

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP BINTANG SEGI 18

DENGAN BENDING 100 mm, 220 mm, DAN 450 mm PADA

FREKUENSI ISM BAND

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ARKAN RONETO JATRA

NIM. 185060301111037

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2022

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP BINTANG SEGI 18

DENGAN BENDING 100 mm, 220 mm, DAN 450 mm PADA

FREKUENSI ISM BAND

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ARKAN RONETO JATRA

NIM. 185060301111037

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP BINTANG SEGI 18
DENGAN BENDING 100 mm, 220 mm, DAN 450 mm PADA
FREKUENSI ISM BAND**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ARKAN RONETO JATRA

NIM. 185060301111037

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen
pembimbing pada tanggal 9 Juni 2022

Dosen Pembimbing I

Rudy Yuwono, S.T., M.Sc.
NIP. 19710615 199802 1 003

Dosen Pembimbing II

Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.
NIP. 19600518 198802 1 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Elektro



Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197412032000121001

JUDUL SKRIPSI:

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP BINTANG SEGI 18 DENGAN
BENDING 100 mm, 220 mm, DAN 450 mm PADA FREKUENSI ISM BAND

Nama Mahasiswa : Muhammad Arkan Roneto Jatra

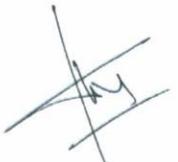
NIM : 185060301111037

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Rudy Yuwono, S.T., M.Sc.



Anggota : Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.



TIM DOSEN PENGUJI:

Dosen Penguji I : Ir. Ali Mustofa, S.T., M.T., IPM.  disetujui tanggal 9 Juni 2022

Dosen Penguji II : Dwi Fadilla Kurniawan, S.T., M.T.  disetujui tanggal 9 Juni 2022

Tanggal Ujian : 22 April 2022

SK Penguji : No. 538 Tahun 2022

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan
Saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan
masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli
dari pemikiran Saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh
orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan
tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh
orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan
dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat
unsur-unsur jiplakan, Saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai
dengan peraturan perundang- undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003,a
pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Juni 2022

Mahasiswa,



Muhammad Arkan Roneto Jatra

NIM. 185060301111037

Muhammad Arkan Roneto Jatra, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Oktober 2021, *Perancangan Antena Mikrostrip Bintang Segi 18 dengan Bending 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada Frekuensi ISM Band*, Dosen Pembimbing: Rudy Yuwono S.T., M.Sc. dan Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.

Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki ciri khas yaitu ukurannya yang kecil dan bentuknya yang menyerupai potongan atau bilah. Antena mikrostrip sering digunakan dalam rentang frekuensi gelombang mikro. Antena mikrostrip memiliki keunggulan yang menjadikannya pilihan untuk digunakan dalam aplikasi komersial ataupun penelitian.

Elemen antena mikrostrip terdiri dari 3, yaitu elemen peradiasi (*patch*) sebagai radiator, elemen substrat sebagai bahan dielektrik yang membatasi *patch* dan *groundplane*, serta ada elemen pentahanan (*groundplane*) sebagai pembumian sistem antena. Pada elemen substrat, terdapat berbagai jenis variasi yang dibagi berdasarkan konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalannya (*loss tangent*). Meningkatnya nilai konstanta dielektrik akan mempengaruhi ukuran dimensi dari antena yaitu akan semakin kecil, dan begitu pula sebaliknya. Antena yang fleksibel atau tekuk (*bending*) adalah salah satu komponen terpenting pada perkembangan aplikasi nirkabel. Dengan menekuk antena, maka antena dapat lebih efisien untuk diaplikasikan pada berbagai macam komponen yang memiliki ukuran tekuk berbeda-beda.

Penelitian ini bersifat analisis, yang dimana berisikan tentang komparasi perancangan antena mikrostrip *patch* bentuk bintang bersudut 18 dengan *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm menggunakan material Roger Duroid RT5880 dan FR-4 pada aplikasi CST Studio Suite 2019 untuk simulasi antena dan alat Nano VNA serta Arinst VNA untuk pengukuran antena. Antena mikrostrip ini dirancang pada frekuensi ISM band (2.4 GHz). Parameter-parameter antena diantaranya adalah *return loss*, *VSWR*, *gain* serta *directivity* yang digunakan untuk menganalisis perbandingan antara dua substrat dan ketiga *bending* antena tersebut manakah yang dapat berfungsi lebih baik.

Berdasarkan perancangan antena, didapatkan hasil yang paling baik adalah antena mikrostrip bintang segi 18 *bending* 100 mm dengan material FR-4. Pada hasil simulasi didapatkan 1,1521177 untuk *VSWR*, -23,013727 dB untuk *return loss*, 3,4475228 dBi untuk *gain*, dan 4,886352 dBi untuk *directivity*. Pada hasil pengukuran didapatkan 1.227 untuk *VSWR* dan -14.632 dB untuk *return loss*.

Kata kunci: antena, antena mikrostrip, ISM band, bending, VSWR, *return loss*, *directivity*, *gain*

RINGKASAN

Universitas Brawijaya, Oktober 2021, *Perancangan Antena Mikrostrip Bintang Segi 18 dengan Bending 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada Frekuensi ISM Band*, Dosen Pembimbing: Rudy Yuwono S.T., M.Sc. dan Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.

Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki ciri khas yaitu ukurannya yang kecil dan bentuknya yang menyerupai potongan atau bilah. Antena mikrostrip sering digunakan dalam rentang frekuensi gelombang mikro. Antena mikrostrip memiliki keunggulan yang menjadikannya pilihan untuk digunakan dalam aplikasi komersial ataupun penelitian.

Elemen antena mikrostrip terdiri dari 3, yaitu elemen peradiasi (*patch*) sebagai radiator, elemen substrat sebagai bahan dielektrik yang membatasi *patch* dan *groundplane*, serta ada elemen pentahanan (*groundplane*) sebagai pembumian sistem antena. Pada elemen substrat, terdapat berbagai jenis variasi yang dibagi berdasarkan konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalannya (*loss tangent*). Meningkatnya nilai konstanta dielektrik akan mempengaruhi ukuran dimensi dari antena yaitu akan semakin kecil, dan begitu pula sebaliknya. Antena yang fleksibel atau tekuk (*bending*) adalah salah satu komponen terpenting pada perkembangan aplikasi nirkabel. Dengan menekuk antena, maka antena dapat lebih efisien untuk diaplikasikan pada berbagai macam komponen yang memiliki ukuran tekuk berbeda-beda.

Penelitian ini bersifat analisis, yang dimana berisikan tentang komparasi perancangan antena mikrostrip *patch* bentuk bintang bersudut 18 dengan *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm menggunakan material Roger Duroid RT5880 dan FR-4 pada aplikasi CST Studio Suite 2019 untuk simulasi antena dan alat Nano VNA serta Arinst VNA untuk pengukuran antena. Antena mikrostrip ini dirancang pada frekuensi ISM band (2.4 GHz). Parameter-parameter antena diantaranya adalah *return loss*, *VSWR*, *gain* serta *directivity* yang digunakan untuk menganalisis perbandingan antara dua substrat dan ketiga *bending* antena tersebut manakah yang dapat berfungsi lebih baik.

Berdasarkan perancangan antena, didapatkan hasil yang paling baik adalah antena mikrostrip bintang segi 18 *bending* 100 mm dengan material FR-4. Pada hasil simulasi didapatkan 1,1521177 untuk *VSWR*, -23,013727 dB untuk *return loss*, 3,4475228 dBi untuk *gain*, dan 4,886352 dBi untuk *directivity*. Pada hasil pengukuran didapatkan 1.227 untuk *VSWR* dan -14.632 dB untuk *return loss*.

Kata kunci: antena, antena mikrostrip, ISM band, bending, VSWR, *return loss*, *directivity*, *gain*

Repository Universitas Brawijaya
Muhammad Arkan Roneto Jatra, *Major of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, October 2021, (Design of 18-Star Microstrip Antenna with 100 mm, 220 mm, and 450 mm Bending at ISM Band Frequency)*,
Guidance Lecturer: Rudy Yuwono S.T., M.Sc. and Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.

Microstrip antenna is antenna that has distinctive characteristics, namely their small size and shape that resembles a cut or blade. Microstrip antennas are often used in the microwave frequency range. Microstrip antennas have advantages that make them an option for use in commercial or research applications.

The microstrip antenna consists of 3 elements, namely the patch element as a radiator, the substrate element as a dielectric material that limits patches and groundplanes, and there is a groundplane element as the groundplane as the grounding of the antenna system. In substrate elements, there are different types of variations divided by dielectric constant (ϵ_r) and thickness (loss tangent). The increasing value of the dielectric constant will affect the dimension size of the antenna, which is that it will be smaller, and vice versa. Flexible antennas or bending are one of the most important components of the development of wireless applications. By bending the antenna, the antenna can be more efficient to be applied to various components that have different bending sizes.

This research is analytical, which contains the comparison of the design of microstrip antennas patch 18 angular stars with bending of 100 mm, 220 mm, and 450 mm using Roger Duroid RT5880 and FR-4 materials in the CST Studio Suite 2019 application for antenna simulation and Nano VNA and Arinst VNA tools for antenna measurement. This microstrip antenna is designed at the ISM band frequency (2.4 GHz). Antenna parameters include return loss, VSWR, gain and directivity which are used to analyze the comparison between the two substrates and the three bending antennas which can function better.

Based on the antenna design, the best result is a 100 mm bending 18 angled star shape microstrip antenna with FR-4 material. The simulation results were obtained at 1.1521177 for VSWR, -23.013727 dB for return loss, 3.4475228 dBi for gain, and 4.886352 dBi for directivity. The measurement results were obtained at 1,227 for VSWR and -14,632 dB for return loss.

Keywords: antenna, microstrip antenna, ISM band, bending, VSWR, return loss, directivity, gain

ii
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

SUMMARY
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur hanya untuk Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pelaksanaan serta penulisan skripsi yang berjudul "*Perancangan Antena Mikrostrip Bintang Segi 18 dengan Bending 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada Frekuensi ISM Band*" ini.

Penulis juga tidak lupa untuk mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam mendukung serta memberi bimbingan dalam pembuatan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu, Ayah, Adik serta seluruh Keluarga besar Saya, untuk dukungan serta doa yang selalu dipanjatkan kepada Saya.
2. Bapak Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Ibu Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Bapak M. Fauzan Edi P., S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Bapak Rudy Yuwono, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi.
6. Bapak Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi.
7. Bapak Ir. Ali Mustofa, S.T., M.T., IPM. selaku KKJF Konsentrasi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
8. Bapak Fakhriy Hario Patrio, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Teman-teman Elektro Arrester 2018, mas-mas dan mbak-mbak Elco 2017 dan Mosfet 2016, serta adik-adik Saya yaitu Varco 2019, dan Rectifo 2020 yang mengajarkan Saya apa arti dari Keluarga.
10. Teman-teman Fakultas Teknik 2018, yang telah memberi *support* serta *insight* kepada Saya dalam penggeraan skripsi ini.
11. Rekan-rekan konsentrasi paket C yaitu Teknik Telekomunikasi 2018.

