juga telah memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga Tugas Akhir ini mampu diselesaikan sesuai prosedur. Rasa terima kasih juga saya ucapkan kepada Rekan-rekan seperjuangan yang telah menemani saya ketika suka maupun duka, memotivasi dan menginspirasi hingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua dengan pahala yang berlipat ganda. *Aamiin.*

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* *PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2* UNTUK RADIO AKSES 5G

HARISMAN
11455105292

Tanggal sidang : 20 Mei 2020

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menghasilkan *prototype* antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G. Pada penelitian ini perancangan *prototype* antena mikrostrip menggunakan *patch* persegi yang disusun menjadi antena 1x2, kemudian dibuat menjadi antena MIMO dua elemen. Perancangan antena mikrostrip *rectangular patch* disimulasikan menggunakan *software* CST *Microwave Studio Suite* 2010 untuk mendapatkan spesifikasi dan nilai parameter antena yang akan dipabrikasi. Sebelum mensimulasikan antena dalam bentuk dua elemen, dilakukan simulasi satu elemen antena untuk mempermudah perancangan antena dua elemen dan membandingkan perbedaannya. Pada hasil simulasi koefisien refleksi didapatkan nilai $S_{1,1}$ sebesar $-43,809698$ dB dan $S_{2,2}$ sebesar $-43,809702$, hasil yang didapatkan $S_{1,1}$ dan $S_{2,2}$ mengalami sedikit perbedaan. Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan antena mikrostrip satu elemen yang hanya mendapatkan nilai $S_{1,1}$ sebesar $-37,97$ dB. Kemudian untuk hasil simulasi parameter *bandwidth* didapatkan sebesar 2,8 GHz. Pada hasil pengukuran, nilai $S_{1,1}$ yang didapatkan sama dengan $S_{2,2}$ pada frekuensi kerja 14,9 GHz yaitu sebesar $-24,74$ dB dan untuk nilai pada parameter *bandwidth* hasil yang didapatkan sudah baik yaitu sebesar $> 4,5$ GHz. Kenaikan nilai $S_{1,1}$ dan $S_{2,2}$ yang terjadi pada frekuensi kerja 14,9 GHz akibat rugi-rugi pabrikan yaitu ketebalan tembaga (*patch* dan *ground plane*) tidak sesuai spesifikasi yang diinginkan, hal itu terjadi pada saat proses pengaliran antena. Namun, masih memenuhi standarisasi sehingga antena mikrostrip *rectangular patch* memiliki kinerja baik ditinjau dari parameter koefisien refleksi dan *bandwidth*.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip, *rectangular patch*, Array, MIMO, 5G

DESIGN OF RECTANGULAR PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2 MICROSTRIP ANTENNA FOR ACCESS RADIO 5G

HARISMAN
11455105292

Date of Final Exam : May 20, 2020

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

ABSTRACT

This research aims to design and produce a prototype 1x2 MIMO 2x2 rectangular patch array microstrip antenna for radio access 5G. In this study the prototype design of a microstrip antenna uses a square patch arranged into a 1x2 antenna, then made into a two-element MIMO antenna. The design of rectangular patch microstrip antenna is simulated using CST Microwave Studio Suite 2010 software to get the specifications and parameter values of the antenna to be fabricated. Before simulating the antenna in the form of two elements, one element antenna is simulated to simplify the design of the two element antenna and compare the differences. In the reflection coefficient simulation results obtained a value of S1.1 of -43.809698 dB and S2.2 of -43.809702, the results obtained S1.1 and S2.2 experienced a slight difference. This result is better than the one element microstrip antenna which only gets a S1.1 value of -37.97 dB. Then for the simulation results bandwidth parameters obtained at 2.8 GHz. In the measurement results, the value of S1.1 obtained is equal to S2.2 at a working frequency of 14.9 GHz which is -24.74 dB and for the value of the bandwidth parameters the results obtained are good that is equal to > 4.5 GHz. The increase in S1.1 and S2.2 values that occur at 14.9 GHz working frequency due to copper thickness (patch and ground plane) does not match the desired specifications, it occurs during the antenna alignment process. However, it still meets the standardization so that the rectangular patch microstrip antenna has good performance in terms of the reflection coefficient and bandwidth parameters.

Keywords: *Microstrip Antenna, rectangular patch, Array, MIMO, 5G*

- 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.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdu lillahi rabbil 'alamin bersyukur pada Allah *subhanahu wata'ala atas nikmat dan karunia yang telah* melimpahkan nikmat, rahmat, rizki, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Rectangular Patch Array* 1x2 Mimo 2x2 Untuk Radio Akses 5G”. Shalawat beserta salam penulis sampaikan kepada nabi besar Muhammad shallallahu ‘alaihi wa sallam sebagai suri tauladan bagi seluruh umat yang ada di dunia hingga akhir zaman.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Elektro dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

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

1. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan serta moril, maupun materil demi keberhasilan penulis dalam meraih cita-cita.
2. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, S.Ag., M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Ahmad Darmawi., M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Ahmad Faizal, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak memberikan penulis saran dalam menyusun jadwal dengan pembimbing maupun penguji sehingga Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar.
6. Bapak Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng selaku dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dalam menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir.
7. Bapak Mulyono, ST, MT selaku dosen Penguji I yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir 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.

Bapak Hasdi Radiles, ST, MT selaku dosen Penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir.

Bapak Dr. Harris Simaremare, ST, MT selaku dosen Penasehat Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

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

Maysi Silviana Safitri A.Md dan teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro khususnya konsentrasi telekomunikasi angkatan 2014 terima kasih atas segala motivasi, inspirasi, dan dukungan yang telah diberikan selama ini.

Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan agar laporan ini tersusun sesuai dengan yang diharapkan. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pekanbaru, 20 Mei 2020

Penulis,

Harisman

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMBANG	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
1 Penelitian Terkait	II-1
2 Landasan Teori Antena	II-4
3 Antena Mikrostrip	II-4
2.3.1 <i>Patch</i>	II-5
2.3.2 Substrat Dielektrik.....	II-5
2.3.3 <i>Ground Plane</i>	II-6
4 Antena Susun (<i>Array</i>).....	II-7
5 MIMO (<i>Multiple Input Multiple Output</i>)	II-8

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

2.6 Teknologi 5G.....	II-8
2.7 Parameter Antena Mikrostrip	II-9
2.7.1 Koefisien Refleksi	II-9
2.7.2 <i>Bandwidth</i>	II-9
2.7.3 Pola Radiasi.....	II-9
2.7.4 <i>Gain</i> Antena	II-10

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Prosedur Penelitian.....	III-1
3.3 Studi Pustaka	III-2
3.4 Perangkat dan Aplikasi Perancangan Antena Mikrostrip.....	III-3
3.5 Spesifikasi Antena	III-3
3.6 Merancang Model Antena Mikrostrip.....	III-4
3.7 Perancangan Dan Simulasi Antena Mikrostrip	III-6
3.8 Pabrikasi Antena Mikrostrip	III-6
3.9 Pengukuran Antena Mikrostrip	III-6

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Model Antena Mikrostrip.....	IV-1
4.1.1 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Sebelum Optimasi	IV-3
4.1.2 Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Sebelum Optimasi.....	IV-3
4.2 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Setelah Optimasi	IV-4
4.2.1 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Setelah Optimasi	IV-5
4.2.2 Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Setelah Optimasi	IV-5
4.3 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-6
4.3.1 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Antena <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-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.

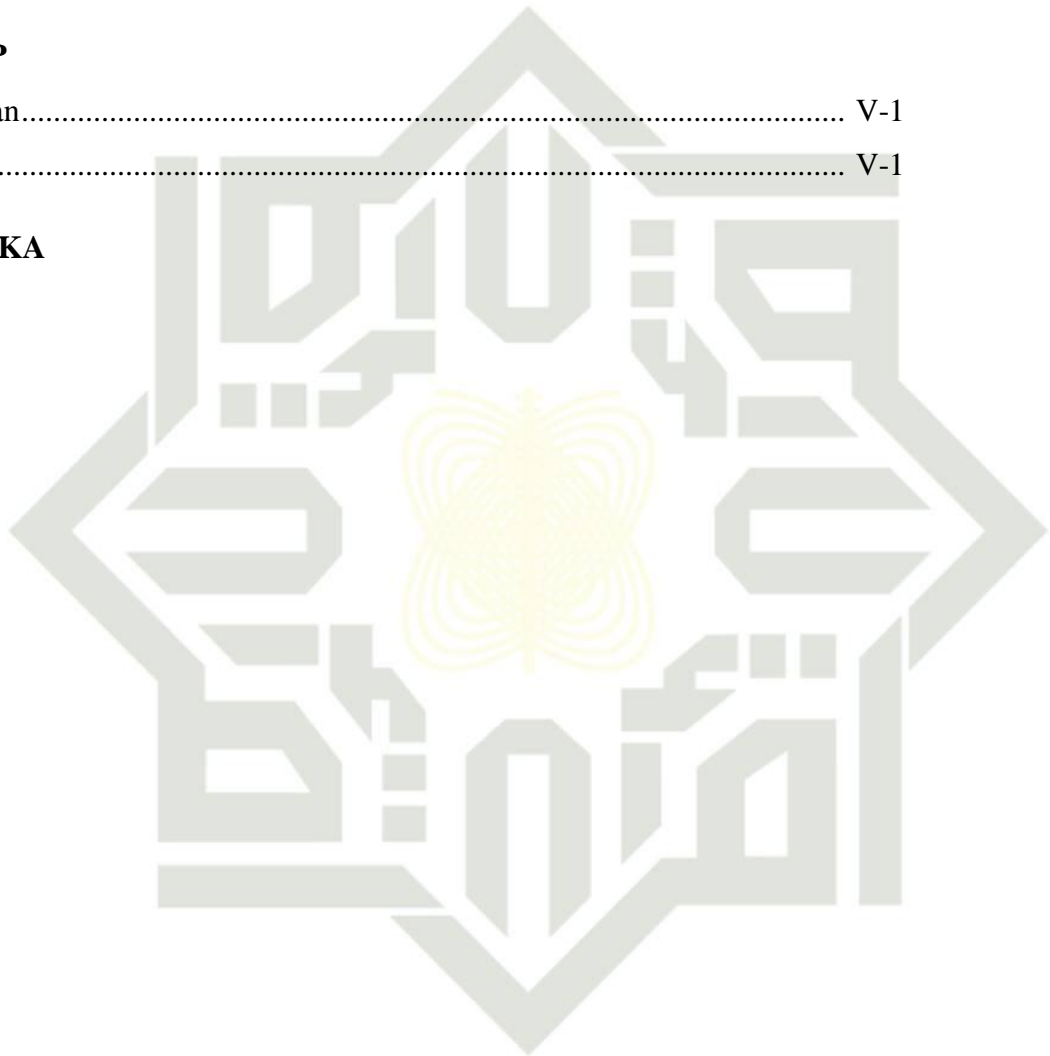
4.3.2 Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-7
4.4 Hasil Pabrikasi <i>Prototype</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2.....	IV-8
4.5 Hasil Pengukuran <i>Prototype</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch</i>	IV-9
4.5.1 Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i>	IV-9

BAB V PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

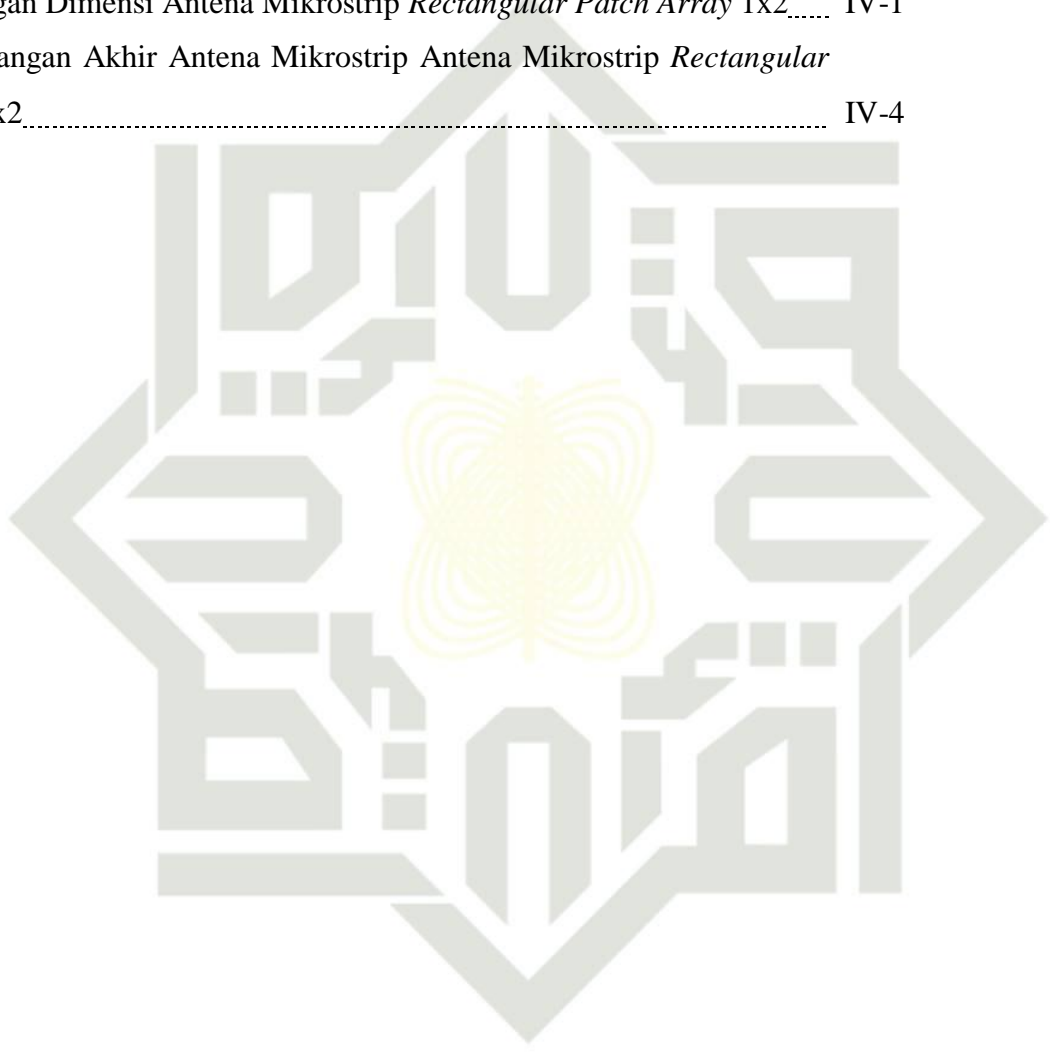
Gambar	Halaman
2.1. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi Antena Mikrostrip yang Penulis lakukan	II-3
2.2. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi Antena Mikrostrip	II-3
2.3. Struktur Antena Mikrostrip	II-5
2.4. Jenis-jenis Antena Mikrostrip.....	II-5
2.5. Patch Antena Mikrostrip	II-6
2.6. Geometri Dua Elemen Array	II-8
3.1. Prosedur Penelitian	III-2
3.2. Perancangan Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2 Untuk Radio Akses 5G	III-6
4.1 Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2	IV-2
4.2 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Pada Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Sebelum Optimasi	IV-3
4.3 Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Sebelum Optimasi	IV-3
4.4 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Pada Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Setelah Optimasi	IV-5
4.5 Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 Setelah Optimasi	IV-5
4.6 Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Pada Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-6
4.7 Hasil Elemen Pertama Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-7
4.8 Hasil Elemen Kedua Pola Radiasi dan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2 MIMO 2x2	IV-7
4.9 Hasil Pabrikasi <i>Prototype</i> Antena Mikrostrip	IV-8
4.10 Feeder	IV-9
4.11 Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi dengan <i>Network Analyzer</i> E5071C	IV-10
4.12 Hasil <i>Plot</i> Koefisien Refleksi Simulasi dan Pengukuran	IV-10

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip.....	II-2
3.1. Spesifikasi Antena Mikrostrip.....	III-3
3.2. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip.....	III-5
4.1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2.....	IV-1
4.2. Dimensi Rancangan Akhir Antena Mikrostrip Antena Mikrostrip <i>Rectangular Patch Array</i> 1x2.....	IV-4

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



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.

DAFTAR RUMUS

- 2.1. Rumus Menentukan lebar (W) dari antena
- 2.2. Rumus Konstanta efektif Dielektrik (ϵ_{eff})
- 2.3. Rumus Panjang Effektif (L_{eff})
- 2.4. Rumus Pertambahan panjang akibat adanya *fringing effect* (ΔL)
- 2.5. Rumus Panjang (L) sebenarnya
- 2.6. Rumus Panjang (F_i)
- 2.7. Rumus Saluran pencatu
- 2.8. Rumus lebar saluran pencatu
- 2.9. Rumus panjang saluran pencatu
- 2.10. Rumus merancang antena array
- 2.11. Rumus susunan antena *linear array* horizontal maka panjang antara sisi *patch* antena
- 2.12. Rumus *Return loss*
- 2.13. Rumus *Bandwidth*
- 2.14. Rumus *Gain*

DAFTAR LAMBANG

- = Lebar *Patch*
- = Kecepatan cahaya
- = Frekuensi kerja
- = Kostanta dielektrik
- = Permittivitas efektif substrat
- = Tebal substrat
- = Panjang *patch*
- = Lebar feeder
- = Panjang feeder
- = Jarak antar *patch*
- = *Koefisien refleksi*
- = *BandWidth*
- = Frekuensi terendah
- = Frekuensi tertinggi
- = *Gain* antena
- = *Gain* standar antena
- = Daya yang dikirim antena
- = Daya yang diterima antena

UIN SUSKA RIAU

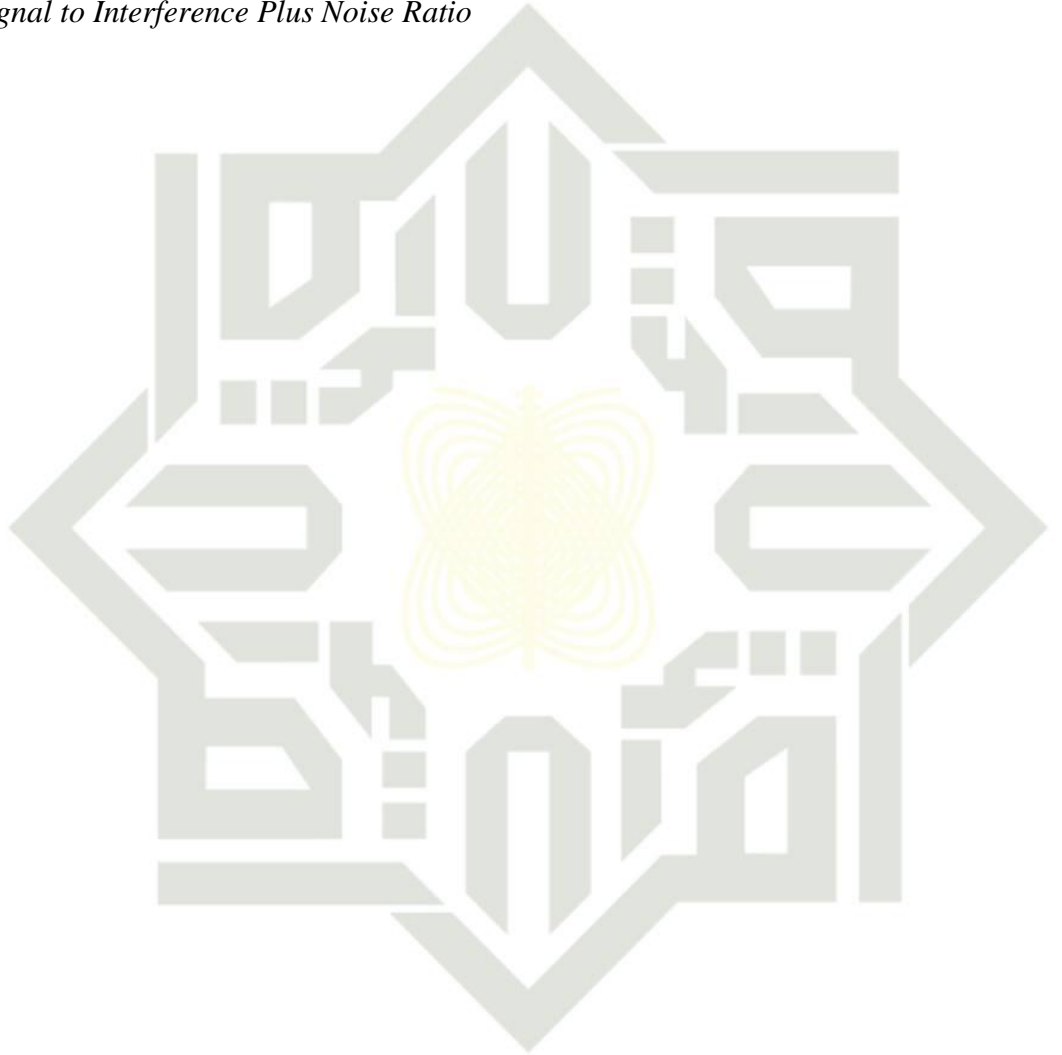
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

