



**MINIMISASI ANTENA MIKROSTRIP PADA *STATION CONTROL*
UNMANNED AERIAL VEHICLE MENGGUNAKAN TEKNIK
MULTILAYER PARASITIC ARRAY**

LAPORAN 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:

AHMAD ROFI'I

11655101082

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

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2021

**LEMBAR PERSETUJUAN****MINIMISASI ANTENA MIKROSTRIP PADA *STATION CONTROL*
UNMANNED AERIAL VEHICLE MENGGUNAKAN TEKNIK
*MULTILAYER PARASITIC ARRAY*****TUGAS AKHIR**

Oleh :

AHMAD ROFI'I**11655101082**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada Tanggal 04 Oktober 2021

Ketua Program Studi

Digitally
signed by
Zulfatri Aini
Tanggal:
2021.11.04
14:01:40 WIB

Dr. Zulfatri Aini, ST., MT
NIP. 1972 1021 200604 2 001

Pembimbing

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

- 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 PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

AHMAD ROFI'I


11655101082

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 04 Oktober 2021

Pekanbaru, 04 Oktober 2021

Mengesahkan,


Dekan



Dr. Hartono M.Pd
NIP. 1960301 199203 1 003

Ketua Program Studi

Digitally signed by Zulfatri Aini
Tanggal: 2021.11.06 12:10:56 WIB



Dr. Zulfatri Aini, ST, MT
NIP. 1972 1021 200604 2 001

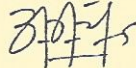
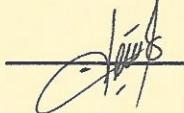
Dewan Penguji :

Ketua : Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom

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

Anggota I : Rika Susanti, ST, M.Eng

Anggota II : Sutoyo, ST, MT

Digitally signed by Sutoyo
Tanggal: 2021.10.27 14:29:37 WIB



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 satu 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 Surat:

Nomor : Nomor 25/2021

Tanggal : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Rofi'i
 NIM : 11655101082
 Tempat/ Tgl. Lahir : Bangun jaya/26-04-1998
 Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* : **minimisasi antena mikrostrip pada station control *unmanned aerial vehicle* menggunakan teknik *multilayer parasitic array***

Menyatakan dengan sebenar-benarnya:

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana disebutkan diatas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya sampaikan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya*) saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 10 November 2021

Yang membuat pernyataan



AHMAD ROFI'I
NIM. 11655101082

*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

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 HAK ATAS KELAYAKAN 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 Dititipkan Untuk RIAU

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

LEMBAR 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, 04 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,

AHMAD ROFI'I

NIM. 11655101082

UIN SUSKA RIAU

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



LEMBAR 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 pahaa yang berlipat ganda. *Aamiin.*

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.



MINIMISASI ANTENA MIKROSTRIP PADA *STATION CONTROL* *UNMANNED AERIAL VEHICLE* MENGGUNAKAN TEKNIK *MULTILAYER PARASITIC ARRAY*

AHMAD ROFI'I

11655101082

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Unmanned Aerial Vehicle merupakan salah satu alat pemantau udara yang membutuhkan antena dengan ukuran yang kecil pada *station control* untuk mempermudah dalam mengendalikannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan antena mikrostrip dengan ukuran yang lebih kecil dari hasil penelitian sebelumnya yang disesuaikan dengan kebutuhan UAV. Dalam penelitian ini antena mikrostrip menggunakan *patch* persegi yang disusun dengan teknik *multilayer parasitic array* untuk memperkecil ukuran antena dan menjaga *gain* agar tetap tinggi. Antena mikrostrip yang dirancang pada penelitian ini menggunakan *Software CST Microwave Studio Suite 2010* dan dilakukan simulasi. Pada perancangan ini menghasilkan antena mikrostrip dengan *koefisien refleksi* sebesar -18,82 dB, *bandwidth* 170 MHz, pola radiasi *unidirectional*, *gain* 11,72 dB, polarisasi *circular* dan memiliki ukuran yang kecil 21.800 mm³. Dari hasil penelitian ini dibandingkan dengan antena sebelumnya terdapat beberapa kelebihan yaitu ukuran antena yang lebih kecil sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada UAV.

Kata kunci: Antena mikrostrip, CST, *Gain*, *Multilayer Parasitic Array*, UAV

- 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.



MINIMIZATION OF MICROSTRIP ANTENNA ON STATION CONTROL UNMANNED AERIAL VEHICLE USING MULTILAYER PARASITIC ARRAY TECHNIQUE

AHMAD ROFI'I

11655101082

Departement of Electrical Engineering

Faculty of Science And Technology

Sultan Syarif Kasim State Islamic University of Riau

Soebrantas Street, Number. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicle was an air monitoring device that requires a small antenna on the control station to make it easier to control. This study aimed to produce a microstrip antenna with a smaller size than the results of previous studies that are tailored to the needs of the UAV. In this study the microstrip antenna used a square patch arranged with a multilayer parasitic array technique to reduce the size of the antenna and keep the gain high. The microstrip antenna designed in this study used the CST Microwave Studio Suite 2010 software and simulation was carried out. This design produced a microstrip antenna with a reflection coefficient of -18.82 dB, 170 MHz bandwidth, unidirectional radiation pattern, 11.72 dB gain, circular polarization and has a small size of 21,800 mm³. From the result of this study compared to the previous antenna there was several advantages that is the size of the antenna was smaller in accordance with the specifications required on the UAV.

Keywords: *Microstrip antenna, CST, Gain, Multilayer Parasitic Array, UAV.*

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.



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 **“Minimisasi Antena Mikrostrip pada Station Control Unmanned Aerial Vehicle Menggunakan Teknik Multilayer Parasitic Array”**. Teriring *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 materi demi keberhasilan penulis dalam meraih cita-cita.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajjab M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono. M.pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Sutoyo ST. MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. 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.



7. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

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

Bapak Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dalam menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir.

Ibu Rika Susanti, ST, M.Eng selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini

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

Bapak Oktaf Brilian Kharisma, 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.

Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro khususnya konsentrasi telekomunikasi angkatan 2016 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, 04 Oktober 2021

Penulis

AHMAD ROFI'I



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMBANG	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 <i>Unmanned Aerial Vechile</i>	II-2
2.3 Antena	II-3
2.4 Antena Mikrostrip.....	II-7
2.4.1 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip	II-8
2.4.2 Elemen Antena Mikrostrip.....	II-8
2.4.3 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip.	II-1
2.5 Antena <i>Patch</i> Persegi Panjang	II-12
2.6 Pencatuan Antena Mikrostrip.....	II-14

Hak Cipta Ditujukan Kepada UIN Suska Riau

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

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

b. Penguipaan 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.

2.7 Antena Mirkostrip <i>Array</i>	II-15
2.8 Antena Mikrostrip <i>Front End Parasitic</i> (Tumpuk).....	II-16
2.9 Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	II-17

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 Mikrostrip.....	III-3

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Perhitungan Nilai Parameter Antenna Mikrostrip	IV-1
4.1.1 Menghitung ukuran <i>patch</i> persegi panjang	IV-1
4.1.2 Menghitung ukuran <i>groundplane</i>	IV-2
4.1.3 Menghitung ukuran saluran pencatu	IV-2
4.2 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-3
4.3 Optimasi Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-6
4.4 Hasil Simulasi Antenna Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-6
4.4.1 <i>Koefisien refleksi (s11)</i> antena <i>multilayer parasitic array</i>	IV-7
4.4.2 <i>Bandwidth</i> antena <i>multilayer parasitic array</i>	IV-7
4.4.3 Pola radiasi antena <i>multilayer parasitic array</i>	IV-8
4.4.4 <i>Gain</i> antena <i>multilayer parasitic array</i>	IV-9
4.4.5 <i>Polarisasi</i> antena <i>multilayer parasitic array</i>	IV-9
4.5 Perbandingan Ukuran Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i> Dengan Antena Mikrostrip <i>Multilayer</i>	IV-10

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Gambar	Halaman
2.1.	Realisasi UAV	II-2
2.2.	Konsep Antena.....	II-3
2.3.	Pola Radiasi Antena.....	II-5
2.4.	Polarisasi Antena	II-7
2.5.	Antena Mikrostrip Umum	II-8
2.6.	Struktur Dasar Antena Mikrostrip	II-9
2.7.	Bentuk-Bentuk Patch Lainnya	II-9
2.8.	Pencatuan <i>Proble Coaxial</i>	II-11
2.9.	Pencatuan <i>Microstrip Line</i>	II-11
2.10.	Pencatuan <i>Single Feed Proximate</i>	II-12
2.11.	<i>Insert Feed</i>	II-12
2.12.	Struktur Antena Mikrostrip	II-13
2.13.	Teknik <i>Array</i>	II-16
2.14.	Antena <i>Front End Parasitic</i>	II-17
2.15.	Antena <i>Multilayer Parasitic Array</i>	II-18
3.1.	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-1
3.2.	<i>Flowchart</i> Perancangan	III-2
4.1.	Hasil Model Perancangan Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i> ...	IV-4
4.2.	Lapisan Pertama Antena Mikrostrip	IV-5
4.3.	Lapisan Kedua Antena Mikrostrip	IV-6
4.4.	Lapisan Ketiga Antena Mikrostrip	IV-6
4.5.	Lapisan Keempat Antena Mikrostrip	IV-7
4.6.	Nilai S11 dan <i>Bandwidth</i> Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-8
4.7.	Pola Radiasi Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-9
4.8.	Polarisasi Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-10
4.9.	Dimensi Antena Mikrostrip <i>Unmanned Aerial Vechile</i>	IV-11

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

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

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Konstanta Bahan Dielektrik	II-10
4.1. Hasil Perhitungan dan Optimasi Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i>	IV-3
4.2. Hasil Perbandingan Ukuran Antena Mikrostrip <i>Multilayer Parasitic Array</i> dan Antena <i>Multilayer</i>	IV-11

Hak Cipta Dimiliki 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 *Gain*
- 2.2. Rumus VSWR
- 2.3. Rumus *Bandwidth*
- 2.4. Rumus *Derctivitas*
- 2.5. Rumus Lebar *Patch* (W)
- 2.6. Rumus Panjang *Patch* (L)
- 2.7. Rumus Lebar *Groundplane* (Wg)
- 2.8. Rumus Panjang *Groundplane* (Lg)
- 2.9. Rumus Menentukan Nilai B
- 2.10. Rumus Menentukann Lebar *Fidder* (wf)
- 2.11. Rumus Menentukan Panjang Gelombang Udara λ_0
- 2.12. Rumus Menentukan Panjang Gelombang Dielektrik λ_g
- 2.13. Rumus Menentukann Panjang *Fidder* (Lf)



DARTAR LAMBANG

G	= <i>Gain</i> Antena
D	= <i>Directivitas</i> Antena
ϵ_r	= Efisiensi Antena
f₂	= Frekuensi Atas (GHz)
f₁	= Frekuensi Bawah (GHz)
BW	= <i>Bandwidth</i> (MHz)
$\Gamma(z)$	= Koefisien Refleksi
D_m	= <i>Directivitas</i>
G_m	= <i>Gain</i> Maksimum
ηA	= Efisiensi Antena
W	= Lebar <i>Patch</i> (mm)
L	= Panjang <i>Patch</i> (mm)
C	= Kecepatan Cahaya (m/s) 3×10^8
f	= Frekuensi Kerja (Hz)
ϵ_r	= Karakteristik Permivitas <i>Relative</i>
h	= Ketebalan <i>Substrate</i> (mm)
W_g	= Lebar <i>Groundplane</i> (mm)
L_g	= Panjang <i>Groundplane</i> (mm)
Z_o	= Impedansi Beban (Ohm)
B	= Besar Impedansi pada Saluran
λ_0	= Panjang Gelombang di Udara Bebas
λ_g	= Panjang Gelombang Dielektrik
L_f	= Panjang <i>Fidder</i>

- Hak Cipta Ditanggung Undanghng
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

UAV	=	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
GCS	=	<i>Ground Control Station</i>
LTE	=	<i>Long Term Evolution</i>
WLAN	=	<i>Wireless Local Area Network</i>
DGS	=	<i>Defected Ground Structure</i>
HPBW	=	<i>Half Power Beamwidth</i>
FNBW	=	<i>First Null Beamwidth</i>
VSWR	=	<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	A 1
LAMPIRAN B	B 1
LAMPIRAN C	C 1
LAMPIRAN D	D 1



Hak Cipta dan Pengingat Undang-Undang

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



1.1 Latar Belakang

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau yang sering disebut dengan *drone* adalah sebuah mesin terbang tanpa awak yang berfungsi sebagai pemantauan dengan kendali jarak jauh. UAV diprogram dengan perintah-perintah tertentu atau bahkan dijalankan dengan sistem pengendali secara otomatis yang lebih kompleks. Untuk menjalankan tugasnya, UAV dibutuhkan beberapa perangkat antara lain seperti: kamera dan *transmitter* pada UAV dan *receiver* pada *Ground Control Station* (GCS). Penerapan UAV di Indonesia sebagai pemantauan daerah dengan area perkebunan, hutan dan garis pantai yang luas. Dengan menggunakan UAV, maka dapat dengan mudah dilakukan pemantauan dan pembagian wilayah [1].

Dalam sistem komunikasi UAV dibutuhkan sebuah antena dengan kinerja yang baik. Antena itu sendiri adalah merupakan piranti pemancar dan penerima gelombang elektromagnetik di udara bebas. Salah satu antena yang digunakan adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki keunggulan antara lain ringan, profil yang tipis dan volume yang kecil, sehingga mudah fabrikasi dan dapat diproduksi secara massal [2]. Kendala terbesar dari sistem pengirim video ini adalah jarak tempuh UAV yang jauh dan pergerakan UAV yang tidak beraturan. Semakin jauh jarak yang ditempuh, maka semakin kecil sinyal yang diterima oleh *receiver* video. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah antena dengan nilai *gain* yang tinggi agar sinyal yang diterima *receiver* tetap maksimal [1]. Masalah yang dihasilkan dalam peningkatan nilai *gain* pada antena mikrostrip akan mempengaruhi dimensi antena yang besar. Dimensi antena dapat dikembangkan untuk menghasilkan perangkat yang simpel dan fleksibel sesuai dengan kebutuhan teknologi saat ini.

Penelitian antena mikrostrip dilakukan oleh [3] pada tahun 2018 dengan melakukan perancangan antena mikrostrip dengan *multilayer parasitic* untuk video pemantau udara pada *station control* UAV frekuensi 5,8 GHz. Antena yang dirancang merupakan antena tumpuk berjumlah 8 *direktor*. Dengan penambahan jumlah *direktor* menghasilkan peningkatan nilai *gain* yang signifikan. Pada penelitian ini memiliki dimensi antena yang cukup besar dan perlu dikembangkan agar menghasilkan dimensi yang lebih kecil.



Beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk memperkecil dimensi antenna. Namun, tetap menghasilkan nilai *gain* yang tinggi. Pada tahun 2012 [4] melakukan penelitian tentang antenna mikrostrip *multilayer parasitic* frekuensi 2,3 GHz untuk aplikasi LTE. Peneliti menyimpulkan bahwa dengan teknik penambahan *multilayer parasitic* dapat meningkatkan nilai *gain*. Antena yang dirancang memiliki lapisan sebanyak 3 *direktor* dan menghasilkan dimensi ukuran yang lebih kecil dari peneliti sebelumnya. Kekurangan dari metode ini yaitu nilai *gain* yang dihasilkan belum memenuhi standar pada UAV.

Ditahun yang berbeda, (2019) [5] melakukan penelitian dengan menggunakan metode *multilayer parasitic array* untuk *wireless* LAN frekuensi 2,4 GHz. Penulis menggunakan metode *multilayer parasitic array* untuk meningkatkan nilai *gain*. Antena yang dirancang memiliki 3 *direktor* dan *array* 2x2 yang saling terpisah. Hasil dari penelitian yaitu antenna yang dirancang menghasilkan dimensi antenna yang lebih kecil namun memiliki kekurangan pada nilai *gain* yang belum memenuhi standar pada UAV.

Dengan berbagai latar belakang yang telah diuraikan di atas, penulis akan mengembangkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [3]. Penelitian tersebut telah menghasilkan rancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic* untuk video pemantau udara pada *station control* UAV frekuensi 5,8 GHz, kelemahan dari penelitian sebelumnya yaitu Antena mikrostrip yang dihasilkan memiliki dimensi yang besar. Penulis tertarik ingin mengembangkan penelitian [3] dengan menggabungkan metode *multilayer parasitic* yang telah dilakukan oleh [4] dan metode *multilayer parasitic array* yang telah dilakukan oleh [5] untuk menghasilkan rancangan antenna dengan ukuran yang lebih kecil. Namun, menghasilkan nilai *gain* yang tinggi sesuai dengan spesifikasi UAV. Hasil rancangan antenna yang lebih kecil akan memudahkan dalam penerapannya di *station control*. Penulis melakukan penelitian dengan judul **“Minimisasi Antena Mikrostrip pada Station Control Unmanned Aerial Vehicle Menggunakan Teknik Multilayer Parasitic Array”**. Hasil perancangan nantinya akan diterapkan pada remot *control* UAV.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang antenna mikrostrip dengan ukuran yang lebih kecil dengan metode *multilayer parasitic array* namun memiliki spesifikasi yang dibutuhkan pada *station control* dengan frekuensi 5,8 GHz untuk *receiver* video pada UAV.