12. Teman-teman asisten Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro Universitas Brawijaya yaitu angkatan 2017, 2018 dan 2019.

13. Rekan-rekan asisten Laboratorium Transmisi dan Gelombang Mikro 2016, 2017, 2018 serta 2019.

14. Keluarga Cendana, yaitu Alif, Farhan, Reza, Wanda, Gempis dan Awal yang sudah mendukung dan membantu Saya selama pengerjaan skripsi.

15. Amaryllis Famz, yang telah membantu Saya, baik dalam bimbingan atau dukungan selama pengerjaan skripsi ini.

16. M. Afra Nabil F. merupakan sahabat terbaik Saya, yang selalu ada ketika Saya sedang mengalami kesulitan.

17. Kakak Windah Basudara alias Brando, yang selalu menemani dan menjadi penghibur Saya selama pengerjaan skripsi ini.

18. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung Saya, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam isi, bentuk, maupun susunan kalimat. Akan tetapi berkat bimbingan serta doa dari berbagai pihak, maka kesulitan-kesulitan yang penulis hadapi Alhamdulillah dapat teratasi. Namun penulis tetap menerima dan mengharapkan kritik serta saran dari pembaca agar menuju kearah kebaikan dan kesempurnaan dalam skripsi ini.

Semoga apa yang penulis usahakan ini kiranya dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca pada umumnya. Amin.

Malang, 10 Juni 2022

Penulis

RINGKASAN	.....	DAFTAR ISI
SUMMARY	.....	i
KATA PENGANTAR	.....	ii
DAFTAR ISI	.....	iii
DAFTAR GAMBAR	.....	v
DAFTAR TABEL	.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	.....	xiv
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Rumusan Masalah	.....	2
1.3 Batasan Masalah	.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	.....	5
2.1 Antena	.....	5
2.2 Antena Mikrostrip	.....	6
2.3 ISM Band	.....	9
2.4 CST Studio Suite	.....	10
2.5 Parameter Desain Antena	.....	10
2.5.1 Dimensi Elemen Peradiasi	.....	10
2.5.2 Dimensi <i>Circular Patch</i>	.....	11
2.5.3 Dimensi <i>Ground Plane</i>	.....	11
2.5.4 Dimensi Saluran Transmisi	.....	12
2.6 Parameter Kinerja Antena	.....	12
2.6.1 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	.....	12
2.6.2 <i>Return Loss</i>	.....	14
2.6.3 <i>Directivity</i> (Keterarahan)	.....	15
2.6.4 <i>Gain</i>	.....	15
2.7 Impedansi Antena	.....	16
2.8 Antena Mikrostrip Tekuk (<i>Bending</i>)	.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	.....	19
3.1 Studi Literatur	.....	19
3.2 Pengumpulan Data	.....	19
3.3 Perancangan Antena	.....	20
3.4 Pengujian Antena	.....	23
3.4.1 Alat-Alat yang Digunakan untuk Desain, Simulasi dan Pengukuran	.....	23

Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya
Repository	Universitas Brawijaya	3.4.2 Simulasi pada Software <i>CST Studio Suite 2019</i>	24	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya
Repository	Universitas Brawijaya	3.5 Analisis Hasil Simulasi Antena	28	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya
Repository	Universitas Brawijaya	3.6 Pembuatan Kesimpulan dan Saran.....	29	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya
Repository	Universitas Brawijaya	3.7 Rencana Kegiatan.....	29	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya
Repository	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.1 Analisa Antena Mikrostrip	30	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2 Perencanaan Dimensi Antena Mikrostrip <i>Patch Bintang Segi 18</i>	30	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.1 Antena Mikrostrip FR-4.....	30	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.1.1 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi	30	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.1.2 Perencanaan Dimensi <i>Ground Plane</i>	31	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.1.3 Perencanaan Dimensi Saluran Transmisi.....	31	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880.....	31	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.2.1 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi	31	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.2.2 Perencanaan Dimensi <i>Ground Plane</i>	32	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.2.2.3 Perencanaan Dimensi Saluran Transmisi.....	32	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.3 Hasil Perancangan Antena pada <i>Software CST Studio Suite 2019</i>	33	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.3.1 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18</i>	33	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.3.1.1 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending</i>	34	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.3.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18</i>	35	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.3.2.1 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending</i>	36	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4 Hasil Simulasi menggunakan <i>CST Studio Suite 2019</i>	37	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.1 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18</i>	37	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.1.1 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i> ..	39	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.1.2 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i> ..	41	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.1.3 Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i> ..	43	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18</i>	45	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.2.1 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i>	47	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.2.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	49	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.4.2.3 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	51	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.5 Grafik Perbandingan Parameter Hasil Simulasi menggunakan Excel	53	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.5.1 VSWR	53	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.5.1.1 VSWR <i>Bending 100 mm</i>	54	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.5.1.2 VSWR <i>Bending 220 mm</i>	55	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository
Repository	4.5.1.3 VSWR <i>Bending 450 mm</i>	56	Repository	Universitas Brawijaya	Repository	Universitas Brawijaya	Repository

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
4.5.2 <i>Return Loss</i>	57
4.5.2.1 <i>Return Loss Bending</i> 100 mm	58
4.5.2.2 <i>Return Loss Bending</i> 220 mm	59
4.5.2.3 <i>Return Loss Bending</i> 450 mm	60
4.5.3 <i>Gain</i>	61
4.5.3.1 <i>Gain Bending</i> 100 mm	62
4.5.3.2 <i>Gain Bending</i> 220 mm	63
4.5.3.3 <i>Gain Bending</i> 450 mm	64
4.5.3 <i>Directivity</i>	65
4.5.3.1 <i>Directivity Bending</i> 100 mm	66
4.5.3.2 <i>Directivity Bending</i> 220 mm	67
4.5.3.3 <i>Directivity Bending</i> 450 mm	68
4.6 Grafik Parameter Hasil Pengukuran menggunakan Excel	69
4.6.1 Antena Mikrostrip FR-4	69
4.6.1.1 VSWR	69
4.6.1.1.1 VSWR <i>Bending</i> 100 mm	69
4.6.1.1.2 VSWR <i>Bending</i> 220 mm	70
4.6.1.1.3 VSWR <i>Bending</i> 450 mm	70
4.6.1.2 <i>Return Loss</i>	71
4.6.1.2.1 <i>Return Loss Bending</i> 100 mm	71
4.6.1.2.2 <i>Return Loss Bending</i> 220 mm	72
4.6.1.2.3 <i>Return Loss Bending</i> 450 mm	72
4.6.1.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880	73
4.6.2.1 VSWR	73
4.6.2.1.1 VSWR <i>Bending</i> 100 mm	73
4.6.2.1.2 VSWR <i>Bending</i> 220 mm	74
4.6.2.1.3 VSWR <i>Bending</i> 450 mm	74
4.6.2.2 <i>Return Loss</i>	75
4.6.2.2.1 <i>Return Loss Bending</i> 100 mm	75
4.6.2.2.2 <i>Return Loss Bending</i> 220 mm	76
4.6.2.2.3 <i>Return Loss Bending</i> 450 mm	76
4.7 Analisis Hasil Pengukuran	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perangkat Transisi Antena	5
Gambar 2.2 Gelombang Elektromagnetik.....	6
Gambar 2.3 Saluran Transmisi Thevenin <i>Equivalent</i> pada Mode Transmisi Antena	6
Gambar 2.4 Susunan Material Antena Mikrostrip.....	7
Gambar 2.5 Bentuk Lain <i>Patch</i> Antena Mikrostrip.....	8
Gambar 2.6 Tampilan CST Studio Suite 2019	10
Gambar 2.7 Model Resistansi Antena	17
Gambar 2.8 Antena Mikrostrip Tekuk (<i>Bending</i>)	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Perancangan Antena Mikrostrip	21
Gambar 3.3 Langkah 1 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	24
Gambar 3.4 Langkah 2 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	24
Gambar 3.5 Langkah 3 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	25
Gambar 3.6 Langkah 4 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	25
Gambar 3.7 Langkah 5 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	26
Gambar 3.8 Langkah 6 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	26
Gambar 3.9 Langkah 7 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	27
Gambar 3.10 Langkah 8 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	27
Gambar 3.11 Langkah 9 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	28
Gambar 3.12 Langkah 10 Simulasi Desain Antena Mikrostrip	28
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 ..	33
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm, 220 mm dan 450 mm	34
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm, 220 mm dan 450 mm	34
Gambar 4.4 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	35
Gambar 4.5 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm, 220 mm dan 450 mm	36
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm, 220 mm dan 450 mm	36

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.7 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	Gambar 4.8 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	Gambar 4.9 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	Gambar 4.10 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.11 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	Gambar 4.12 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	Gambar 4.13 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm	Gambar 4.14 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.15 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm	Gambar 4.16 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm	Gambar 4.17 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm	Gambar 4.18 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.19 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm	Gambar 4.20 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm	Gambar 4.21 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm	Gambar 4.22 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya

Gambar 4.23 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i>	42
Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm.....	42
Gambar 4.24 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i>	
Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 220 mm.....	42
Gambar 4.25 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm.....	43
Gambar 4.26 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm	43
Gambar 4.27 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm	43
Gambar 4.28 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm	44
Gambar 4.29 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm	44
Gambar 4.30 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 450 mm	44
Gambar 4.31 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18.....	45
Gambar 4.32 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18.....	45
Gambar 4.33 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18.....	45
Gambar 4.34 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18.....	46
Gambar 4.35 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	46
Gambar 4.36 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18	46
Gambar 4.37 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm	47
Gambar 4.38 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i> Bintang Segi 18 <i>Bending</i> 100 mm.....	47

Gambar 4.39 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i>	47
Gambar 4.40 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i>	48
Gambar 4.41 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i>	48
Gambar 4.42 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm</i>	48
Gambar 4.43 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	49
Gambar 4.44 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	49
Gambar 4.45 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	49
Gambar 4.46 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	50
Gambar 4.47 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	50
Gambar 4.48 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm</i>	50
Gambar 4.49 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	51
Gambar 4.50 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	51
Gambar 4.51 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	51
Gambar 4.52 Hasil Simulasi <i>Gain</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	52
Gambar 4.53 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	52
Gambar 4.54 Hasil Simulasi <i>Directivity</i> 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm</i>	52

Gambar 4.55 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	53
Gambar 4.56 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	54
Gambar 4.57 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	55
Gambar 4.58 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	56
Gambar 4.59 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	57
Gambar 4.60 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	58
Gambar 4.61 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	59
Gambar 4.62 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	60
Gambar 4.63 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	61
Gambar 4.64 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	62
Gambar 4.65 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	63
Gambar 4.66 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	64
Gambar 4.67 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	65
Gambar 4.68 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	66
Gambar 4.69 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	67
Gambar 4.70 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	68