DAFTAR SINGKATAN

- = *Global system for Mobile Communication*
- = *Long Term Evolution*
- = *Multiple Input Multiple Output*
- = *Printed Circuit Board*
- = *Signal to Interference Plus Noise Ratio*

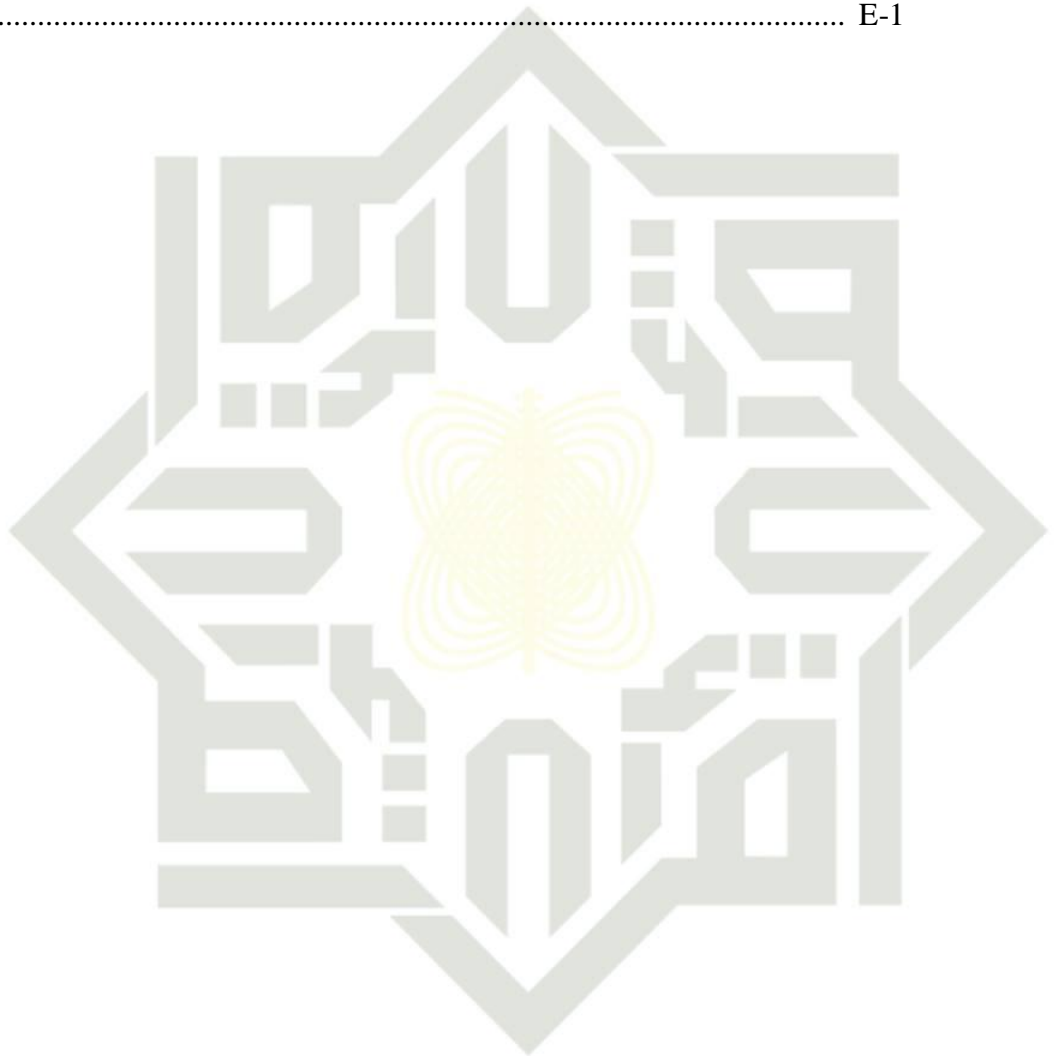


UIN SUSKA RIAU

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.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-2
LAMPIRAN C	C-1
LAMPIRAN D	D-1
LAMPIRAN E	E-1



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.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besar trafik yang dihasilkan pada sistem komunikasi seluler meningkat signifikan dengan bertambahnya konten-konten telepon genggam pintar. Hal ini membutuhkan peningkatan performa akses jaringan untuk komunikasi seluler dengan cara mengembangkan teknologi yang ada. Setelah penerapan komunikasi 4G yang dapat diaplikasikan pada masyarakat luas, kini penelitian mulai dikembangkan pada komunikasi 5G. Standar frekuensi untuk komunikasi 5G belum ditetapkan secara pasti. Salah satu arah pengembangan dari komunikasi 5G ini menggunakan frekuensi kerja rentang diatas 6 GHz [1]. Hal ini dilakukan karena kanal yang tersedia sudah terbatas dan telah digunakan untuk komunikasi lain, seperti GSM, radar, dan LTE [1]. Salah satu kandidat frekuensi kerja pada komunikasi 5G adalah 15 GHz. Pada frekuensi kerja 15 GHz untuk teknologi 5G telah dilakukan penelitian oleh perusahaan telekomunikasi terkemuka di dunia, yaitu Ericsson dan NTT Docomo di Tokyo, Jepang [2]. Keunggulan frekuensi kerja 15 GHz dibandingkan dengan kandidat lainnya, seperti 28 GHz dan 60 GHz adalah redaman hujan dan redaman udara bebas yang lebih kecil, serta memiliki sistem komunikasi lebih sederhana [3].

Pada sistem komunikasi seluler, antena merupakan salah satu komponen yang penting. Salah satu jenis antena yang cocok untuk menjadi kandidat teknologi 5G, yaitu antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki ukuran yang tipis, kecil, mudah diintegrasikan dan dapat beroperasi pada frekuensi tinggi. Namun, antena mikrostrip mempunyai kekurangan yaitu *gain* yang rendah [4].

Telah diteliti sebelumnya, antena mikrostrip *rectangular patch* yang hanya mampu menghasilkan *gain* sebesar 3,5 dB [5]. Untuk meningkatkan *gain* antena mikrostrip dapat dilakukan dengan menggunakan metode *array*. Metode *array* merupakan penyusunan beberapa *patch* antena mikrostrip yang dihubungkan dengan satu saluran pencatu [4]. Sebelumnya telah diteliti bahwa antena mikrostrip *rectangular patch* yang menggunakan *array* disusun 1x2 mampu meningkatkan *gain* sebesar 27,25% dibandingkan dengan antena satu elemen. Namun, antena ini dirancang untuk komunikasi 4G [6].

Penggunaan frekuensi yang tinggi dapat menyebabkan panjang gelombang yang dihasilkan menjadi semakin kecil, sehingga sinyal lebih rentan terhadap terjadinya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik P. Ningsih Salsara Priu

Sateh Ismail, © UNGGULAN Syarif Kasim 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.

pemantulan akibat dari gelombang yang merambat melalui objek berukuran lebih besar yang dapat menimbulkan *multipath fading* yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem antena *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) baik pada sisi pengirim maupun penerima sebagai solusi untuk menghadapi kemungkinan terjadinya pemantulan, difraksi, dan *scattering* gelombang [7].

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang antena mikrostrip MIMO 2×2 *array rectangular patch* dengan U slot untuk aplikasi 5G [8]. Dalam penelitian tersebut penulis ingin melanjutkan perancangan yang telah dilakukan oleh referensi [8] diatas. Hal ini dilakukan dengan cara menaikkan jumlah MIMO dari 2×2 ke 4×4 dan melanjutkan penelitian sampai ke tahap pabrikasi. Sebelum penulis melanjutkan penelitian tersebut, penulis melakukan perhitungan dan simulasi ulang apa yang telah dilakukan oleh penelitian tersebut. Dari hasil perhitungan dalam penelitian tersebut, penulis menemukan beberapa ketidakakutan hasil diantaranya adalah nilai parameter-parameter antena yang dihitung tidak sesuai dengan perhitungan yang dihitung menggunakan rumus bakunya. Kemudian penulis melakukan simulasi ulang antena mikrostrip menggunakan hasil perhitungan dalam penelitian tersebut. Dari hasil simulasi yang penulis dapatkan tidak sesuai dengan hasil simulasi yang ditampilkan dalam penelitian tersebut, sehingga penulis menyimpulkan terjadi ketidakakuratan hasil dalam penelitian tersebut. Oleh karena itu, penulis tidak jadi melanjutkan penelitian tersebut tetapi penulis ingin melakukan kembali penelitian tersebut dengan menggunakan perhitungan yang benar dan melanjutkan sampai ke tahap pabrikasi yang mana belum dilakukan dalam penelitian tersebut.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Rectangular Patch Array* 1×2 MIMO 2×2 Untuk Radio Akses 5G”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah bagaimana merancang dan menghasilkan antena mikrostrip *rectangular patch array* 1×2 MIMO 2×2 untuk radio akses 5G.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah menghasilkan rancangan antena mikrostrip *rectangular patch array* 1×2 MIMO 2×2 untuk radio akses 5G.

1.4 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Batasan Masalah

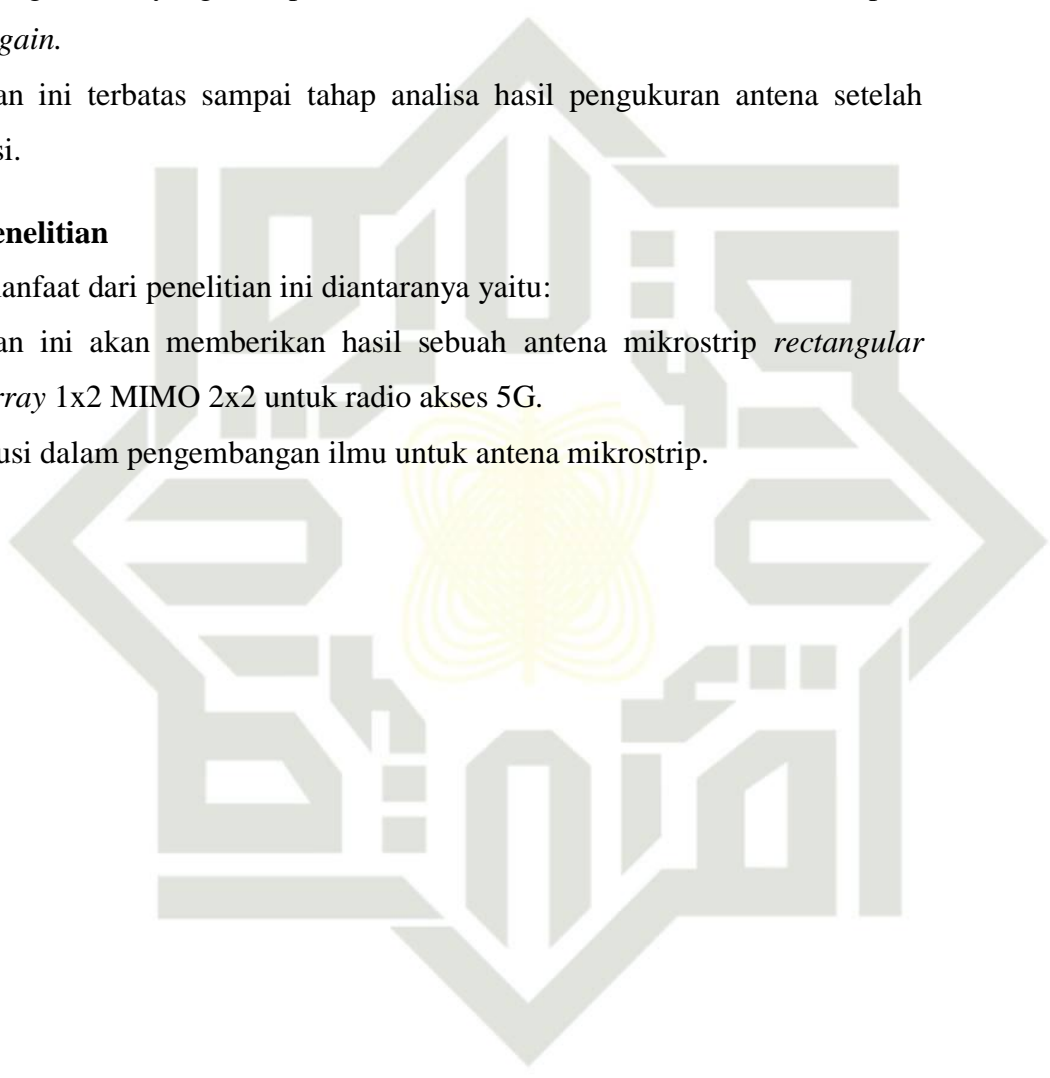
Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah:

1. Simulasi antena menggunakan *software* CST 2010.
2. Membangun antena mikrostrip dengan proses pabrikan yang dilakukan pihak lain.
3. Hasil pengukuran yang didapat $S_{1,1}$ (koefisien refleksi), *bandwidth*, pola radiasi, *gain*.
4. Penelitian ini terbatas sampai tahap analisa hasil pengukuran antena setelah pabrikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Penelitian ini akan memberikan hasil sebuah antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G.
2. Kontribusi dalam pengembangan ilmu untuk antena mikrostrip.



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

Penelitian terkait merupakan penelitian yang sudah berhasil dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dalam penelitian Teguh Firmansyah dan timnya, antena mikrostrip *rectangular patch* yang hanya mampu menghasilkan *gain* sebesar 3,5 dB [5]. Untuk meningkatkan *gain* antena mikrostrip dapat dilakukan dengan menggunakan metode *array*. Metode *array* merupakan penyusunan beberapa *patch* antena mikrostrip yang dihubungkan dengan satu saluran pencatu [4]. Sebelumnya telah diteliti oleh Syah Alam dan Robbi Fajar Nugroho, bahwa antena mikrostrip *rectangular patch* menggunakan *array* yang disusun 1x2 mampu meningkatkan *gain* sebesar 27,25% dibandingkan dengan satu elemen. Namun, antena ini dirancang untuk komunikasi 4G [6].

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang antena mikrostrip MIMO 2x2 *array rectangular patch* dengan U slot untuk aplikasi 5G [8]. Dalam penelitian tersebut penulis ingin melanjutkan perancangan yang telah dilakukan oleh referensi [8] diatas. Hal ini dilakukan dengan cara menaikkan jumlah MIMO dari 2x2 ke 4x4 dan melanjutkan penelitian sampai ke tahap pabrikasi. Sebelum penulis melanjutkan penelitian tersebut, penulis melakukan perhitungan dan simulasi ulang apa yang telah dilakukan oleh penelitian tersebut. Dari hasil perhitungan dalam penelitian tersebut, penulis menemukan beberapa ketidakakutan hasil diantaranya adalah nilai parameter-parameter antena yang dihitung tidak sesuai dengan perhitungan yang dihitung menggunakan rumus bakunya.

Berikut beberapa perhitungan antena mikrostrip *array rectangular patch* yang penulis temukan tidak akurat adalah sebagai berikut:

1. Konstanta efektif Dielektrik (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-1} = \frac{2,2 + 1}{2} + \frac{2,2 - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{1,575}{7,953}\right)^{-1} = 1,92$$

2. Menentukan panjang feed line (L_f)

$$L_f = \frac{\lambda}{4\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{20,1}{4\sqrt{1,92}} = 3,62 \text{ mm}$$

3. Menentukan Z_0 dan B sebagai nilai impedansi saluran catu. Untuk mendapatkan impedansi *matching* nilai Z_0 sama dengan nilai konektor SMA [6], yaitu 50Ω dan 100 Ω sehingga diperlukan persamaan sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

$$B1 = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{50 \sqrt{2,2}} = 7,976$$

$$B2 = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{100 \sqrt{2,2}} = 3,988$$

4. Menentukan lebar feed line (Wf)

$$Wf1 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right\}$$

$$= \frac{2 \times 1,575}{3,14} \left\{ 7,976 - 1 - \ln(2 \times 7,976 - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} \left(\ln(7,976 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right) \right\}$$

$$= 4,84 \text{ mm}$$

$$Wf2 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right\}$$

$$= \frac{2 \times 1,575}{3,14} \left\{ 3,988 - 1 - \ln(2 \times 3,988 - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} \left(\ln(3,988 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right) \right\}$$

$$= 1,38 \text{ mm}$$

Berikut perbandingan beberapa hasil perhitungan antenna mikrostrip *array rectangular patch* dalam penelitian referensi [8] dengan hasil perhitungan yang penulis temukan tidak akurat yang terlihat pada tabel 2.1 adalah sebagai berikut:

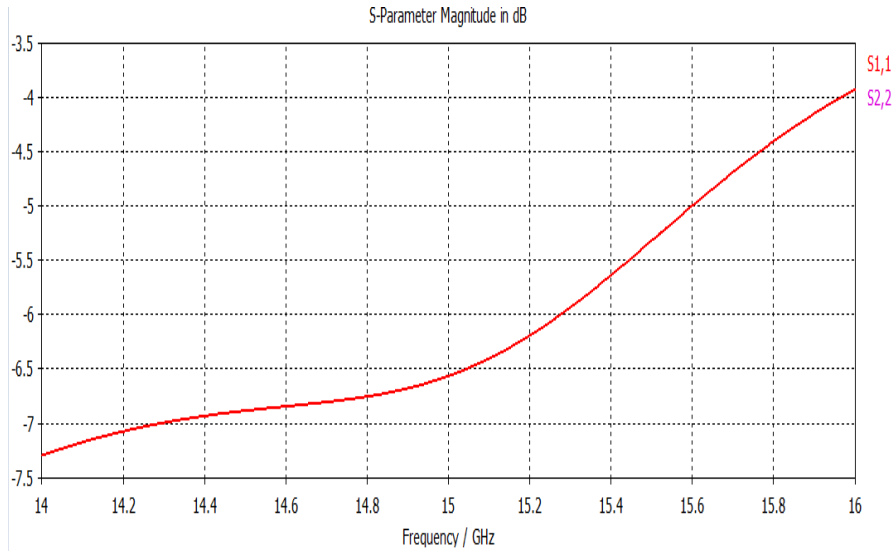
Tabel 2.1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip

Parameter Antena Mikrostrip	Hasil Perhitungan Pada penelitian [8] (mm)	Hasil Perhitungan Penulis (mm)
Lf	3,27	3,62
Wf1	4,89	4,84
Wf2	1,48	1,38

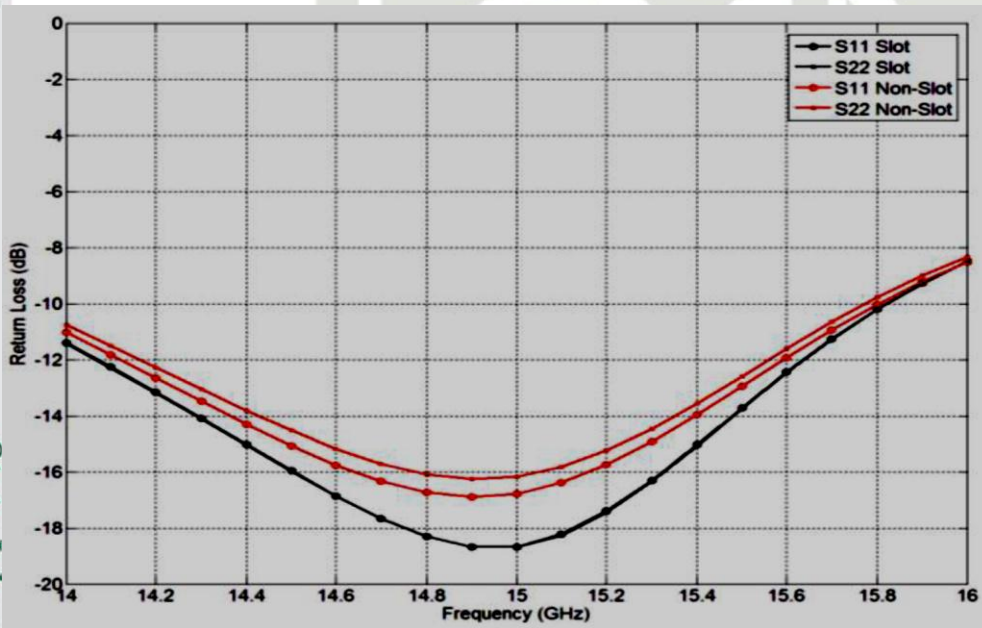
Kemudian penulis melakukan simulasi ulang antenna mikrostrip menggunakan hasil perhitungan dalam penelitian referensi [8] tersebut. Berikut adalah perbandingan hasil simulasi yang penulis lakukan dengan hasil simulasi yang telah dilakukan oleh penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar 2.1. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi Antena Mikrostrip yang Penulis lakukan



Gambar 2.2. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi Antena Mikrostrip

Sumber: (K. Jones A.S, L. Olivia N, B. Syihabuddin, 2017) [8]

Hasil simulasi koefisien refleksi S1,1 dan S2,2 pada gambar 2.1 yang penulis dapatkan mencapai nilai -6,68. Sementara itu, hasil simulasi koefisien refleksi S1,1 pada gambar 2.2 dalam penelitian tersebut mencapai nilai -16,89 dan nilai S2,2 mencapai -16,26. Dari hasil simulasi yang penulis dapatkan tidak sesuai dengan hasil simulasi yang ditampilkan dalam penelitian tersebut, sehingga penulis menyimpulkan terjadi ketidakakuratan hasil dalam penelitian tersebut.