1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah rancangan antena mikrostrip dengan ukuran yang lebih kecil dengan metode *multilayer parasitic array*. Namun, memiliki spesifikasi yang dibutuhkan pada dengan frekuensi 5,8 GHz untuk *station control* pada UAV.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan yang diharapkan perlu adanya suatu batasan masalah agar pembahasan tidak terlalu luas dan lebih terarah. Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Antena yang digunakan dalam perancangan ini adalah mikrostrip atau *planar*.
2. Antena bekerja pada frekuensi 5,8 GHz untuk *station control* UAV.
3. Antena dirancang menggunakan *software CST Microwave Studio suite 2010*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menghasilkan antena mikrostrip dengan ukuran yang lebih kecil dengan metode *multilayer parasitic array* namun memiliki spesifikasi yang dibutuhkan pada *station control* UAV dengan frekuensi 5,8 GHz.



2.1 Penelitian Terkait

Penelitian tentang antena mikrostrip telah dilakukan pada tahun 2010, dalam meningkatkan nilai *gain* dengan judul “Perancangan Antena *Mikrostrip Rectangular 2x1 Array* Pada Aplikasi Wi-Fi”. Dalam penelitian tersebut nilai *gain* yang diperoleh sebesar 4,16 dB, lebih besar dari elemen tunggal [6]. Pada penelitian ini, penulis menyebutkan bahwa agar dapat dikembangkan lagi untuk memperoleh nilai *gain* yang lebih besar dengan menambah beberapa elemen pada *array*. Menambah beberapa elemen *array* nilai *gain* yang diperoleh akan meningkat. Namun, memiliki kelemahan yaitu dimensi akan semakin luas dan terdapatnya gelombang permukaan yang akan menurunkan efisiensi.

Penelitian dilanjutkan di tahun 2012, membahas tentang peningkatan nilai *gain* untuk aplikasi *Long Term Evolution* (LTE) yang beroperasi pada frekuensi 2,3 GHz dengan judul “Peningkatan *Gain* Antena Mikrostrip Lingkaran Menggunakan *Parasitic Radiator*”. Penulis berharap dengan menggunakan *parasitic radiator* (antena tumpuk *multilayer parasitic*) menghasilkan nilai *gain* yang besar dan dimensi antena yang lebih kecil. Nilai *gain* yang diperoleh meningkat 6,2 dB menjadi 8,2 dB [4].

Penelitian terus dikembangkan untuk menghasilkan nilai *gain* yang lebih besar. Pada tahun 2018, penelitian [3] melakukan penelitian tentang antena mikrostrip *multilayer parasitic* dengan judul “Antena Mikrostrip Polarisasi *Circular 5.8 GHz* Dengan *Multilayer Parasitic* Untuk Video Pemantau Udara Pada *Ground Control Station UAV*”. Pada penelitian ini membahas tentang penambahan elemen radiator pada *multilayer parasitic* untuk menghasilkan nilai *gain* yang besar. Dengan menambah jumlah direktor 8 elemen, hasil yang diperoleh yaitu meningkatnya nilai *gain* sebesar 60 %. Pada 1 elemen direktor nilai *gain* sebesar 4,405 dB menjadi 12,945 dB. Penambahan jumlah direktor akan menghasilkan antena dengan dimensi yang besar.

Selanjutnya, penelitian tersebut terus dikembangkan di tahun 2018 dengan menggabungkan metode *array* dan *multilayer parasitic*. Penelitian tersebut dengan judul” Perancangan dan Simulasi *Multilayer Parasitic* Antena *Array* Mikrostrip 1x2 Dengan *Patch* Persegi Untuk Aplikasi 2,4 GHz”. Dengan menggabungkan metode tersebut, penulis menarik kesimpulan bahwa nilai *gain* akan bervariasi. Antena tunggal menghasilkan nilai *gain* 4,3 dB, array 1x2 nilai *gain* 6,12 dB, dengan *parasitic* nilai *gain* 8,25 dB [7].

Kemudian pada tahun 2019, peneliti mengembangkan metode *parasitic radiator* (*front-end parasitic*) pada frekuensi 5,8 GHz dengan judul “Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Lingkaran *Multilayer Parasitic* Untuk Aplikasi *Wireless Local Area Network* (WLAN)”. Penulis mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menambahkan metode *Defected Ground Structure* (DGS) untuk mengurangi gelombang permukaan yang dapat menurunkan efisiensi antena. Nilai *gain* yang dihasilkan sebesar 7,08 dB dengan menunjukkan *return loss* -17,548 dB dan VSWR 1,299 [8].

Pada tahun yang sama, peneliti [5] melakukan penelitian pada antena mikrostrip untuk menghasilkan nilai *gain* yang lebih besar. Penelitian ini memberikan judul “Peningkatan *Gain* dengan Teknik *Multilayer Parasitic* Pada Perancangan Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 GHz”. Metode yang digunakan yaitu dengan menyusun elemen *patch array* 2×2. Namun, tidak menggunakan saluran catu daya. Selanjutnya, antena ditumpuk menggunakan *multilayer parasitic* untuk menghasilkan nilai *gain* yang besar. Peningkatan nilai *gain* yang dihasilkan sangat signifikan dari 3,224 dB elemen tunggal menjadi 8,593 dB, *return loss* -17,535, VSWR 1,306 dan *bandwidth* 85,8 MHz.

2.2 *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau yang sering disebut juga dengan *drone* adalah sebuah kendaraan pesawat terbang tanpa awak yang dikendalikan oleh manusia menggunakan remot/radio kontrol dari jarak jauh. Perangkat UAV dilengkapi dengan program yang dapat bekerja secara otonom untuk melakukan perintah atau bahkan dioperasikan dengan sistem pengendali otomatis yang lebih kompleks [9]. Pesawat tanpa awak diterapkan di Indonesia sebagai kegiatan militer, pemantauan daerah dan pembagian sebuah wilayah.



Gambar 2.1 Realisasi UAV
(Sumber: Rasyid, 2013) [9]

Perkembangan UAV yang dilakukan di berbagai negara-negara maju, salah satunya adalah negara Amerika Serikat. Terlihat dalam pengaplikasiannya dalam bidang pertempuran, karena kemampuan UAV dapat melakukan tugasnya seperti hal yang dilakukan oleh pesawat berawak. Kelebihan UAV yaitu tidak memerlukan pilot didalamnya dan kemampuan terbang juga ketahanan UAV tidak dibatasi oleh keterbatasan pilot. Seperti halnya pada saat pertempuran terjadi, kemudian pesawat ditembak oleh musuh dan jatuh, maka tidak akan terjadi kebocoran informasi juga ancaman nyawa saat bertugas [1].

2.3 Antena

Antena adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik untuk dapat mengirimkan sinyal diruang bebas dan diterima oleh penerima berupa sinyal elektromagnetik. Antena juga disebut dengan *transducer*, karena dapat mengubah energi listrik menjadi energi kebentuk lainnya. Antena merupakan perangkat terpenting pada gelombang radio yang sifatnya mengirim dan menerima sinyal tanpa menggunakan kabel. Pada umumnya Antena terdiri dari elemen atau susunan bahan logam yang terhubung dengan saluran transmisi dari pemancar maupun penerima yang berkaitan dengan gelombang elektromagnetik [10].



Gambar 2.2 Konsep Antena
(Sumber: Balanies,1982) [10]

Perkembangan antena semakin pesat berdasarkan kebutuhan yang semakin canggih dalam penggunaan alat telekomunikasi yang lebih *mobile* dan sederhana. Dengan pengiriman sinyal dari suatu pemancar ke penerima yang jauh menyebabkan gelombang elektromagnetik mengalami pengurangan, sehingga dapat menurunkan efisiensi antena dan mengakibatkan sinyal diterima oleh penerima akan semakin kecil atau bahkan tidak dapat lagi untuk dideteksi. Untuk dapat menerima sinyal dengan baik, maka diperlukan beberapa



parameter antenna yaitu: pola radiasi, polarisasi, penguatan (*gain*) yang tinggi dan pengarahannya yang lebar [10].

Parameter Antena adalah hal yang paling penting dalam melakukan perancangan dan analisis pada sebuah antena dikarenakan parameter antena juga sebagai tolak ukur dari performansi antena itu sendiri [2]. Ada beberapa parameter antena mikrostrip antara lain, yaitu:

1. *Gain* Antena (*G*)

Gain (pengarahannya) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. Semakin tinggi nilai *gain* pada antena, maka semakin baik antena tersebut dalam menerima sinyal. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti *watt*, *ohm*, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk *gain* adalah *decibel* [10]. Antena dengan *gain* tinggi memiliki karakteristik yang berbeda dengan antena *gain* yang rendah. *Gain* yang tinggi akan menyebabkan antena memiliki pola radiasi secara *directional* dan sebaliknya. *Gain* suatu antena akan mempengaruhi *directivitas* dan efisiensi antena, dan dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

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

Keterangan:

G = *gain* antena

D = *directivitas* antena

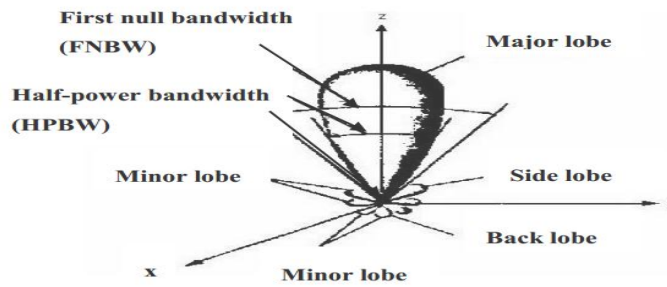
ϵ_r = efisiensi antena

2. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi sebuah antena didefinisikan sebagai gambaran grafis dari sifat-sifat pancaran antena sebagai fungsi dari koordinat ruang. Pada koordinat bola, sebuah titik radiasi merupakan fungsi dari *r*, *T* dan *F*. Komponen-komponen yang terdapat dalam gambaran pola radiasi adalah *main lobe*, *side lobe*, dan *back lobe*. Dari *main lobe* bisa dilihat parameter-parameter HPBW (*Half Power Beamwidth*) dan FNBW (*First Null Beamwidth*) [10].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar 2.3 Pola Radiasi Antena
(Sumber: Balanies, 1982) [10]

Adapun pola radiasi antenna dibedakan menjadi 3 yaitu :

- a. *Isotropic* adalah arah pancaran antenna ke segala arah sama besar pada seluruh bidang. Pola radiasi antenna *isotropic* dalam tiga dimensi bentuk pola radiasinya seperti bola.
- b. *Unidirectional* adalah arah pancaran antenna ke satu arah. Antenna dengan pola radiasi *unidirectional* sering digunakan pada komunikasi *point to point*.
- c. *Omnidirectional* adalah arah pancaran antenna ke berbagai arah dalam satu bidang sama besar.

3. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matching* impedansi input antenna dengan saluran *feeder*. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka:

- $\Gamma = -1$: refleksi negative maksimum, ketika saluran terhubung singkat.
- $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *match* sempurna.
- $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma(z)|}{1-|\Gamma(z)|} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\Gamma(z)$ = Koefisien refleksi

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($VSWR = 1$), yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun, kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk fabrikasi antena adalah $VSWR \leq 2$ [10].

4. *Bandwidth*

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan berapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar [11]. *Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.10:

$$BW = (f_2 - f_1) \tag{2.3}$$

Keterangan :

- f_2 = Frekuensi atas (GHz)
- f_1 = Frekuensi bawah (GHz)
- BW = *Bandwidth* (MHz)

5. *Directivitas* (pengarahannya antena)

Directivitas merupakan perbandingan antara rapat daya maksimum terhadap daya maksimum. Dalam penggunaannya, *directivitas* merupakan arah sumbu pancar dan terfokus layaknya lampu senter ketika disorotkan diudara bebas [10]. *directivitas* antena tergantung terhadap pola radiasi yang dihasilkan pada sebuah antena. Adapun *directivitas* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D_m = \frac{G_m}{\eta_A} \tag{2.4}$$

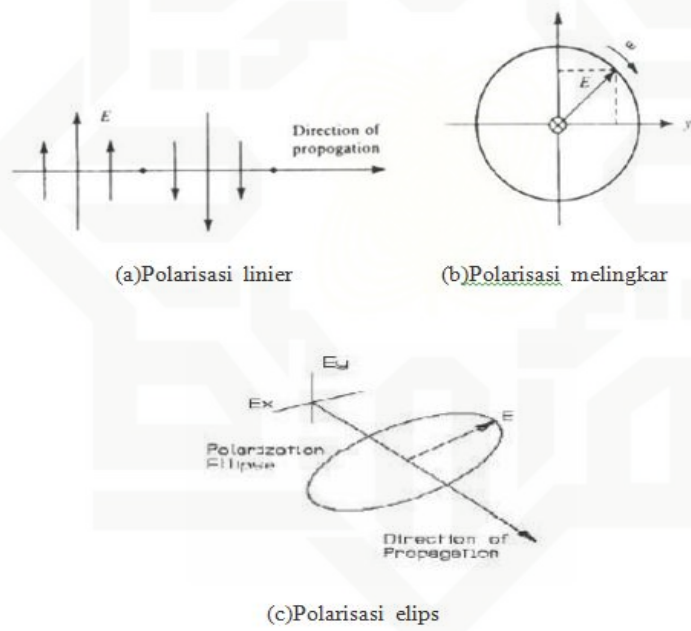
Keterangan :

- D_m = *directivitas*
- G_m = *gain* maksimum
- η_A = efisiensi antena

6. Polarisasi antena

Polarisasi antena merupakan informasi yang sangat penting tentang kearah mana orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan antena tersebut [12]. Ada beberapa jenis polarisasi antena, yaitu:

- a. Polarisasi linier, yaitu arah medan listrik tidak berubah-ubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah-ubah positif dan negatif.
- b. Polarisasi melingkar, yaitu arah medan listrik yang dipropagasikan horizontal dikatakan horizontal, sedangkan medan listrik yang dipropagasikan vertikal dikatakan vertikal. Polarisasi melingkar yang bidang polarisasi memiliki garis gaya listrik berputar melalui 360° .
- c. Polarisasi elips, yaitu persilangan antara polarisasi linier dan polarisasi melingkar.



Gambar. 2.4 Polarisasi Antena

(Sumber: Md Rafi UI Islam,2007) [12]

2.4 Antena Mikorstrip

Antena mikrostrip adalah suatu antena yang memiliki bentuk seperti lempengan tipis. Struktur antena mikrostrip terdiri dari *groundplane*, *substrate* dan *patch* [2]. Pada antena mikrostrip *groundplane* sebagai bidang pertahanan dari sinyal yang akan diradiasikan, *substrate* sebagai pembatas antara *groundplane* dengan *patch* dimana ketebalan dari *substrate* akan mempengaruhi efisiensi maupun dimensi antena dan *patch* merupakan elemen peradiasi sinyal pada sebuah antena tersebut.

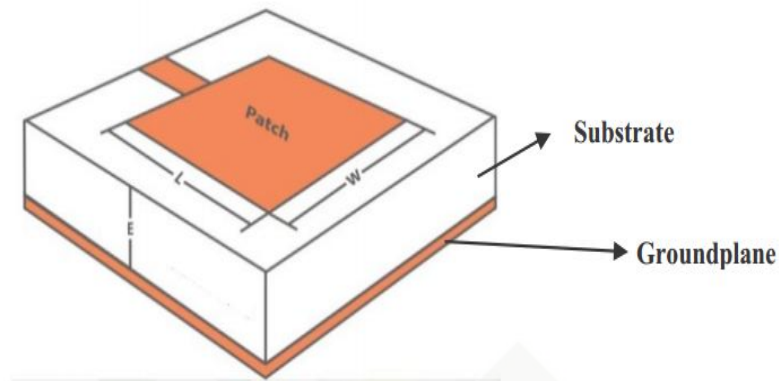
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan 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 2.5 Antena Mikrostrip Umum

(Sumber: Akila, 2018) [2]

2.4.1 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan pada berbagai aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antena yang kecil. Namun, selain memiliki kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan. Berikut kelebihan dan kekurangan antena mikrostrip.

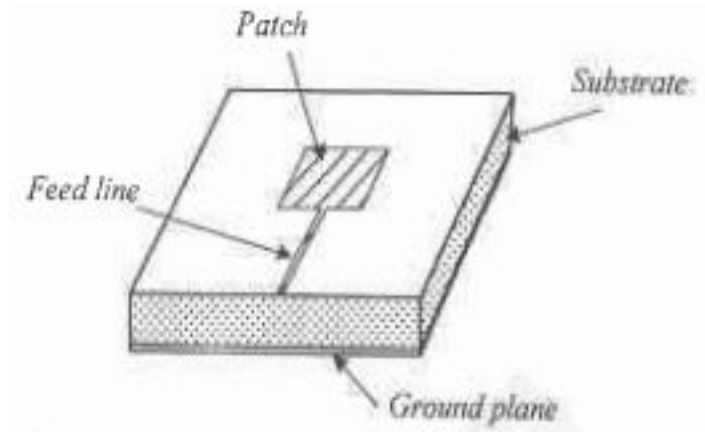
1. Kelebihan antena mikrostrip
 - a. Mudah direalisasi dan tidak memakan biaya yang besar
 - b. memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas
 - c. dapat dibuat untuk menghasilkan berbagai macam pola radiasi
 - d. mudah dikoneksikan dan diintegrasikan dengan *device* elektronik lainnya
2. kekurangan antena mikrostrip
 - a. memiliki efisiensi yang rendah
 - b. memiliki *bandwidth* yang sempit
 - c. memiliki pola radiasi yang rendah
 - d. memiliki pengarahannya yang rendah

2.4.2 Elemen Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan sebuah antena yang tersusun dari beberapa elemen yaitu: elemen peradiasi (*patch*), elemen substrat (*substrate*), elemen saluran pencatu (*feed line*) dan elemen pertahanan (*groundplane*) seperti ditunjukkan pada gambar 2.6.