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.71 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.72 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.73 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.74 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18
69	69	70	70
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.75 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.76 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.77 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.78 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip FR-4 <i>Bending</i> 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18
71	71	72	72
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.79 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.80 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.81 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.82 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18
73	73	74	74
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Gambar 4.83 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.84 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.85 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18	Gambar 4.86 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Bending</i> 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18
75	75	76	76

DAFTAR TABEL

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 2.1 Konstanta Bahan Dielektrik	9
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penyusunan Skripsi	29
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.1 Parameter Desain Antena Mikrostrip FR-4 <i>Patch</i> Bintang Segi 18.....	35
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.2 Parameter Desain Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 <i>Patch</i>	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Bintang Segi 18	37
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	53
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.4 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	54
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.5 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	55
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.6 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	56
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.7 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	57
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.8 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	58
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.9 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	59
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.10 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Return Loss</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	60
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.11 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	61
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.12 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	62
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.13 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	63
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.14 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Gain</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	64
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.15 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena	
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	65
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.16 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 100 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	66
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.17 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 220 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	67
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.18 Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan <i>Directivity</i> Antena Mikrostrip <i>Bending</i> 450 mm dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	68
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.19 Perbandingan Data Hasil Pengukuran Parameter Antena Mikrostrip dengan <i>Patch</i> berbentuk Bintang 18	77
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

1.1 Latar Belakang

Pada belakangan waktu ini, pertumbuhan dari teknologi dalam bidang telekomunikasi sedang pesat beriringan dengan keperluan fasilitas komunikasi yang beraneka macam yang dibutuhkan masyarakat, memerlukan alat yang semakin bermutu, dan juga harganya yang terjangkau. Komunikasi yang diharapkan pada masa kini bukan sekadar berupa suara, melainkan disertai dengan layanan data yang mampu memuat video atau gambar. Oleh karena itu, teknologi yang diperlukan tidak sekadar harus menampung banyak informasi tetapi juga harus efektif, efisien, cepat dan dapat dilakukan di mana pun. Teknologi dalam bidang telekomunikasi pada saat ini sudah berkembang hingga tahapan komunikasi tanpa kabel atau bisa disebut nirkabel (*wireless*). Salah satu alat yang dapat menampung kebutuhan teknologi yang dibahas sebelumnya yaitu antena, karena rata-rata teknologi komunikasi pada saat ini memanfaatkan antena sebagai alat transmisi data nya.

Sesuai dengan sejarah komunikasi, teknik informasi yang penggunaannya tanpa menerapkan kabel (*wireless*) diartikan dengan penamaan antena. Antena sendiri berawal dari kata dalam bahasa latin yaitu "*antenna*", artinya tiang kapal layar. Untuk pengertian "*antenna*" secara sederhana dalam bahasa latin dapat diartikan sebagai "penyentuh atau peraba". Maka dapat ditarik kesimpulan dari pengertian sebelumnya, bahwa antena memiliki tugas sebagai penelusur jejak gelombang elektromagnetik, hal tersebut saat antena mempunyai fungsi sebagai penerima. Sedangkan jika antena difungsikan untuk pemancar, antena akan memiliki tugas untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik (Debora, 2017).

Antenna merupakan sejenis alat yang mempunyai peran sangat penting dalam teknologi bidang telekomunikasi, karena antena membantu memancarkan dan menerima sinyal pada semua perangkat telekomunikasi di zaman digital saat ini. *Gain*, *return loss*, dan *VSWR* (*Voltage Standing Wave Ratio*) merupakan sebagian parameter kinerja yang penting dalam antena. Beraneka macam antena sudah dikembangkan dengan tujuan untuk dipergunakan sebagai media propagasi, transmisi, dan *receiver* gelombang. Kebutuhan masyarakat akan teknologi komunikasi seperti penyebaran informasi dari internet atau media telekomunikasi

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

BAB I

PENDAHULUAN

lainnya, contohnya satelit dan gelombang radio pada saat ini sudah dipenuhi oleh karena adanya antena (Pratama, 2018).

Antena yang digunakan pada penelitian kali ini berupa antena jenis mikrostrip. Berdasarkan kata mikrostrip, dapat disimpulkan bahwa antena ini memiliki ukuran yang sangat tipis (*micro*) dan memiliki bentuk bagaiakan bilah atau potongan (*strip*). Antena mikrostrip memiliki keunggulan seperti massanya yang tidak berat (*ringan*), simpel dalam proses fabrikasi oleh karena antena ini jenisnya *konformal* (bersifat fleksibel), mudah untuk proses *feed*, dan juga ukurannya yang lebih kecil dibandingkan antena jenis lainnya (Jackson, 2007). Hal yang menjadi kekurangan antena jenis mikrostrip ini yaitu *gain*, *bandwidth* serta *directivity* yang memiliki hasil rendah.

Antena mikrostrip tekuk (*bending*) atau antena yang fleksibel adalah salah satu komponen terpenting pada perkembangan aplikasi nirkabel, termasuk pada elektronik yang dapat digunakan dan pada sistem sensor. (Zahran, Abdalla & Gaafar, 2017). Dengan menekuk antena, maka antena dapat lebih efisien untuk diaplikasikan pada berbagai macam komponen yang memiliki ukuran tekuk berbeda-beda. Seperti penelitian pada kali ini, yaitu akan membahas mengenai perancangan antena mikrostrip bintang segi 18 dengan *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada frekuensi ISM band (2.4 GHz).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang antena yang dirancang dengan *patch* bintang segi 18 dengan material FR-4 ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 ketebalan 0.58 mm yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada frekuensi kerja ISM band (2.4 GHz)?
2. Bagaimana cara mensimulasikan perancangan antena yang dirancang?
3. Bagaimana cara menganalisis hasil simulasi antena yang sudah dirancang?
4. Bagaimana pengaruh hasil simulasi dan pengukuran dari penggunaan material substrat serta ketebalan yang berbeda yaitu FR-4 dengan ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 dengan ketebalan 0.58 mm pada frekuensi kerja ISM band (2.4 GHz) terhadap kinerja antena yang dirancang?

1.3 Batasan Masalah

5. Bagaimana pengaruh hasil simulasi dan pengukuran dari penekukan atau *bending* antena yang dirancang yaitu *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm terhadap kinerja atau performa antena?
1. Perancangan antena mikrostrip ini dirancang dengan *patch* bintang segi 18 yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm.
2. Penggunaan substrat pada antena mikrostrip ini yaitu FR-4 (ketebalan 1 mm) serta Roger Duroid RT5880 (ketebalan 0.58 mm).
3. Antena yang dirancang bekerja pada frekuensi ISM *band* atau 2.4 GHz.
4. *Software* atau perangkat lunak yang dipakai dalam merancang, membuat dan mensimulasikan desain antena mikrostrip ini adalah CST *Studio Suite 2019*.
5. Pengujian parameter kinerja dari antena yaitu *return loss*, VSWR, *gain* 3D, *gain* 2D, *directivity* 3D, dan *directivity* 2D.
6. *Return loss* yang digunakan ≤ -10 dB.
7. VSWR yang digunakan $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$.
8. *Gain* yang digunakan ≥ 3 dBi.
9. Impedansi *input* yang digunakan 50Ω .

1.4 Tujuan Penelitian

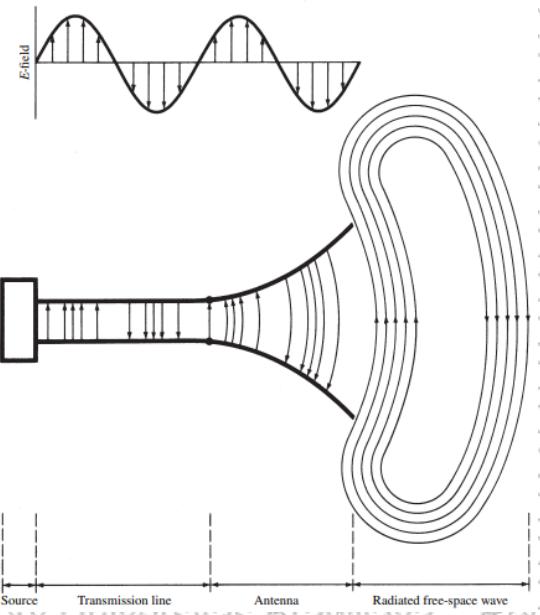
1. Mengetahui perancangan antena mikrostrip *patch* berbentuk bintang segi 18 dengan material FR-4 ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 ketebalan 0.58 mm yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada frekuensi ISM *band* (2.4 GHz).
2. Mengetahui cara mensimulasikan perancangan antena yang dirancang.
3. Mengetahui cara menganalisis hasil simulasi yang sudah dirancang.
4. Mengetahui pengaruh hasil simulasi dan pengukuran dari penggunaan material substrat serta ketebalan yang berbeda yaitu FR-4 dengan ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 dengan ketebalan 0.58 mm terhadap kinerja antena yang dirancang.
5. Mengetahui pengaruh hasil simulasi dan pengukuran dari penekukan atau *bending* antena yang dirancang yaitu *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm terhadap kinerja atau performa antena.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis, adalah sanggup mempelajari perancangan antena mikrostrip *patch* berbentuk bintang segi 18 dengan material FR-4 ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 ketebalan 0.58 mm yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada frekuensi ISM band (2.4 GHz) serta mampu melakukan perbandingan hasil simulasi dari kedua substrat berbeda pada antena yang sudah dirancang tersebut, dengan mencari hasil simulasi yang paling baik.
2. Bagi pembaca, adalah mampu memberikan pembelajaran terkait perancangan antena mikrostrip *patch* berbentuk bintang segi 18 dengan material FR-4 ketebalan 1 mm dan Roger Duroid RT5880 ketebalan 0.58 mm yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm pada frekuensi ISM band (2.4 GHz) serta dapat mengetahui antena mikrostrip yang paling baik hasil simulasinya dari perbandingan kedua substrat berbeda pada antena yang sudah dirancang.

2.1 Antena

Bersumber dari *Webster's Dictionary*, antena merupakan suatu peranti logam pada umumnya (kawat maupun batang) yang berfungsi sebagai pemancar serta penerima gelombang radio (Balanis, 2005). Dapat disimpulkan bahwa antena ialah suatu perangkat yang menjadi konstruksi transisi antara perangkat pemandu dengan ruang bebas.



Gambar 2.1 Perangkat Transisi Antena

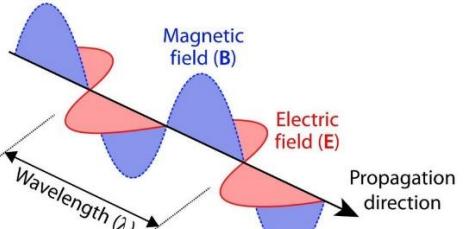
Sumber: Balanis (2005).

Teradiasinya gelombang elektromagnetik yang akan dipropagasi oleh antena ke ruang bebas dapat dilihat prosesnya pada Gambar 2.1. Proses teradiasinya gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa tahap yaitu berasal dari sumber (*source*) yang akan menghasilkan gelombang, kemudian gelombang tersebut akan melalui *transmission line* atau saluran transmisi yang bentuknya dapat berupa fisik serta non fisik. Saluran transmisi fisik contohnya seperti sepasang kawat konduktor, *coaxial cable* (pipa berongga atau *waveguide*), dan untuk yang non-fisik berupa gelombang radio atau sinar laser (Usman, 2018).