2.2 Landasan Teori

Antena merupakan transformator/struktur transmisi antara saluran transmisi (gelombang terbimbing) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Antena merupakan salah satu elemen penting yang harus ada pada semua alat komunikasi nirkabel, seperti teleskop radio, televisi, radar dan lainnya [9].

Fungsi antena ialah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, atau meradiasikannya (pelepasan energi elektromagnetik ke udara/ruang bebas). Dan sebaliknya, antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik [9].

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip berasal dari dua kata, yaitu *micro* (kecil/sangat kecil) dan *strip* (potong/bilah). Bentuk antena mikrostrip mudah disesuaikan, bebannya yang ringan dan biayanya yang rendah. Antena ini dapat terintegrasi dengan bidang garis yang dicetak pada jaringan dan alat aktif [6].

Antena mikrostrip ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan antena lainnya, yaitu:

1. Konfigurasi yang *low profile* sehingga bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utamanya
2. Mempunyai bobot yang ringan dan ukuran yang kecil.
3. Kemampuan dalam *dual frequency*.
4. Dapat dengan mudah diintegrasikan dengan *microwave integrated circuits*.

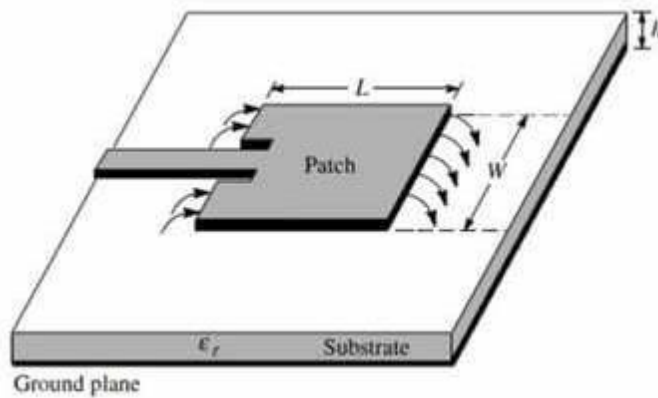
Namun, selain beberapa keuntungan yang dimiliki, antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu:

1. *Gain* yang rendah.
2. Memiliki *bandwidth* yang sempit.
3. Mempunyai kemurnian pola radiasi yang rendah [6].

Secara umum antena mikrostrip terbagi menjadi tiga bagian, yaitu *patch* (sebuah bidang), substrat (memancar di salah satu sisi lapisan) dan *ground plane* (dielektrik yang memiliki bidang dasar).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

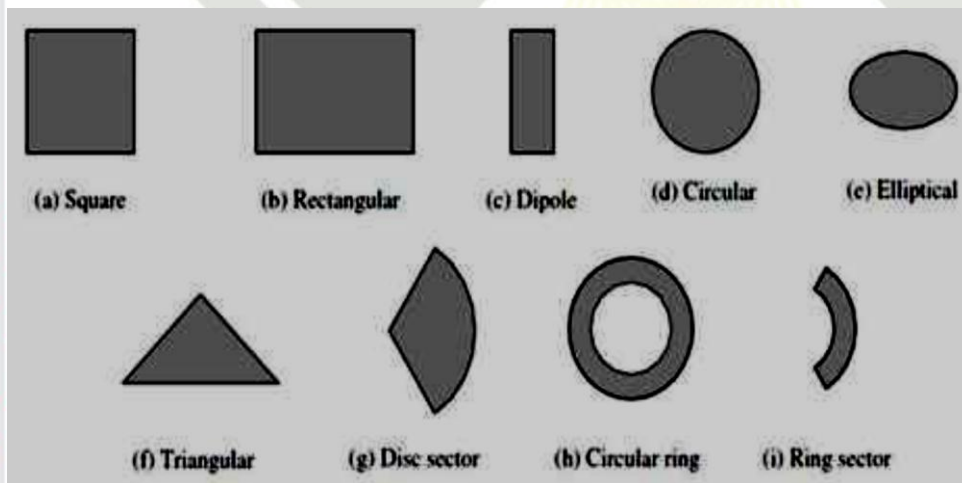


Gambar 2.3. Struktur Antena Mikrostrip

Sumber: (Balanis, 2005) [4]

2.1.1 Patch

Patch antena mikrostrip terbuat dari bahan konduktor, seperti tembaga dan emas. Fungsi dari *patch* ialah meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Bentuk dari *patch* bermacam-macam, yaitu bentuk *rectangular*, lingkaran, segitiga, dan lainnya. Bentuk *patch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Jenis-jenis Antena Mikrostrip

Sumber: (Balanis, 2005) [4]

2.1.2 Substrat Dielektrik.

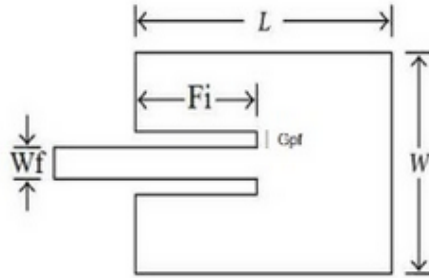
Substrat antena mikrostrip terbuat dari bahan dielektrik. Fungsi dari substrat ialah media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth* tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.1.3 Ground Plane

Ground plane antenna mikrostrip terbuat dari bahan konduktor, seperti tembaga dan emas yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik.

Untuk menentukan dimensi antenna mikrostrip seperti pada gambar 2.5 secara umum menggunakan rumus sebagai berikut :



Gambar 2.5. Patch Antena Mikrostrip
Sumber: (Balanis, 2005) [4]

1. Menentukan lebar (W) dari antenna

$$W = \frac{c}{2fr\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} \tag{2.1}$$

Keterangan:

- W : lebar *patch* (mm)
- c : kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)
- fr : frekuensi kerja antenna yang diinginkan (Hz)
- ϵ_r : konstanta dielektrik

2. Konstanta efektif Dielektrik (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1} \tag{2.2}$$

Keterangan:

- ϵ_{eff} : permitivitas efektif substrat
- h : tebal substrat (mm)

3. Panjang Efektif (L_{eff})

$$L_{eff} = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{2.3}$$

4. Pertambahan panjang akibat adanya *fringing effect* (

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff}+0,3)\left(\frac{W}{h}+0,26\right)}{(\epsilon_{eff}-0,258)\left(\frac{W}{h}+0,8\right)} \tag{2.4}$$

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

2. Dilarang mengumpukan 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.

5. Panjang (L) sebenarnya

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \quad (2.5)$$

6. Panjang (Fi)

$$F_i = 10^{-4} \left(\begin{array}{l} 0,001699 \times \epsilon_r^7 + 0,13761 \times \epsilon_r^6 - 6,1783 \times \epsilon_r^5 + \\ 93,187 \times \epsilon_r^4 - 682,69 \times \epsilon_r^3 + 2561,9 \times \epsilon_r^2 - \\ 4043 \times \epsilon_r + 6697 \end{array} \right)^{\frac{L}{2}} \quad (2.6)$$

7. Lebar (Gpf) yang digunakan 0.5 mm

8. Saluran pencatu

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.7)$$

Sehingga lebar saluran pencatu yang digunakan dapat dihitung :

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

Dan untuk panjang saluran pencatu menggunakan rumus:

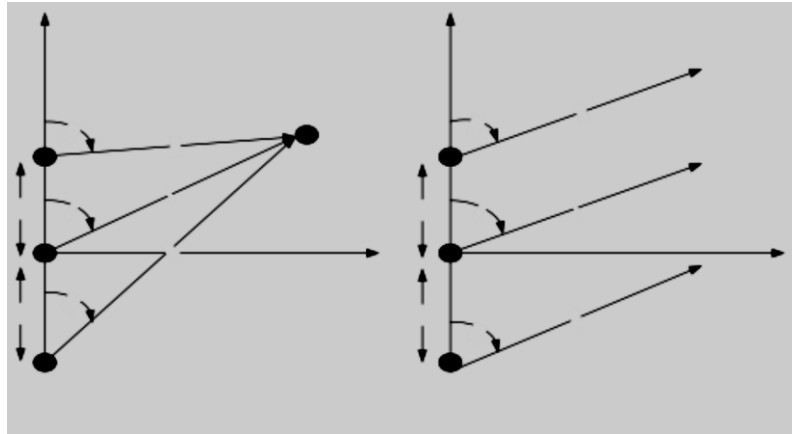
$$Lf = \frac{\lambda}{\frac{\epsilon_{\text{eff}}}{4}} \quad (2.9)$$

2.4 Antena Susun (Array)

Antena *array* merupakan susunan dari beberapa elemen antena yang identik. Sinyal dari susunan antena tersebut diproses atau digabung untuk meningkatkan performansi yang diperoleh dari satu antena [10].

Tujuan dari penyusunan antena (*array*) ialah untuk meningkatkan *directivity*, *gain* dari antena, memaksimalkan SNR (*Signal to Interference Plus Noise Ratio*) dan mengarahkan daya pancar menuju sektor sudut yang diinginkan serta menentukan arah kedatangan sinyal. Jika antena susun (*array*) sudah dirancang untuk fokus ke arah tertentu, maka akan mudah untuk mengarahkan ke beberapa arah lain dengan mengubah fase relatif dari elemen susun (*array*), proses ini disebut *steering* atau *scanning* [10] yang dapat dilihat pada gambar 2.6.

UIN SUSKA RIAU



Gambar 2.6. Geometri Dua Elemen Array

Sumber: (Poazar, D. M., & Schaubert, D. H, 1995) [10]

Persamaan rumus yang digunakan untuk merancang antenna susun (*array*) adalah :

$$d = \frac{\lambda}{2} \quad (2.10)$$

Karena susunan antenna *linear array* horizontal maka panjang antara sisi *patch* antenna adalah :

$$D_{\text{susun}} = d - L \quad (2.11)$$

Keterangan:

λ : c/f (mm)

L : panjang *patch*

2.5 MIMO (*Multiple Input Multiple Output*)

Sistem MIMO merupakan suatu sistem komunikasi yang memanfaatkan banyak elemen antenna yang berperan sebagai pemancar maupun penerima. Sistem MIMO dapat mengatasi *multipath fading* pada komunikasi nirkabel. Penyebab *multipath fading* yakni redaman dari lintasan beberapa sinyal yang memiliki fasa yang berbeda akibat mobilitas pengguna dan beberapa objek yang dapat membelokkan atau memantulkan lintasan antara base station dan user. Serta dengan sistem MIMO dapat meningkatkan *throughput* [11].

2.6 Teknologi 5G

Perkembangan pada sistem komunikasi seluler bergerak sangat cepat mulai dari generasi pertama (1G) berkembang hingga generasi keempat (4G). Besar trafik yang dihasilkan pada sistem komunikasi seluler meningkat signifikan dengan bertambahnya konten-konten telepon genggam pintar. Hal ini membutuhkan peningkatan performa akses jaringan untuk komunikasi seluler dengan cara mengembangkan teknologi yang ada.

Setelah penerapan komunikasi 4G yang dapat diaplikasikan pada masyarakat luas, kini penelitian mulai dikembangkan pada komunikasi 5G. Standar frekuensi untuk komunikasi 5G belum ditetapkan secara pasti. Salah satu arah pengembangan dari komunikasi 5G ini menggunakan frekuensi kerja rentang diatas 6 GHz [1]. Hal ini dilakukan karena kanal yang tersedia sudah terbatas dan telah digunakan untuk komunikasi lain, seperti GSM, radar, dan LTE [1].

2.7 Parameter Antena Mikrostrip

Parameter antena mikrostrip yang diukur meliputi $S_{1,1}$ (koefisien refleksi), *bandwidth*, pola radiasi, *gain*.

2.7.1 Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui banyaknya daya yang hilang karena terserap oleh beban dan kembali sebagai gelombang pantul. Kondisi antena yang baik akan mempunyai nilai koefisien refleksi kurang dari -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap dan 10%-nya akan dipantulkan kembali [12]. Persamaan rumus yang digunakan untuk menghitung *return loss* sebagai berikut [12]:

$$Return Loss (dB) = -20 \log |\Gamma| \quad (2.12)$$

Γ = koefisien refleksi

2.7.2 Bandwidth

Bandwidth antena merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antena. *Bandwidth* suatu antena dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini [13].

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.13)$$

keterangan :

BW : *BandWidth*

(f_{min}) : frekuensi terendah

(f_{max}) : frekuensi tertinggi

2.7.3 Pola Radiasi

Pola radiasi adalah diagram radiasi yang menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan oleh suatu antena. Berdasarkan pola radiasinya, antena dibagi menjadi 2 adalah sebagai berikut [14]:

1. Antena *directional* (terarah) adalah antena yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja.

2. Antena *omnidirectional* (tidak terarah) adalah antena yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik ke segala arah.

2.7.4 Gain Antena

Gain antena adalah faktor perbandingan antara daya *output* dengan daya *input* yang diberikan kepada suatu antena. Besarnya *gain* suatu antena dapat dihitung dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antena dengan intensitas radiasi antena sumber dengan daya *input* yang sama. *Gain* mempunyai satuan *decibel* (dB) [13]. Untuk mencari nilai *gain* yang berhubungan dengan daya adalah sebagai berikut :

$$G_t = P_t - P_s + G_s \text{ (dB)} \quad (2.14)$$

keterangan :

G_t = *Gain* antena

G_s = *Gain* standar antena

P_t = Daya yang dikirim antena

P_s = Daya yang diterima 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.

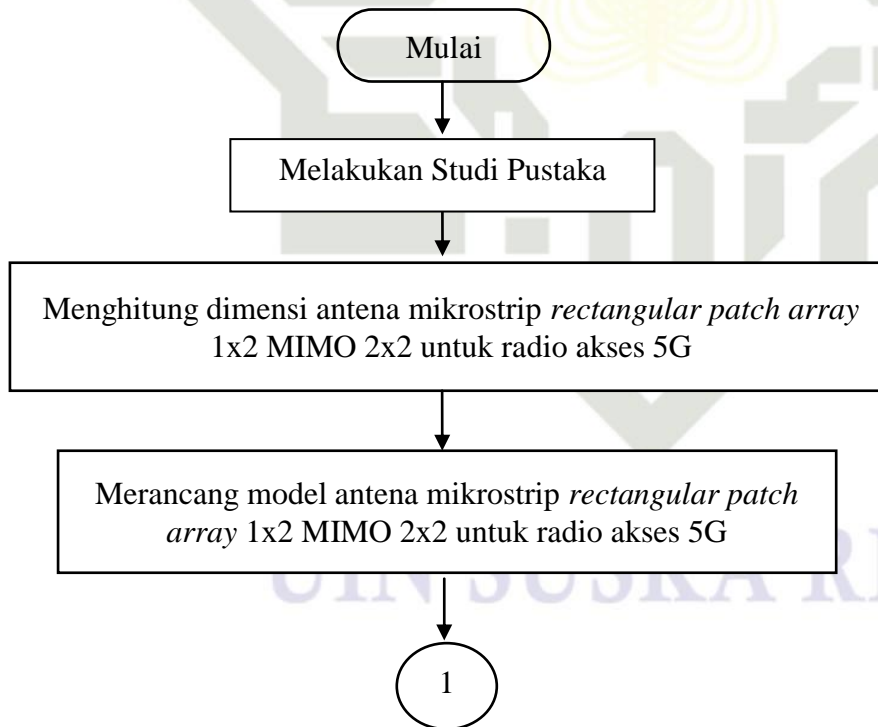
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif melakukan pengujian teori variabel angka dan melakukan analisis data yang didapat dari data pada beberapa penelitian-penelitian sebelumnya untuk dijadikan sebagai gambaran melanjutkan penelitian. Dasar teori dan penelitian terkait yang menjelaskan tentang antena mikrostrip dapat menjadi acuan dalam menyelesaikan penelitian yang dilakukan, serta mensimulasi antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G menggunakan *Software* CST 2010, dapat bermanfaat untuk analisa data sesuai hasil pengukuran.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian rancang bangun antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G adalah sebagai berikut :

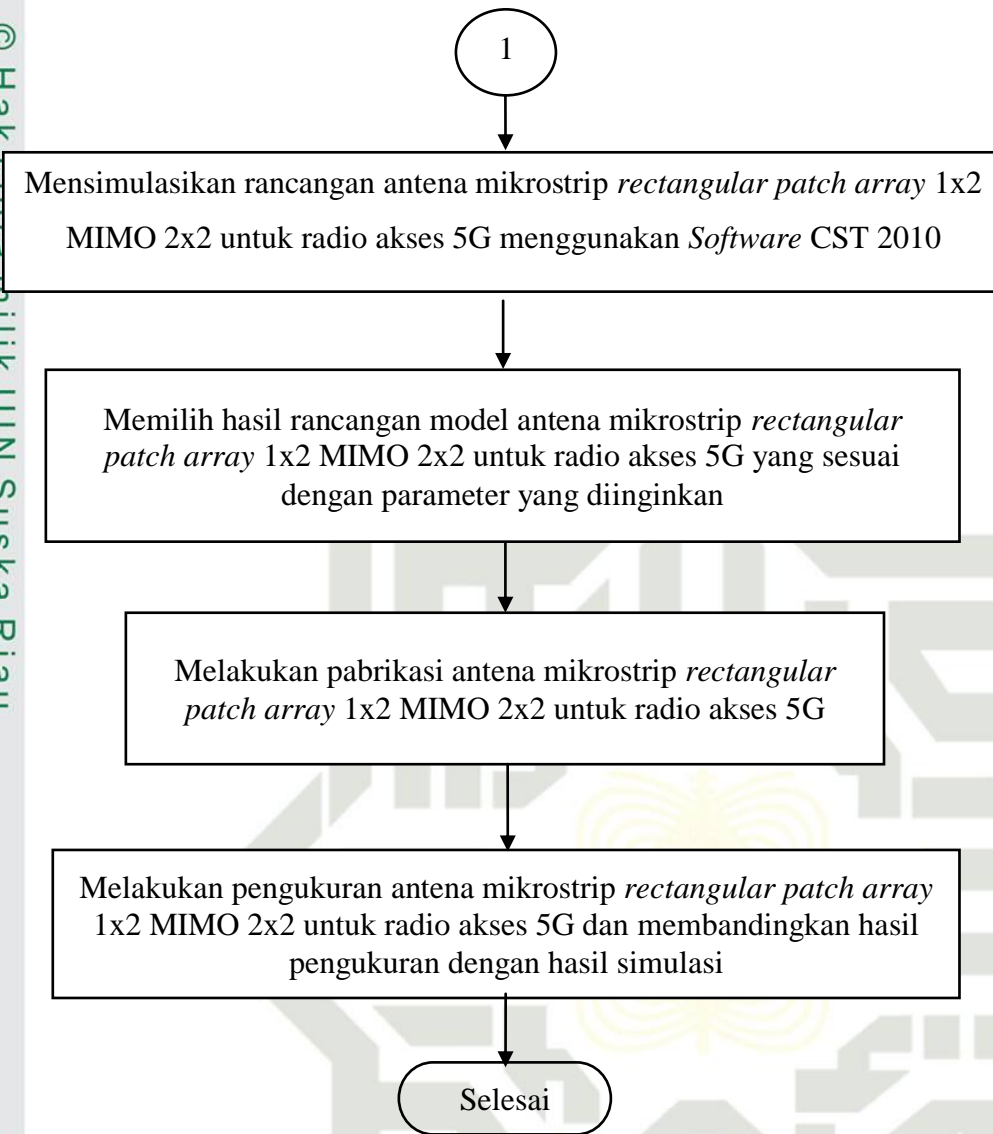


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar 3.1. Prosedur Penelitian

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka dalam penelitian ini merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk mencari informasi terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, informasi yang diperoleh dengan mengumpulkan dan mempelajari dari sumber-sumber referensi yang terkait, artikel, wawancara dengan pembimbing dan sumber dari internet yang berhubungan dengan penelitian terkait, informasi yang diperoleh dimanfaatkan sebagai jawaban dari pertanyaan yang akan muncul dari penelitian dan membantu dalam menyelesaikan pokok permasalahan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis. Studi pustaka ini dilakukan untuk mempermudah proses pengerjaan penelitian dalam merumuskan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dasar teori, dan menentukan metode yang akan digunakan dalam melakukan penelitian ini.