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.

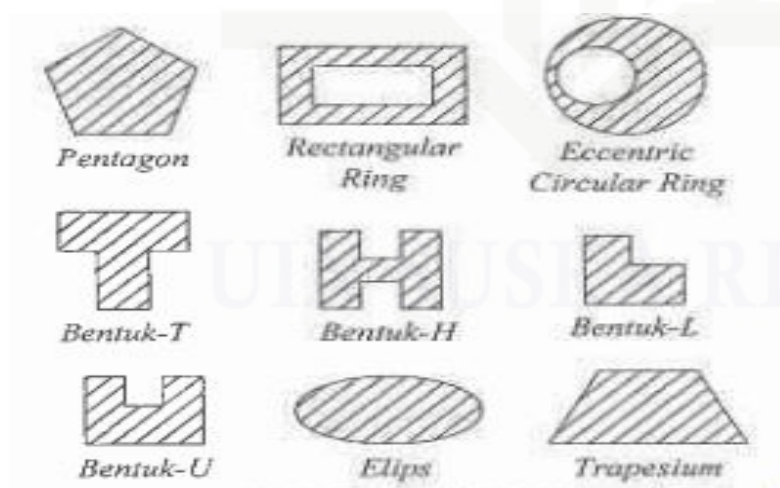


Gambar 2.6 Struktur Dasar Antena Mikrostrip
(Sumber:Garg,2001) [13]

Bagian-bagian elemen antena mikrostrip adalah sebagai berikut:

1. Elemen peradiasi (*patch*)

Elemen peradiasi (*patch*) merupakan sebuah lempengan konduktor tipis yang terdapat diatas *substate* beresonansi sesuai dengan frekuensi kerjanya. *Patch* berfungsi meradiasikan gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan yang memiliki ketebalan tertentu. Pada umumnya *patch* pada antena mikrostrip menggunakan bahan logam tembaga. Bentuk *patch* sangat bervariasi sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Adapun bentuk *patch* yang umum digunakan adalah bentuk segiempat, bentuk segitiga, bentuk lingkaran dan lainnya [13]. Terdapat bentuk lain yang dapat digunakan sebagai *patch* seperti ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bentuk-Bentuk Patch Lainnya
(Sumber:Garg,2001) [13]

2. Elemen substrat (*substrate*)

Elemen substrat (*substrate*) merupakan bahan dielektrik yang memisahkan antara patch dengan bidang pertahanan (*groundplane*). Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) yang berbeda-beda. Tabel 2.1 berikut memperlihatkan nilai konstanta dielektrik dari beberapa jenis bahan dielektrik.

Tabel 2.1 Konstanta Bahan Dielektrik

Jenis bahan (material)	Konstanta dielektrik (ϵ_r)
Udara	1
Foam	1.07
Epoxy FR4	4.4
RT/Duroid 5880	2.2
<i>Polysterene-quartz</i>	2.6
<i>Teflon-ceramic</i>	2.3
<i>Polyolefin-ceramic</i>	3-10
<i>Polyester-ceramic</i>	6
<i>Silicon</i>	3-25

Nilai konstanta dielektrik yang tinggi dapat mengurangi ukuran dari antena mikrostrip.

3. Elemen pertahanan (*groundplane*)

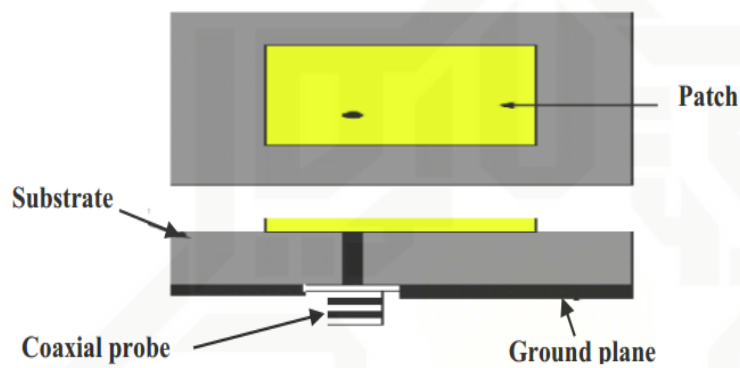
Elemen pertahanan (*groundplane*) merupakan bagian untuk menahan gelombang elektromagnetika terpancar kearah belakang antena. Dimensi bidang pertahanann memiliki ukuran yang sama besar dengan ukuran *substrate*. bahan yang digunakan pada *groundplane* yaitu *cooper annaled*.

2.4.3 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Adapun teknik dalam melakukan pencatuan antena dibagi dua yaitu pencatuan secara langsung dan tidak langsung. Pencatuan secara langsung dapat menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*, sedangkan untuk pencatuan secara tidak langsung yaitu menggunakan *coupling electromagnetic*, dimana tidak ada kontak *metallic* langsung antara *feed line* dan *patch*. Secara keseluruhan teknik pencatuan pada antena mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antena [14].

1. Teknik Pencatuan *Probe Coaxial*.

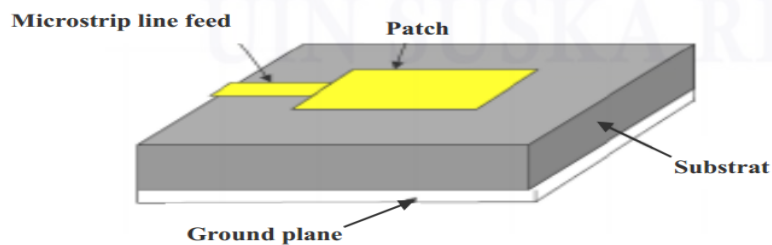
Seperti yang terlihat pada gambar 2.8 teknik pencatuan ini dilakukan dengan cara menyatukan konduktor dari kabel *coaxial* ke *patch* antenna secara langsung. Teknik ini memiliki keuntungan yaitu konduktor dapat ditempelkan pada titik manapun yang diinginkan, teknik ini mudah dalam proses pabrikan. Akan tetapi teknik ini mempunyai kelemahan yaitu perlunya pengeboran pada *substrate* untuk mencatu bagian *patch* dari bawah dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan cukup tinggi karena besar lubang akan mempengaruhi kinerja pada antenna [15].



Gambar 2.8 Pencatuan *Proble Coaxial*
(Sumber:Wong,2002) [15]

2. Teknik Pencatuan *Microstrip line feed*

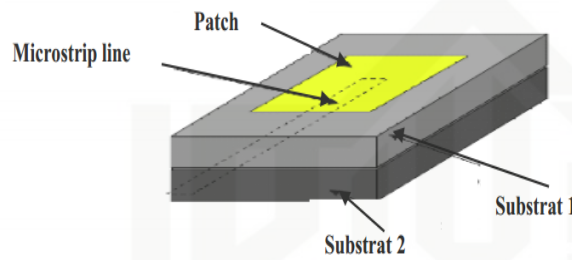
Pada teknik pencatuan *microstrip line feed* lebih mudah dalam proses pabrikan karena *feed line* dan elemen paradiasi dicetak pada *substrate* yang sama. Impedansi pada teknik ini juga lebih sederhana jika dibandingkan dengan teknik pencatuan lain. Seperti yang terlihat pada gambar 2.9, *patch* antenna dicatu pada bagian tepinya sehingga yang harus diperhatikan adalah impedansi pada tepi *patch* harus *match* dengan impedansi dari saluran agar terjadi transfer daya maksimum [14].



Gambar 2.9 Pencatuan *Microstrip Line*
(Sumber:Nakar,2004) [14]

3. Teknik Pencatuan *Single Feed Proximity*

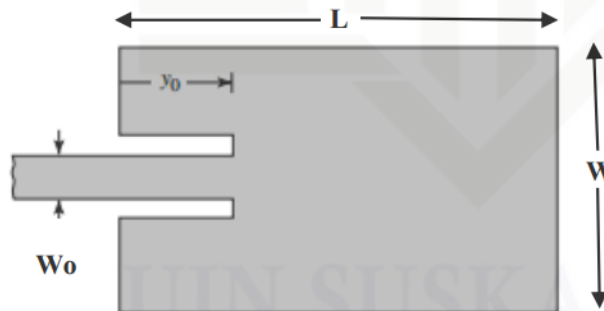
Berdasarkan gambar 2.10 teknik pencatuan ini terletak diantara dua layar dielektrik, *substrate* 1 dan 2. *Substrate* memiliki permitivitas dan ketebalan yang dapat bervariasi dan menjadi parameter desain. *Coupling electromagnetic* antara *microstripline* dan *patch* dapat menghasilkan pencatuan pada antena. Ketebalan *substrate* yang memisahkan antara *patch* dan *ground* didapatkan dengan menambahkan dua lapis *substrate* yang akan menambahkan *bandwidth* apabila dibandingkan dengan konfigurasi lapis tunggal [15].



Gambar 2.10 Pencatuan *Single Feed Proximate*
(Sumber:Wong,2002) [15]

4. Teknik Pencatuan *Insert feed*

Pada *microstrip line* dapat diubah dengan menambahkan *insert feed*, Seperti yang terlihat pada gambar 2.11 sebuah celah menyorok dari *microstrip line* ke dalam *patch*. Teknik ini dapat digunakan secara efektif untuk penyepadanan *patch* antena menggunakan *microstrip line* [11].

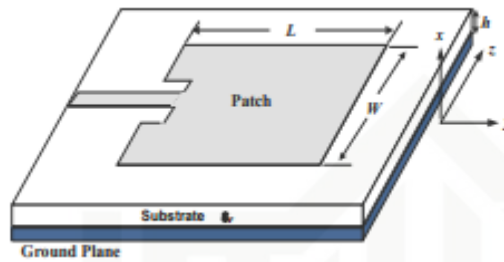


Gambar. 2.11 *Insert Feed*
(Sumber: Adipurnama,2002) [11]

2.5 Antena *Patch* Persegi Panjang

Antena *patch* persegi panjang merupakan salah satu antena dimana mudah dalam proses pabriikasi dan banyak digunakan dalam perancangan antena. Elemen peradiasi

dibuat dari logam dan memiliki ketebalan tertentu dan berfungsi meradiasikan gelombang elektromagnetik. *Patch* terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. Jenis logam yang biasa digunakan adalah tembaga dengan konduktivitas $5,8 \times 10^7$ s/m. *patch* berbentuk persegi panjang memiliki kelebihan lebih mudah dalam perancangan dan realisasi antenna.



Gambar. 2.12 Struktur Antena Mikrostrip

(Sumber: Adipurnama,2002) [11]

Sebelum melakukan perancangan antenna, ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan nilai dari beberapa komponen. Berikut adalah beberapa perhitungan yang digunakan dalam merancang *patch* persegi panjang antenna mikrostrip:

1. Menghitung ukuran *patch* persegi panjang pada antenna. mikrostrip sebagai berikut:
 - a. menghitung lebar *patch* persegi panjang (W) menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$W = \frac{c}{2fr} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

W = lebar *patch* (mm)

C = kecepatan cahaya (m/s) 3×10^8

f =frekuensi kerja (Hz)

ϵ_r = karakteristik permivitas *relative*

- b. Menghitung panjang *patch* persegi panjang (L) menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut:

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.

$$L = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- L = panjang *patch* (mm)
- C = kecepatan cahaya (m/s) 3×10^8
- f =frekuensi kerja (Hz)
- ϵ_r = karakteristik permivitas *relative*

2. Menghitung ukuran *groundplane* antenna mikrostrip sebagai berikut:

- a. Menghitung lebar *groundplane* (W_g) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.7, nilai W_{patch} yang digunakan adalah lebar *patch* sebelumnya.

$$W_g = 6h + W_{patch} \quad (2.7)$$

Keterangan:

- h = ketebalan *substrate* (mm)
- W_g = lebar *groundplane* (mm)
- W_{patch} = lebar *patch* (mm)

- b. Menghitung panjang *groundplane* (L_g) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.8, nilai L_{patch} yang digunakan adalah panjang *patch* sebelumnya.

$$L_g = 6h + L_{patch} \quad (2.8)$$

Keterangan:

- h = ketebalan *substrate* (mm)
- L_g = panjang *groundplane* (mm)
- L_{patch} = panjang *patch* (mm)

2.6 Pencatuan Antena Mikrosrip

Dalam proses perancangan, teknik pencatuan antenna mikrostrip merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan spesifikasi antenna. Pencatuan pada antenna mikrostrip akan mempengaruhi impedansi *input* dan karakteristik antenna teknik pencatuan

yang digunakan pada antena mikrostrip persegi panjang dapat dilakukan dengan teknik mikrostrip *line*.

Adapun untuk menghitung nilai dari impedansi karakteristik yang ditentukan oleh lebar saluran pencatuan (W_f), panjang saluran (L_f) dan tinggi substrat (h) seperti pada persamaan 2.10. Sebelum melakukan perhitungan lebar saluran pencatuan terlebih dahulu menentukan nilai B pada persamaan 2.9 sebagai berikut:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.9)$$

Dengan ϵ_r adalah konstanta dielektrik

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r}{2\epsilon_r} \left[\ln(b - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.10)$$

Keterangan:

- h = ketebalan *substrate* (mm)
- Z_0 = impedansi beban (Ohm)
- B = besar impedansi pada saluran
- ϵ_r = karakteristik permivitas relative

Untuk menentukan nilai panjang saluran pencatu menggunakan persamaan 2.13, sebelumnya harus menentukan beberapa nilai dari persamaan 2.11 dan 2.12.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2.11)$$

Dengan λ_0 = panjang gelombang di udara bebas.

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\epsilon_r} \quad (2.12)$$

λ_g merupakan panjang gelombang dielektrik dan L_f dapat dihitung dengan persamaan.

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g \quad (2.13)$$

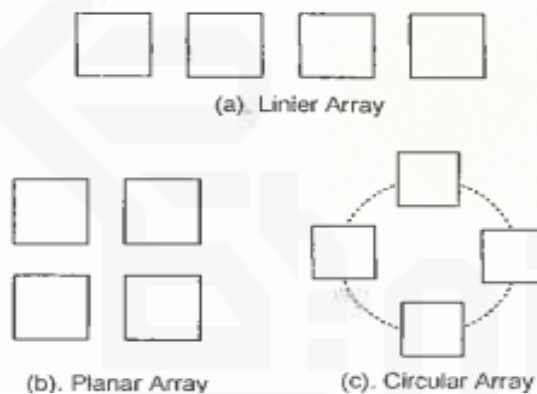
2.7 Antena Mikrostrip Array

Array merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam perancangan antena, dikarenakan memudahkan dalam realisasi antena. Metode *array* merupakan salah

satu cara untuk meningkatkan nilai *gain* pada antenna. Metode ini dilakukan dengan menyusun *patch* antenna yang identik. Semakin banyak antenna yang tersusun secara *array*, akan menghasilkan peningkatan pada nilai *gain* yang signifikan. Pada metode *array* terdapat sebuah gelombang permukaan yang akan menurunkan efisiensi antenna. Dengan susunan *array*, karakteristik antenna dapat diatur berdasarkan [16]:

- a. Konfigurasi geometri *patch*
- b. Penempatan relatif antar *patch*
- c. Amplitudo eksitasi dari setiap *patch*
- d. Fasa eksitasi dari setiap *patch*
- e. Pola relatif dari setiap *patch*

Berdasarkan konfigurasi geometri *patch*, teknik *array* antenna mikrostrip dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: *linier*, *planar* dan *circular*. Masing-masing konfigurasi dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Teknik *Array*

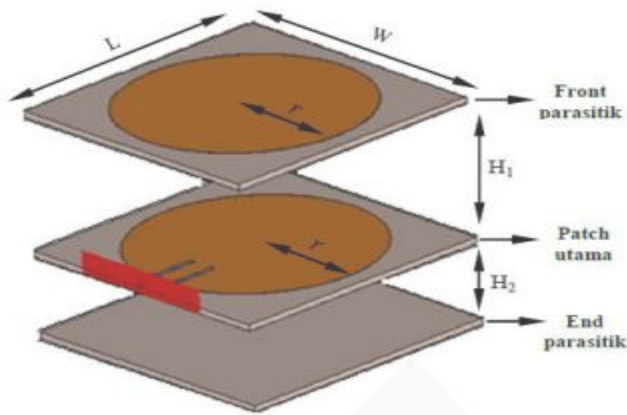
(Sumber:Balanis,2005) [16]

2.8 Antena Mikrostrip *Multilayer Parasitic* (Tumpuk)

Multilayer parasitic pada antenna mikrostrip dapat meningkatkan sedikit lebih besar nilai *gain* dibandingkan dengan antenna tunggal. Hal tersebut dipengaruhi oleh penambahan lapisan *patch* dan *substrate* diatas *groundplane* dan dikendalikan oleh panjang gelombang antenna tersebut. Semakin tinggi konfigurasi antenna yang ditumpuk maka akan menghasilkan nilai *gain* yang semakin besar. Pada metode *multilayer parasitic* terdapat celah atau *air gap* yang memisahkan antara *substrate* dan *ground plane* yang membuat *groundplane* menjadi *reflector* bagi *back lobe* dari antenna [4].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

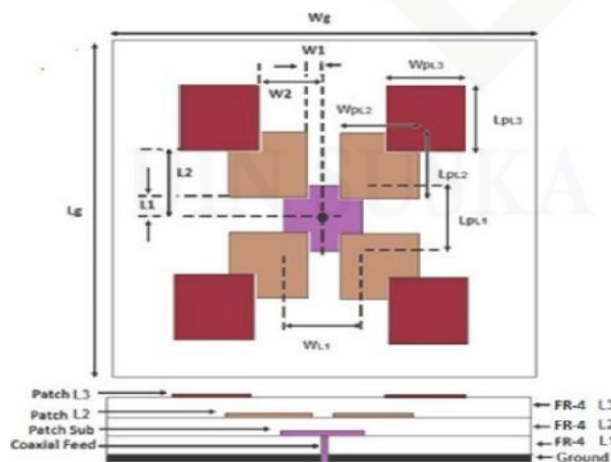
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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.2.14 Antena *Multilayer Parasitic*
(Sumber: Toto Supriyatno, 2012) [4]

2.9 Antena Mikrostrip *Multilayer Parasitic Array*

Antena mikrostrip yang menggunakan metode *multilayer parasitic* telah banyak dilakukan dalam berbagai aplikasi. Pada perancangan antena menggunakan metode *multilayer parasitic* memiliki kelebihan yaitu koefisien kopling yang ditimbulkan dipengaruhi oleh jarak ketinggian antena dan jarak antara patch antena yang digabungkan dapat disesuaikan. Selain itu ukuran *patch* dan parameter *substrate* dapat disesuaikan. Pada gambar 2.14 menunjukkan antena menggunakan metode *multilayer parasitic*, dimana lapisan pertama merupakan antena utama (*driven element*), lapisan 2 dan 3 merupakan antena dengan *patch array 2x2*. Pada metode *multilayer parasitic* terdapat udara untuk memisahkan antara lapisan yang disebut dengan *air gap*. Jarak ketinggian *air gap* dan jarak antar *patch* akan menghasilkan nilai *gain* yang tinggi secara signifikan dan efisiensi pada sebuah antena [17].