Setelah itu, gelombang tersebut akan diproses pada antena. Proses ini terjadi pada *patch* yang merupakan elemen peradiasi atau sebagai peradiasi gelombang, medan

Digitized by Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya

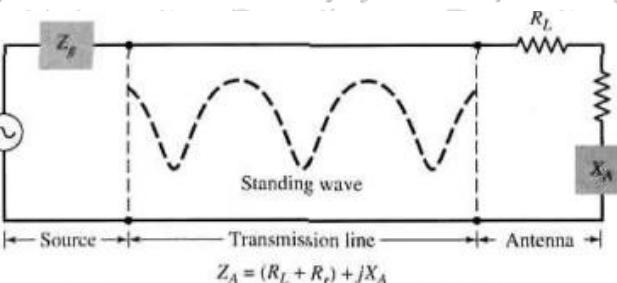
listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.



Gambar 2.2 Gelombang Elektromagnetik

Sumber: Verhoeven (2017).

Pada kondisi yang ideal, sumber yang menghasilkan energi diharuskan betul-betul dalam mengikirkan ke resistensi radiasi (R). Namun, pada percobaan terdapat *conduction dielectric losses*, dikarenakan sifat saluran transmisi dan antena yang *lossy*, dan juga dikarenakan adanya refleksi atau ketidakcocokan (*unmatch*) pada *interface* diantara saluran dengan antena (Balanis, 2005).



Gambar 2.3 Saluran Transmisi Thevenin *Equivalent* pada Mode Transmisi Antena

Sumber: Balanis (2005).

2.2 Antena Mikrostrip

Mikrostrip berasal dari kata *micro* dan *strip*. Kata *micro* memiliki arti sangat kecil atau sangat tipis, sedangkan untuk kata *strip* berarti potongan atau bilah.

Dapat didefinisikan bahwa antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki ciri khas yaitu ukurannya yang kecil dan bentuknya yang menyerupai potongan atau bilah. Nilai radiasi yang dihasilkan oleh antena mikrostrip pada pinggir-pinggir di daerah tepi adalah yang paling kuat. Dengan penjelasan sebelumnya, antena mikrostrip dapat memberikan radiasi serta efisiensi yang unggul dari

listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.

listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.

listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.

listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.

listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Lalu, gelombang elektromagnetik akan dipropagasi ke ruang bebas, hal ini ketika antena diposisikan sebagai pengirim. Ketika antena diposisikan sebagai *receiver*, maka antena akan menerima gelombang elektromagnetik tersebut.

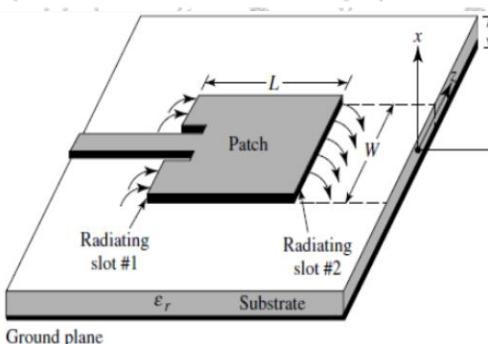
antena jenis lainnya, tetapi efek yang timbul oleh karena hal itu dapat memberikan penambahan ukuran antena. Oleh sebab itu, penetapan spesifikasi, ukuran, dan performa harus dilakukan secara teliti agar antena mikrostrip yang dirancang memiliki ukuran yang selaras dengan hasil keluaran (*output*) yang diharapkan akan sesuai dengan batas-batas parameter kinerja antena (Ningsih, 2014).

Antena mikrostrip memiliki keunggulan seperti massanya yang tidak berat (ringan), simpel dalam proses fabrikasi oleh karena antena ini jenisnya *konformal* (bersifat fleksibel), mudah untuk proses *feed*, dan juga ukurannya lebih kecil dibandingkan antena jenis lainnya (Jackson, 2007). Dengan keunggulan-keunggulan yang dimiliki antena mikrostrip, maka tidak salah bahwa pada saat ini antena mikrostrip sudah sangat cocok dengan keperluan dari masyarakat, maka dari itu antena dapat difungsikan pada perangkat telekomunikasi lainnya yang berukuran kecil, namun perlu diketahui bahwa antena ini mempunyai kelemahan yaitu *gain*, *bandwidth* serta *directivity* yang memiliki hasil rendah (Rambe, 2014). Oleh karena itu, ada beberapa teknik untuk meningkatkan performa antena yaitu dengan mencocokan saluran dan impedansi *patch* dari antena, seperti menggunakan $\frac{1}{4}\lambda$ trafo, *inset feed*, *edge feed*, dan yang lainnya (Pandey, 2019).

Teknologi pada antena mikrostrip sudah mengalami kemajuan dan banyak diterapkan pada beberapa sektor usaha hingga militer, seperti penerapan pada bidang kesehatan, bidang militer (komunikasi satelit militer), komunikasi radar, komunikasi bergerak (*mobile*) dan lain-lain.

Elemen pada antena mikrostrip terdiri dari 3, yaitu:

1. Peradiasi (radiator atau *patch*).
2. Substrat (*substrate*).
3. Pentanahan (*ground plane*).



Gambar 2.4 Susunan Material Antena Mikrostrip

Sumber: Balanis (2005).



Gambar 2.5 Bentuk Lain Patch Antena Mikrostrip

Sumber: Ramesh Garg et al (2001).

Fungsi dari elemen substrat (*substrate*) adalah menjadi pembatas dari kedua elemen, yaitu elemen peradiasi dan elemen pentahanan atau bisa disebut sebagai bahan dielektrik antena mikrostrip. Elemen substrat mempunyai banyak macam, yang dispesifikasi berdasarkan dari parameter nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalan masing-masing material substrat atau *loss tangent*. Namun, perlu diketahui bahwa nilai-nilai yang sudah disebutkan sebelumnya akan mempengaruhi *bandwidth* dan efisiensi serta frekuensi kerja dari antena yang akan dirancang. Peningkatan *bandwidth* berbanding lurus dengan ketebalan dari substrat. Jika substrat yang digunakan bertambah tebal, *bandwidth* juga akan bertambah lebar atau tinggi, namun hal ini mengakibatkan munculnya gelombang permukaan (Garg et al, 2001).

Konstanta dielektrik (ϵ_r) substrat yang akan dipakai pada antena mikrostrip dapat bervariasi, yaitu dari $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$. Kondisi saat menurunkan permitivitas

bahan dielektrik, maka akan memperbesar ukuran dari antena, namun hasil efisiensi akan lebih baik dan *bandwidth* juga akan lebih besar. Sebaliknya, ketika menaikkan permitivitas bahan dielektrik, maka hasil kinerja dari antena akan terdegradasi atau menurun.

Tabel 2.1

Konstanta Bahan Dielektrik

Jenis Bahan (Material)	Konstanta Dielektrik
Alumina	9.8
Ferrite	9 - 16
Epoxy FR 4	4.3
RT/Duroid 5880	2.2 – 10.8
Polistirena	2.4 – 2.7
Teflon	2.1
Silicon	11.9

Sumber: Ramesh Garg et al (2001).

Elemen pentahanan (*ground*) berperan sebagai sistem pembumian pada antena mikrostrip. Pada dasarnya elemen *ground* sama dengan elemen peradiasi dalam penggunaan jenis bahan yaitu menggunakan bahan berjenis logam tembaga (Balanis, 2005).

2.3 ISM Band

ISM (*Industrial, scientific, and medical*) band adalah pita frekuensi yang tersedia dalam skala internasional untuk penggunaan energi frekuensi radio (RF) yang digunakan pada keperluan industri, ilmiah dan medis, contoh dari jenis penggunaan ISM band ini adalah *oven microwave*. Penggunaan perangkat ISM terbatas pada *band* frekuensi tertentu, karena perangkat ini menggunakan emisi kuat yang dapat menciptakan interferensi elektromagnetik yang dapat mengganggu pengguna komunikasi radio lainnya dengan frekuensi yang sama.

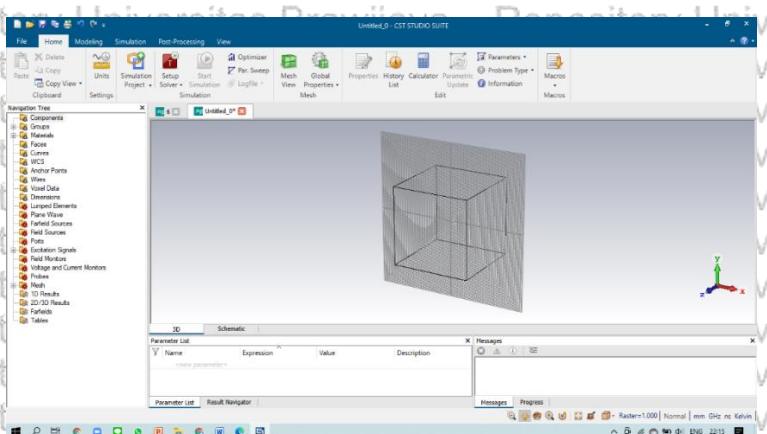
Frekuensi 2.4 GHz atau dikenal juga sebagai ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) band, adalah pita bebas lisensi yang dialokasikan untuk penggunaan berbagai aplikasi dari konsumen, seperti pemantauan (*monitoring*) lingkungan, pertanian, perawatan medis, *smart buildings*, otomatisasi dan pengawasan pabrik, serta aplikasi pada militer (Mahalin, Ariffin, dan Rashid, 2009).

Pada ISM *band*, berbagai jenis desain dari antena digunakan untuk menutupi pita frekuensi ini seperti antena *patch* mikrostrip, antena heliks, antena dipol, antena resonator dielektrik, antena monopole dan antena *planar* (Minhas, Kumar, dan Singh, 2017).

2.4 CST Studio Suite

Perangkat lunak (*software*) yang dikhususkan untuk merancang desain antena mikrostrip salah satunya adalah CST *Studio Suite*. *Software* ini berfungsi untuk mensimulasikan suatu antena, dengan didalamnya menyediakan *tools* yang mudah untuk dioperasikan oleh pengguna. Selain itu, CST *Studio Suite* juga memberikan *experience* kepada pengguna dengan memberikan solusi komputasi secara akurat serta efisien dalam merancang dan menganalisis peralatan elektromagnetik. Pada percobaan kali ini, jenis CST yang digunakan merupakan

CST *Studio Suite* versi 2019.



Gambar 2.6 Tampilan CST *Studio Suite* 2019

2.5 Parameter Desain Antena

Dalam membuat desain antena mikrostrip, diperlukan parameter-parameter desain seperti tebal substrat, jari-jari dari *patch*, panjang serta lebar *groundplane*, panjang saluran transmisi dan lain-lain.