3.4 Perangkat dan Aplikasi Perancangan Antena Mikrostrip

Perangkat dan aplikasi yang digunakan untuk perancangan antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G adalah sebagai berikut:

1. *Hardware* yang digunakan untuk proses perancangan dan simulasi antena mikrostrip, yaitu:
 - Laptop Asus AMD A9-9420 RADEON R5, 5 COMPUTE CORES 2C+3G 3.00 GHz
 - RAM 4 GB
2. *Aplikasi dan perangkat lunak (Software)* yang digunakan untuk proses perancangan dan simulasi antena mikrostrip, yaitu:
 - *Operating System Windows* 10 64 bit, digunakan sebagai sistem operasi pada laptop
 - CST 2010, digunakan untuk menampilkan gambar rancangan stuktur dasar antena mikrostrip dan untuk mensimulasikan rancangan tersebut, sehingga didapatkan paramater antena sesuai dengan spesifikasi antena yang digunakan.

3.5 Spesifikasi Antena

Dalam penelitian ini menentukan spesifikasi antena merupakan bagian dari tujuan perancangan ini, yakni merancang antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G. Adapun spesifikasi antena mikrostrip sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi Antena Mikrostrip

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Tengah	14.9 GHz
Frekuensi Kerja	13,5 GHz – 17 GHz
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
<i>Bandwidth</i> Efektif	750 MHz
Polaradiasi	<i>Undirectional</i>
<i>Gain</i>	≥ 9 dB
Impedansi	50 Ω

Dalam penelitian ini menggunakan Rogers RT/duroid 5880 sebagai bahan substrat antena. Rogers RT/duroid 5880 mempunyai permitivitas bahan (ϵ_r) sebesar 2,2 dengan

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

ketebalan bahan (h) sebesar 1,575 mm. Alasan pemilihan bahan Duroid 5880 dikarenakan bahan ini mampu digunakan untuk menghasilkan bentuk dimensi yang lebih besar dan dapat bekerja di frekuensi tinggi serta memiliki permitivitas bahan yang kecil. Selain itu, bahan yang digunakan untuk *groundplane* dan *patch* adalah *cooper* dengan ketebalan 0,035 mm. *Cooper* pada umumnya digunakan untuk antena mikrostrip dikarenakan sangat mudah ditemukan dan memiliki konduktivitas yang cukup baik [14].

3.6 Menghitung dan Merancang Model Antena Mikrostrip

Tahap awal yang dilakukan sebelum merancang antena mikrostrip menggunakan *software* CST 2010 ialah dengan melakukan perhitungan dimensi dari antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G. Berikut proses perhitungan antena mikrostrip *rectangular patch* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan lebar (W) dari antena

$$W = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times (14,9 \times 10^9) \sqrt{\frac{2,2 + 1}{2}}} = 0,007958 \text{ m} = 7,958 \text{ mm}$$

2. Konstanta efektif Dielektrik (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-1} = \frac{2,2 + 1}{2} + \frac{2,2 - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{1,575}{7,953}\right)^{-1} = 1,926$$

3. Panjang Efektif (L_{eff})

$$L_{eff} = \frac{c}{2fo \sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times (14,9 \times 10^9) \sqrt{1,92}} = 0,007253 \text{ m} = 7,253 \text{ mm}$$

4. Penambahan panjang akibat adanya *fringing effect* (ΔL)

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,26\right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} = 0,412 \times 1,575 \frac{(1,92 + 0,3) \left(\frac{7,953}{1,575} + 0,26\right)}{(1,92 - 0,258) \left(\frac{7,953}{1,575} + 0,8\right)} = 0,787$$

5. Panjang (L) sebenarnya

$$L = L_{eff} - 2\Delta L = 7,253 - 2 \times 0,787 = 5,679 \text{ mm}$$

6. Menentukan panjang feed line (L_f)

$$L_f = \frac{\lambda}{4 \sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{20,1}{4 \sqrt{1,92}} = 3,62 \text{ mm}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

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

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

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

7. Menentukan Z_0 dan B sebagai nilai impedansi saluran catu. Untuk mendapatkan impedansi *matching* nilai Z_0 sama dengan nilai konektor SMA [6], yaitu 50Ω dan 100Ω sehingga diperlukan persamaan sebagai berikut:

$$B1 = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{50 \sqrt{2,2}} = 7,976$$

$$B2 = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{100 \sqrt{2,2}} = 3,988$$

8. Menentukan lebar feed line (W_f)

$$Wf1 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \epsilon_r} (\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right\}$$

$$= \frac{2 \times 1,575}{3,14} \left\{ 7,976 - 1 - \ln(2 \times 7,976 - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} (\ln(7,976 - 1) + 0.39 - \frac{0,61}{2,2}) \right\}$$

$$= 4,84 \text{ mm}$$

$$Wf2 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \epsilon_r} (\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right\}$$

$$= \frac{2 \times 1,575}{3,14} \left\{ 3,988 - 1 - \ln(2 \times 3,988 - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} (\ln(3,988 - 1) + 0.39 - \frac{0,61}{2,2}) \right\}$$

$$= 1,38 \text{ mm}$$

Adapun hasil perhitungan dimensi antenna mikrostrip sebagai berikut :

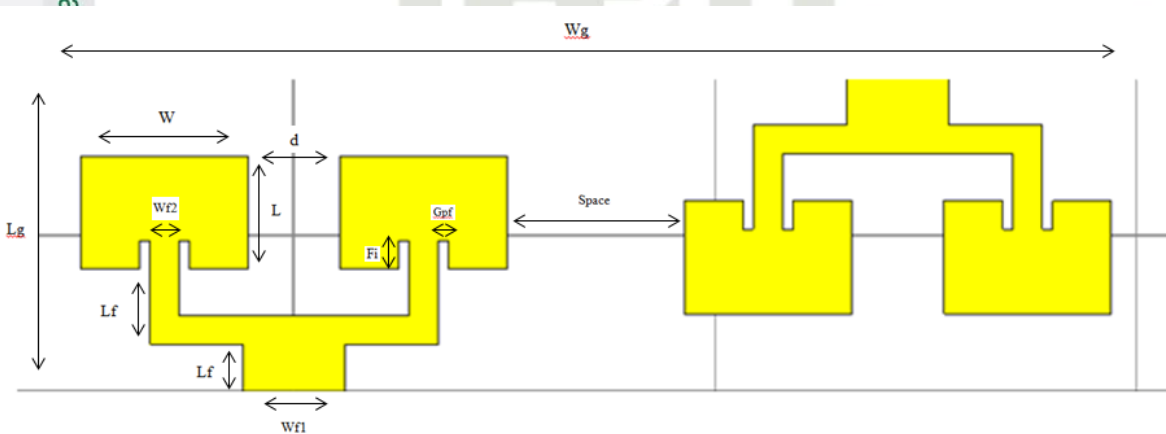
Tabel 3.2. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip

Parameter Antena Mikrostrip	Nilai (mm)
W_g	58
L_g	15
W	7,953
L	5,42
H	1,575
T	0,035
$Wf1$	4,84
$Wf2$	1,38
L_f	3,62
F_i	1,3657
G_{pf}	0,5

D	4,375
Space	8,375

3.7 Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip

Perancangan dan simulasi antena mikrostrip dilakukan beberapa kali dengan menggunakan *software* CST 2010, apabila belum mencapai spesifikasi yang terlihat pada tabel 3.1 maka dilakukan optimasi pada antena dengan cara memperbesar atau memperkecil ukuran dimensi yang didapat dari perhitungan seperti terlihat pada gambar 3.2 dibawah.



Gambar 3.2. Perancangan Antena Mikrostrip *Rectangular Patch Array* 1x2 MIMO 2x2 Untuk Radio Akses 5G

3.8 Pabrikasi Antena Mikrostrip

Pabrikasi antena mikrostrip dilakukan oleh pihak lain yang berpengalaman yaitu *Central Process Engraving Codi* Melaka Malaysia. Hal ini dilakukan karena keterbatasan alat, bahan, waktu, biaya, dan tingkat akurasi pabrikasi jika dilakukan oleh penulis sendiri.

3.9 Pengukuran Antena Mikrostrip

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui nilai parameter sebenarnya dari antena mikrostrip setelah dipabrikasi. Pengukuran dilakukan di laboratorium *Electrical Engineering* Universiti Teknikal Malaysia, Melaka (UTeM) menggunakan perangkat *Network Analyzer* E5071C dan *Anechoic Chamber Room* oleh teknisi yang berpengalaman. Hasil pengukuran antena mikrostrip akan dibandingkan dengan hasil simulasi.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Telah dirancang *prototype* antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 yang bekerja pada frekuensi 14,9 GHz. Antena mikrostrip yang berbentuk *rectangular patch* disusun (*array*) 1x2, kemudian disusun menjadi antena MIMO 2 elemen yang dibuat menggunakan bahan RT Duroid 5880 mempunyai permitivitas bahan (ϵ_r) sebesar 2,2 dengan ketebalan bahan (h) sebesar 1,575 mm. Dari hasil simulasi antena mikrostrip sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Pada hasil simulasi parameter $S_{1,1}$ dan $S_{2,2}$ didapatkan nilai $S_{1,1}$ sebesar -43,809698 dB dan $S_{2,2}$ sebesar -43,809702, hasil yang didapatkan $S_{1,1}$ dan $S_{2,2}$ mengalami sedikit perbedaan. Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan antena mikrostrip 1 elemen yang hanya mendapatkan nilai $S_{1,1}$ sebesar -37,97 dB. Kemudian untuk hasil simulasi parameter *bandwidth* didapatkan sebesar 2,8 GHz. Pada hasil pengukuran, nilai $S_{1,1}$ yang didapatkan sama dengan $S_{2,2}$ pada frekuensi kerja 14,9 GHz yaitu sebesar -24,74 dB dan untuk nilai pada parameter *bandwidth* hasil yang didapatkan sudah baik yaitu sebesar $> 4,5$ GHz. Kenaikan nilai $S_{1,1}$ dan $S_{2,2}$ yang terjadi pada frekuensi kerja 14,9 GHz akibat rugi-rugi pabrikan yaitu ketebalan tembaga (*patch* dan *ground plane*) tidak sesuai spesifikasi yang diinginkan, hal itu terjadi pada saat proses penglarutan antena. Namun, masih memenuhi standar spesifikasi sehingga antena mikrostrip *rectangular patch* memiliki kinerja baik ditinjau dari parameter koefisien refleksi dan *bandwidth*.

5.2 Saran

Pengembangan penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan jenis antena mikrostrip yang lain, seperti bentuk lingkaran, segitiga dan lainnya serta menambahkan slot-slot pada *patch* antena mikrostrip untuk meningkatkan parameter-parameter antena dan dilakukan sampai ke tahap pabrikan. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi acuan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 4G Americas. "5G Spectrum Recommendations", 4G Americas, Amerika Serikat, 2015.
- [2] Tateishi, Kiichi et al, "Field Field Experiments on 5G Radio Access Using 15-GHz Band in Outdoor Small Cell Environment", IEEE PIMRC, vol. 26, hal 851-855, 2015.
- [3] Cheng, Wei-Chung, et al, "15GHz Propagation Channel Measurement at a University Campus for the 5G Spectrum", Microwave Conference (APMIC), Desember, 2015.
- [4] A. Balanis. "Antenna Theory Analysis and Design". 3 rd ed, New Jersey : John Wiley & Sons, 2005.
- [5] Firmansyah, S. Purnomo, F. Fatonah, T. Nugroho, "Antena Mikrostrip Rectangular Patch 1575,42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS". JNTETI, vol. 4, no. 4, November, 2015.
- [6] S. Alam, R.F. Nugroho, "Perancangan Antena Mikrostrip Array 1x2 Untuk Meningkatkan Gain untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2.300 Mhz". Universitas Trisakti, 2018.
- [7] F. W. Ardianto. "Analisis Simulasi Antena MIMO 4 4 Susunan Persegi dan Sirkular pada Frekuensi 15 GHz". Universitas Telkom, 2018.
- [8] Wikipedia. "Antena (Radio)". Dipetik 20 September 2019 dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_\(radio\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_(radio)).
- [9] Pozar, D. M., & Schaubert, D. H. . "Microstrip antennas: the analysis and design of microstrip antennas and arrays". John Wiley & Sons, 1995.
- [10] Kurita, K. Tateishi, "Indoor and Outdoor Experiment on 5G Radio Access Using Distributed MIMO and Beamforming in 15 GHz Frequency Band". IEEE, vol. I, no. 2, pp. 1-6, 2016.
- [11] Rudy, "Mahkota (Crown Antenna) Perencanaan Dan Pembuatan Antena UWB (Ultra Wide Band)", Jurnal Tugas Akhir, EECIS Vol. IV, No.1, Juni 2010.
- [12] M.D. Rafi UL Islam. "Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna Design For Point To Point Communication at 5.8 GHz". Faculty Of Electrical Engineering University Technology Malaysia, May 2007.

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.

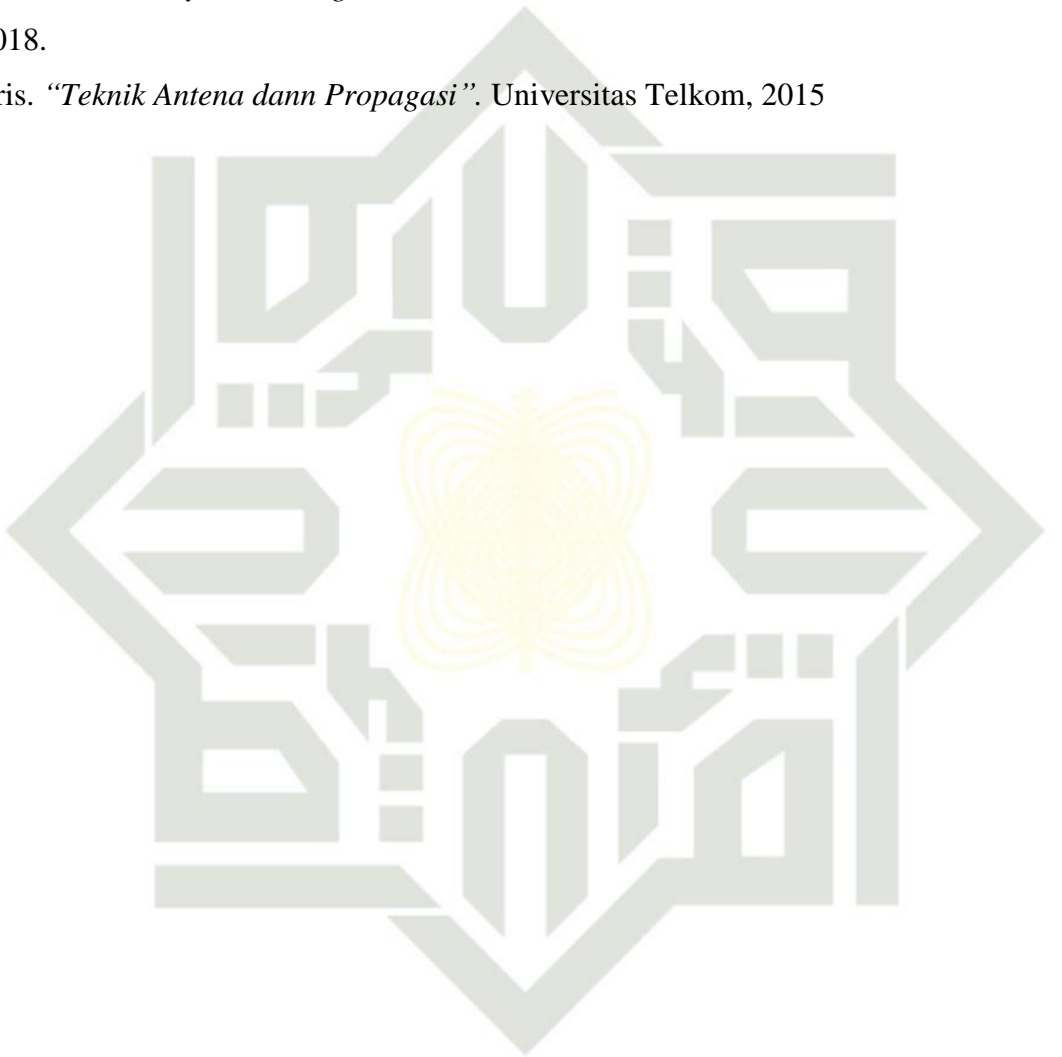
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

[3] Adhe Setya, C. Yuli, Sukiswo. “Perancangan Dan Analisa Antena Mikrostrip Dengan Frekuensi 850 MHz Aplikasi Praktikum Antena”, Jurnal Tugas Akhir, Teknik Eektro, fakultas teknik Universitas Diponegoro, IEEE 11731136.

[4] W. Ardionto, S. Renaldy, F. F. Lanang, T. Yunita. “Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1 2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz”. Universitas Telkom, 2018.

[5] D. A. Nurmantris. “Teknik Antena dann Propagasi”. Universitas Telkom, 2015



- 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

MERANCANG MODEL ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* *PATCH ARRAY 1X2*

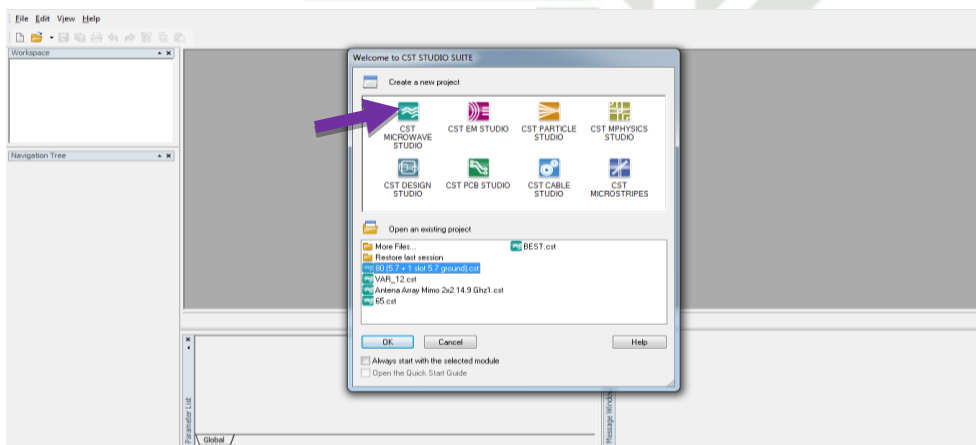
Pada tahap ini dijelaskan bagaimana proses merancang antena mikrostrip *rectangular patch* menggunakan *software* CST Studio Suite 2010 sehingga proses perancangan antena dapat dilakukan dengan cepat, tepat, dan akurat. Sebelum merancang antena mikrostrip *rectangular patch* dalam bentuk 2 elemen, dilakukan rancangan 1 elemen antena untuk mempermudah perancangan antena 2 elemen. Adapun langkah-langkah dari proses merancang model antena mikrostrip *rectangular patch array 1x2* adalah sebagai berikut:

1. Install *software* CST pada *hardware* (Leptop/PC), lalu buka *software* CST Studio Suite 2010 seperti gambar dibawah ini.