Gambar 2.15 Antena *Multilayer Parasitic Array*
(Sumber: Abdullah, 2012) [17]

Pada metode *multilayer parasitic array* merupakan pengembangan dari metode *array* untuk menghasilkan sebuah antena dengan dimensi yang lebih kecil. Selain itu, metode *multilayer parasitic* juga dapat menghasilkan nilai *gain* yang tinggi. Metode ini perlu dilakukan optimasi agar mendapatkan nilai parameter kinerja antena yang optimal sesuai dengan standar yang telah ditentukan pada 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

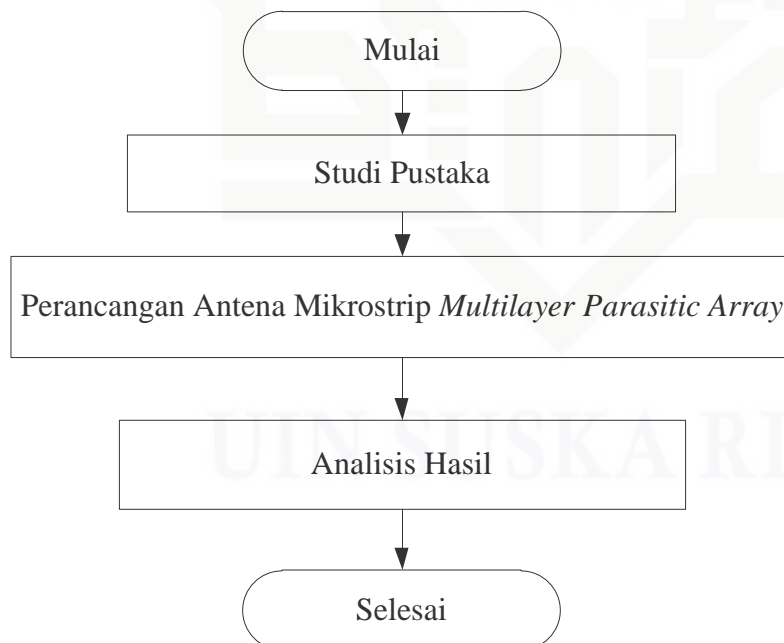
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini berbentuk penelitian kuantitatif, karena pada penelitian ini akan melakukan perhitungan serta menghasilkan data berupa angka. Data akan dianalisa sesuai dengan penelitian terkait dan dasar teori. Data yang ada berdasarkan dari penelitian-penelitian sebelumnya dijadikan sebagai gambaran untuk melanjutkan penelitian agar lebih terarah dan sejalan dengan fakta yang ada dilapangan. Berdasarkan data yang ada dari penelitian-penelitian sebelumnya, penulis gunakan sebagai gambaran dasar untuk memperkuat latar belakang pada penelitian. Dimulai dengan melakukan perancangan antena dan dilanjutkan dengan proses simulasi antena mikrostrip.

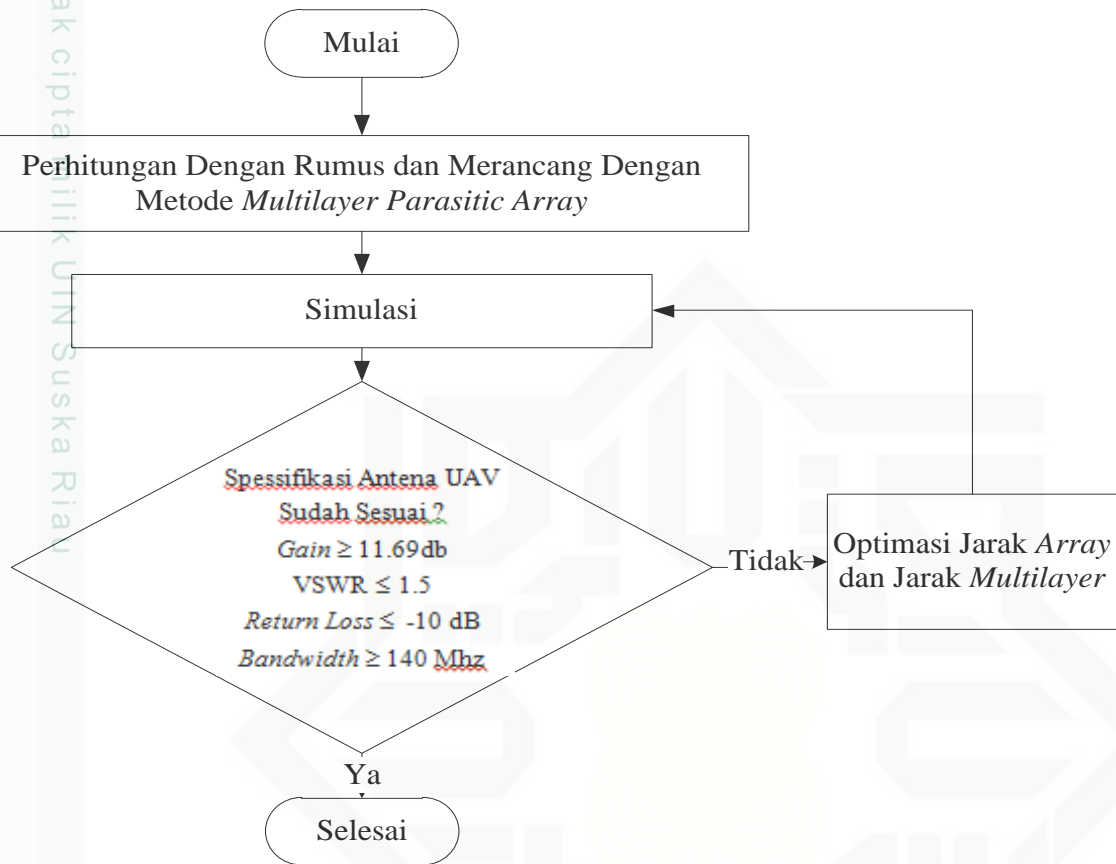
3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian dalam merancang antena mikrostrip persegi panjang *multilayer parasitic array* pada *station control unmanned aerial vehicle* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

Adapun proses perancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* untuk menghasilkan antenna yang diinginkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Flowchart Perancangan

3.3 Studi Pustaka

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu merancang antenna mikrostrip dengan dimensi yang kecil dan memiliki nilai gain yang tinggi dengan menggunakan metode *array* dan *multilayer* pada *station control unmanned aerial vehicle* frekuensi 5,8 GHz. Pada tahapan awal dalam mengajukan judul penulis mempelajari beberapa referensi dari jurnal-jurnal yang terkait dengan permasalahan yang akan diangkat di dalam penelitian yang akan dilakukan.

Penulis melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan data dan informasi dalam menyelesaikan masalah yang di angkat didalam penelitian ini secara ilmiah, untuk mempermudah dalam pengerjaan penelitian, dalam perumusan masalah, teori, tujuan, manfaat penelitian, menentukan batasan masalah, dan menentukan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Data informasi yang dijadikan dasar *referensi* yaitu jurnal ilmiah penelitian sebelumnya dan buku-buku, kemudian dari sumber lain yaitu yang diambil dari situs internet yang terkait dalam penelitian ini.



3.4 Perangkat dan Aplikasi Perancangan Antena Mikrostrip

Untuk melakukan perancangan antena mikrostrip persegi panjang *multilayer parasitic array* pada *station control* UAV diperlukan *hardware* dan *software*, adapun *hardware* dan *software* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Hardware

Perangkat yang digunakan dalam Merancang dan simulasi antena mikrostrip yaitu:

- a. Prosesor intel(R) core(TM) i3-3217U CPU @ 1.80GHz(4CPUs), ~ 1,8GHz
- b. RAM 2 GB
- c. *System type 32-bit Operating System*

2. Software

Aplikasi yang digunakan dalam merancang dan simulasi antena mikrostrip yaitu:

a. *Microsoft Windows 7 Ultimate*

Windows 7 Ultimate ini digunakan karena *competible* dengan *software* yang akan digunakan untuk menjalankan aplikasi perancangan antena mikrostrip.

b. *CST Microwave Studio 2010*

Software ini digunakan untuk merancang struktur dasar rancangan antena RLSA, memodifikasi, dan mensimulasikan rancangan tersebut, sehingga didapatkan parameter antena (*bandwidth, beamwidth, gain, pola radiasi*).

3.5 Spesifikasi Antena Mikrostrip UAV

Antena yang akan dirancang pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip *patch* persegi panjang *multilayer parasitic array* yang bekerja pada frekuensi 5,8 GHz sesuai dengan standar yang dibutuhkan oleh UAV[3]. Berikut spesifikasi yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

- a. Frekuensi = 5,8 GHz
- b. Pola radiasi = *unidirectional*
- c. VSWR = $\leq 1,5$
- d. *Bandwidth* = ≥ 140 MHz
- e. Polarisasi = *circular*
- f. Gain = $\geq 11,59$ dB



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Telah dilakukan perancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* yang bekerja pada frekuensi 5,8 Ghz. Antena mikrostrip yang dirancang dalam bentuk *patch* persegi panjang selanjutnya disusun dengan menggunakan metode *multilayer* dan *array*. Antena mikrostrip *multilayer parasitic array* dirancang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada UAV. Adapun spesifikasi antenna yang dibutuhkan pada UAV yaitu: *gain* $\geq 11,59$ dB, polarisasi *circular*, pola radiasi *unidirectional*, *bandwidth* ≥ 140 MHz. Kemudian pada perancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* diperoleh hasil simulasi telah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada UAV yaitu: *gain* 11,72 dB, polarisasi *circular*, pola radiasi *unidirectional*, *bandwidth* 170 MHz. Kelebihan penelitian *multilayer parasitic array* ini yaitu memiliki dimensi ukurannya yang lebih kecil sebesar 21.800 mm³ dimana pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode *multilayer* memiliki dimensi ukuran sebesar 55.000 mm³.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan perancangan antenna mikrostrip dengan menggunakan *patch* jenis lain seperti lingkaran, segitiga maupun segi enam dan menggunakan dengan metode jenis lainnya untuk menghasilkan dimensi antenna yang lebih kecil namun tetap menghasilkan nilai parameter sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh UAV.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. E. Prastika, "Faktor Pendorong Penggunaan Unmanned Aerial Vehicle oleh Amerika Serikat pada Operation Desert dan Operation Enduring Freedom", vol. 7, no. 1, Januari Universitas Airlangga, jurnal Analisis Hubungan Internasional, 2018.
- [2] P. Akila, P. Akshaya, P. Aparna, and J.M.S. Mol, "design and analysis of microstrip patch antenna using alumina and paper substrate for wifi application", 2018.
- [3] H. w. d. A. D. P. Yan Bagus A.S, "antena mikrostrip polarisasi sirkular 5.8 Ghz dengan front end parasitic untuk video pemantau udara pada ground control station UAV", vol. 5, no. 1, p. 354, maret 2018.
- [4] T. S. D. T. FIRMANSYAH, "jurnal ilmiah elite elektro," "peningkatan gain antena mikrostrip lingkaran menggunakan parasitic radiator", vol. 3, no. 1, pp. 1-5, maret 2012.
- [5] E.Y.D Utami, Chorintan Prabelia. F.D Setiaji Dan Yuyu Wahyu, "ELKA," "peningkatan gain dengan teknik multilayer parasitic pada perancangan antena mikrostrip persegi panjang 2.4 Ghz", vol. 11, no. 2, pp. 72-78, oktober 2019.
- [6] S. P. D. M. Y. Eka Wahyuni, "science engineering nasional seminar," "perancangan antena mikrostrip rectangular 2 array pada aplikasi wifi", pp. 150-154, 1 agustus 2015.
- [7] E. Fachrul Reiza Medina, "Perancangan dan Simulasi Multilayer Parasitic Antenna Array Mikrostrip 1x2 dengan Patch Persegi untuk Aplikasi 2.4 GHz", Oktober 2018.
- [8] E. U. Intan Cahyaningtyas, "Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika," "Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Lingkaran Multilayer Parasitic untuk Aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN)", vol. 18, no. 2, pp. 117-125, 2 Oktober 2019.
- [9] H. S. d. B. P. Darmawan Rasyid, "JURNAL TEKNIK POMITS," "Rancang Bangun Prototype Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dengan Tiga Rotor", vol. 2, no. 1, 2013.
- [10] A. Constantine Balanies, "Antenna Theory Analysis and Design", 1982.
- [11] A. B. Adipurnama, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena Mimo 4x4 Mikrostrip Patch Persegi Panjang 5,2 GHz Untuk Wifi 802.11 n", vol. 3, no. 1, EProceedings Eng 2016.
- [12] M. R. U. Islam, "Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna Design For Point To Point Communication at 5.8 GHz", M.Eng.thesis, Universiti Teknologi Malaysia, 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.



- [13] P. B. I. B. d. A. I. Ramesh Garg, "*mikrostrip antenna design Handbook*", London 2001.
- [14] P. S. Nakar, , "*Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices*", 2004..
- [15] K. Wong, , "*Compact Broadband Microstrip Antennas,*" "*Compact Circularly Polarized Microstrip Antennas*", p. 162–220, 2002..
- [16] Constantine, A.Balanis. , "*antenna from theory analysis and design*", edisi ketiga jhon willey and shons.Canada 2005 .
- [17] R. Abdullah, M.T Ali,N.Ismail,S.Omar,N.N.S.Ndzulkefli, "*ieee asia-pasific conference onapplied electromagnetics(apace),*" "*multilayer parasitic microstrip antenna array for wimax aplikation*", 11-13 Desember Melaka Malaysia 2012.