2.5.1 Dimensi Elemen Peradiasi

Hal pertama yang dilakukan sebelum mendapatkan nilai-nilai dari elemen peradiasi adalah menetapkan frekuensi resonansi (f_r) yang ingin digunakan.

Percobaan kali ini frekuensi resonansi yang digunakan bernilai 2.4 GHz atau ISM *band*. Batas dari frekuensi kerja berada diantara 1.4 GHz hingga 3.4 GHz.

Berdasarkan dari batas pada frekuensi kerja tersebut, maka 2.4 GHz merupakan

frekuensi tengahnya. Untuk ketetapan perambatan di ruang bebas (c) bernilai $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

Jika nilai λ_0 sudah didapatkan, selanjutnya akan menghitung panjang dari gelombang di saluran transmisi dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad \dots \dots \dots (2.2)$$

Cara suatu gelombang elektromagnetik yang bergerak pada sebuah materi dapat dipengaruhi oleh konstanta dielektrik material (ϵ_r). Jika nilai dari konstanta dielektrik tinggi, maka jarak di suatu materi akan terlihat lebih besar, dapat dinyatakan bahwa cahaya akan merambat lebih lambat. Perilaku gelombang pada materi dapat dipengaruhi oleh hal tersebut juga, karena sifat pada gelombang elektromagnetik seperti sinyal mempunyai panjang gelombang λ_d lebih pendek.

2.5.2 Dimensi Circular Patch

Jari-jari *circular patch* dari antena mikrostrip dapat dicari dengan persamaan:

$$R_p = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi\epsilon_r F} [\ln(\frac{\pi F}{2h}) + 1.7726]\right\}^{1/2}} \quad \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk mencari nilai dari fungsi logaritmik (F), menggunakan persamaan:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

λ_0 = Panjang frekuensi tengah di ruang hampa (mm)

λ_d = Panjang gelombang saluran transmisi (mm)

h = Ketebalan substrat (cm)

f_r = Frekuensi resonansi (Hz)

ϵ_r = Permitivitas relatif atau konstanta dielektrik

2.5.3 Dimensi Ground Plane

Perhitungan untuk mencari persamaan:

$$L_g = 6h + 2R_p \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

Sedangkan untuk perhitungan lebar *groundplane*, dapat dicari dengan persamaan:

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R_p \quad \dots \dots \dots (2.6)$$

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Keterangan:

L_g = Panjang *ground plane* (mm)

W_g = Lebar *ground plane* (mm)

2.5.4 Dimensi Saluran Transmisi

Saluran transmisi didapatkan dari perumusan pada persamaan dibawah ini:

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

Jika sudah didapatkan nilai dari B , kemudian kita dapat menentukan lebar dari saluran trasmisi:

$$Ws = \frac{2h}{\pi} \left(B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right) \quad (2.8)$$

Sedangkan perhitungan dari panjang saluran transmisi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ls = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (2.9)$$

2.6 Parameter Kinerja Antena

Parameter kinerja dari suatu antena sangat diperlukan agar perancangan dan pengukuran dari antena akan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Parameter kinerja antena dapat diketahui seperti berikut.

2.6.1 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo sebuah gelombang pantul terhadap amplitudo gelombang datang pada sebuah gelombang elektromagnetik atau perbandingan dari amplitudo *standing wave* maksimum ($|V|_{maks}$) dan *standing wave* minimum ($|V|_{min}$) (Surjati, 2010). Perumusan dari VSWR (S) dapat dicari dengan persamaan:

$$S = \frac{|V|_{maks}}{|V|_{min}} = \frac{V_o^+ + V_o^-}{V_o^+ - V_o^-} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.10)$$

Jika S atau VSWR bernilai sama dengan 1, maka kondisi tersebut merupakan kondisi yang terbaik. Karena saat nilai dari VSWR bernilai 1, maka tidak terdapat sinyal yang terpantul. Jadi, semua sinyal keluaran (*output*) dari *transmitter* akan ditransmisikan oleh antena. Namun pada perancangan antena, hal tersebut sulit untuk didapatkan bahkan hampir mustahil, oleh sebab itu nilai standar VSWR yang diizinkan untuk simulasi dan pabrikasi antena mikrostrip adalah $VSWR \leq 2$ (Akhami, 2016).

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Rumus diatas dapat dijelaskan bahwa impedansi merupakan penjumlahan antara resistansi suatu antena dengan imajiner dari reaktansi antena. Hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi saat naik dan turunnya suatu nilai dari VSWR, dipengaruhi oleh perubahan resistansi (*load* dan radiasi) serta reaktansi dari suatu antena. Nilai SWR akan ideal pada saat reaktansi bernilai nol (0) dimana impedansinya hanya terdiri dari nilai hambatan murni/R (Kartika, Erlinasari, dan Sipan, 2021). Pengaruh dari desain pada antena mikrostrip akan mengakibatkan naik dan turunnya nilai VSWR. Hal ini dikarenakan desain antena mikrostrip akan menolak gelombang pada frekuensi tertentu dan juga dapat dikarenakan gelombang yang disalurkan ke antena yang direfleksikan kembali kepada sumber (*source*) atau dengan kata lain terjadi *missmatch* antara impedansi masukan dengan impedansi antena.

2.6.2 Return Loss

Perbandingan amplitudo gelombang yang direfleksikan dengan amplitudo gelombang yang ditransmisikan merupakan pengertian *return loss*. *Return loss* muncul akibat diskontinuitas yang terjadi antara impedansi *input* beban (antena) dengan saluran transmisi antena (Nugraha, Christiyono, & Sukiswo, 2011). Tidak ada seluruh daya yang teradiasi tetapi terdapat daya direfleksikan kembali (Sudjati, 2010).

Nilai dari *return loss* dapat dirumuskan dengan memasukan koefisien refleksi tegangan ke persamaan 2.13 dibawah ini (Ahkami, 2016):

Return loss dengan nilai dibawah -9,54 dB adalah nilai yang baik (Ahkami, 2016), karena:

1. $-9,54 \text{ dB} = \text{VSWR}$ bernilai 2.
 2. Antena di anggap baik jika VSWR < 1,5
 3. Jika di atas $-9,54 \text{ dB}$ arus pandangnya diatas 2, sehingga antena tidak baik

Dapat disimpulkan bahwa nilai dari *reflected wave* tidak akan sebesar nilai dari gelombang yang dikirimkan, menandakan bahwa saluran transmisi sudah pada kondisi *matching*.

Return loss adalah sebuah rugi pada proses transmisi karena gelombang, sehingga nilainya adalah negatif, tetapi dalam perhitungan nilainya dibuat

positif. Semakin tinggi hasil perhitungan dari *return loss* maka akan semakin rendah rugi yang akan timbul atau dengan kata lain akan semakin rendah daya yang akan dipantulkan, dan sebaliknya.

Antena dianggap baik jika dapat menyerap 90% - 100% energi yang dipancarkan sumber dan memantulkan 0% - 10% energi saja.

2.6.3 Directivity (Keterarahaman)

Perbandingan antara intensitas radiasi antena pada suatu arah dengan rata-rata dari intensitas radiasi di satu arah (Surjati, 2010). Rata-rata dari intensitas radiasi dijabarkan sebagai daya radiasi antena total dibagi 4π (Pasaribu, 2014). Oleh karna itu, *directivity* dapat dilihat perumusannya pada persamaan 2.14.

Keterangan:

D = directivity (dBj)

I_0 = intensitas radiasi maksimum

– Intensitas radiasi pada sumber isotropik

Universitas Brawijaya Repository
Uraian Intersepsi Dalam Penerjemahan (2011)

Berdasarkan sumber (2018)

2.6.4 Gain

Variabel perbandingan dari daya keluaran (*output*) atau disebut *effective isotropic radiated power* (EIRP) dengan daya masukkan (*input*) yang dibagikan kepada suatu antena disebut dengan *gain* (Sandi, 2012). Perumusan dari *gain* dituliskan pada persamaan 2.15.

Gain = $D \cdot \eta$ Repository Universitas Brawijaya (2.15)

Keterangan:

D = directivity (dBj)

n = efisiensi antara

Akan lebih menarik jika antena pada suatu sistem dapat diukur dari seberapa efisiennya sebuah antena dalam memindahkan daya pada terminal masukkan (*input*) yang akan membentuk daya radiasi. Hal ini dapat diterangkan bahwa, *gain* (*power* atau daya dari *gain*) sama dengan 4π kali skala dari daya pada intensitas radiasi yang diterima oleh suatu antena (Surjati, 2010). Persamaan 2.16, dapat dilihat perumusannya.

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 $Gain(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{Pin}$ (2.16)
 Repository Universitas Brawijaya
 Keterangan:
 $U(\theta, \phi)$ = intensitas radiasi pada arah tertentu
 Pin = daya intensitas radiasi yang diterima (*input*)
 Dengan asumsi bahwa pola antena adalah seragam, maka gain dapat dirumuskan dengan luas *isotropic sphere* ($4\pi r^2$) dibagi dengan luas dari sektor (*cross section*) (Avionics Department, 2013).
 $Gain = \frac{\text{Luas sphere}}{\text{Luas pola antena}}$
 $Gain = \frac{4\pi}{BW_{\phi az} + BW_{\theta el}}$ (2.17)
 Atau bisa dirumuskan seperti pada Persamaan 2.18, yaitu:
 $Gain = \frac{4\pi}{\phi\theta(\text{radians})}$ (2.18)
 Keterangan:
 $BW_{\phi az}$ = beamwidth azimuth (radians)
 $BW_{\theta el}$ = beamwidth elevasi (radians)

2.7 Impedansi Antena

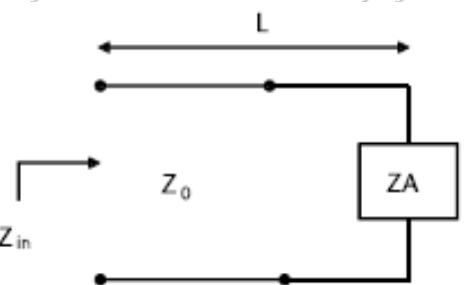
Impedansi dari antena di definisikan sebagai impedansi *input* atau masukkan yang berasal dari komponen rangkaian luar dari suatu antena (saluran transmisi ke antena). Pada impedansi yang dijelaskan sebelumnya, dapat diartikan juga sebagai perbandingan dari tegangan serta arus atau medan listrik (*electric field*) dan medan magnet (*magnetic field*) sesuai dengan penerapannya. Salah satu parameter antena yang penting yaitu adalah impedansi masukkan (*input*), karena impedansi ini berperan untuk memberikan antena pada kondisi yang *matching* dengan komponen rangkaian luar dari suatu antena (saluran transmisi ke antena) (Purnamirza, 2013). Pada suatu perancangan, nilai dari impedansi masukkan (*input*) antena mempunyai nilai 50 ohm (Ω) atau 75 ohm (Ω) (Yuwono, 2010). Impedansi dicari setelah tahu nilai dari koefisien pantul, dapat dilihat pada persamaan 2.19:

$$\Gamma = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0}$$
(2.19)

Z_a merupakan impedansi antena. Untuk Z_o yaitu adalah impedansi dari saluran transmisi. Perumusan impedansi antena dapat dilihat pada Persamaan 2.12.