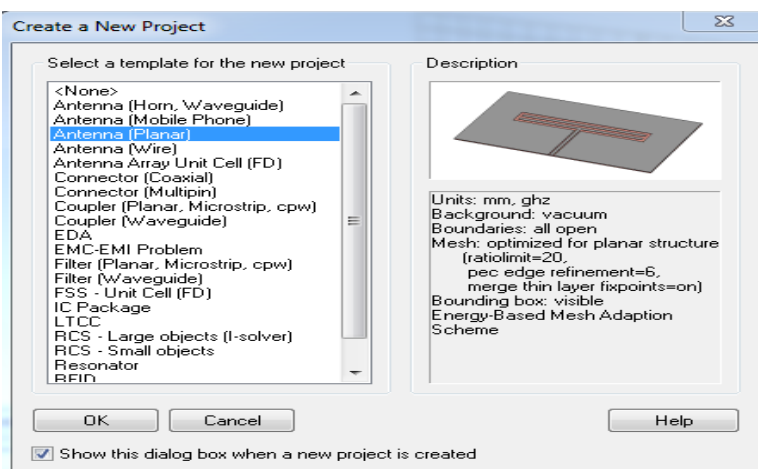
Gambar A.1 Icon CST Studio Suite 2010

2. Setelah itu muncul tampilan seperti gambar A.2. Kemudian *double klik icon* CST Studio Suite.



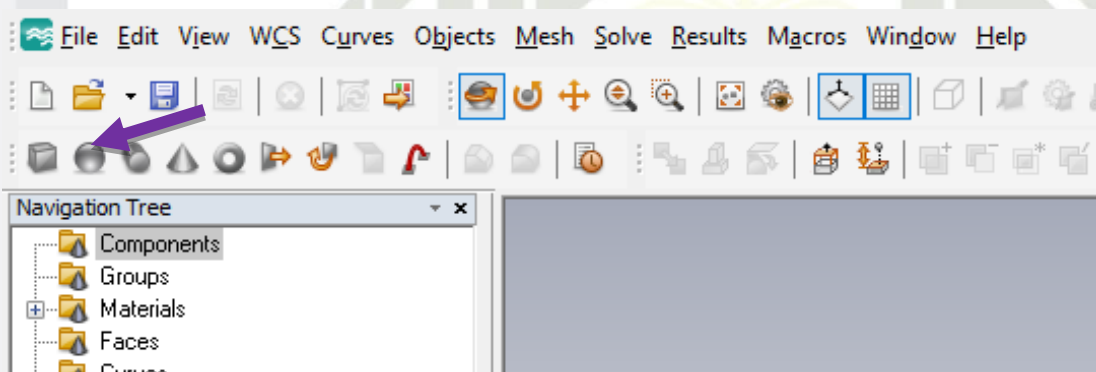
Gambar A.2 Tampilan awal CST Microwave Suite 2010

Kemudian pilih Antena (*Planar*) dengan cara *double klik* jenis antena tersebut



Gambar A.3 Tampilan *create a new project*

4. Kemudian klik *create brick* seperti gambar A.4

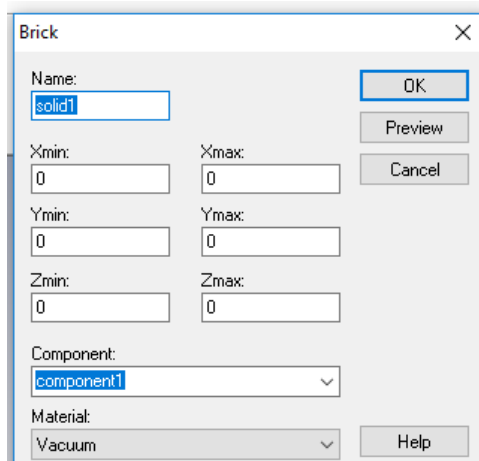


Gambar A.4 Tampilan menu CST 2010

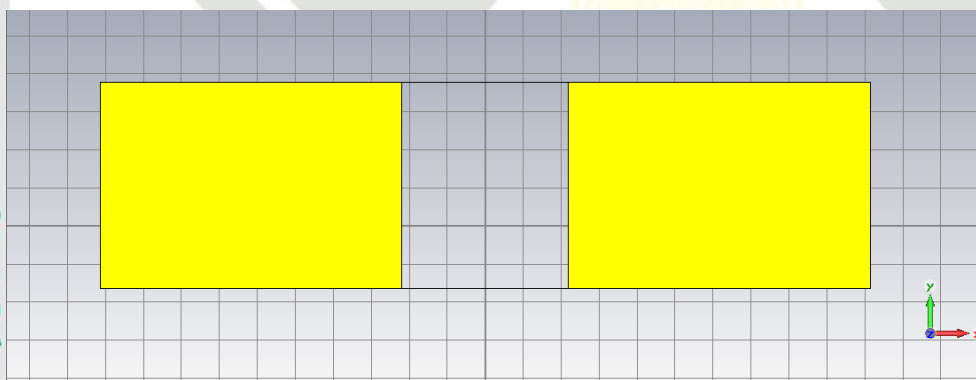
5. Lalu klik tombol *esc* pada *keyboard* laptop/pc, maka akan tampil seperti pada gambar A.5.

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.5 Tampilan *create brick*

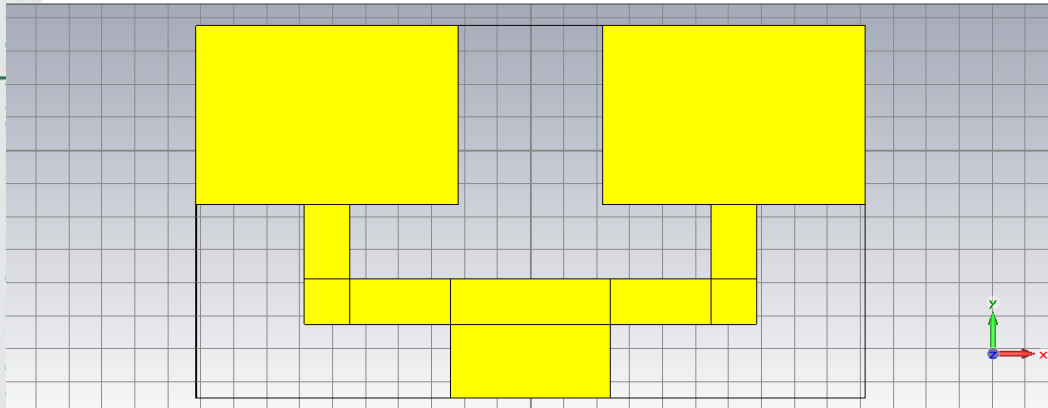
6. Kemudian masukkan nilai-nilai dimensi antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 yang terdapat pada tabel 4.2 di bab IV. Perancangan ini dimulai dari *patch* antena mikrostrip berbahan *copper* pada *software* CST *Studio Suite* 2010. Pada perancangan ini menggunakan 2 *patch* antena jadi dalam perancangannya penulis beri nama *patch1* dan *patch2* terlihat pada gambar A.5 dibawah.

Gambar A.5 *Patch1* dan *Patch2* dalam Perancangan

7. Selanjutnya membuat *feeder* antena mikrostrip, seperti pada gambar A.6 dibawah.

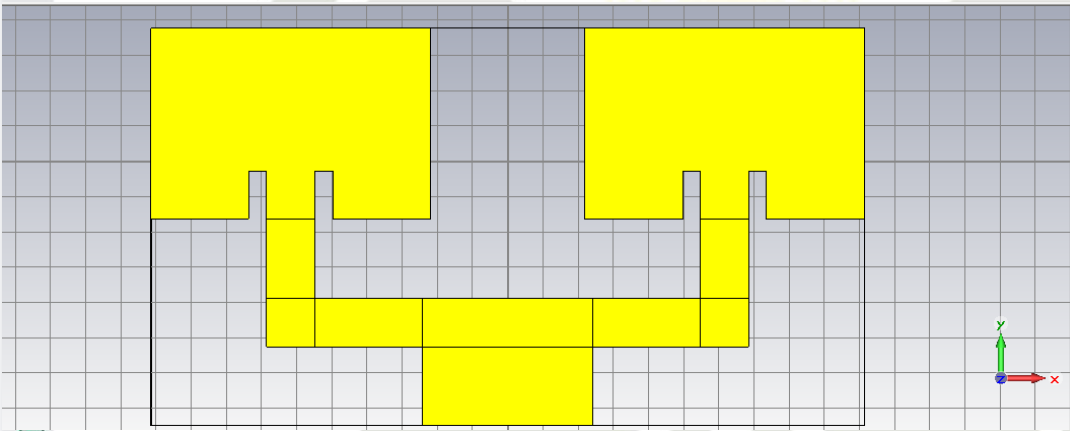
UIN SUSKA RIAU

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



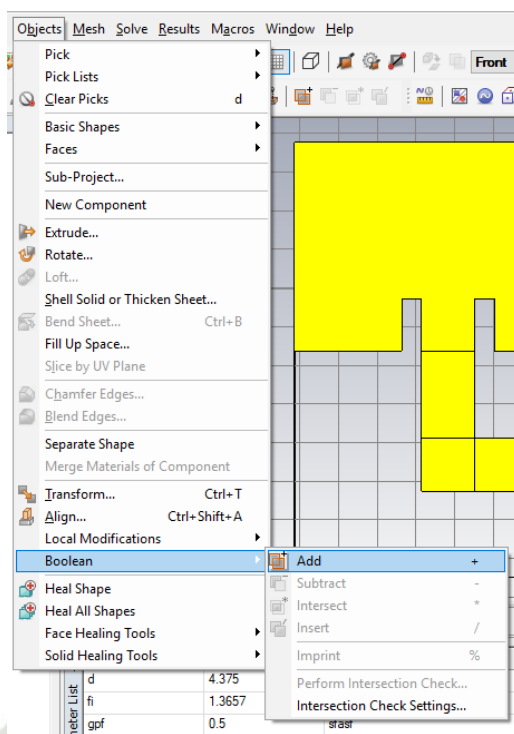
Gambar A.6 *Patch1*, *Patch2* dan *Feeder* dalam Perancangan

8. Setelah membuat *patch1*, *patch2* dan *feeder*, selanjutnya melakukan pemotongan pada *patch* antena mikrostrip yang berbahan *nickel*, seperti pada gambar A.7 dibawah.

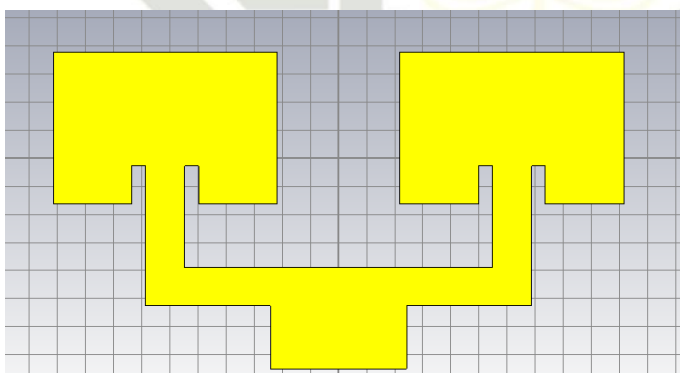


Gambar A.7 Pemotongan Pada *Patch* Antena Mikrostrip

9. Selanjutnya menghubungkan *patch1*, *patch2* dan *feeder* menjadi satu bagian dengan cara klik *Boolean Add* pada menu, seperti terlihat pada gambar berikut.

Gambar A.8 Tampilan *Boolean Add*

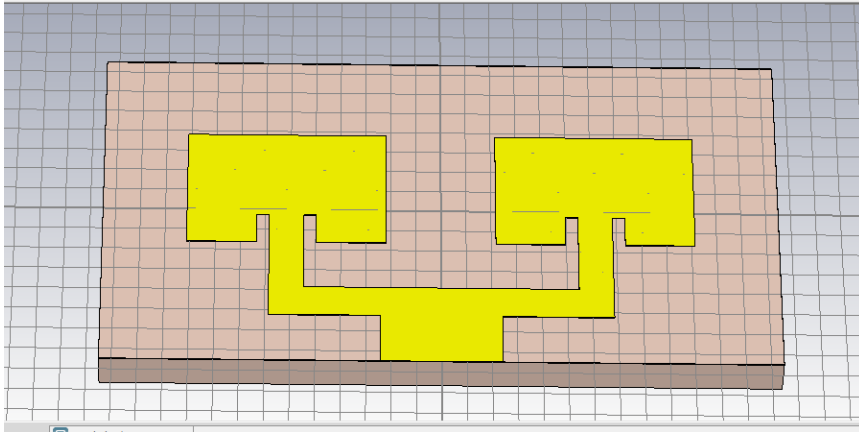
10. Setelah diklik akan muncul seperti pada gambar A.9 berikut.

Gambar A.9 Tampilan *Patch* Antena Mikrostrip 1 Elemen

11. Setelah *patch* antena mikrostrip selesai, selanjutnya membuat substrat antena mikrostrip terletak dibawah lapisan *patch* yang berbahan RT 5880 seperti pada gambar berikut.

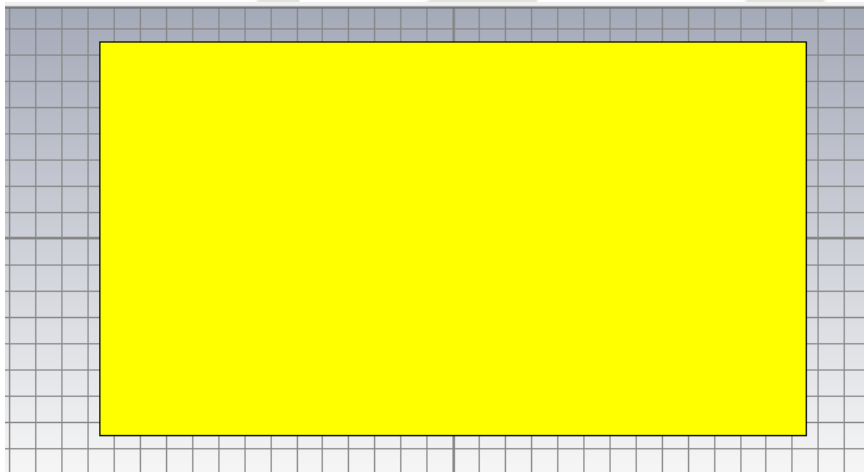
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar A.10 Tampilan Substrat dan *Patch* Antena Mikrostrip

12. Selanjutnya membuat *groundplane* yang mempunyai ukuran sama dengan substrat kecuali ketebalan, terletak dibagian bawah substrat seperti pada gambar dibawah.

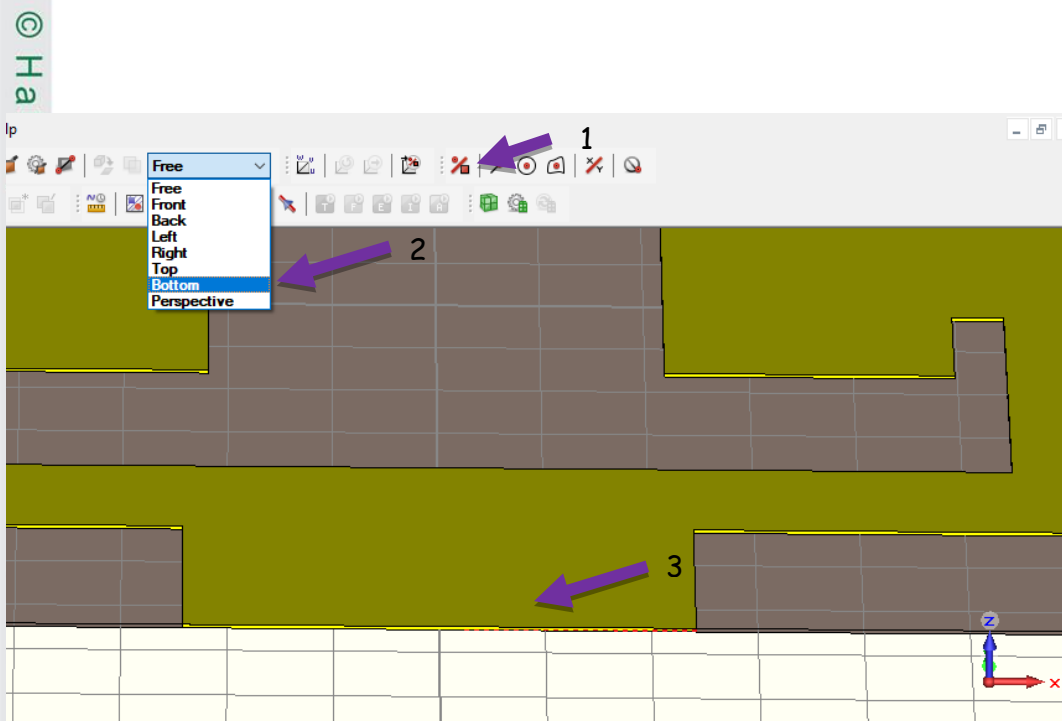


Gambar A.11 *Groundplane* Antena Mikrostrip

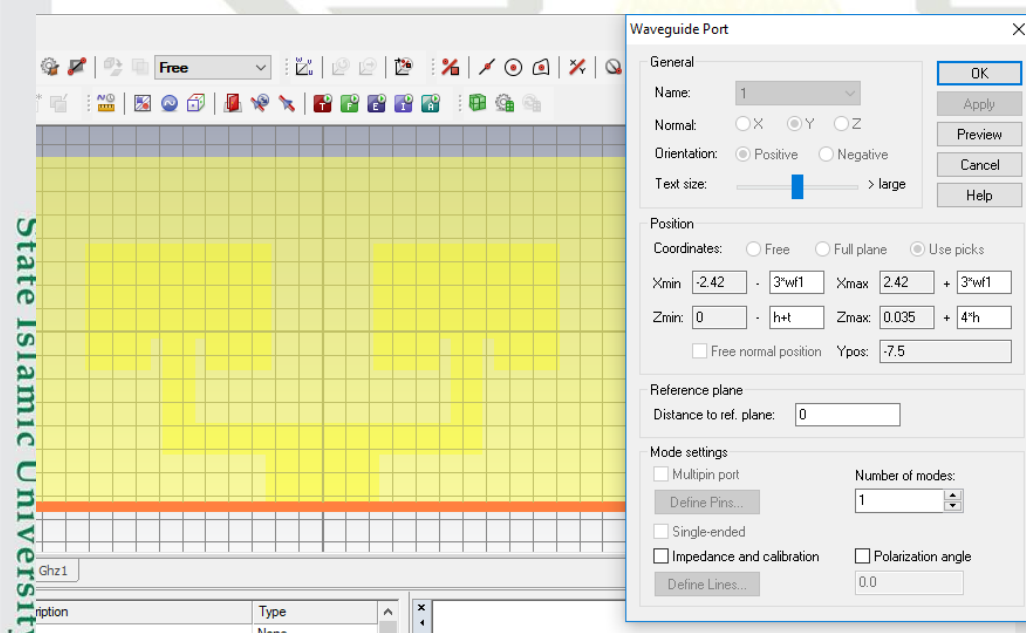
13. Selanjutnya melakukan rancangan pada *feeder* dengan cara klik 1,2,3 pada gambar berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

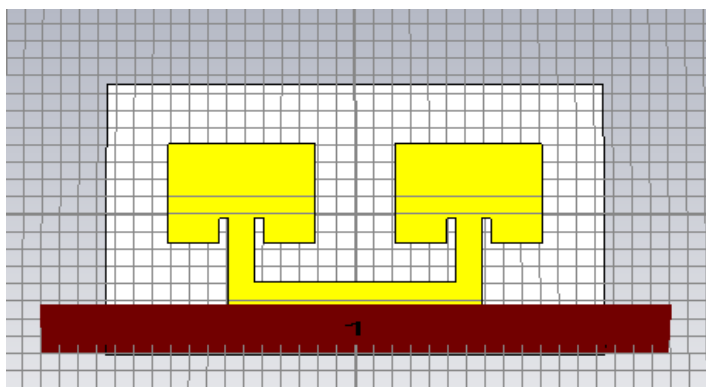
Gambar A.12 Rancangan *Feeder* Antena Mikrostrip

14. Lalu klik **Waveguide Port** pada manu, kemudian isi **Xmin**, **Xmax**, **Zmin** dan **Zmax** seperti pada gambar berikut.

Gambar A.13 *Waveguide Port* Antena Mikrostrip

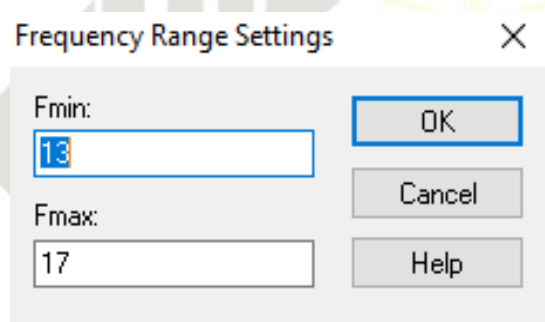
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.14 Tampilan *Port* Antena Mikrostrip Setelah Dirancang

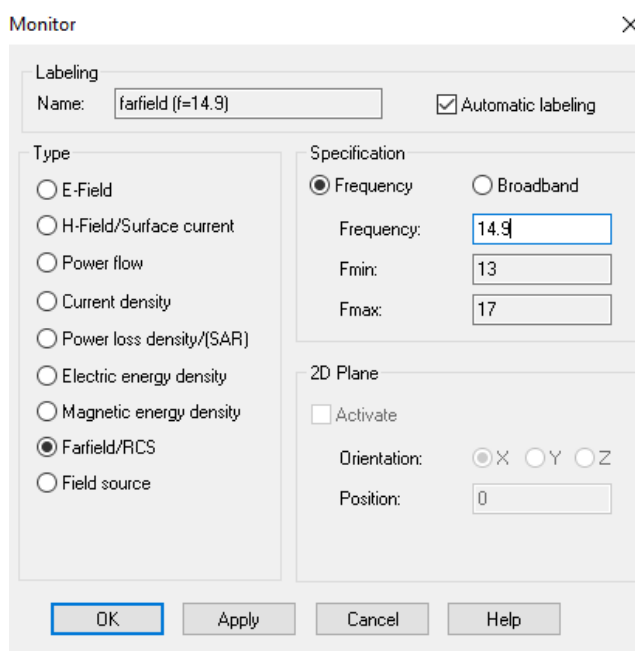
15. Tahap selanjutnya adalah mengatur frekuensi yang digunakan pada rancangan antena mikrostrip dengan cara pilih **Solve > Frequency >** masukan nilai rentang frekuensi (GHz) yang digunakan pada tabel > tekan **Enter** seperti pada gambar A.15 berikut ini.