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

LAMPIRAN A

MERANCANG MODEL ANTENA MKROSTRIP PERSEGI PANJANG ELEMEN TUNGGAL

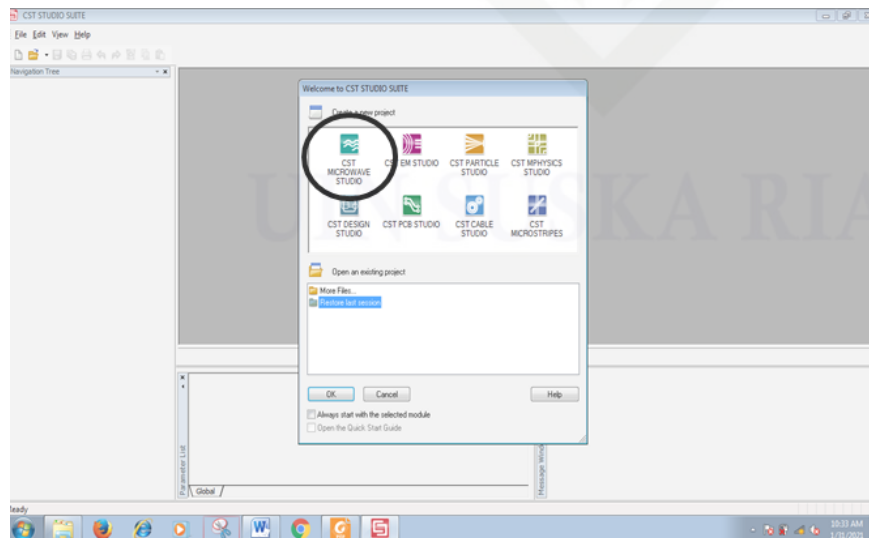
Pada tahap ini menjelaskan bagaimana proses perancangan antenna mikrostrip persegi panjang elemen tunggal pada *software CST studio suite 2010* sehingga proses perancangan cepat dan menghasilkan nilai yang tepat dan akurat. Nilai para parameter antenna yang dimasukkan kedalam *software* merupakan hasil dari perhitungan yang telah dicari sebelumnya. Adapun beberapa langkah dalam perancangan antenna mikrostrip sebagai berikut:

1. Instal *software CST studio suite 2010* pada pc/laptop, lalu buka *software CST studio suite 2010* seperti gambar dibawah ini:



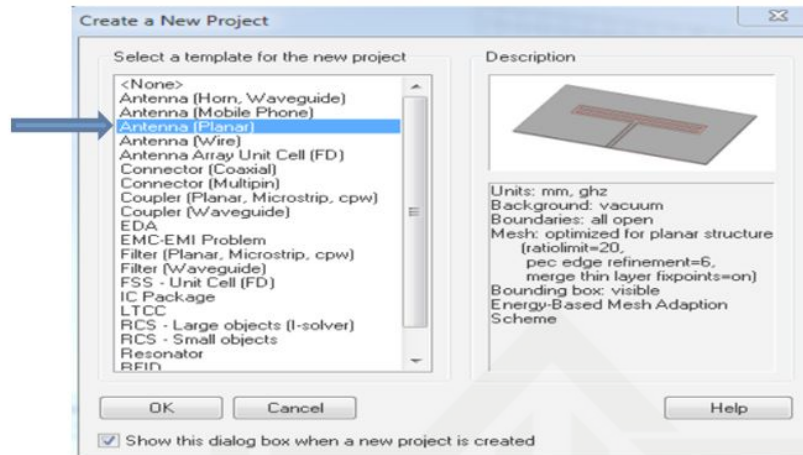
Gambar A.1 Icon *CST Studio Suite 2010*

2. Lalu muncul tampilan seperti gambar A.2, kemudian double klik *Icon CST Studio Suite*.



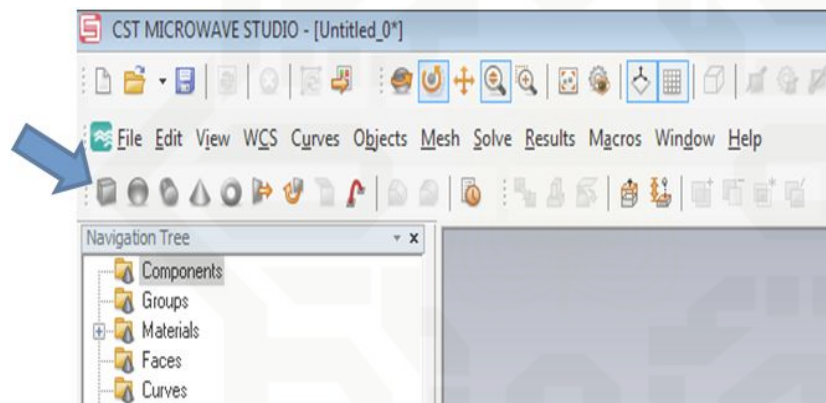
Gambar A.2 Tampilan Awal *CST Studio Suite 2010*

3. Kemudian klik antenna (planar) dengan cara *double klik* pada jenis antenna tersebut



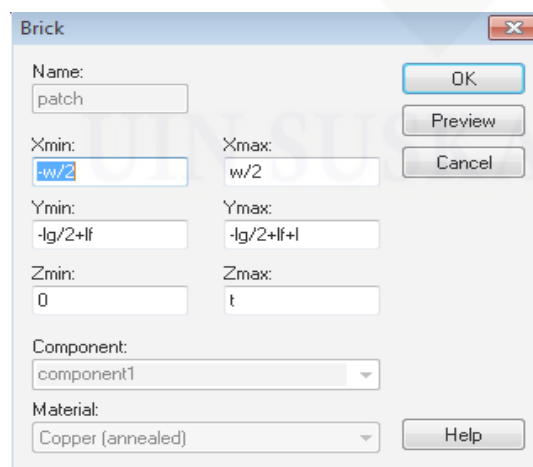
Gambar A.3 Tampilan *Create A New Project*

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



Gambar A.4 Tampilan Menu *CST Studio Suite 2010*

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

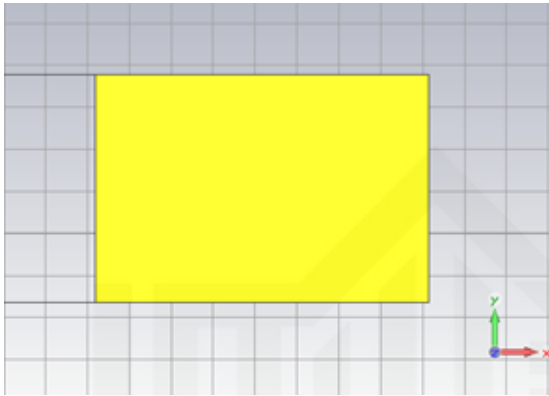


Gambar A.5 Tampilan *Create Brick*

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

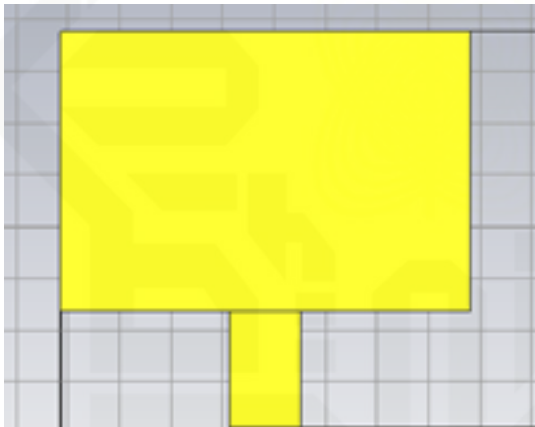
6. Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. 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.

Kemudian masukkan nilai-nilai dimensi antenna mikrostrip yang terdapat pada tabel 4.1 di bab IV. Perancangan ini dimulai dari perancangan *patch* menggunakan bahan *copper* pada *software CST Studio Suite 2010*. Pada perancangan ini menggunakan antenna tunggal (*single patch*) terlihat seperti gambar A.6 dibawah.



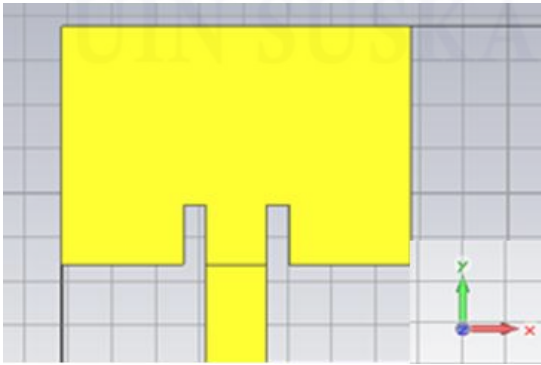
Gambar A.6 Tampilan *Patch* Persegi Panjang dalam Perancangan

Selanjutnya membuat *fidder* pada antenna mikrostrip seperti gambar A.7 di bawah



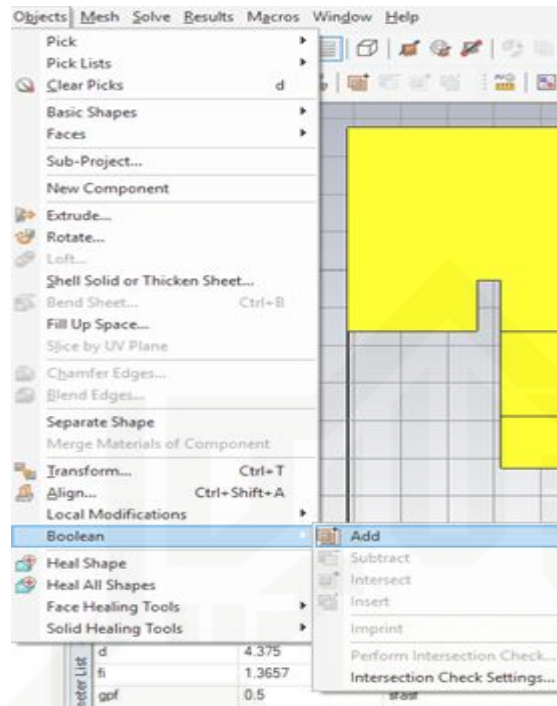
Gambar A.7 Tampilan *Patch* dan *Fidder* Antena Mikrostrip dalam Perancangan

Setelah membuat *patch* dan *fidder*, selanjutnya melakukan pemotongan pada *patch* antenna mikrostrip yang berbahan *nikel* seperti gambar A.8 dibawah.



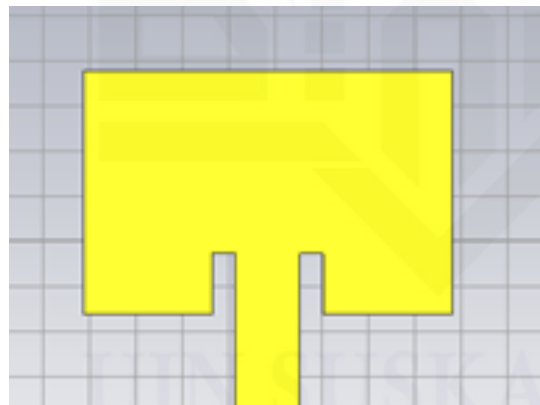
Gambar A.8 Tampilan *Patch* Dan *Fidder* Setelah Dilakukan Pemotongan

9. Selanjutnya menghubungkan *patch* dan *fidder* menjadi satu bagian dengan cara klik **Boolean Add** pada menu, seperti pada gambar A.9 dibawah



Gambar A.9 Tampilan *Boolean Add*

10. Setelah klik akan muncul tampilan antenna mikrostrip persegi panjang seperti gambar A.10 berikut

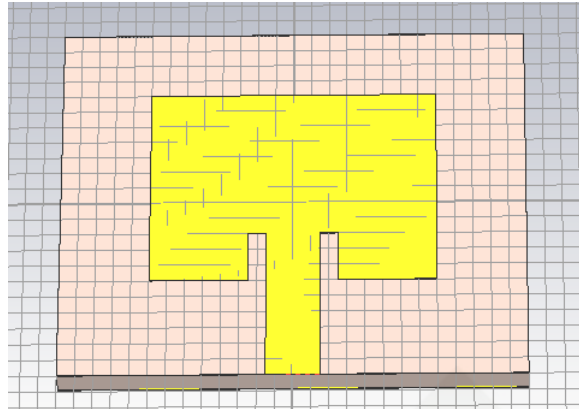


Gambar A.10 Tampilan *Patch* Antena Mikrostrip Persegi Panjang

11. Setelah *patch* antena mikrostrip selesai, selanjutnya membuat *substrate* antena mikrostrip terletak dibawah lapisan *patch* yang berbahan *Rogger Duroid RT5880* 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.



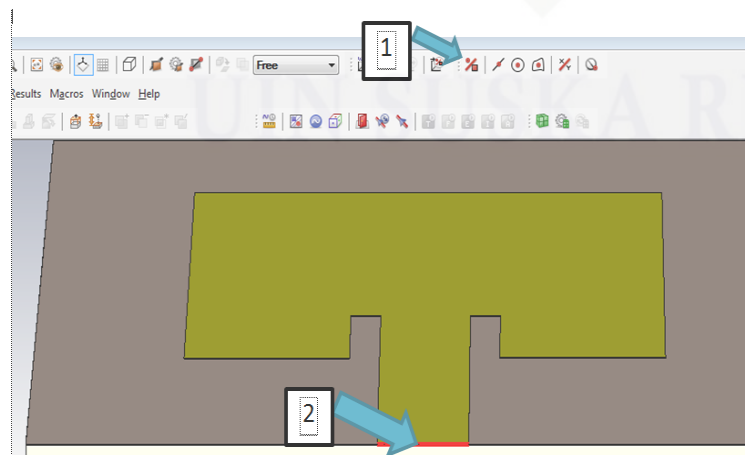
Gambar A.10 Tampilan *Patch* dan *Substrate* Antena Mikrostrip

12. Selanjutnya membuat *groundplane* dengan ukuran yang sama dengan ukuran *substrate* kecuali ketebalan, diletakkan pada bagian bawah *substrate* seperti pada gambar dibawah



Gambar A.10 *Groundplane* Antena Mikrostrip

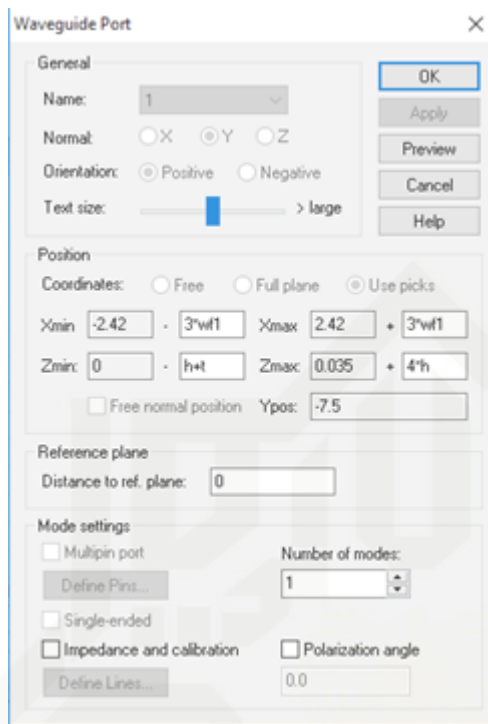
13. Selanjutnya melakukan perancangan pada *fidder* dengan cara klik 1 dan 2 pada gambar berikut



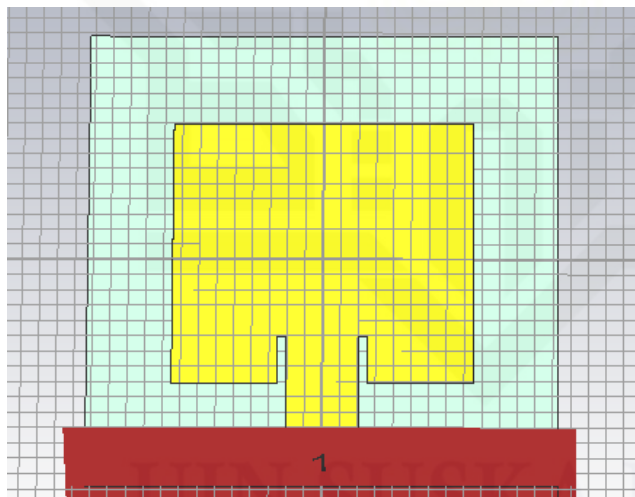
Gambar A.11 Rancangan *Fidder* Antena Mikrostriop

14. 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.

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



Gambar A.12 *Waveguide Port* Antena Mikrostrip

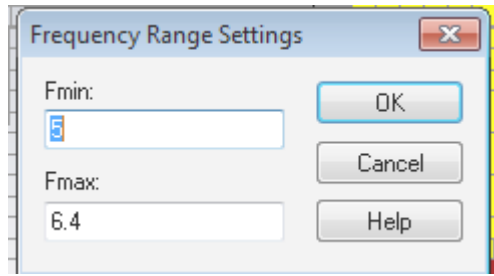


Gambar A.13 Tampilan *Port* Antena Setelah Dirancang

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.14 berikut ini.

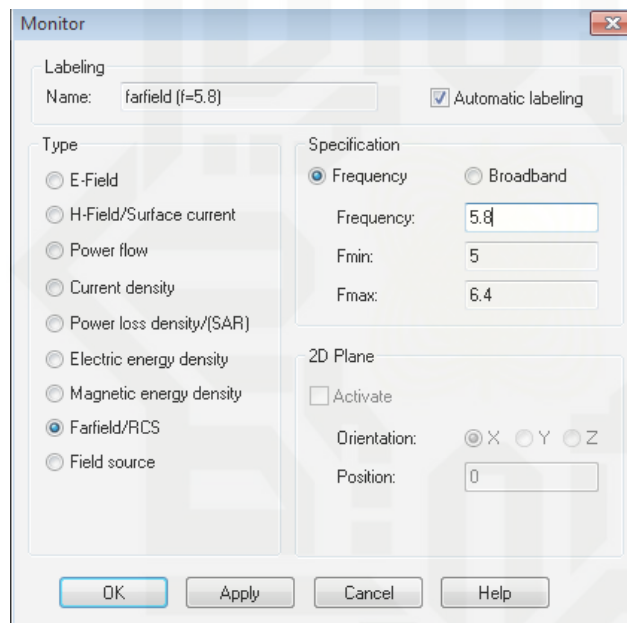
Hak Cipta Diindungi Undang-undang 16.

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



Gambar A.14 Range Frekuensi pada Antena Mikrostrip

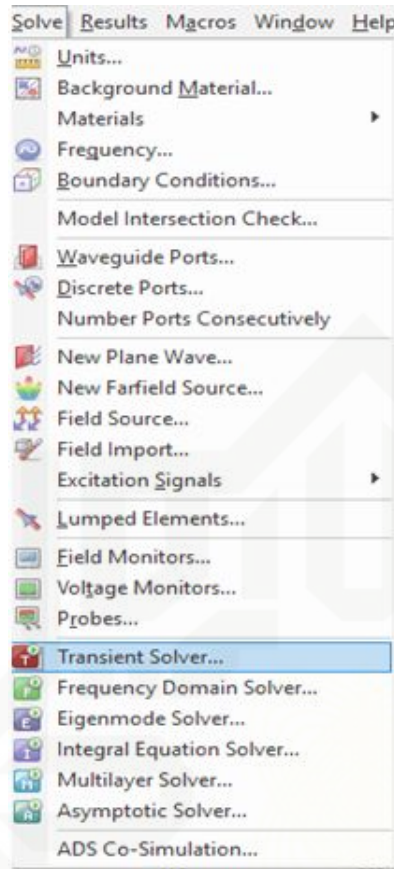
Kemudian pilih *Solve > Field Monitor >* lalu pilih *button Farfield/RCS >* tekan *Enter*, berikut ini untuk memilih parameter uji yang akan disimulasikan, pilih *button Farfield/RCS* untuk parameter medan jauh yang ingin digunakan sebagai parameter uji.