Kondisi saat naik dan turunnya suatu nilai dari VSWR disebabkan oleh perubahan impedansi antena pada tiap frekuensi dalam grafik. Perumusannya dapat dilihat seperti persamaan:

Oleh sebab itu, ketika impedansi berubah maka akan berpengaruh juga terhadap VSWR, yang dimana VSWR perhitungannya mencakup impedansi dari antena. Impedansi dari antena yang ada pada perhitungan sebelumnya adalah hasil dari perhitungan impedansi untuk frekuensi 2.4 GHz (saat kondisi sudah *matching*). Sehingga didalam grafik, yaitu saat frekuensi di 2.4 GHz, kondisi VSWR sudah memenuhi kriteria dari spesifikasi antena yakni $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$.



Gambar 2.7 Model Resistansi Antena

Sumber: Purnamirza (2013).

Perumusan Za juga dapat dicari dengan menurunkan rumus koefisien pantul dari VSWR, yaitu dari Persamaan 2.11:

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}, \quad ZL = Za$$

$$\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0}$$

VSWR = 1) (Zg + Z_l) = (VSWR + 1)(Zg - Z_l)

$$VSWR \cdot Z_a + VSWR \cdot Z_b - Z_a - Z_b \equiv VSWR \cdot Z_a - VSWR \cdot Z_b + Z_a - Z_b$$

Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya

VSWR.Z₀+VSWR.Z₀-Za-Za≡VSWR.Za-VSWR.Za+Z₀-Z₀

2VSWR.Z₀ = 2Z_a

VSWR - [Za](#) Repository Universitas Brawijaya (2)

VSWR = $\frac{Z_p}{Z_0}$ (2.2)

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

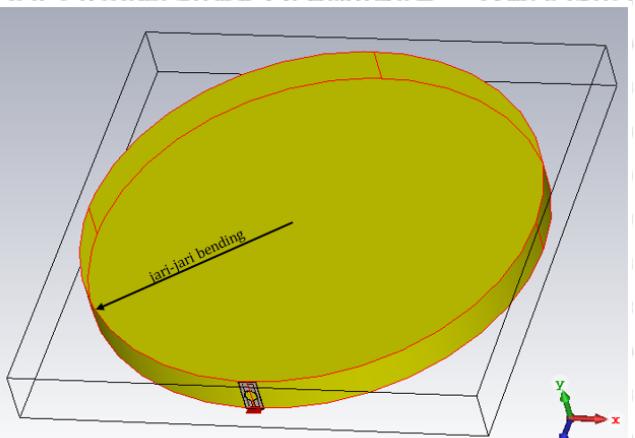
2.8 Antena Mikrostrip Tekuk (*Bending*)

Antena yang fleksibel adalah salah satu komponen terpenting pada perkembangan aplikasi nirkabel, termasuk pada elektronik yang dapat digunakan dan pada sistem sensor. Namun, menekuk sebuah antena dari konfigurasi bentuk awalnya dapat mempengaruhi perfomansi antena, berdasarkan desain antena, bahan substrat, dan banyak faktor lain (Zahran, Abdalla & Gaafar, 2017).

Pasar perangkat nirkabel tekuk meningkat dengan pesat, hal tersebut dengan meninjau kegunaan dan implementasi perangkat tersebut seperti sistem pemantau kesehatan dan perangkat nirkabel sehari-hari (contohnya telepon genggam, tablet, komputer, dan laptop). Untuk alasan inilah, kebutuhan antena cetak yang fleksibel meningkat, terutama untuk aplikasi biomedis, aplikasi yang dapat digunakan, dan aplikasi yang dipasang pada tubuh (Zahran, Abdalla & Gaafar, 2017).

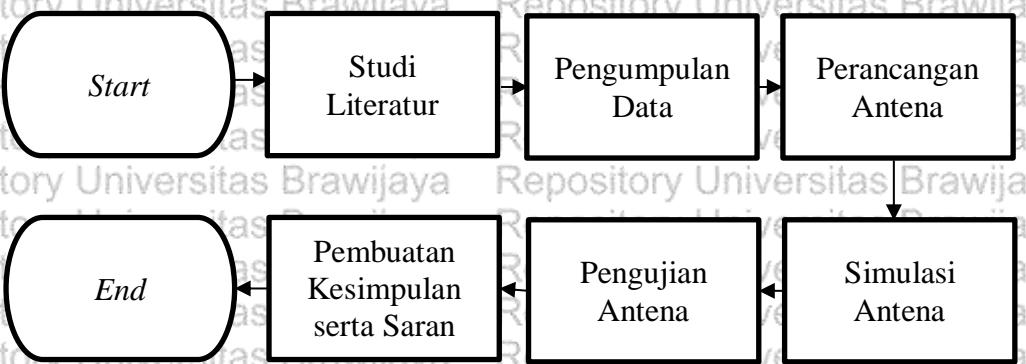
Sejumlah desain antena fleksibel telah di coba pada beberapa bahan substrat yang secara mekanis berbeda. Beberapa pendekatan melibatkan substrat tekstil, selain itu menggunakan substrat kertas, serta yang lain masih menggunakan dielektrik substrat yang fleksibel dan tipis. Istilah *tradeoff* selalu ada antara mencapai kesesuaian fungsional dan biaya yang rendah. Dalam hal ini sirkuit yang dibuat pada bahan substrat fleksibel, harus kuat dan sanggup diterapkan di rentang suhu lebar dengan tidak mengurangi kinerja antena (Seman, Ramadhan, Ishak, Yuwono, Abidin, Dahlán, Shah, & Ashyap, 2019).

Untuk antena fleksibel, tujuan desain mencakup parameter radiasi yang baik, dengan kinerja yang dipertahankan selama penekukan. Dengan kata lain, sangat penting persyaratan parameter yang dibutuhkan bahwa antena tersebut harus bekerja secara efektif dalam berbagai kondisi tekukan.



Gambar 2.8 Antena Mikrostrip Tekuk (*Bending*)

Kajian yang dipakai pada skripsi atau penelitian kali ini bersifat analisis, yaitu tentang desain dan simulasi antena mikrostrip dengan *patch* berbentuk bintang segi 18 yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm yang bekerja pada frekuensi ISM band (2.4 GHz). Dalam proses perancangan antena mikrostrip *patch* bintang segi 18 ini, digunakan sejumlah metode yang ditujukan untuk mendukung pengerjaan skripsi ini, yaitu:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode

3.1 Studi Literatur

Studi literatur ditujukan dalam memperoleh permasalahan, landasan teori dan bahan-bahan yang efektif. Sumber studi literatur diperoleh dari buku, jurnal dan dari sumber terpercaya di internet. Studi literatur diperlukan untuk memahami analisis antena mikrostrip *patch* bintang segi 18 yang disusun secara *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm pada frekuensi kerja ISM band (2.4 GHz). Metode studi literatur akan mendapatkan beberapa *point* acuan dasar untuk mendukung penyusunan skripsi kali ini.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dipakai pada skripsi ini terdiri dari dua data, yaitu data primer serta data sekunder.

1. Data primer merupakan data yang diperoleh dari perhitungan secara manual dan dari hasil simulasi. Hasil-hasil perhitungan manual yang sudah dicari, kemudian akan disimulasikan dalam *software* CST Studio Suite

2019. Setelah mendapatkan hasil simulasi antena, maka akan diproses

Repository Universitas Brawijaya pada *software CorelDRAW X7 Graphic* untuk menampilkan gambar *final* dari antena yang sudah dirancang, serta diproses juga pada *software Microsoft Office Excel* untuk menampilkan hasil simulasi dalam bentuk tabel dan grafik.

2. Data sekunder diperoleh dari studi literatur, seperti dari jurnal ilmiah, buku maupun dari internet. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian skripsi ini yaitu:

1.) Menetukan spesifikasi dari dimensi *patch* dan *groundplane*:

1. Bahan *patch* dan *groundplane* yang digunakan adalah *copper (annealed)*.

2. Konduktifitas tembaga.

2.) Menetukan spesifikasi dari dimensi substrat :

1. Bahan substrat yang digunakan adalah FR-4 dan Roger Duroid RT5880.

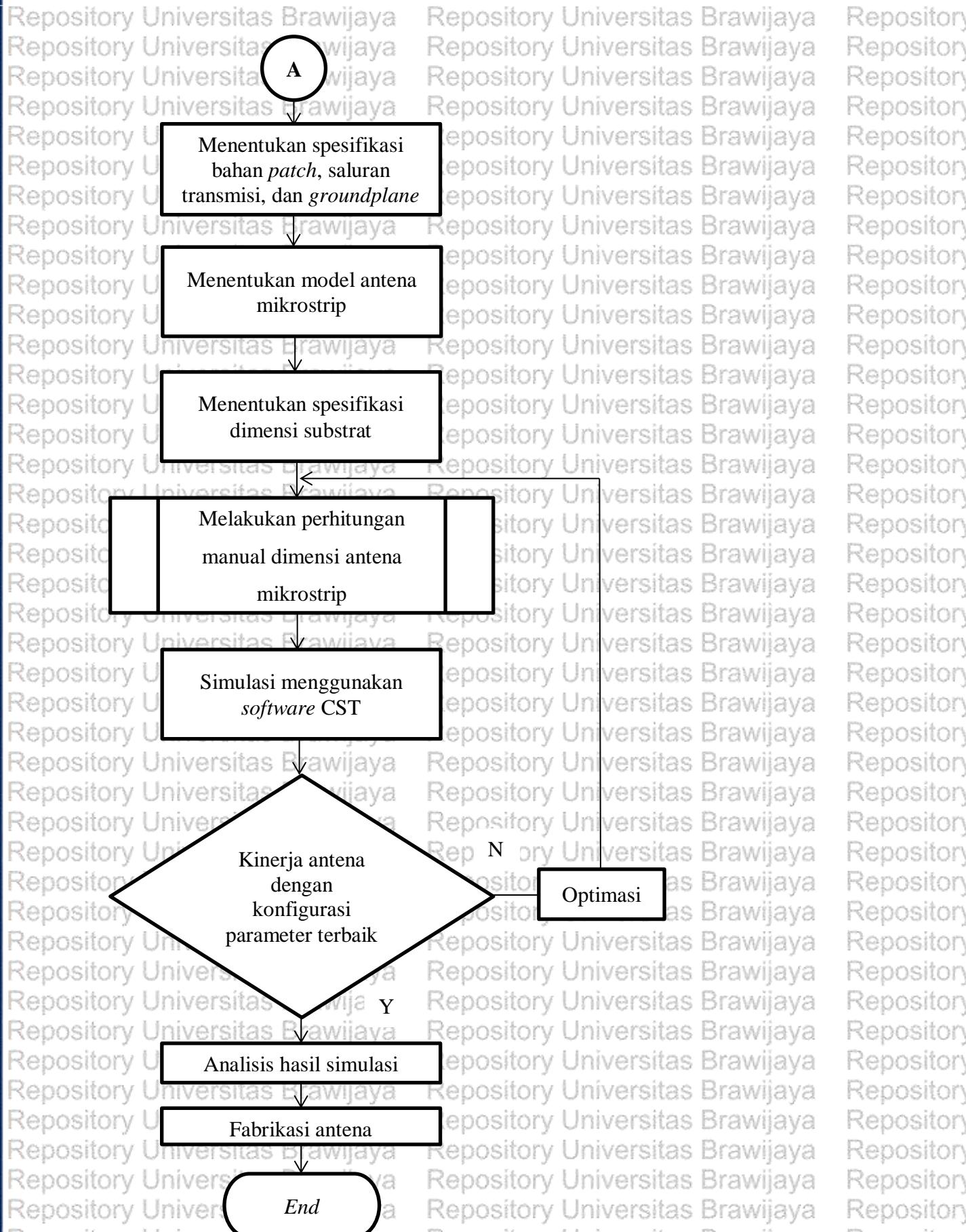
2. Konstanta dielektrik bahan substrat FR-4 dan Roger Duroid RT5880.