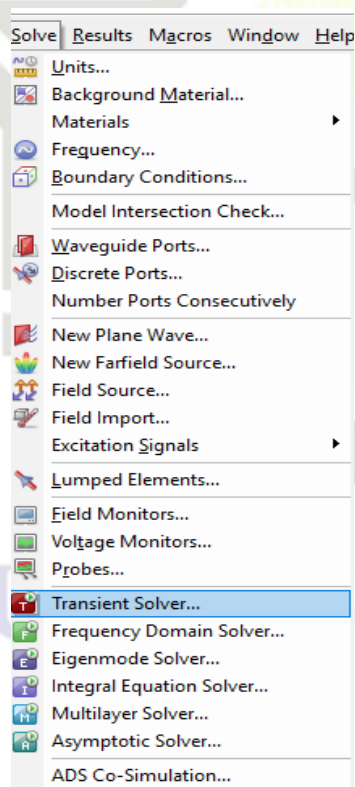
Gambar A.15 *Frequency Range Settings* Pada Antena Mikrostrip

16. Kemudian pilih **Solve > Field Monitor >** lalu pilih **button Farfield/RCS >** tekan **Enter**, berikut ini untuk memilih parameter uji yang akan disimulasikan, pilih **button Farfield/RCS** untuk parameter medan jauh yang ingin digunakan sebagai parameter uji.

UIN SUSKA RIAU

Gambar A.16 Pengaturan *field monitor*

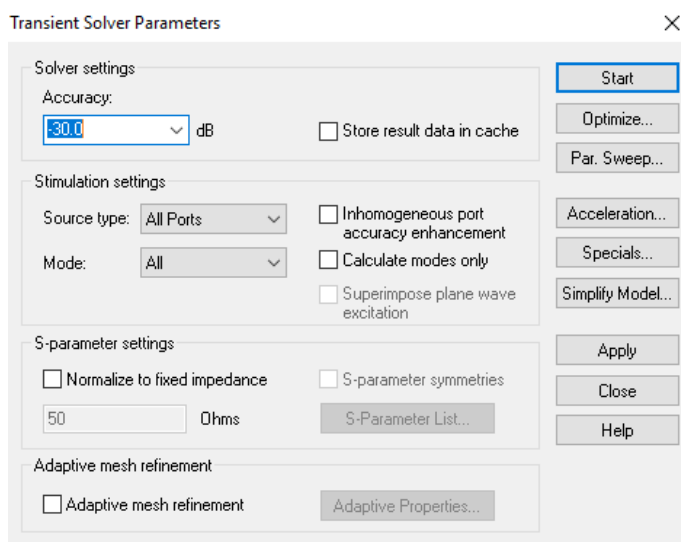
17. Selanjutnya klik ***Transient Solver*** pada menu seperti pada gambar berikut.

Gambar A.17 Tampilan *Transient Solver* pada CST

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.

Kemudian akan tampil seperti pada gambar berikut, lalu klik **Start** untuk memulai simulasi antena mikrostrip.



Gambar A.18 Tampilan *Transient Solver parameters* pada CST

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

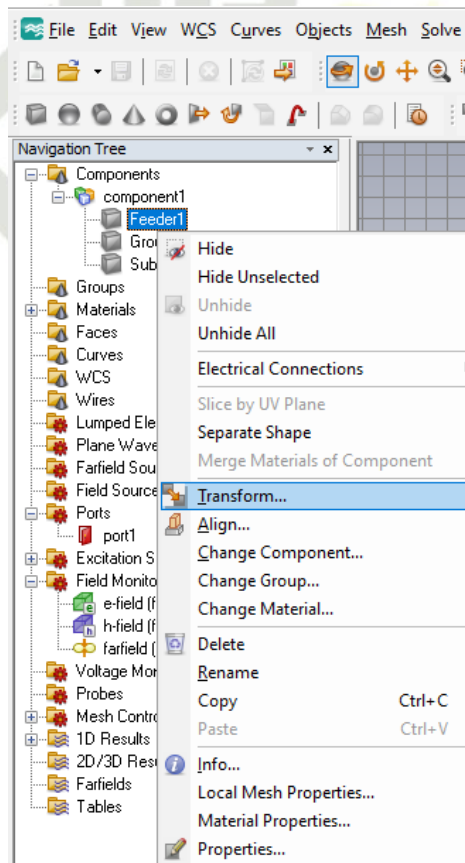
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

LAMPIRAN B

PERANCANG MODEL ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR PATCH ARRAY* 1X2 MIMO 2X2 UNTUK RADIO AKSES 5G

Setelah melakukan perancangan untuk antena mikrostrip 1 elemen menggunakan software *CST Studio Suite 2010*, selanjutnya dilakukan rancangan antena mikrostrip 2 elemen. Adapun langkah-langkah proses rancangan antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G adalah sebagai berikut:

1. Setelah melakukan rancangan 1 elemen antena mikrostrip, selajutnya merancang 2 elemen dengan cara menggandakan *patch* antena mikrostrip. Proses penggandaan *patch* antena mikrostrip dengan cara klik kanan pada *patch* antena mikrostrip yang ingin digandakan, lalu klik **Transform** Seperti terlihat pada gambar berikut.

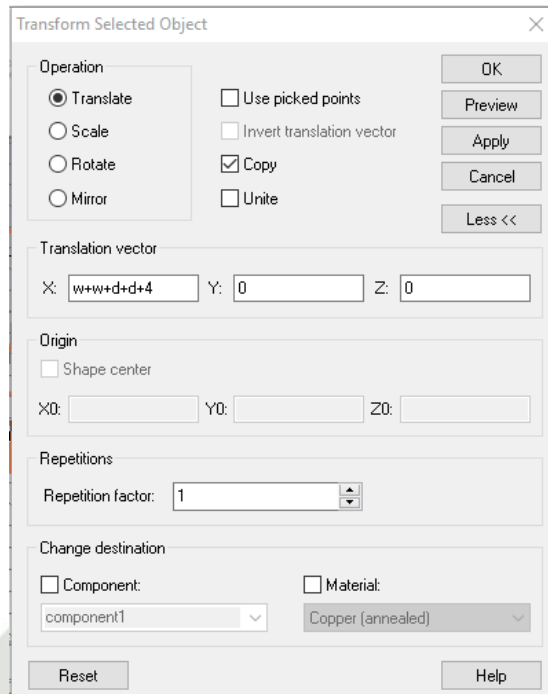


Gambar B.1 Tampilan *Transform* pada CST

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

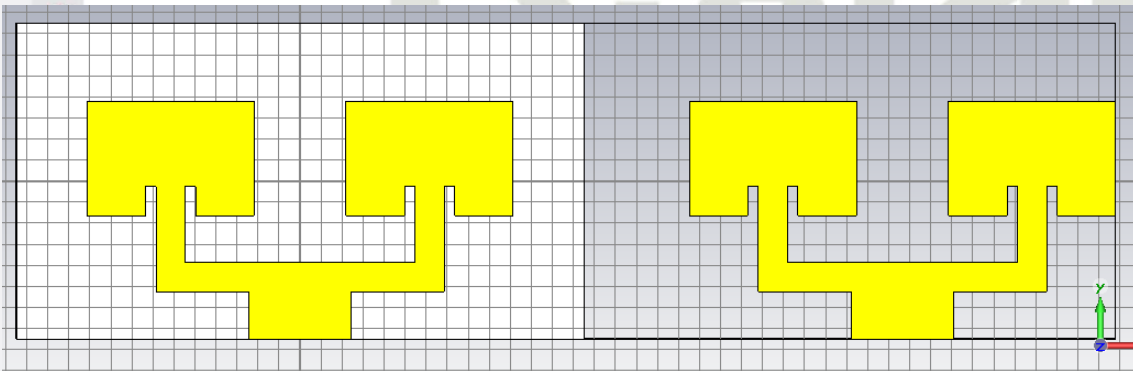
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Selanjutnya akan muncul gambar seperti berikut, lalu klik **Translate** > **Copy** > isi kolom X seperti gambar dibawah kemudian klik **Ok**.



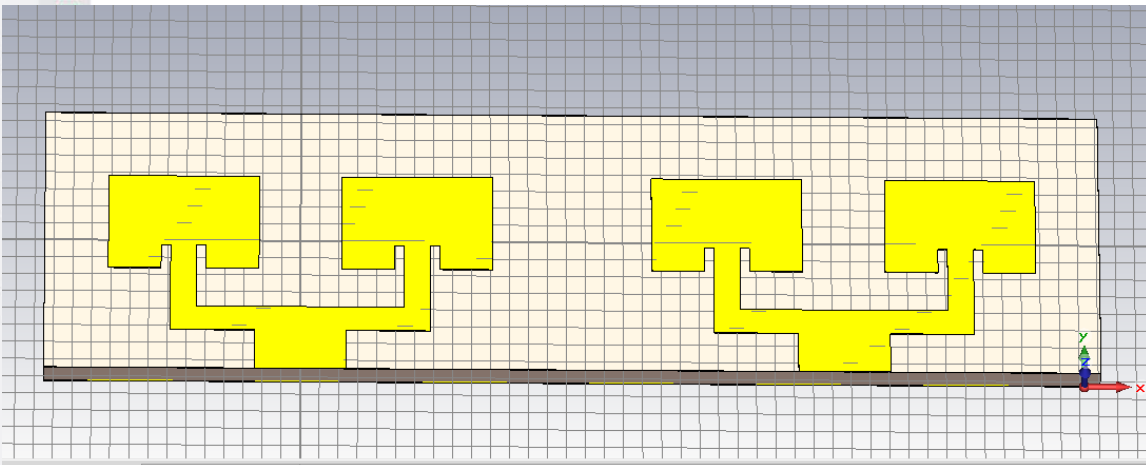
Gambar Gambar B.2 Tampilan *Transform Selected Object* Untuk Menggandakan *Patch* pada CST

3. Kemudian akan muncul seperti pada gambar B.3 berikut.



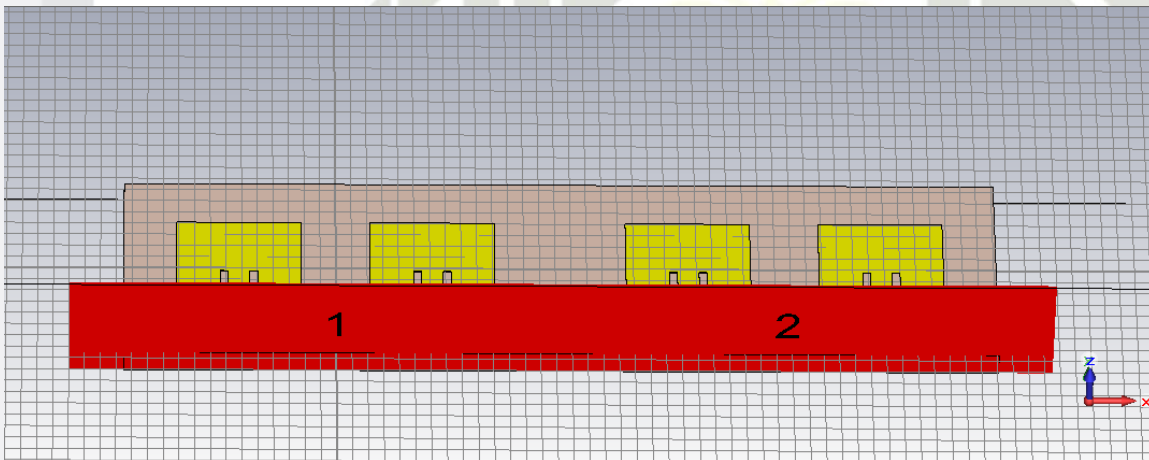
Gambar B.3 *Patch* Setelah Digandakan Menggunakan CST

4. Setelah *patch* digandakan selanjutnya substrat dan *groundplane* dilebarkan sesuai dengan perancangan antenna mikrostrip seperti pada gambar berikut.



Gambar B.4 Tampilan Substrat dan *Groundplane* Setelah Dilebarkan

5. Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pembuatan *port* pada *feeder* antenna mikrostrip. Seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar B.5 Pembuatan *Port* Pada Antena Mikrostrip

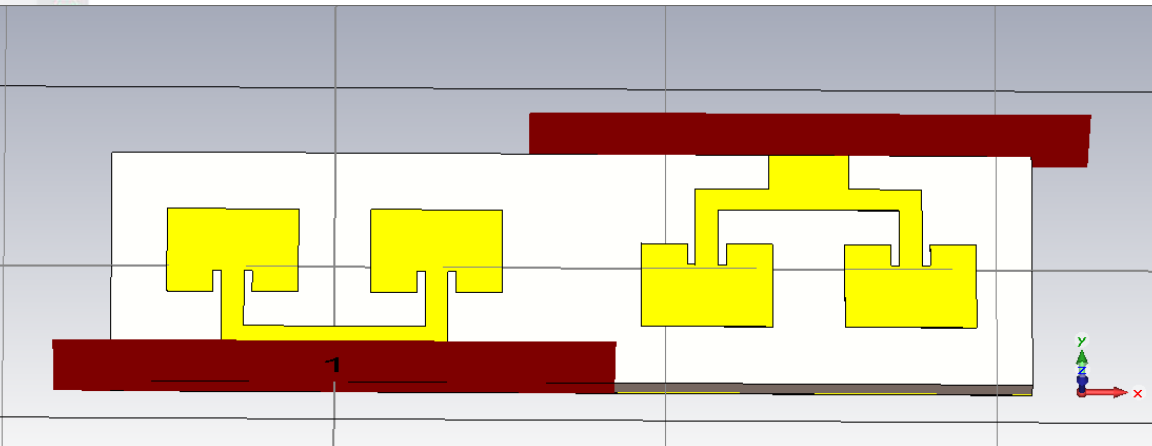
6. Pada gambar B.5 diatas terlihat port 1 dan 2 bersatu, setelah dilakukan simulasi terjadi *error* pada *port* antenna mikrostrip. Oleh karena itu agar tidak terjadi sentuhan antara port 1 dan 2 yang menyebabkan *error*, maka dilakukan perpindahan port 2 ke atas seperti pada gambar berikut.

© Ha

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

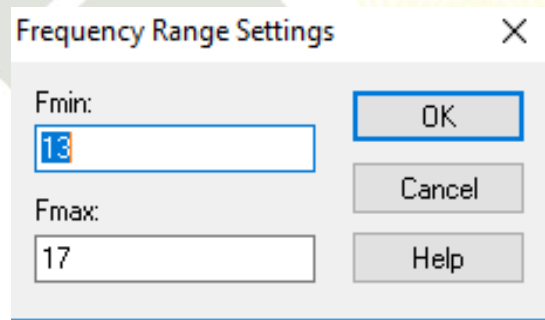
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

Islamic University of Sultan Syarif Kasim I



Gambar B.6 Tampilan Port Antena Setelah Dipindahkan Ke Atas

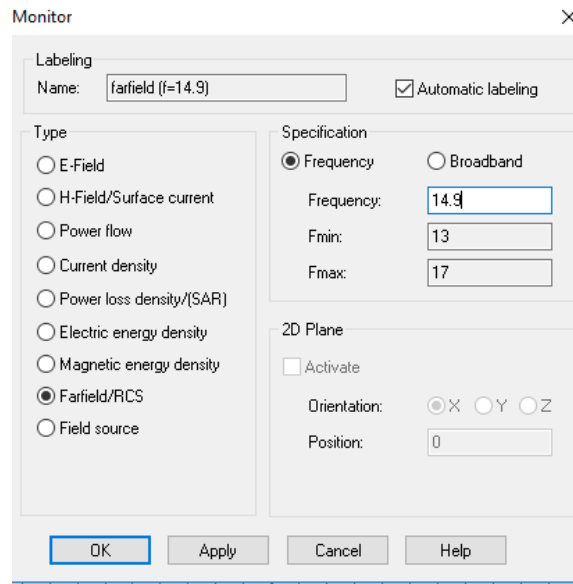
7. Tahap selanjutnya adalah mengatur frekuensi yang digunakan pada rancangan antena mikrostrip dengan cara pilih *Solve* > *Frequency* > masukan nilai rentang frekuensi (GHz) yang digunakan pada tabel > tekan *Enter* seperti pada gambar B.7 berikut ini.



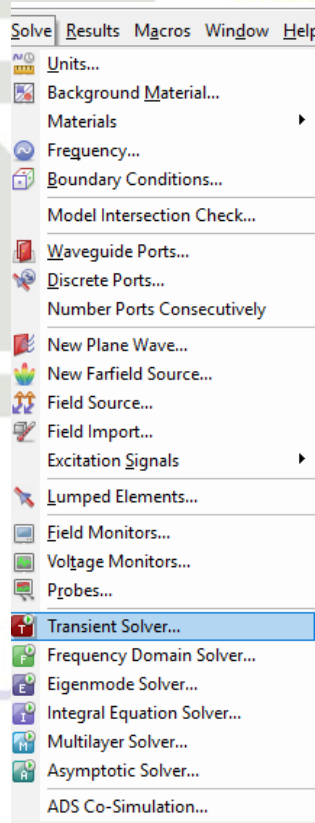
Gambar B.7 *Frequency Range Settings* Pada Antena Mikrostrip

8. Kemudian pilih *Solve* > *Field Monitor* > lalu pilih *button Farfield/RCS* > tekan *Enter*, berikut ini untuk memilih parameter uji yang akan disimulasikan, pilih *button Farfield/RCS* untuk parameter medan jauh yang ingin digunakan sebagai parameter uji.

UIN SUSKA RIAU

Gambar B.8 Pengaturan *field monitor*

9. Selanjutnya klik **Transient Solver** pada menu seperti pada gambar berikut.

Gambar B.9 Tampilan *Transient Solver* pada CST

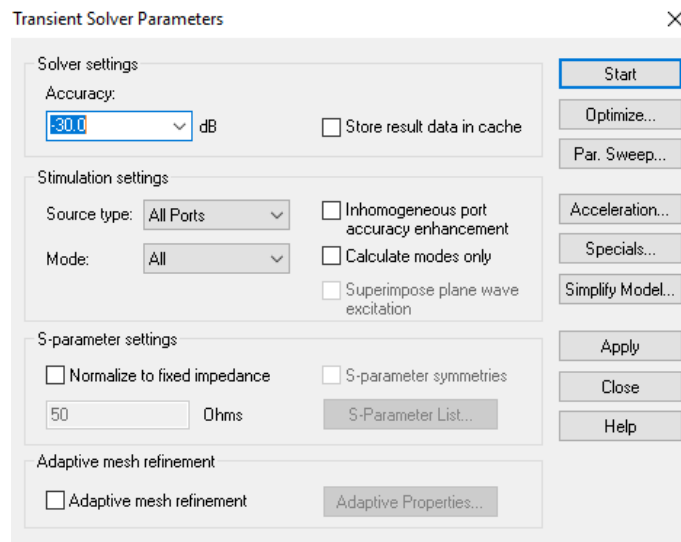
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Kemudian akan tampil seperti pada gambar berikut, lalu klik **Start** untuk memulai simulasi antena mikrostrip.



Gambar B.10 Tampilan *Transient Solver parameters* pada CST

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

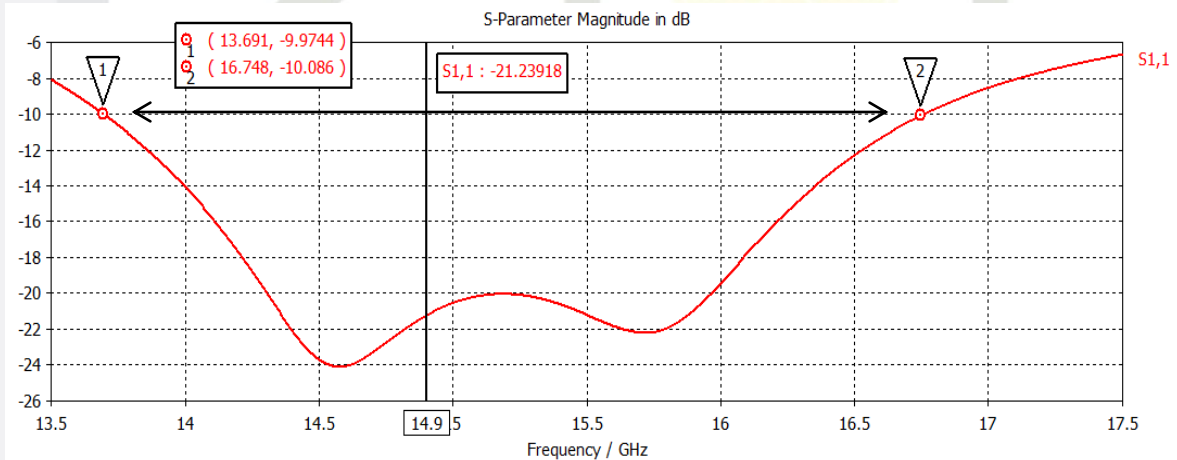
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

HASIL SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR PATCH* ARRAY 1X2

Hasil simulasi digunakan sebagai acuan dalam menentukan rancangan model antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 yang akan dipabrikasi berdasarkan parameter-parameter yang digunakan sebagai standar dalam menentukan baik tidaknya sebuah antena. Lampiran C berikut memuat hasil simulasi sebelum dan setelah optimasi, meliputi $S_{1,1}$ (koefisien refleksi), *bandwidth*, pola radiasi dan *gain* yang digunakan untuk mempermudah rancangan model antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 untuk aplikasi MIMO 2x2.