Gambar A.15 Pengaturan *Field Monitor*

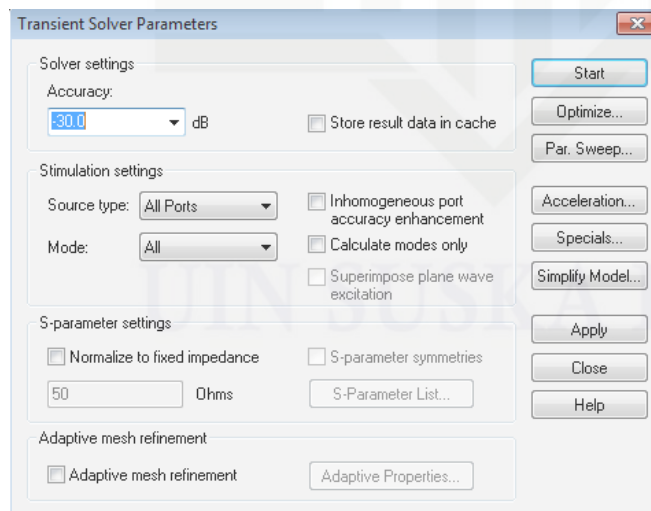
17. Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b.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

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



Gambar A.16 Tampilan *Transient Solver*

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



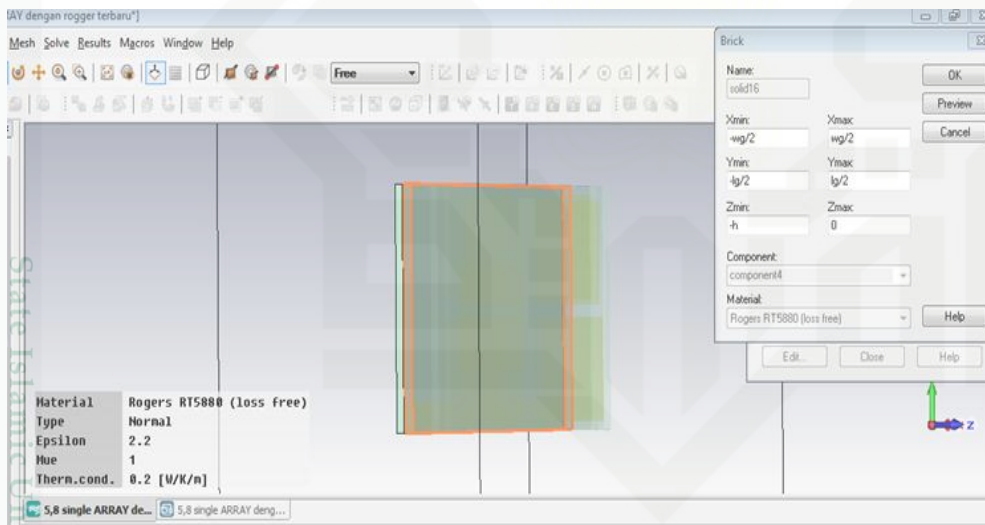
Gambar A.17 Tampilan *Transient Solver* Parameter Antena Mikrostrip

LAMPIRAN B

MERANCANG MODEL ANTENA MIKROSTRIP *MULTILAYER PARASITIC ARRAY*

Proses perancangan antenna mikrostrip persegi panjang elemen tunggal dilanjutkan dengan perancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* menggunakan *software CST Studio Suite 2010* agar didapatkan spesifikasi antenna yang dibutuhkan pada *unmanned aerial vehicle*. Adapun langkah-langkah proses rancangan antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama yang harus dilakukan dalam merancang antenna mikrostrip *multilayer parasitic array* yaitu dengan membuat *substrate* dan *groundplane* baru sebagai dasar antenna dengan ukuran yang sama pada *substrate* dan *groundplane* antenna utama. Proses perancangan *substrate* dan *groundplane* telah dijelaskan di lampiran A.



Gambar B.1 Perancangan *Substrate* dan *Groundplane*

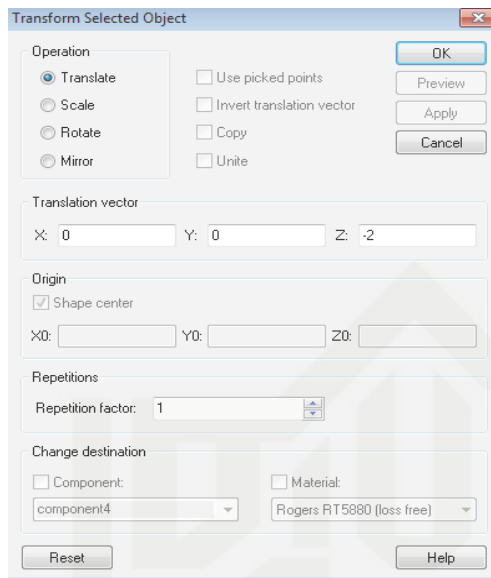
- Kemudian lakukan *transformasi* jarak pada komponen agar tidak menyatu dengan antenna utama dengan cara mengklik transformasi seperti gambar B 2.



Gambar B.2 Tampilan Menu *CST Studio Suite 2010*

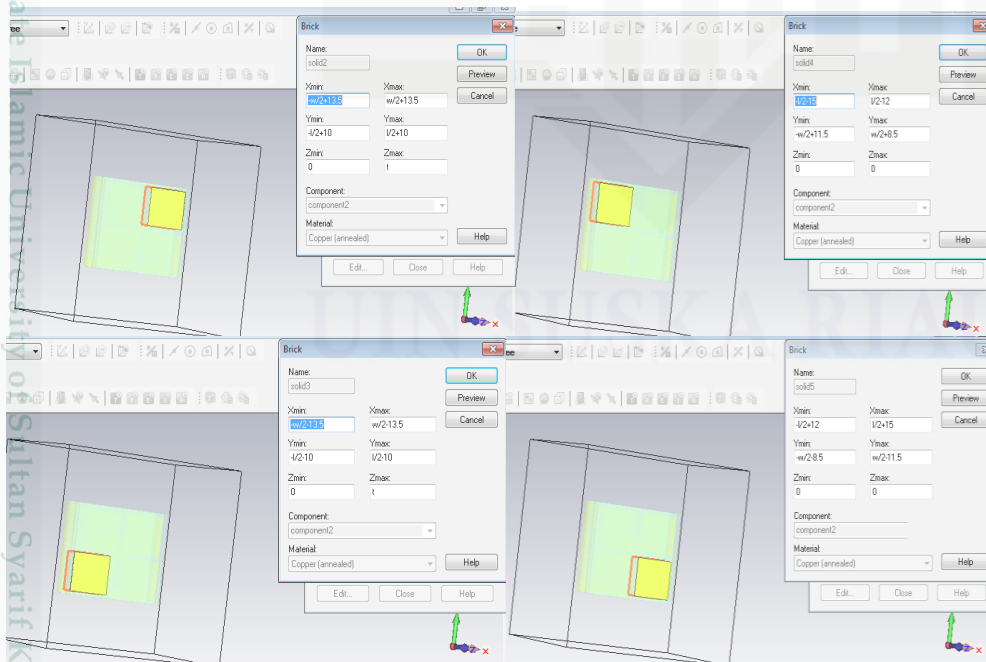
3. Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan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

Mengatur nilai jarak tranformasi antenna mikrostrip dengan cara mengisi nilai pada Z.



Gambar B.3 Tampilan Tranformasi Jarak

4. Dilanjutkan dengan merancang juga mengatur jarak *substrate* dan *patch* lapisan ketiga. Langkah yang dilakukan sama pada langkah gambar B.1 dan B 3.
5. Kemudian merancang *patch array* pada lapisan 3 dan 4. Hal yang dilakukan sama dengan merancang *patch* utama namun memiliki nilai yang berbeda pada setiap *patch*. Nilai patch dapat dilihat pada gambar B4.

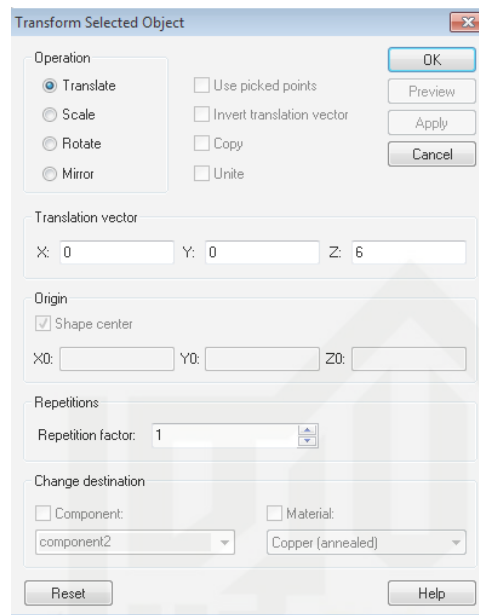


Gambar B.4 Nilai Masing-Masing Patch Array Antena Mikrostrip

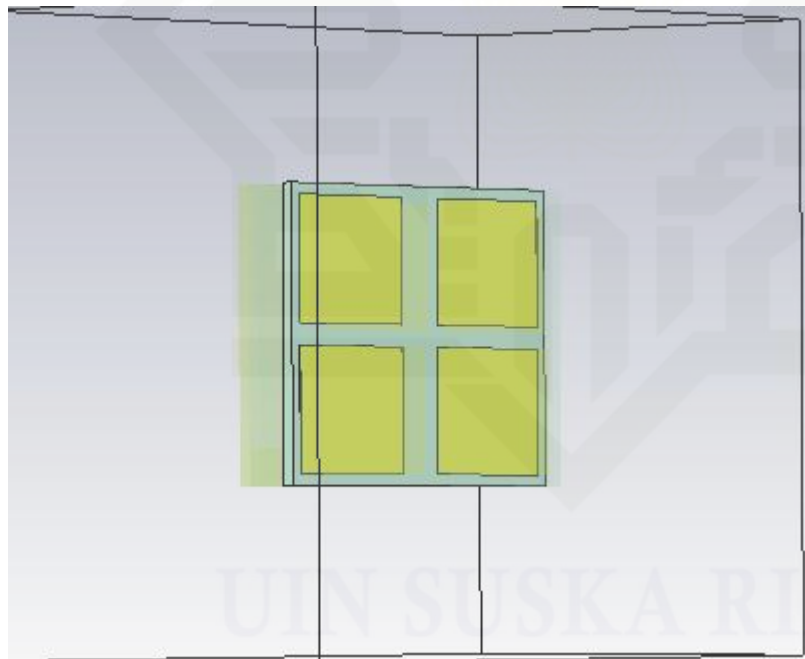
6. Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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.

Dilanjutkan dengan mengatur jarak multilayer antenna mikrostrip dengan langkah mengisi nilai pada *transformasi Z*.

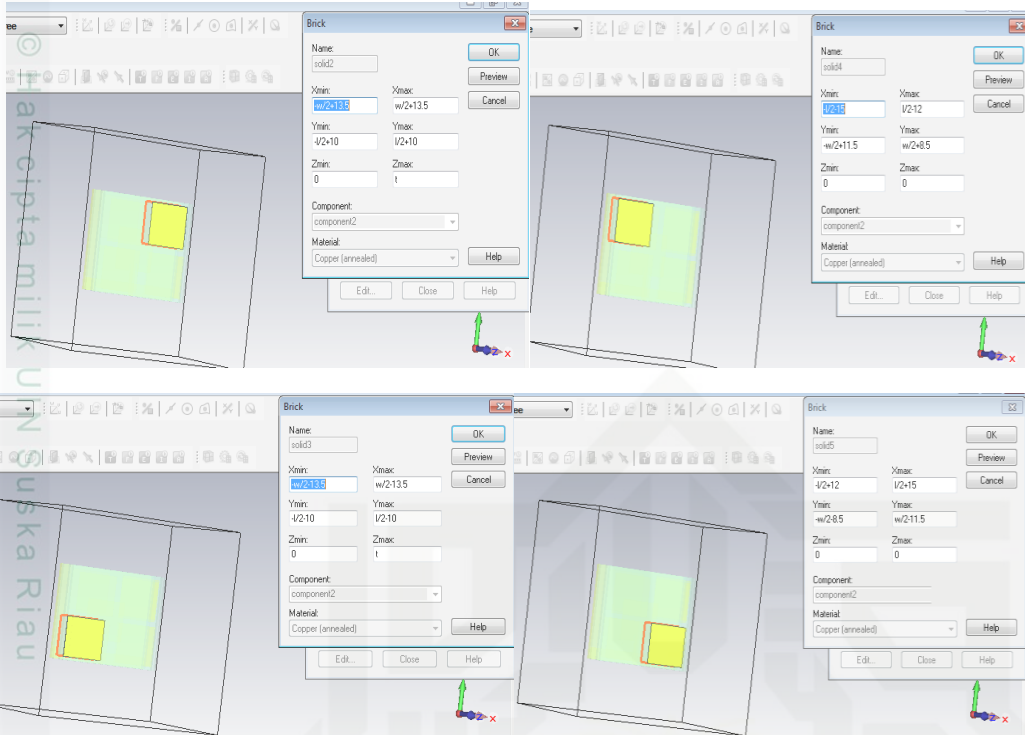


Gambar B.5 Nilai Transformasi Jarak Lapisan 3



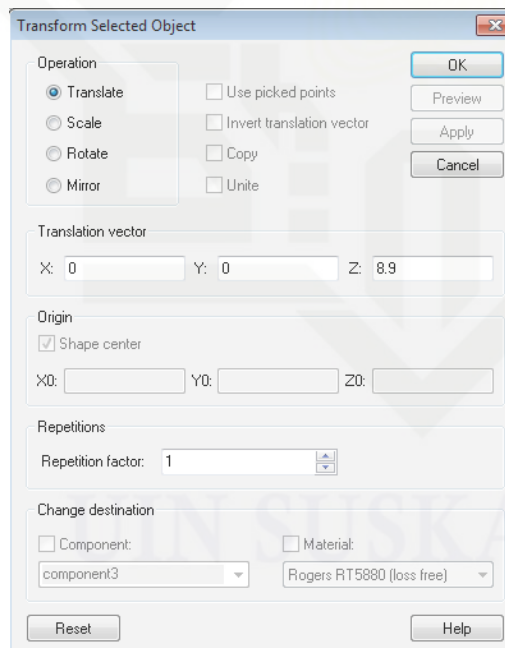
Gambar B.6 Tampilan *Multilayer* dan *Array* Lapisan 3

7. Selanjutnya merancang *substrate* dan *patch* pada lapisan 4 seperti yang telah dilakukan pada lapisan 3



Gambar B.7 Nilai Masing-Masing Patch Array Antena Mikrostrip

8. Kemudian melakukan tranformasi pada lapisan 4.



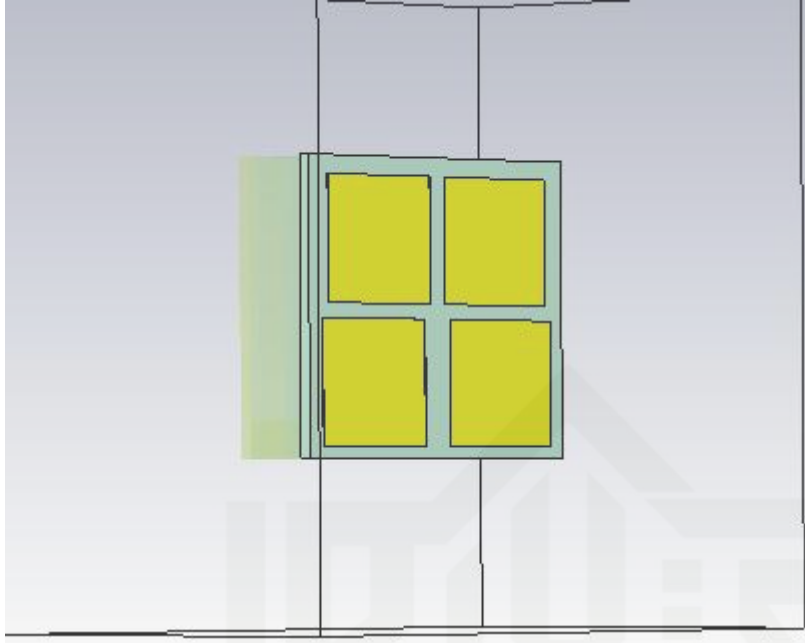
Gambar B.8 Tampilan Tranformasi Jarak Lapisan 4

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

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

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.