3. Ketebalan susunan dielektrik substrat FR-4 dan Roger Duroid RT5880.

3.3 Perancangan Antena

Terdapat dua tahapan pada perancangan antena mikrostrip, yaitu perhitungan parameter antena berupa dimensi elemen peradiasi, *circular patch*, *groundplane*, serta saluran transmisi secara manual dan simulasi pada *software CST* agar dapat mengetahui performa dari antena. Berikut merupakan diagram alir tahap perancangan antena mikrostrip pada penelitian ini:

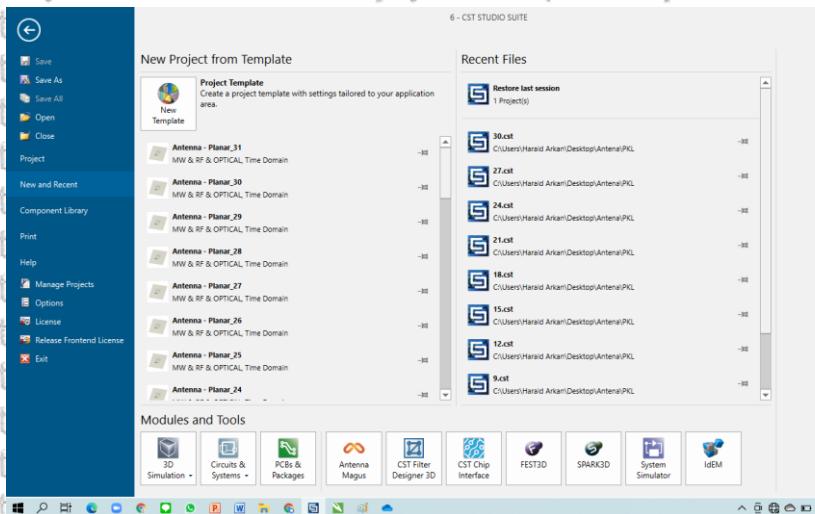




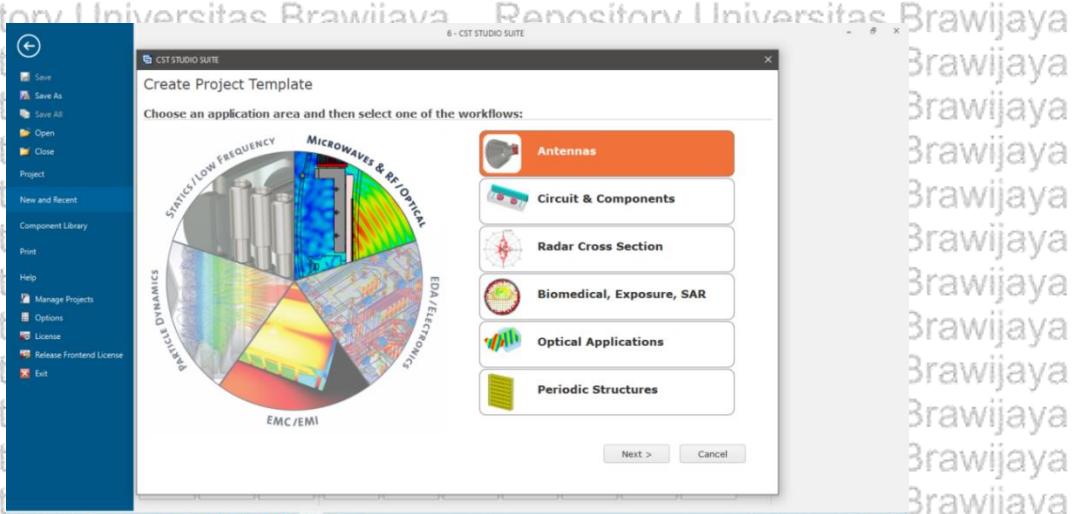
Gambar 3.2 Flowchart Perancangan Antena Mikrostrip

Pada gambar 3.2 yaitu diagram alir perancangan antena mikrostrip, dapat dilihat terdapat beberapa tahapan dalam merancang antena mikrostrip. Berikut merupakan tahapan-tahapan berdasarkan gambar 3.2:

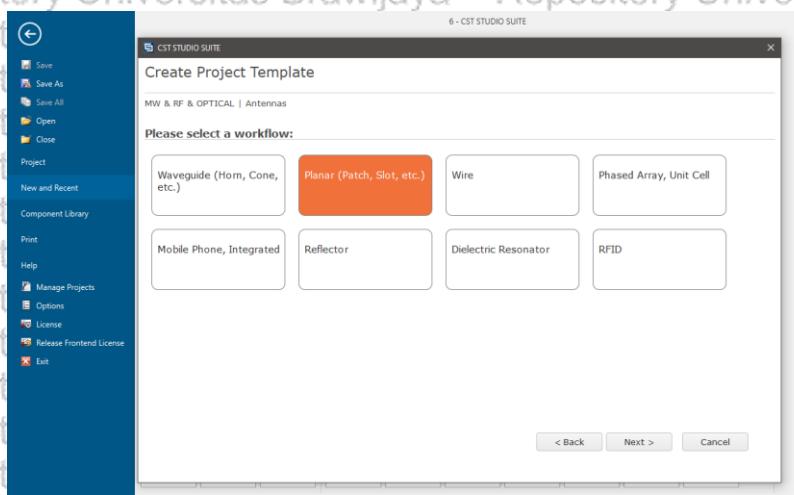
1. Menentukan spesifikasi desain antena yang akan dirancang.
 - 1.) Frekuensi kerja antena : 2.4 GHz (*ISM band*)
 - 2.) VSWR : $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$
 - 3.) Gain : $\geq 3 \text{ dBi}$
 - 4.) Return Loss : $\leq -10 \text{ dB}$
2. Menentukan spesifikasi dimensi substrat.
 - 1.) Nama Substrat : FR-4
 - Konstanta Dielektrik substrat : 4.3
 - Ketebalan Dielektrik (h) : 1 mm
 - 2.) Nama Substrat : Roger Duroid RT 5880
 - Konstanta Dielektrik substrat : 2.2
 - Ketebalan Dielektrik (h) : 0.58 mm
3. Menentukan spesifikasi bahan *patch*, saluran transmisi, dan *groundplane*.
 - 1.) Bahan *patch*, saluran transmisi dan *groundplane* : Copper
 - (annealed)
 - 2.) Bahan untuk *bending* : Vacuum
 - 3.) Ketebalan *patch* : 0.035 mm
4. Menentukan model antena mikrostrip.
 - 1.) Perancangan dimensi *patch* antena berbentuk bintang segi 18 (bentuk dasar *circular patch*).
5. Melakukan perhitungan manual dimensi antena mikrostrip.
 - 1.) Panjang gelombang pada ruang bebas atau *free-space wave* (λ_0) sesuai dengan persamaan dari (2.1).
 - 2.) Panjang gelombang pada saluran transmisi (λ_d) sesuai dengan persamaan (2.2).
 - 3.) Menghitung radius elemen peradiasi (R_p) sesuai persamaan (2.3).
 - 4.) Menghitung fungsi logaritmik elemen peradiasi (F) sesuai dengan persamaan (2.4).
 - 5.) Mencari dimensi dari *groundplane* sesuai persamaan pada (2.5) dan (2.6).



Gambar 3.3 Langkah 1 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

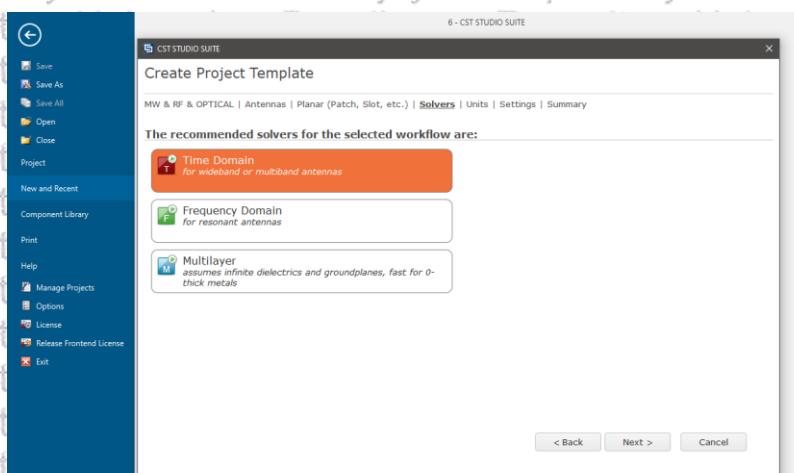


Gambar 3.4 Langkah 2 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

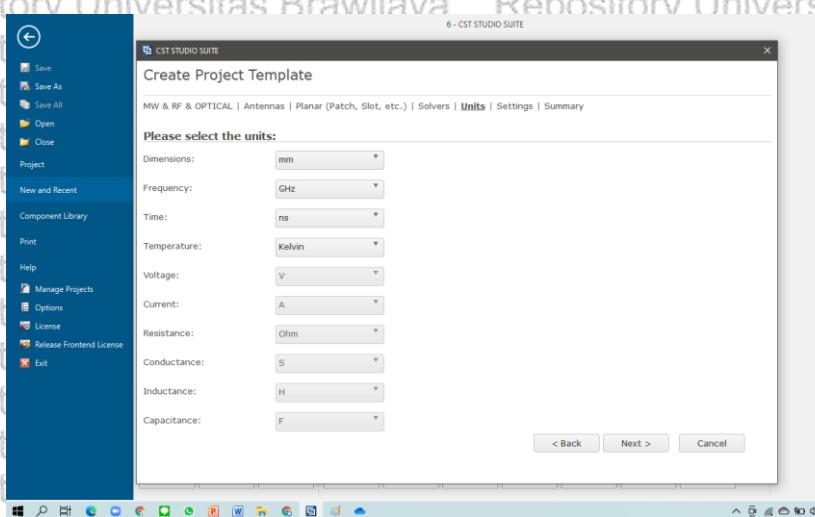


Gambar 3.5 Langkah 3 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

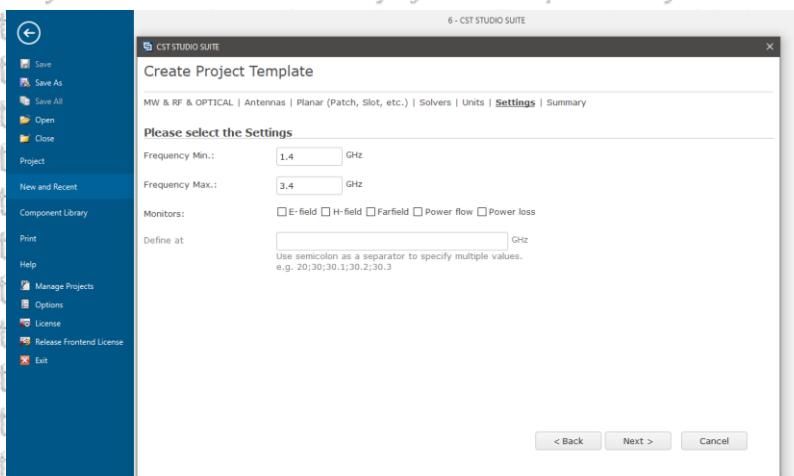
4. Setelah itu pilih *solver Time Domain* – *Next* atau klik dua kali.