Adapun hasil simulasi parameter $S_{1,1}$ (koefisien refleksi), *bandwidth*, pola radiasi dan *gain* antena mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 menggunakan *software CST Microwave Studio Suite 2010*, sebelum optimasi terlihat pada gambar C.1 dan setelah optimasi terlihat pada gambar C.2 sebagai berikut.

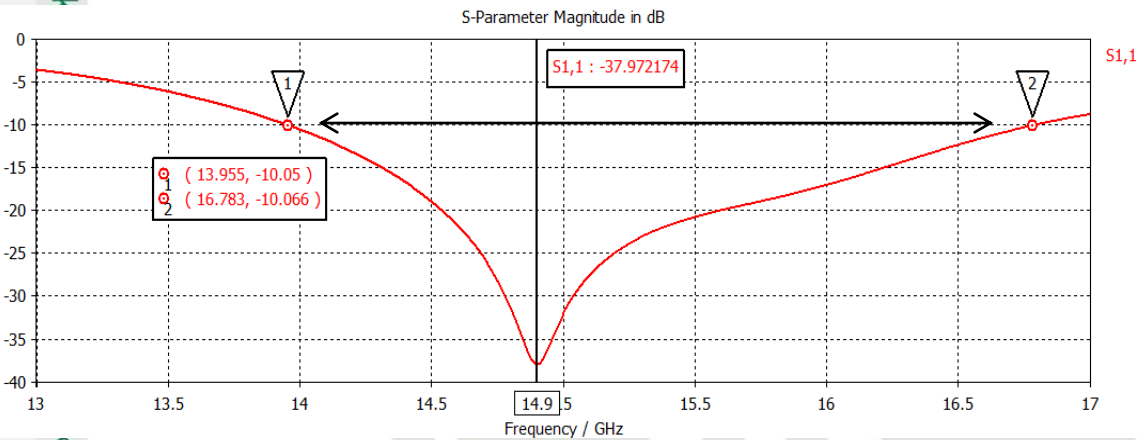


Gambar C.1 Hasil Simulasi $S_{1,1}$ dan *Bandwidth* Pada Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* Array 1x2 Sebelum Optimasi

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



Gambar C.2 Hasil Simulasi S1,1 dan Bandwidth Pada Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 Setelah Optimasi

Adapun data hasil simulasi parameter pola radiasi dan gain model antena mikrostrip rectangular patch array 1x2 sebelum optimasi menggunakan software CST Microwave Studio Suite terlihat pada tabel berikut.

Tabel C.1 Data Farfield Hasil Simulasi Sebelum Optimasi

Curvelabel	farfield (f=14.9) [1]
Filename	^farfield (f=14.9) [1].sig
Npoints	361
Type	48
Subtype	-1
Impedance	-99
AbsZissaScale/double	1
AbsZissaUnitType/int	3
Farfield/Plot/AngularWidthOne/double	-34,583958028565
Farfield/Plot/AngularWidthTwo/double	32,447848225817
Farfield/Plot/InfoText/string	Frequency = 14.9\r\nMain lobe magnitude = 9.5 dB\r\nMain lobe direction = 20.0 deg.\r\nAngular width (3 dB) = 67.0 deg.\r\nSide lobe level = -18.8 dB\r\n
Farfield/Plot/MainLobeDirection/double	20

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.

<i>Farfield/Plot/SideLobeRadius/double</i>	<i>-9,2701260687209</i>
<i>Farfield/Plot/Title/string</i>	<i>Gain Abs (Phi=90)</i>
<i>Farfield/Plot/Version/int</i>	<i>20101010</i>
<i>Farfield/Plot/XLabel/string</i>	<i>Theta / Degree</i>
<i>Farfield/Plot/YLabel/string</i>	<i>dB</i>
<i>Farfield/Polar/LeftConst/string</i>	<i>Phi= 90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Left/double</i>	<i>0</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Right/double</i>	<i>90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Left/double</i>	<i>90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Right/double</i>	<i>180</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant3Left/double</i>	<i>180</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant3Right/double</i>	<i>90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Left/double</i>	<i>90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Right/double</i>	<i>0</i>
<i>Farfield/Polar/RightConst/string</i>	<i>Phi=270</i>

Tabel C.2 Data Hasil Simulasi Pola Radiasi Sebelum Optimasi

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)	No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
0	0	8,46178	14	14	9,42503
1	1	8,56348	15	15	9,45366
2	2	8,66046	16	16	9,4767
3	3	8,7526	17	17	9,49412
4	4	8,83981	18	18	9,5059
5	5	8,922	19	19	9,51204
6	6	8,99911	20	20	9,5125
7	7	9,07105	21	21	9,50729
8	8	9,13776	22	22	9,49639
9	9	9,19917	23	23	9,4798
10	10	9,25524	24	24	9,45753
11	11	9,3059	25	25	9,42957
12	12	9,35111	26	26	9,39593
13	13	9,39083	27	27	9,35661

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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
65	65	3,93008
66	66	3,69633
67	67	3,4589
68	68	3,21787
69	69	2,97338
70	70	2,72552
71	71	2,47439
72	72	2,22013
73	73	1,96283
74	74	1,70261
75	75	1,43959
76	76	1,17389
77	77	0,90564
78	78	0,63494
79	79	0,36192
80	80	0,08672
81	81	-0,1906
82	82	-0,4698
83	83	-0,7508
84	84	-1,0335
85	85	-1,3177
86	86	-1,6034
87	87	-1,8903
88	88	-2,1784
89	89	-2,4674
90	90	-2,7574
91	91	-3,0479
92	92	-3,3389
93	93	-3,6302
94	94	-3,9217
95	95	-4,2131
96	96	-4,5042
97	97	-4,7948
98	98	-5,0847
99	99	-5,3736
100	100	-5,6612
101	101	-5,9472

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
28	28	9,31159
29	29	9,26095
30	30	9,20467
31	31	9,14277
32	32	9,07527
33	33	9,00218
34	34	8,92354
35	35	8,83935
36	36	8,74966
37	37	8,65448
38	38	8,55384
39	39	8,44778
40	40	8,33633
41	41	8,21951
42	42	8,09738
43	43	7,96995
44	44	7,83727
45	45	7,69939
46	46	7,55634
47	47	7,40816
48	48	7,25491
49	49	7,09664
50	50	6,93338
51	51	6,7652
52	52	6,59215
53	53	6,4143
54	54	6,23169
55	55	6,0444
56	56	5,85249
57	57	5,65603
58	58	5,4551
59	59	5,24976
60	60	5,04016
61	61	4,82627
62	62	4,60823
63	63	4,38612
64	64	4,16004

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
139	139	-11,771
140	140	-11,765
141	141	-11,757
142	142	-11,748
143	143	-11,74
144	144	-11,732
145	145	-11,727
146	146	-11,726
147	147	-11,728
148	148	-11,736
149	149	-11,75
150	150	-11,772
151	151	-11,801
152	152	-11,84
153	153	-11,89
154	154	-11,951
155	155	-12,024
156	156	-12,111
157	157	-12,213
158	158	-12,331
159	159	-12,465
160	160	-12,618
161	161	-12,792
162	162	-12,986
163	163	-13,204
164	164	-13,447
165	165	-13,717
166	166	-14,017
167	167	-14,35
168	168	-14,718
169	169	-15,126
170	170	-15,578
171	171	-16,08
172	172	-16,638
173	173	-17,262
174	174	-17,963
175	175	-18,754

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
102	102	-6,2313
103	103	-6,5131
104	104	-6,7923
105	105	-7,0685
106	106	-7,3412
107	107	-7,61
108	108	-7,8744
109	109	-8,134
110	110	-8,3881
111	111	-8,6363
112	112	-8,8781
113	113	-9,1128
114	114	-9,3399
115	115	-9,5588
116	116	-9,769
117	117	-9,9699
118	118	-10,161
119	119	-10,342
120	120	-10,513
121	121	-10,673
122	122	-10,821
123	123	-10,958
124	124	-11,084
125	125	-11,198
126	126	-11,3
127	127	-11,392
128	128	-11,472
129	129	-11,541
130	130	-11,6
131	131	-11,649
132	132	-11,689
133	133	-11,721
134	134	-11,744
135	135	-11,761
136	136	-11,771
137	137	-11,775
138	138	-11,775

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
213	147	-9,9042
214	146	-9,7723
215	145	-9,6572
216	144	-9,5583
217	143	-9,4749
218	142	-9,4066
219	141	-9,3527
220	140	-9,3126
221	139	-9,2858
222	138	-9,2719
223	137	-9,2701
224	136	-9,2801
225	135	-9,3011
226	134	-9,3327
227	133	-9,3742
228	132	-9,4249
229	131	-9,4841
230	130	-9,5511
231	129	-9,6249
232	128	-9,7048
233	127	-9,7897
234	126	-9,8786
235	125	-9,9703
236	124	-10,064
237	123	-10,157
238	122	-10,25
239	121	-10,339
240	120	-10,425
241	119	-10,505
242	118	-10,577
243	117	-10,641
244	116	-10,694
245	115	-10,735
246	114	-10,763
247	113	-10,776
248	112	-10,773
249	111	-10,754

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
176	176	-19,655
177	177	-20,693
178	178	-21,908
179	179	-23,358
180	180	-25,143
181	179	-27,444
182	178	-30,646
183	177	-35,872
184	176	-51,367
185	175	-39,22
186	174	-32,184
187	173	-28,332
188	172	-25,667
189	171	-23,631
190	170	-21,985
191	169	-20,609
192	168	-19,428
193	167	-18,398
194	166	-17,488
195	165	-16,675
196	164	-15,944
197	163	-15,282
198	162	-14,68
199	161	-14,131
200	160	-13,629
201	159	-13,168
202	158	-12,745
203	157	-12,356
204	156	-12
205	155	-11,672
206	154	-11,371
207	153	-11,096
208	152	-10,845
209	151	-10,616
210	150	-10,409
211	149	-10,222
212	148	-10,054

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
287	73	-3,8563
288	72	-3,6605
289	71	-3,4665
290	70	-3,2741
291	69	-3,0833
292	68	-2,8941
293	67	-2,7067
294	66	-2,5205
295	65	-2,3358
296	64	-2,1523
297	63	-1,9701
298	62	-1,7891
299	61	-1,6091
300	60	-1,4301
301	59	-1,2521
302	58	-1,0748
303	57	-0,8982
304	56	-0,7223
305	55	-0,5469
306	54	-0,3719
307	53	-0,1972
308	52	-0,0228
309	51	0,15149
310	50	0,32569
311	49	0,49991
312	48	0,67421
313	47	0,84867
314	46	1,02336
315	45	1,19832
316	44	1,37362
317	43	1,54927
318	42	1,72533
319	41	1,90179
320	40	2,07868
321	39	2,25599
322	38	2,43371
323	37	2,6118

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
250	110	-10,719
251	109	-10,666
252	108	-10,597
253	107	-10,511
254	106	-10,409
255	105	-10,291
256	104	-10,159
257	103	-10,014
258	102	-9,8569
259	101	-9,6888
260	100	-9,511
261	99	-9,3248
262	98	-9,1312
263	97	-8,9314
264	96	-8,7264
265	95	-8,5172
266	94	-8,3046
267	93	-8,0894
268	92	-7,8724
269	91	-7,654
270	90	-7,435
271	89	-7,2157
272	88	-6,9964
273	87	-6,7775
274	86	-6,5594
275	85	-6,3422
276	84	-6,1262
277	83	-5,9115
278	82	-5,6983
279	81	-5,4867
280	80	-5,2767
281	79	-5,0684
282	78	-4,8619
283	77	-4,6572
284	76	-4,4543
285	75	-4,2532
286	74	-4,0538

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
324	36	2,79025
325	35	2,96898
326	34	3,14796
327	33	3,32711
328	32	3,50634
329	31	3,68556
330	30	3,86468
331	29	4,04358
332	28	4,22214
333	27	4,40036
334	26	4,57788
335	25	4,75465
336	24	4,93053
337	23	5,10537
338	22	5,279
339	21	5,45126
340	20	5,62199
341	19	5,79103
342	18	5,95819
343	17	6,12332
344	16	6,28623
345	15	6,44677
346	14	6,60476
347	13	6,76004
348	12	6,91244
349	11	7,0618
350	10	7,20797
351	9	7,35078
352	8	7,49008
353	7	7,62574
354	6	7,7576
355	5	7,88553
356	4	8,00939
357	3	8,12906
358	2	8,24442
359	1	8,35535
360	0	8,46178

© 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.

Adapun data hasil simulasi parameter pola radiasi dan *gain* model antenna mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 setelah optimasi menggunakan *software CST Microwave Studio* terlihat pada tabel berikut.

Tabel C.3 Data *Farfield* Hasil Simulasi Setelah Optimasi

<i>Curvelabel</i>	<i>farfield (f=14.9) [1]</i>
<i>Filename</i>	<i>^farfield (f=14.9) [1].sig</i>
<i>Npoints</i>	361
<i>Type</i>	48
<i>Subtype</i>	-1
<i>Impedance</i>	-99
<i>AbszissaScale/double</i>	1
<i>AbszissaUnitType/int</i>	3
<i>Farfield/Plot/AngularWidthOne/double</i>	-33,840660118312
<i>Farfield/Plot/AngularWidthTwo/double</i>	32,625488839669
<i>Farfield/Plot/InfoText/string</i>	<i>Frequency = 14.9\r\nMain lobe magnitude = 9.2 dB\r\nMain lobe direction = 19.0 deg.\r\nAngular width (3 dB) = 66.5 deg.\r\nSide lobe level = -18.7 dB\r\n</i>
<i>Farfield/Plot/MainLobeDirection/double</i>	19
<i>Farfield/Plot/SideLobeRadius/double</i>	-9,4775147427253
<i>Farfield/Plot/Title/string</i>	<i>Gain Abs (Phi=90)</i>
<i>Farfield/Plot/Version/int</i>	20101010
<i>Farfield/Plot/XLabel/string</i>	<i>Theta / Degree</i>
<i>Farfield/Plot/YLabel/string</i>	<i>dB</i>
<i>Farfield/Polar/LeftConst/string</i>	<i>Phi= 90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Left/double</i>	0
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Right/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Left/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Right/double</i>	180

<i>Farfield/Polar/Quadrant3Left/double</i>	180
<i>Farfield/Polar/Quadrant3Right/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Left/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Right/double</i>	0
<i>Farfield/Polar/RightConst/string</i>	<i>Phi=270</i>

Tabel C.4 Data Hasil Simulasi Pola Radiasi Setelah Optimasi

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)	No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
0	0	8,22084	27	27	9,07573
1	1	8,32165	28	28	9,02796
2	2	8,41774	29	29	8,97443
3	3	8,50897	30	30	8,91511
4	4	8,59527	31	31	8,85002
5	5	8,67653	32	32	8,77916
6	6	8,75267	33	33	8,70254
7	7	8,82362	34	34	8,62019
8	8	8,88931	35	35	8,53211
9	9	8,94966	36	36	8,43832
10	10	9,00462	37	37	8,33885
11	11	9,05413	38	38	8,23371
12	12	9,09813	39	39	8,12292
13	13	9,13659	40	40	8,0065
14	14	9,16945	41	41	7,88449
15	15	9,19668	42	42	7,75689
16	16	9,21824	43	43	7,62375
17	17	9,23411	44	44	7,48508
18	18	9,24427	45	45	7,34091
19	19	9,24868	46	46	7,19128
20	20	9,24733	47	47	7,03621
21	21	9,24021	48	48	6,87575
22	22	9,2273	49	49	6,70992
23	23	9,20859	50	50	6,53877
24	24	9,18409	51	51	6,36232
25	25	9,15377	52	52	6,18063
26	26	9,11765	53	53	5,99374

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 UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
91	91	-4,1897
92	92	-4,5069
93	93	-4,8241
94	94	-5,141
95	95	-5,4574
96	96	-5,7727
97	97	-6,0867
98	98	-6,399
99	99	-6,7091
100	100	-7,0166
101	101	-7,321
102	102	-7,6218
103	103	-7,9185
104	104	-8,2105
105	105	-8,4973
106	106	-8,7781
107	107	-9,0525
108	108	-9,3199
109	109	-9,5796
110	110	-9,8309
111	111	-10,073
112	112	-10,306
113	113	-10,53
114	114	-10,742
115	115	-10,944
116	116	-11,134
117	117	-11,313
118	118	-11,48
119	119	-11,636
120	120	-11,779
121	121	-11,91
122	122	-12,029
123	123	-12,136
124	124	-12,232
125	125	-12,317
126	126	-12,391
127	127	-12,455

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
54	54	5,8017
55	55	5,60454
56	56	5,40233
57	57	5,19513
58	58	4,98298
59	59	4,76595
60	60	4,54411
61	61	4,31752
62	62	4,08629
63	63	3,85043
64	64	3,61005
65	65	3,36522
66	66	3,11605
67	67	2,86259
68	68	2,60497
69	69	2,34328
70	70	2,07762
71	71	1,80809
72	72	1,53481
73	73	1,25789
74	74	0,97745
75	75	0,69361
76	76	0,4065
77	77	0,11624
78	78	-0,177
79	79	-0,4731
80	80	-0,772
81	81	-1,0734
82	82	-1,3772
83	83	-1,6832
84	84	-1,9914
85	85	-2,3014
86	86	-2,6131
87	87	-2,9263
88	88	-3,2408
89	89	-3,5563
90	90	-3,8728

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
165	165	-15,329
166	166	-15,721
167	167	-16,157
168	168	-16,643
169	169	-17,183
170	170	-17,788
171	171	-18,467
172	172	-19,233
173	173	-20,103
174	174	-21,101
175	175	-22,259
176	176	-23,624
177	177	-25,264
178	178	-27,281
179	179	-29,812
180	180	-32,876
181	179	-35,25
182	178	-33,916
183	177	-30,724
184	176	-27,888
185	175	-25,61
186	174	-23,756
187	173	-22,209
188	172	-20,891
189	171	-19,748
190	170	-18,742
191	169	-17,848
192	168	-17,047
193	167	-16,324
194	166	-15,667
195	165	-15,069
196	164	-14,521
197	163	-14,019
198	162	-13,558
199	161	-13,134
200	160	-12,744
201	159	-12,384

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
128	128	-12,509
129	129	-12,554
130	130	-12,589
131	131	-12,617
132	132	-12,638
133	133	-12,652
134	134	-12,66
135	135	-12,663
136	136	-12,662
137	137	-12,657
138	138	-12,65
139	139	-12,641
140	140	-12,631
141	141	-12,622
142	142	-12,613
143	143	-12,607
144	144	-12,605
145	145	-12,606
146	146	-12,613
147	147	-12,626
148	148	-12,646
149	149	-12,675
150	150	-12,713
151	151	-12,762
152	152	-12,823
153	153	-12,898
154	154	-12,986
155	155	-13,09
156	156	-13,21
157	157	-13,349
158	158	-13,508
159	159	-13,687
160	160	-13,89
161	161	-14,118
162	162	-14,374
163	163	-14,659
164	164	-14,976

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
239	121	-10,342
240	120	-10,38
241	119	-10,409
242	118	-10,428
243	117	-10,436
244	116	-10,432
245	115	-10,415
246	114	-10,385
247	113	-10,341
248	112	-10,285
249	111	-10,215
250	110	-10,132
251	109	-10,036
252	108	-9,9279
253	107	-9,8088
254	106	-9,6791
255	105	-9,5397
256	104	-9,3916
257	103	-9,2355
258	102	-9,0725
259	101	-8,9033
260	100	-8,7289
261	99	-8,5499
262	98	-8,3672
263	97	-8,1813
264	96	-7,993
265	95	-7,8027
266	94	-7,6109
267	93	-7,418
268	92	-7,2245
269	91	-7,0306
270	90	-6,8367
271	89	-6,6429
272	88	-6,4494
273	87	-6,2564
274	86	-6,0641
275	85	-5,8725

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
202	158	-12,053
203	157	-11,749
204	156	-11,469
205	155	-11,213
206	154	-10,978
207	153	-10,764
208	152	-10,57
209	151	-10,395
210	150	-10,237
211	149	-10,096
212	148	-9,9718
213	147	-9,8629
214	146	-9,7688
215	145	-9,689
216	144	-9,6229
217	143	-9,5698
218	142	-9,5294
219	141	-9,5009
220	140	-9,4838
221	139	-9,4775
222	138	-9,4815
223	137	-9,495
224	136	-9,5175
225	135	-9,5483
226	134	-9,5866
227	133	-9,6317
228	132	-9,6827
229	131	-9,7388
230	130	-9,799
231	129	-9,8623
232	128	-9,9277
233	127	-9,994
234	126	-10,06
235	125	-10,125
236	124	-10,186
237	123	-10,244
238	122	-10,297

© 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
313	47	0,76522
314	46	0,93305
315	45	1,10131
316	44	1,27005
317	43	1,43931
318	42	1,6091
319	41	1,77946
320	40	1,95038
321	39	2,12188
322	38	2,29393
323	37	2,46652
324	36	2,63962
325	35	2,81317
326	34	2,98714
327	33	3,16143
328	32	3,33599
329	31	3,51073
330	30	3,68553
331	29	3,8603
332	28	4,03491
333	27	4,20934
334	26	4,38327
335	25	4,55664
336	24	4,72929
337	23	4,90108
338	22	5,07183
339	21	5,24138
340	20	5,40956
341	19	5,57619
342	18	5,74111
343	17	5,90413
344	16	6,06507
345	15	6,22378
346	14	6,38005
347	13	6,53371
348	12	6,6846
349	11	6,83254

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
276	84	-5,6818
277	83	-5,492
278	82	-5,3032
279	81	-5,1154
280	80	-4,9287
281	79	-4,743
282	78	-4,5584
283	77	-4,3749
284	76	-4,1925
285	75	-4,0111
286	74	-3,8309
287	73	-3,6516
288	72	-3,4735
289	71	-3,2963
290	70	-3,1201
291	69	-2,9449
292	68	-2,7706
293	67	-2,5971
294	66	-2,4247
295	65	-2,253
296	64	-2,082
297	63	-1,9118
298	62	-1,7422
299	61	-1,5732
300	60	-1,4048
301	59	-1,2369
302	58	-1,0694
303	57	-0,9022
304	56	-0,7354
305	55	-0,5687
306	54	-0,4022
307	53	-0,2358
308	52	-0,0693
309	51	0,09717
310	50	0,26381
311	49	0,43066
312	48	0,59777

© 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.