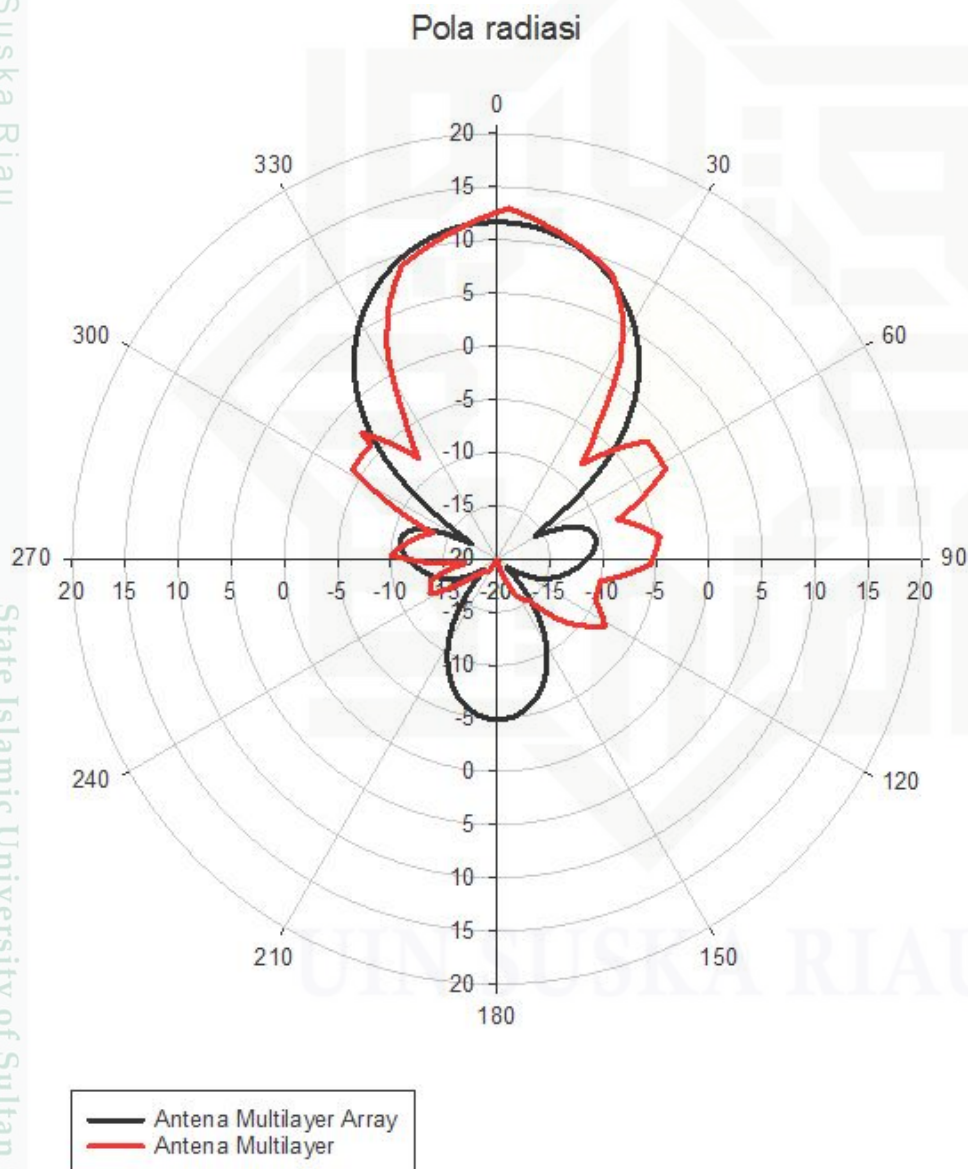


Gambar B.9 Tampilan *Multilayer* dan *Array*

LAMPIRAN C

HASIL PLOT POLA RADIASI ANTENA MIKROSTRIP *MULTILAYER* DAN *MULTILAYER PARASITIC ARRAY*

Hasil simulasi plot pola radiasi antenna mikrostrip *multilayer* dan *multilayer parasitic array* untuk menentukan perbandingan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Lampiran C berikut memuat hasil pola radiasi kedua antenna yang memiliki pola radiasi *unidirectional*.



Gambar C.1 Plot Pola Radiasi

Adapun data hasil simulasi pola radiasi model antenna mikrostrip menggunakan *software CST studio suite 2010* terlihat pada tabel berikut:



Tabel C.1 Data *Farfield* Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Multilayer Parasitic Array*

CST XY Data Exchange Format V2	
<i>Title</i>	= <i>dB</i>
<i>Xlabel</i>	= <i>Theta / Degree</i>
<i>Ylabel</i>	= <i>dB</i>
<i>Curvelabel</i>	= <i>farfield (f=5.8) [1]</i>
<i>Filename</i>	= <i>^farfield (f=5.8) [1].sig</i>
<i>Npoints</i>	= <i>361</i>
<i>Type</i>	= <i>48</i>
<i>Subtype</i>	= <i>-1</i>
<i>Impedance</i>	= <i>-99</i>
<i>AbszissaScale double</i>	= <i>1</i>
<i>AbszissaUnitType int</i>	= <i>3</i>
<i>Farfield/Plot/AngularWidthOne double</i>	= <i>-21.471520682677</i>
<i>Farfield/Plot/AngularWidthTwo double</i>	= <i>21.603064337927</i>
<i>Farfield/Plot/InfoText string</i>	= <i>Frequency = 5.8\r\nMain lobe magnitude = 11.7 dB\r\nMain lobe direction = 0.0 deg.\r\nAngular width (3 dB) = 43.1 deg.\r\nSide lobe level = -16.6 dB\r\n</i>
<i>Farfield/Plot/MainLobeDirection double</i>	= <i>0</i>
<i>Farfield/Plot/SideLobeRadius double</i>	= <i>-4.8708812735338</i>
<i>Farfield/Plot/Title string</i>	= <i>Gain Abs (Phi=180)</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=180</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= 0</i>

Tabel C.2 Data Pola Radiasi Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Multilayer* dan *Multilayer Parasitic Array*



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

No	Sudut	Pola radiasi Antena Multilayer Array	Pola radiasi Antena Multilayer
0	0	13	11.6897
1	1	12.8	11.68256
2	2	12.6	11.66275
3	3	12.4	11.63026
4	4	12.2	11.58508
5	5	12	11.52719
6	6	11.8	11.45655
7	7	11.6	11.37313
8	8	11.4	11.2769
9	9	11.2	11.16779
10	10	11	11.04576
11	11	10.8	10.91073
12	12	10.6	10.76265
13	13	10.4	10.60142
14	14	10.2	10.42694
15	15	10	10.23911
16	16	9.800000000 000001	10.03782
17	17	9.6	9.822937
18	18	9.4	9.59431
19	19	9.199999999 999999	9.35178
20	20	9	9.095166
21	21	8.4	8.824273
22	22	7.8	8.538879
23	23	7.2	8.238741
24	24	6.6	7.92359
25	25	6	7.593128
26	26	5.2	7.247025
27	27	4.400000000 000001	6.884896
28	28	3.6	6.506389
29	29	2.8	6.111024
30	30	2	5.698305
31	31	0.8	5.267681
32	32	-0.4	4.818541
33	33	-1.6	4.350202
34	34	-2.8	3.861906
35	35	-4	3.352805
36	36	-4.8	2.821954

37	37	-5.5999999 99999999	2.268293
38	38	-6.4	1.690637
39	39	-7.2	1.087656
40	40	-8	0.457859
41	41	-7.4	-0.20043
42	42	-6.8	-0.8893
43	43	-6.2	-1.61044
44	44	-5.5999999 99999999	-2.36631
45	45	-5	-3.15954
46	46	-4.4000000 00000001	-3.9929
47	47	-3.8	-4.86929
48	48	-3.2	-5.79161
49	49	-2.6	-6.76236
50	50	-2	-7.78309
51	51	-2	-8.85315
52	52	-2	-9.96766
53	53	-2	-11.1139
54	54	-2	-12.2657
55	55	-2	-13.376
56	56	-2	-14.3709
57	57	-2	-15.1549
58	58	-2	-15.6389
59	59	-2	-15.7848
60	60	-2	-15.6292
61	61	-2.6	-15.2605
62	62	-3.2	-14.7741
63	63	-3.8	-14.2443
64	64	-4.4000000 00000001	-13.7185
65	65	-5	-13.223
66	66	-5.5999999 99999999	-12.7703
67	67	-6.2	-12.3653
68	68	-6.8	-12.0085
69	69	-7.4	-11.6981
70	70	-8	-11.4313
71	71	-7.65	-11.205
72	72	-7.3	-11.0161
73	73	-6.95	-10.8615
74	74	-6.6000000 01	-10.7384
75	75	-6.2500000 01	-10.6442

- 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.

76	76	-5.9000000 01	-10.5764
77	77	-5.5500000 01	-10.5328
78	78	-5.2000000 01	-10.5115
79	79	-4.8500000 02	-10.5106
80	80	-4.5000000 02	-10.5283
81	81	-4.5999999 99999999	-10.5631
82	82	-4.6999999 98	-10.6136
83	83	-4.7999999 96000001	-10.6783
84	84	-4.8999999 94	-10.756
85	85	-4.9999999 93	-10.8454
86	86	-5.0999999 991	-10.9454
87	87	-5.1999999 89	-11.055
88	88	-5.2999999 86999999	-11.173
89	89	-5.3999999 85	-11.2986
90	90	-5.4999999 83000001	-11.4304
91	91	-5.95	-11.5682
92	92	-6.4000000 17	-11.711
93	93	-6.8500000 34	-11.858
94	94	-7.30000005	-12.0084
95	95	-7.7500000 67	-12.1618
96	96	-8.2000000 83999999	-12.3175
97	97	-8.6500001 01	-12.4751
98	98	-9.1000001 18	-12.6344
99	99	-9.5500001 34	-12.7949
100	100	-10.000000 15	-12.9567
101	101	-10.000000 15	-13.1196
102	102	-10.000000 15	-13.2838

103	103	-10.000000 15	-13.4493
104	104	-10.000000 15	-13.6165
105	105	-10.000000 15	-13.7857
106	106	-10.000000 15	-13.9574
107	107	-10.000000 15	-14.1321
108	108	-10.000000 15	-14.3105
109	109	-10.000000 15	-14.4931
110	110	-10.000000 15	-14.6806
111	111	-9.8000000 00000001	-14.8738
112	112	-9.5999998 49	-15.0732
113	113	-9.3999996 98	-15.2797
114	114	-9.1999995 47000001	-15.4936
115	115	-8.9999993 95	-15.7155
116	116	-8.7999992 44	-15.9455
117	117	-8.5999990 92999999	-16.1837
118	118	-8.3999989 42	-16.4298
119	119	-8.19999879 1	-16.682
120	120	-8	-16.9404
121	121	-8.30000000 00000001	-17.2023
122	122	-8.60000136	-17.4643
123	123	-8.9000027 21	-17.7223
124	124	-9.2000040 81	-17.9706
125	125	-9.5000054 42000001	-18.202
126	126	-9.8000068 02	-18.4079
127	127	-10.100008 16	-18.5782
128	128	-10.400009 52	-18.7023
129	129	-10.700010 88	-18.7693



- 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.

130	130	-11	-18.7701
131	131	-11.4	-18.6977
132	132	-11.799987 76	-18.5491
133	133	-12.199975 51	-18.3254
134	134	-12.599963 27	-18.0318
135	135	-12.999951 02	-17.677
136	136	-13.399938 78	-17.2712
137	137	-13.799926 53	-16.8258
138	138	-14.199914 29	-16.3515
139	139	-14.599902 04	-15.8577
140	140	-15	-15.3532
141	141	-15.1	-14.8447
142	142	-15.2	-14.3376
143	143	-15.3	-13.836
144	144	-15.4	-13.343
145	145	-15.5	-12.861
146	146	-15.6	-12.3915
147	147	-15.7	-11.9358
148	148	-15.8	-11.4944
149	149	-15.9	-11.068
150	150	-16	-10.6567
151	151	-16.3	-10.2606
152	152	-16.6	-9.87979
153	153	-16.9	-9.51412
154	154	-17.2	-9.16345
155	155	-17.5	-8.82767
156	156	-17.8	-8.50658
157	157	-18.1	-8.20001
158	158	-18.4	-7.90778
159	159	-18.7	-7.62972
160	160	-19	-7.36567
161	161	-19.3	-7.11546
162	162	-19.6	-6.87896
163	163	-19.9	-6.65604
164	164	-20.2	-6.44659
165	165	-20.5	-6.25049
166	166	-20.8	-6.06766
167	167	-21.1	-5.89802

168	168	-21.4	-5.7415
169	169	-21.7	-5.59802
170	170	-22	-5.46754
171	171	-23.8	-5.35002
172	172	-25.6	-5.24541
173	173	-27.4	-5.1537
174	174	-29.2	-5.07484
175	175	-31	-5.00882
176	176	-32.8	-4.95563
177	177	-34.6	-4.91524
178	178	-36.4	-4.88766
179	179	-38.2	-4.87287
180	180	-40	-4.87088
181	179	-40	-4.88164
182	178	-40	-4.90521
183	177	-40	-4.94156
184	176	-40	-4.99072
185	175	-40	-5.05268
186	174	-40	-5.12746
187	173	-40	-5.21507
188	172	-40	-5.31553
189	171	-40	-5.42887
190	170	-40	-5.5551
191	169	-38.5	-5.69427
192	168	-37	-5.84641
193	167	-35.5	-6.01156
194	166	-34	-6.18977
195	165	-32.5	-6.3811
196	164	-31	-6.58563
197	163	-29.5	-6.80342
198	162	-28	-7.03457
199	161	-26.5	-7.27915
200	160	-25	-7.53726
201	159	-24.35	-7.80903
202	158	-23.7	-8.09455
203	157	-23.05	-8.39394
204	156	-22.4	-8.70732
205	155	-21.75	-9.03478
206	154	-21.1	-9.37643
207	153	-20.45	-9.73234
208	152	-19.8	-10.1025
209	151	-19.15	-10.4869
210	150	-18.5	-10.8855
211	149	-18.5	-11.298

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

212	148	-18.5	-11.7241
213	147	-18.5	-12.1631
214	146	-18.5	-12.6142
215	145	-18.5	-13.0763
216	144	-18.5	-13.5476
217	143	-18.5	-14.0258
218	142	-18.5	-14.508
219	141	-18.5	-14.9903
220	140	-18.5	-15.4677
221	139	-18.4	-15.9342
222	138	-18.3	-16.3827
223	137	-18.2	-16.8043
224	136	-18.1	-17.1905
225	135	-18	-17.5317
226	134	-17.9	-17.8191
227	133	-17.8	-18.0456
228	132	-17.7	-18.2063
229	131	-17.6	-18.2996
230	130	-17.5	-18.3274
231	129	-17.05	-18.2945
232	128	-16.6	-18.208
233	127	-16.15	-18.0767
234	126	-15.7	-17.9095
235	125	-15.25	-17.7153
236	124	-14.8	-17.502
237	123	-14.35	-17.2764
238	122	-13.9	-17.044
239	121	-13.45	-16.8092
240	120	-13	-16.5754
241	119	-13.05	-16.345
242	118	-13.1	-16.1205
243	117	-13.15	-15.9014
244	116	-13.2	-15.6894
245	115	-13.25	-15.4845
246	114	-13.3	-15.2867
247	113	-13.35	-15.0959
248	112	-13.4	-14.9116
249	111	-13.45	-14.7333
250	110	-13.5	-14.5604
251	109	-13.85	-14.3922
252	108	-14.2	-14.2282
253	107	-14.55	-14.0676
254	106	-14.9	-13.9099
255	105	-15.25	-13.7545

256	104	-15.6	-13.6009
257	103	-15.95	-13.4487
258	102	-16.3	-13.2976
259	101	-16.65	-13.1472
260	100	-17	-12.9975
261	99	-16.3	-12.8484
262	98	-15.6	-12.7
263	97	-14.9	-12.5524
264	96	-14.2	-12.406
265	95	-13.5	-12.2611
266	94	-12.8	-12.1182
267	93	-12.1	-11.9778
268	92	-11.4	-11.8407
269	91	-10.7	-11.7075
270	90	-10	-11.5791
271	89	-10.175	-11.4567
272	88	-10.35	-11.3405
273	87	-10.525	-11.2318
274	86	-10.7	-11.1317
275	85	-10.875	-11.0414
276	84	-11.05	-10.962
277	83	-11.225	-10.8948
278	82	-11.4	-10.8411
279	81	-11.575	-10.8023
280	80	-11.75	-10.78
281	79	-11.925	-10.7758
282	78	-12.1	-10.7915
283	77	-12.275	-10.829
284	76	-12.45	-10.8906
285	75	-12.625	-10.9785
286	74	-12.8	-11.0954
287	73	-12.975	-11.2443
288	72	-13.15	-11.4285
289	71	-13.325	-11.6516
290	70	-13.5	-11.9177
291	69	-12.55	-12.2315
292	68	-11.6	-12.5976
293	67	-10.65	-13.021
294	66	-9.699999999999999	-13.506
295	65	-8.75	-14.055
296	64	-7.8	-14.6654
297	63	-6.85	-15.3251
298	62	-5.9	-16.002



299	61	-4.95	-16.6299
300	60	-4	-17.0946
301	59	-4	-17.2457
302	58	-4	-16.9606
303	57	-4	-16.2306
304	56	-4	-15.1683
305	55	-4	-13.9258
306	54	-4	-12.6233
307	53	-4	-11.3327
308	52	-4	-10.0897
309	51	-4	-8.90872
310	50	-4	-7.79328
311	49	-2.6	-6.74165
312	48	-3.2	-5.74993
313	47	-3.8	-4.81352
314	46	-4.40000000 0000001	-3.92781
315	45	-5	-3.0885
316	44	-5.59999999 9999999	-2.29172
317	43	-6.2	-1.53399
318	42	-6.8	-0.81223
319	41	-7.4	-0.12361
320	40	-8	0.533793
321	39	-7.2	1.162251
322	38	-6.4	1.763566
323	37	-5.59999999 9999999	2.339327
324	36	-4.8	2.890934
325	35	-4	3.419625
326	34	-2.8	3.926498
327	33	-1.6	4.412529
328	32	-0.4	4.878586
329	31	0.8	5.325442