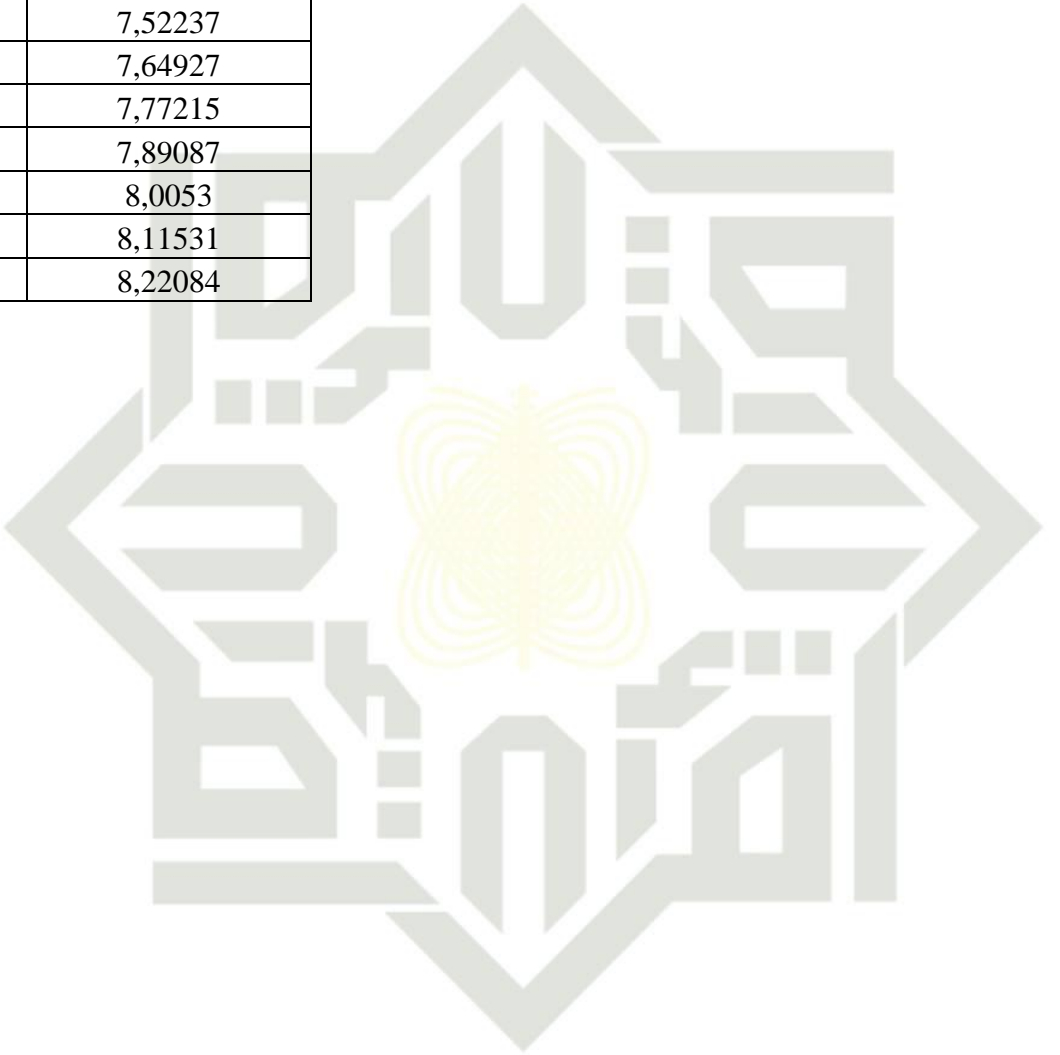
No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
350	10	6,97737
351	9	7,11893
352	8	7,25705
353	7	7,39158
354	6	7,52237
355	5	7,64927
356	4	7,77215
357	3	7,89087
358	2	8,0053
359	1	8,11531
360	0	8,22084

© 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.

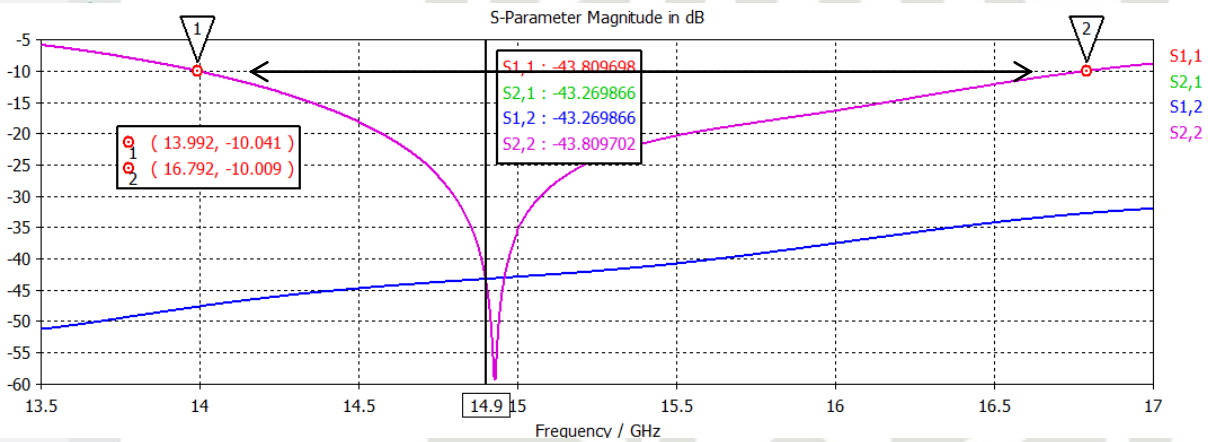


UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN D

HASIL SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2 UNTUK RADIO AKSES 5G

Dengan mengetahui beberapa karakteristik dari antenna yang dirancang, maka dapat membantu memperoleh rancangan yang optimal. Setelah melakukan rancangan pada antenna mikrostrip 1 elemen selanjutnya dilakukan rancangan 2 elemen. Adapun hasil simulasi parameter S_{1,1} (koefisien reflksi), *bandwidth*, pola radiasi dan *gain* antenna mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 untuk radio akses 5G menggunakan *software* CST Microwave Studio Suite 2010 sebagai berikut.



Gambar D.1 Hasil Simulasi S_{1,1} dan *Bandwidth* Pada Antena Mikrostrip *Rectangular Patch Array* 1x2 MIMO 2x2

Adapun data hasil simulasi parameter pola radiasi dan *gain* model antenna mikrostrip *rectangular patch array* 1x2 MIMO 2x2 menggunakan *software* CST Microwave Studio Suite terlihat pada tabel berikut.

Tabel D.1 Data *Farfield* Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* 2 Elemen

<i>Curve</i> label	<i>farfield</i> (f=14.9) [1]
<i>Filename</i>	^ <i>farfield</i> (f=14.9) [1].sig
<i>Npoints</i>	361
<i>Type</i>	48
<i>Subtype</i>	-1
<i>Impedance</i>	-99

<i>AbszissaScale/double</i>	1
<i>AbszissaUnitType/int</i>	3
<i>Farfield/Plot/AngularWidthOne/double</i>	-34,893180397566
<i>Farfield/Plot/AngularWidthTwo/double</i>	32,553788493367
<i>Farfield/Plot/InfoText/string</i>	<i>Frequency = 14.9\r\nMain lobe magnitude = 9.1 dB\r\nMain lobe direction = 19.0 deg.\r\nAngular width (3 dB) = 67.4 deg.\r\nSide lobe level = -18.5 dB\r\n</i>
<i>Farfield/Plot/MainLobeDirection/double</i>	19
<i>Farfield/Plot/SideLobeRadius/double</i>	-9,3931934215581
<i>Farfield/Plot/Title/string</i>	<i>Gain Abs (Phi=90)</i>
<i>Farfield/Plot/Version/int</i>	20101010
<i>Farfield/Plot/XLabel/string</i>	<i>Theta / Degree</i>
<i>Farfield/Plot/YLabel/string</i>	<i>dB</i>
<i>Farfield/Polar/LeftConst/string</i>	<i>Phi= 90</i>
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Left/double</i>	0
<i>Farfield/Polar/Quadrant1Right/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Left/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant2Right/double</i>	180
<i>Farfield/Polar/Quadrant3Left/double</i>	180
<i>Farfield/Polar/Quadrant3Right/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Left/double</i>	90
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Right/double</i>	0
<i>Farfield/Polar/RightConst/string</i>	<i>Phi=270</i>

Hak Cipta Ditinjau dari Undang-Undang

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

Tabel D.2 Data Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* 2 Elemen

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
0	0	8,12869
1	1	8,12026
2	2	8,09884
3	3	8,06404
4	4	8,01551
5	5	7,95291
6	6	7,87597
7	7	7,78445
8	8	7,67828
9	9	7,55725
10	10	7,4215
11	11	7,27118
12	12	7,10653
13	13	6,92791
14	14	6,73578
15	15	6,53082
16	16	6,31326
17	17	6,08404
18	18	5,8438
19	19	5,59317
20	20	5,33278
21	21	5,06315
22	22	4,7847
23	23	4,49788
24	24	4,20236
25	25	3,89835
26	26	3,58558
27	27	3,2636
28	28	2,93179
29	29	2,58938
30	30	2,23546
31	31	1,8693
32	32	1,48933
33	33	1,09483
34	34	0,68481
35	35	0,25834

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
36	36	-0,1854
37	37	-0,6469
38	38	-1,1267
39	39	-1,6247
40	40	-2,1406
41	41	-2,6738
42	42	-3,2229
43	43	-3,7858
44	44	-4,3597
45	45	-4,9407
46	46	-5,5242
47	47	-6,1039
48	48	-6,6728
49	49	-7,2227
50	50	-7,7446
51	51	-8,2298
52	52	-8,6695
53	53	-9,0572
54	54	-9,3886
55	55	-9,6622
56	56	-9,8799
57	57	-10,046
58	58	-10,168
59	59	-10,253
60	60	-10,31
61	61	-10,347
62	62	-10,371
63	63	-10,388
64	64	-10,404
65	65	-10,422
66	66	-10,446
67	67	-10,478
68	68	-10,519
69	69	-10,569
70	70	-10,631
71	71	-10,704

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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
109	109	-17,128
110	110	-17,393
111	111	-17,672
112	112	-17,966
113	113	-18,276
114	114	-18,6
115	115	-18,94
116	116	-19,293
117	117	-19,656
118	118	-20,026
119	119	-20,396
120	120	-20,758
121	121	-21,1
122	122	-21,408
123	123	-21,667
124	124	-21,862
125	125	-21,98
126	126	-22,012
127	127	-21,959
128	128	-21,826
129	129	-21,626
130	130	-21,377
131	131	-21,096
132	132	-20,802
133	133	-20,508
134	134	-20,229
135	135	-19,974
136	136	-19,75
137	137	-19,563
138	138	-19,414
139	139	-19,305
140	140	-19,234
141	141	-19,199
142	142	-19,194
143	143	-19,211
144	144	-19,24
145	145	-19,269

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
72	72	-10,787
73	73	-10,881
74	74	-10,985
75	75	-11,098
76	76	-11,219
77	77	-11,349
78	78	-11,486
79	79	-11,63
80	80	-11,779
81	81	-11,933
82	82	-12,092
83	83	-12,254
84	84	-12,419
85	85	-12,587
86	86	-12,756
87	87	-12,927
88	88	-13,098
89	89	-13,27
90	90	-13,443
91	91	-13,616
92	92	-13,789
93	93	-13,962
94	94	-14,135
95	95	-14,309
96	96	-14,484
97	97	-14,66
98	98	-14,838
99	99	-15,018
100	100	-15,201
101	101	-15,387
102	102	-15,578
103	103	-15,775
104	104	-15,978
105	105	-16,188
106	106	-16,407
107	107	-16,636
108	108	-16,876

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis iri 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
183	177	-19,726
184	176	-20,091
185	175	-20,553
186	174	-21,072
187	173	-21,585
188	172	-21,99
189	171	-22,171
190	170	-22,041
191	169	-21,6
192	168	-20,929
193	167	-20,144
194	166	-19,341
195	165	-18,585
196	164	-17,908
197	163	-17,329
198	162	-16,851
199	161	-16,474
200	160	-16,195
201	159	-16,007
202	158	-15,903
203	157	-15,875
204	156	-15,913
205	155	-16,005
206	154	-16,137
207	153	-16,293
208	152	-16,454
209	151	-16,601
210	150	-16,715
211	149	-16,782
212	148	-16,791
213	147	-16,741
214	146	-16,638
215	145	-16,493
216	144	-16,321
217	143	-16,139
218	142	-15,961
219	141	-15,799

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
146	146	-19,284
147	147	-19,269
148	148	-19,213
149	149	-19,108
150	150	-18,949
151	151	-18,743
152	152	-18,498
153	153	-18,23
154	154	-17,956
155	155	-17,692
156	156	-17,454
157	157	-17,257
158	158	-17,111
159	159	-17,026
160	160	-17,011
161	161	-17,072
162	162	-17,214
163	163	-17,439
164	164	-17,751
165	165	-18,145
166	166	-18,617
167	167	-19,151
168	168	-19,721
169	169	-20,286
170	170	-20,784
171	171	-21,15
172	172	-21,325
173	173	-21,289
174	174	-21,071
175	175	-20,735
176	176	-20,351
177	177	-19,983
178	178	-19,675
179	179	-19,455
180	180	-19,343
181	179	-19,348
182	178	-19,476

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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
257	103	-19,726
258	102	-19,341
259	101	-18,968
260	100	-18,606
261	99	-18,255
262	98	-17,914
263	97	-17,582
264	96	-17,259
265	95	-16,944
266	94	-16,637
267	93	-16,336
268	92	-16,042
269	91	-15,754
270	90	-15,472
271	89	-15,194
272	88	-14,921
273	87	-14,652
274	86	-14,387
275	85	-14,125
276	84	-13,867
277	83	-13,612
278	82	-13,359
279	81	-13,11
280	80	-12,863
281	79	-12,619
282	78	-12,376
283	77	-12,136
284	76	-11,899
285	75	-11,663
286	74	-11,429
287	73	-11,198
288	72	-10,968
289	71	-10,74
290	70	-10,514
291	69	-10,289
292	68	-10,065
293	67	-9,8426

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
220	140	-15,664
221	139	-15,563
222	138	-15,502
223	137	-15,484
224	136	-15,512
225	135	-15,587
226	134	-15,71
227	133	-15,881
228	132	-16,099
229	131	-16,365
230	130	-16,677
231	129	-17,034
232	128	-17,434
233	127	-17,877
234	126	-18,358
235	125	-18,875
236	124	-19,422
237	123	-19,992
238	122	-20,575
239	121	-21,159
240	120	-21,726
241	119	-22,254
242	118	-22,72
243	117	-23,097
244	116	-23,363
245	115	-23,505
246	114	-23,518
247	113	-23,411
248	112	-23,201
249	111	-22,911
250	110	-22,564
251	109	-22,179
252	108	-21,773
253	107	-21,356
254	106	-20,939
255	105	-20,526
256	104	-20,121

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis iri 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.

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
331	29	3,1958
332	28	3,53899
333	27	3,86986
334	26	4,1882
335	25	4,49385
336	24	4,78671
337	23	5,06672
338	22	5,33364
339	21	5,58783
340	20	5,82915
341	19	6,05769
342	18	6,27352
343	17	6,47677
344	16	6,66757
345	15	6,84611
346	14	7,01232
347	13	7,16666
348	12	7,30919
349	11	7,44008
350	10	7,55948
351	9	7,66752
352	8	7,7643
353	7	7,84981
354	6	7,92416
355	5	7,98728
356	4	8,03904
357	3	8,07931
358	2	8,10785
359	1	8,1244
360	0	8,12869

No	Sudut (Derajat)	Pola Radiasi (dB)
294	66	-9,6202
295	65	-9,3978
296	64	-9,1745
297	63	-8,9496
298	62	-8,7223
299	61	-8,4915
300	60	-8,2559
301	59	-8,0143
302	58	-7,7653
303	57	-7,5075
304	56	-7,2395
305	55	-6,96
306	54	-6,6677
307	53	-6,3616
308	52	-6,0409
309	51	-5,7053
310	50	-5,3548
311	49	-4,9893
312	48	-4,6097
313	47	-4,2171
314	46	-3,8126
315	45	-3,3979
316	44	-2,9748
317	43	-2,5452
318	42	-2,111
319	41	-1,6742
320	40	-1,2367
321	39	-0,8008
322	38	-0,3674
323	37	0,06153
324	36	0,48462
325	35	0,90061
326	34	1,30842
327	33	1,70709
328	32	2,09583
329	31	2,47397
330	30	2,8406

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis iri 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.

LAMPIRAN E

PENGUKURAN *PROTOTYPE* ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR PATCH ARRAY 1X2 MIMO 2X2* UNTUK RADIO AKSES 5G

Setelah proses pabrikasi selesai, maka *prototype* antena mikrostrip dilanjutkan ke tahap pengukuran yang dilakukan oleh teknisi laboratorium yang berlokasi di *Electrical Engineering* Universitas Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) menggunakan perangkat *Network Analyzer E5071C* untuk mengukur $S_{1,1}$ (koefisien refleksi) dan *bandwidth* pada antena mikrostrip.

Data hasil pengukuran $S_{1,1}$ (koefisien refleksi) dan *bandwidth prototype* antena mikrostrip *rectangular patch array 1x2 mimo 2x2* untuk radio akses 5G dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel E.1 Data Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi *Prototype* Antena Mikrostrip *Rectangular Patch Array 1x2 Mimo 2x2*

No	Frekuensi (GHz)	Koefisien Refleksi (dB)
1	13,5	-14,522226
2	13,78	-15,999583
3	14,06	-17,345835
4	14,34	-19,970676
5	14,62	-23,205475
6	14,9	-24,740477
7	15,18	-25,431078
8	15,46	-28,517374
9	15,74	-28,269766
10	16,02	-23,379848
11	16,3	-21,469288
12	16,58	-20,150887
13	16,86	-19,542677
14	17	-19,515932

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.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Harisman yang akrab dipanggil Risman, lahir di Air Tiris, 17 Maret 1997. Merupakan anak keempat dari delapan bersaudara dari pasangan Bapak H. Amirullah dan Ibu Hj. Murniati yang beralamat di Jln. Dr. A. Rahman Saleh, RT 002 RW 008, Kelurahan Bangkinang, Kecamatan Bangkinang Kota, Kabupaten Kampar, RIAU.

Penulis dapat dihubungi melalui:

Email: Ocuharisman@gmail.com

HP: +6282382873022

Pengalaman pendidikan yang pernah ditempuh penulis dimulai dari SD Negeri 052 Air Tiris pada tahun 2002 – 2008, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Kampar pada tahun 2008 – 2011, dilanjutkan di SMK Negeri 1 Bangkinang tahun 2011 – 2014. Tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi dengan kuliah di Perguruan Tinggi UIN Sultan Syarif Kasim RIAU di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Telekomunikasi dengan penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrosip *Rectangular Patch Array* 1x2 MIMO 2x2 Untuk Radio Akses 5G “.

© Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi

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 I

UIN SUSKA RIAU