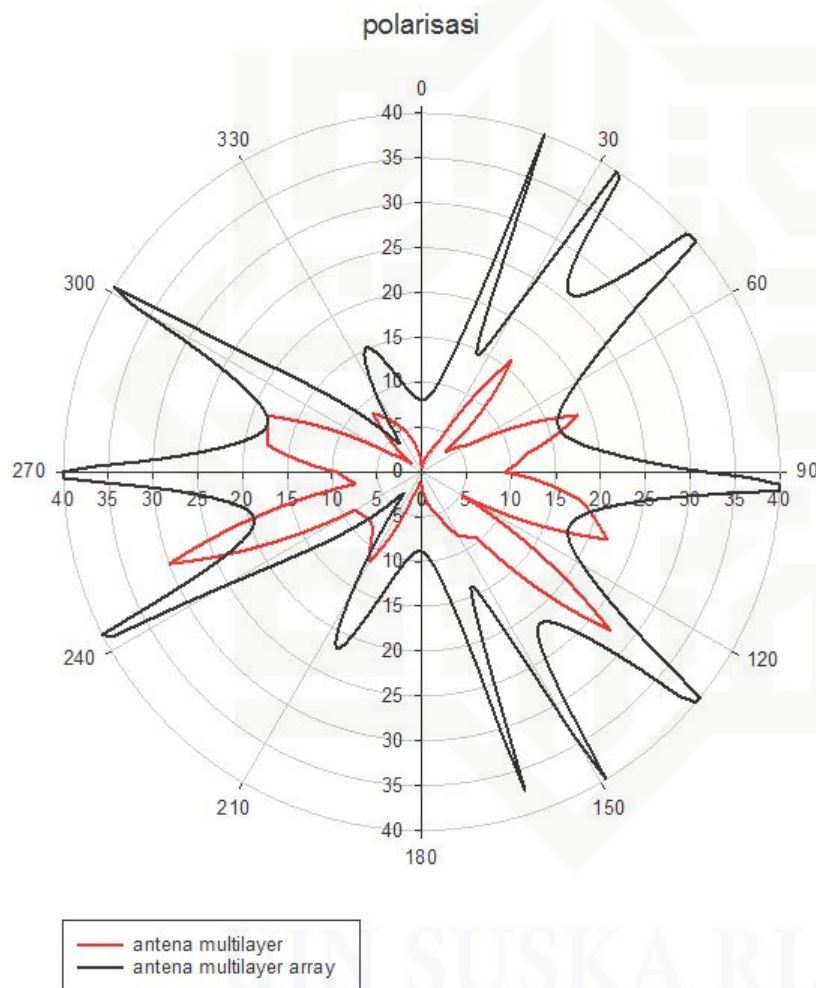
330	30	2	5.753793
331	29	2.8	6.164259
332	28	3.6	6.557397
333	27	4.40000000 000001	6.933706
334	26	5.2	7.293669
335	25	6	7.637641
336	24	6.6	7.966008
337	23	7.2	8.279098
338	22	7.8	8.577211
339	21	8.4	8.860614
340	20	9	9.129551
341	19	9.19999999 999999	9.384238
342	18	9.4	9.624875
343	17	9.6	9.851639
344	16	9.80000000 000001	10.06469
345	15	10	10.26417
346	14	10.2	10.45021
347	13	10.4	10.62293
348	12	10.6	10.78242
349	11	10.8	10.92879
350	10	11	11.06211
351	9	11.2	11.18246
352	8	11.4	11.2899
353	7	11.6	11.38448
354	6	11.8	11.46626
355	5	12	11.53526
356	4	12.2	11.59153
357	3	12.4	11.63509
358	2	12.6	11.66597
359	1	12.8	11.68416
360	0	13	11.6897

- 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 D

HASIL PLOT POLARISASI ANTENA MIKROSTRIP *MULTILAYER* DAN *MULTILAYER PARASITIC ARRAY*

Hasil simulasi plot polarisasi antenna mikrostrip *multilayer* dan *multilayer parasitic array* untuk menentukan perbandingan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Lampiran D berikut memuat hasil pola radiasi kedua antenna yang memiliki polarisasi *circular*.



Gambar D.1 Plot Polarisasi

Adapun data hasil simulasi polarisasi model antenna mikrostrip menggunakan software CST studio suite 2010 terlihat pada tabel berikut:

Tabel D.1 Data *Farfield* Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Multilayer Parasitic Array*

vCST XY Data Exchange Format V2	
<i>Title</i>	= dB
<i>Xlabel</i>	= Phi / Degree
<i>Ylabel</i>	= dB
<i>Curvelabel</i>	= <i>farfield</i> (f=5.8) [1]
<i>Filename</i>	= ^ <i>farfield</i> (f=5.8) [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/InfoText/string</i>	= Frequency = 5.8\r\nMain lobe magnitude = 40.0 dB\r\n
<i>Farfield/Plot/Title/string</i>	= Axial Ratio (Theta=90)
<i>Farfield/Plot/Version/int</i>	= 20101010
<i>Farfield/Plot/XLabel/string</i>	= Phi / Degree
<i>Farfield/Plot/YLabel/string</i>	= dB
<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>	= 270
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Left/double</i>	= 270
<i>Farfield/Polar/Quadrant4Right/double</i>	= 360

Tabel D.2 Data Polarisasi Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Multilayer* dan *Multilayer Parasitic Array*

1.
 - 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - 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.

No	Sudut Derajat	Polarisasi Antena Multilayer Array	Polarisasi Antena Multilayer
0	0	0.7	8.030581
1	1	0.73	8.065002
2	2	0.76	8.130759
3	3	0.79	8.229529
4	4	0.82	8.364157
5	5	0.85	8.538322
6	6	0.88	8.756795
7	7	0.91	9.025791
8	8	0.94	9.353476
9	9	0.97	9.750721
10	10	1	10.23224
11	11	1.1	10.81838
12	12	1.2	11.53806
13	13	1.3	12.43387
14	14	1.4	13.57171
15	15	1.5	15.06066
16	16	1.6	17.10056
17	17	1.7	20.12329
18	18	1.8	25.41386
19	19	1.9	40
20	20	2	26.99679
21	21	2.2	20.56343
22	22	2.4	17.23887
23	23	2.6	15.37234
24	24	2.8	14.53137
25	25	3	14.54076
26	26	3.2	15.29008
27	27	3.4	16.69908
28	28	3.6	18.73811
29	29	3.8	21.47512
30	30	4	25.16863
31	31	5.333333	30.65723
32	32	6.666667	40
33	33	8	39.58218
34	34	9.333333	32.17
35	35	10.66667	29.03656
36	36	12	27.33678

37	37	13.33333	26.39005
38	38	14.66667	25.92948
39	39	16	25.82905
40	40	14.86364	26.02721
41	41	13.72727	26.49996
42	42	12.59091	27.25222
43	43	11.45455	28.31957
44	44	10.31818	29.7822
45	45	9.181818	31.80438
46	46	8.045455	34.7546
47	47	6.909091	39.71026
48	48	5.772727	40
49	49	4.636364	40
50	50	3.5	35.96022
51	51	3.75	31.96969
52	52	4	29.2091
53	53	4.25	27.1019
54	54	4.5	25.405
55	55	4.75	23.99269
56	56	5	22.79154
57	57	5.25	21.755
58	58	5.5	20.85183
59	59	5.75	20.06021
60	60	6	19.36437
61	61	7.25	18.75272
62	62	8.5	18.21658
63	63	9.75	17.74941
64	64	11	17.34655
65	65	12.25	17.00377
66	66	13.5	16.71856
67	67	14.75	16.48893
68	68	16	16.31352
69	69	17.25	16.19149
70	70	18.5	16.12245
71	71	17.85	16.10647
72	72	17.2	16.14424
73	73	16.55	16.23606
74	74	15.9	16.38357
75	75	15.25	16.58861
76	76	14.6	16.85364
77	77	13.95	17.18192



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

78	78	13.3	17.57782
79	79	12.65	18.04673
80	80	12	18.59604
81	81	11.73	19.23545
82	82	11.46	19.97802
83	83	11.19	20.84169
84	84	10.92	21.85175
85	85	10.65	23.04518
86	86	10.38	24.47878
87	87	10.11	26.24578
88	88	9.84	28.51509
89	89	9.57	31.64342
90	90	9.3	36.627
91	91	10.17	40
92	92	11.04	40
93	93	11.91	34.25782
94	94	12.78	30.32287
95	95	13.65	27.67602
96	96	14.52	25.70212
97	97	15.39	24.14751
98	98	16.26	22.883
99	99	17.13	21.83407
100	100	18	20.95403
101	101	18.4	20.21192
102	102	18.8	19.58633
103	103	19.2	19.06188
104	104	19.6	18.62778
105	105	20	18.27572
106	106	20.4	17.99966
107	107	20.8	17.79519
108	108	21.2	17.65913
109	109	21.6	17.58893
110	110	22	17.58404
111	111	20.33	17.64362
112	112	18.66	17.7679
113	113	16.99	17.95795
114	114	15.32	18.2157
115	115	13.65	18.54411
116	116	11.98	18.94739
117	117	10.31	19.43102
118	118	8.64	20.00372

119	119	6.97	20.67598
120	120	5.3	21.46277
121	121	7.52	22.38516
122	122	9.74	23.47352
123	123	11.96	24.77345
124	124	14.18	26.35734
125	125	16.4	28.34963
126	126	18.62	30.99175
127	127	20.84	34.85736
128	128	23.06	40
129	129	25.28	40
130	130	27.5	38.23681
131	131	25.7	33.11714
132	132	23.9	29.99228
133	133	22.1	27.77743
134	134	20.3	26.0969
135	135	18.5	24.77841
136	136	16.7	23.73095
137	137	14.9	22.90352
138	138	13.1	22.2681
139	139	11.3	21.8123
140	140	9.5	21.53637
141	141	9.37	21.45326
142	142	9.24	21.59151
143	143	9.11	22.00251
144	144	8.98	22.77685
145	145	8.85	24.08339
146	146	8.72	26.28176
147	147	8.59	30.37591
148	148	8.46	40
149	149	8.33	33.93948
150	150	8.2	25.67098
151	151	7.88	21.16633
152	152	7.56	18.12074
153	153	7.24	15.99185
154	154	6.92	14.61506
155	155	6.6	13.96359
156	156	6.28	14.06153
157	157	5.96	14.95161
158	158	5.64	16.72161
159	159	5.32	19.63077



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

160	160	5	24.57362
161	161	4.85	37.4156
162	162	4.7	30.35478
163	163	4.55	22.93646
164	164	4.4	19.25512
165	165	4.25	16.88175
166	166	4.1	15.18275
167	167	3.95	13.89502
168	168	3.8	12.88367
169	169	3.65	12.07047
170	170	3.5	11.40626
171	171	3.3	10.85836
172	172	3.1	10.40414
173	173	2.9	10.02746
174	174	2.7	9.716537
175	175	2.5	9.462614
176	176	2.3	9.259135
177	177	2.1	9.101153
178	178	1.9	8.984949
179	179	1.7	8.907754
180	180	1.5	8.868109
181	179	1.47	8.863694
182	178	1.44	8.893889
183	177	1.41	8.958523
184	176	1.38	9.05768
185	175	1.35	9.191876
186	174	1.32	9.362074
187	173	1.29	9.569702
188	172	1.26	9.8167
189	171	1.23	10.10558
190	170	1.2	10.43951
191	169	1.38	10.82238
192	168	1.56	11.25897
193	167	1.74	11.75498
194	166	1.92	12.31721
195	165	2.1	12.95349
196	164	2.28	13.67263
197	163	2.46	14.48388
198	162	2.64	15.39562
199	161	2.82	16.41258
200	160	3	17.52993

201	159	3.85	18.72197
202	158	4.7	19.92242
203	157	5.55	20.99709
204	156	6.4	21.72593
205	155	7.25	21.8431
206	154	8.1	21.17261
207	153	8.95	19.76609
208	152	9.8	17.87316
209	151	10.65	15.77569
210	150	11.5	13.69693
211	149	11.19	11.74716
212	148	10.88	9.976893
213	147	10.57	8.399374
214	146	10.26	7.011726
215	145	9.95	5.808578
216	144	9.64	4.791708
217	143	9.33	3.978236
218	142	9.02	3.405741
219	141	8.71	3.12202
220	140	8.4	3.146069
221	139	8.32	3.435314
222	138	8.24	3.912007
223	137	8.16	4.508682
224	136	8.08	5.182988
225	135	8	5.912449
226	134	8	6.686898
227	133	8	7.503443
228	132	8	8.363739
229	131	8	9.273047
230	130	8	10.23835
231	129	8.05	11.27031
232	128	8.1	12.38273
233	127	8.15	13.59389
234	126	8.2	14.92867
235	125	8.25	16.42205
236	124	8.3	18.12574
237	123	8.35	20.12146
238	122	8.4	22.55067
239	121	8.45	25.69416
240	120	8.5	30.25434
241	119	10.65	39.20475



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

242	118	12.8	40
243	117	14.95	32.36355
244	116	17.1	28.10352
245	115	19.25	25.50792
246	114	21.4	23.71809
247	113	23.55	22.41344
248	112	25.7	21.43948
249	111	27.85	20.71042
250	110	30	20.17422
251	109	27.75	19.79752
252	108	25.5	19.55805
253	107	23.25	19.44138
254	106	21	19.43796
255	105	18.75	19.5423
256	104	16.5	19.75229
257	103	14.25	20.06902
258	102	12	20.49668
259	101	9.75	21.04398
260	100	7.5	21.72406
261	99	7.69	22.55719
262	98	7.88	23.57403
263	97	8.07	24.82208
264	96	8.26	26.3786
265	95	8.45	28.37957
266	94	8.64	31.09678
267	93	8.83	35.20834
268	92	9.02	40
269	91	9.21	40
270	90	9.4	36.52976
271	89	10.21	31.82734
272	88	11.02	28.83237
273	87	11.83	26.65529
274	86	12.64	24.96581
275	85	13.45	23.60468
276	84	14.26	22.48303
277	83	15.07	21.54642
278	82	15.88	20.75935
279	81	16.69	20.09769
280	80	17.5	19.54462
281	79	17.58	19.08833
282	78	17.66	18.72062

283	77	17.74	18.43633
284	76	17.82	18.23183
285	75	17.9	18.10623
286	74	17.98	18.06024
287	73	18.06	18.09642
288	72	18.14	18.21947
289	71	18.22	18.43676
290	70	18.3	18.75801
291	69	16.87	19.19815
292	68	15.44	19.77796
293	67	14.01	20.52772
294	66	12.58	21.49309
295	65	11.15	22.74707
296	64	9.72	24.41592
297	63	8.29	26.74749
298	62	6.86	30.33485
299	61	5.43	37.40881
300	60	4	40
301	59	3.75	32.20118
302	58	3.5	26.82322
303	57	3.25	23.35319
304	56	3	20.7524
305	55	2.75	18.65282
306	54	2.5	16.88037
307	53	2.25	15.33854
308	52	2	13.96803
309	51	1.75	12.72975
310	50	1.5	11.59659
311	49	2.2	10.54916
312	48	2.9	9.573075
313	47	3.6	8.659434
314	46	4.3	7.80155
315	45	5	6.997207
316	44	5.7	6.249017
317	43	6.4	5.566307
318	42	7.1	4.968159
319	41	7.8	4.487104
320	40	8.5	4.170476
321	39	8.3	4.072419
322	38	8.1	4.232177
323	37	7.9	4.653549



324	36	7.7	5.308278
325	35	7.5	6.15625
326	34	7.3	7.15919
327	33	7.1	8.281806
328	32	6.9	9.486272
329	31	6.7	10.72538
330	30	6.5	11.93773
331	29	6.3	13.04819
332	28	6.1	13.98302
333	27	5.9	14.66248
334	26	5.7	15.05577
335	25	5.5	15.16759
336	24	5.3	15.03825
337	23	5.1	14.72715
338	22	4.9	14.2955
339	21	4.7	13.79536
340	20	4.5	13.26587
341	19	4.3	12.7339
342	18	4.1	12.21663

343	17	3.9	11.72431
344	16	3.7	11.26249
345	15	3.5	10.83375
346	14	3.3	10.43886
347	13	3.1	10.07752
348	12	2.9	9.748867
349	11	2.7	9.451796
350	10	2.5	9.185138
351	9	2.3	8.947778
352	8	2.1	8.73873
353	7	1.9	8.557171
354	6	1.7	8.402471
355	5	1.5	8.274204
356	4	1.3	8.172165
357	3	1.1	8.096383
358	2	0.9	8.047135
359	1	0.7	8.024976
360	0	0.5	8.030581

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



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Ahmad Rofi'i kerab dipanggil Rofi, lahir di Bangun Jaya, 26 April 1998. Merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sapuan dan Alm. Ibu Eni Kusrini yang beralamat di jl. Tuanku Tambusai, RT 012 RW 003, Kelurahan Bangun Jaya, Kecamatan Tambusai Utara, Kabupaten Rokan Hulu, RIAU.

Penulis dapat dihubungi melalui:

Email: ahmadrofii64@gmail.com

HP: +6282285067080

Pengalaman pendidikan yang pernah ditempuh penulis dimulai dari SD Negeri 003 Bangun Jaya pada tahun 2006-2012, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Tambusai Utara pada tahun 2012-2014, dilanjutkan di SMK Negeri 1 Tambusai Utara pada tahun 2014-2016. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ketingkat perguruan tinggi dengan kuliah di Perguruan Tinggi UIN Sultan Syarif Khasim RIAU di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Telekomunikasi dengan penelitian tugas akhir yang berjudul “MINIMISASI ANTENA MIKROSTRIP PADA *STATION CONTROL UNMANNED AERIAL VEHICLE* MENGGUNAKAN TEKNIK *MULTILAYER PARASITIC ARRAY* “.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan 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.