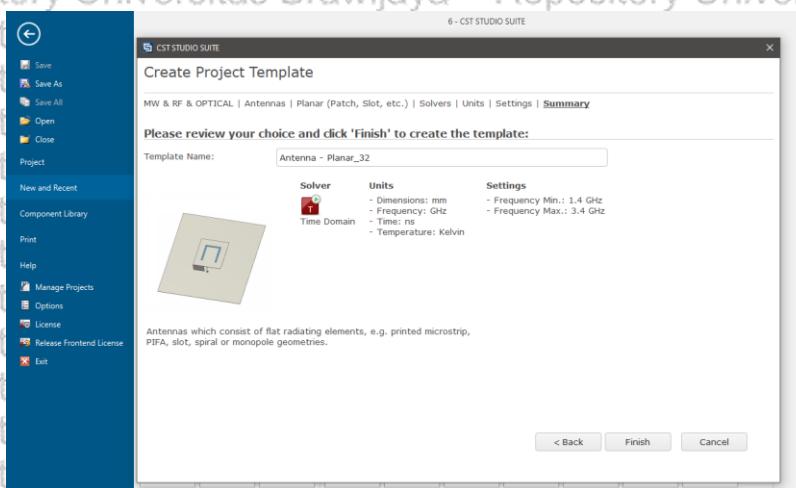
Gambar 3.6 Langkah 4 Simulasi Desain Antena Mikrostrip



Gambar 3.7 Langkah 5 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

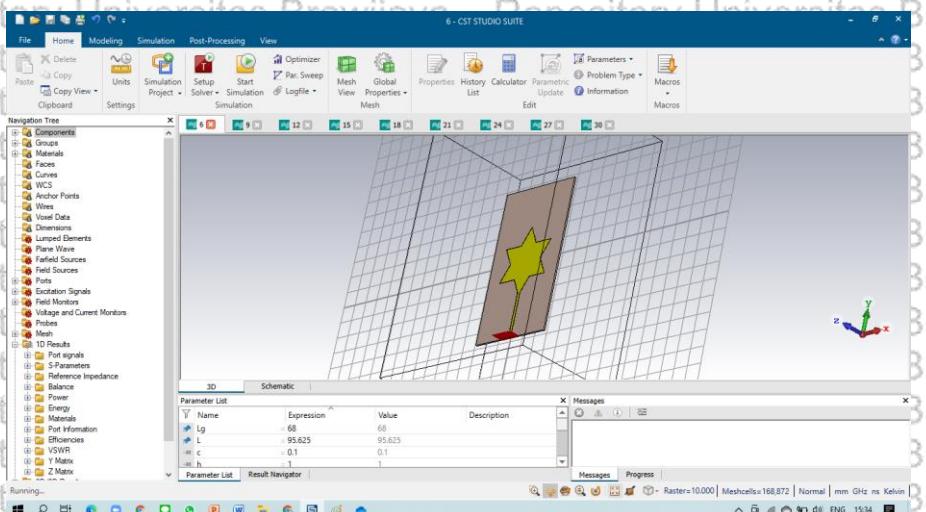


Gambar 3.8 Langkah 6 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

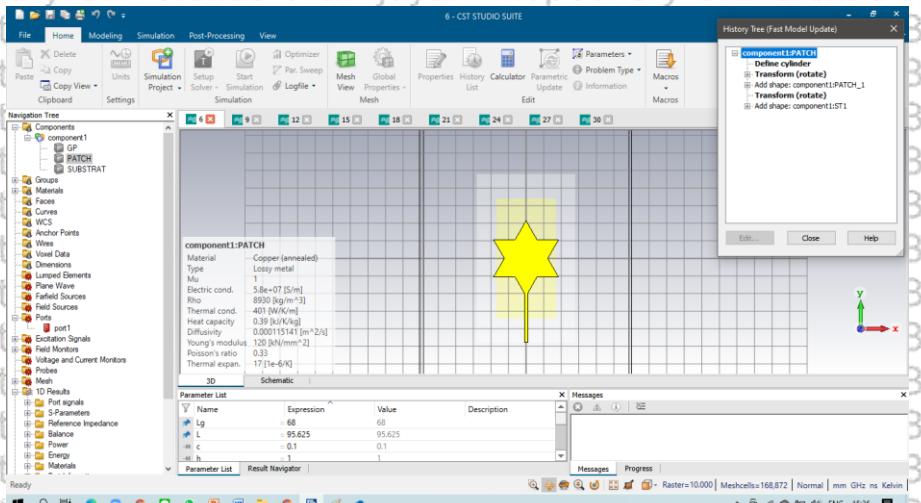


Gambar 3.9 Langkah 7 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

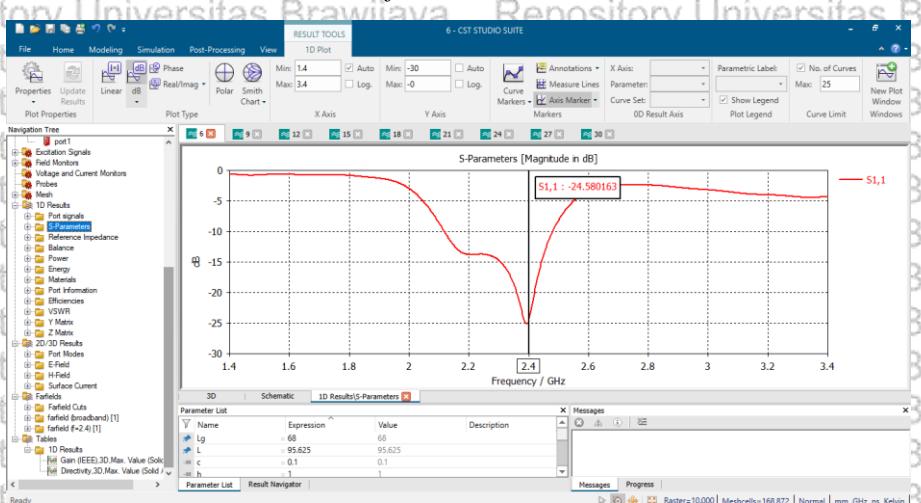
8. Kemudian perancangan antena dapat dilaksanakan dengan spesifikasi desain 3D.



Gambar 3.10 Langkah 8 Simulasi Desain Antena Mikrostrip



Gambar 3.11 Langkah 9 Simulasi Desain Antena Mikrostrip



Gambar 3.12 Langkah 10 Simulasi Desain Antena Mikrostrip

3.5 Analisis Hasil Simulasi Antena

Analisis dilakukan terhadap parameter antena yang didapatkan dari hasil simulasi setiap antena yaitu dua antena dengan substrat dan ketebalan yang berbeda. Oleh karena itu, hasil simulasi antena dapat diukur perbandingan kinerjanya. Parameter yang dibandingkan antara lain VSWR, *return loss*, *directivity* dan *gain* antena.

Analisis dilakukan terhadap parameter antena yang didapatkan dari hasil simulasi setiap antena yaitu dua antena dengan substrat dan ketebalan yang berbeda. Oleh karena itu, hasil simulasi antena dapat diukur perbandingan kinerjanya. Parameter yang dibandingkan antara lain VSWR, *return loss*, *directivity* dan *gain* antena.

3.6 Pembuatan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan penelitian kali ini, yaitu analisis perbandingan hasil dari simulasi dan pengukuran antena. Saran ditujukan untuk pembaca agar dapat menjadi bahan acuan studi untuk mengembangkan penelitian ini atau jadi pendukung pada penelitian lebih lanjut.

3.7 Rencana Kegiatan

Skripsi ini disusun dengan rentang waktu selama empat bulan. Rencana kegiatan skripsi setiap bulannya dapat dilihat seperti yang tertera di tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1

Rencana Kegiatan Penyusunan Skripsi

No	Kegiatan	Bulan Ke -			
		I	II	III	IV
1	Seminar Proposal				
2	Studi Literatur				
3	Pengambilan Data				
4	Perhitungan, Pemodelan, Simulasi dan Analisis Data				
5	Penyusunan Laporan				
6	Seminar Hasil				



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Antena Mikrostrip

Analisa pada antena mikrostrip ditujukan untuk memperoleh perbandingan antara data dari simulasi dengan data yang diperoleh berdasarkan pengukuran antena. Dalam penelitian ini perancangan simulasi pada antena mikrostrip dilakukan di *software CST Studio Suite 2019*, nilai dari frekuensi kerja antena ditetapkan yaitu 2.4 GHz (*ISM band*), substrat yang digunakan adalah substrat dengan bahan FR-4 dan Roger Duroid RT5880, serta bahan *patch* dan *groundplane* adalah tembaga (*copper*). Setelah melakukan perancangan dengan data dan bahan-bahan yang sudah ditentukan dapat dilakukan simulasi dan optimasi sampai mendapatkan hasil kinerja antena yang baik sesuai dengan parameter-parameter spesifikasi desain antena dan batasan masalah. Selanjutnya akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat Nano VNA dan Arinst VNA.

4.2 Perencanaan Dimensi Antena Mikrostrip Patch Bintang Segi 18

4.2.1 Antena Mikrostrip FR-4

4.2.1.1 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

Jari-jari (a) *circular patch* pada antena mikrostrip dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$a = \frac{F}{\left(1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{F\pi}{2h}\right) + 1.7726 \right]\right)^{1/2}}$$

Namun, kita harus mencari perhitungan dari fungsi logaritmik (F). Diketahui bahwa frekuensi kerja yang dipakai (f_r) $\equiv 2.4$ GHz, $\epsilon_r \equiv 4.6$, dan $h \equiv 1 \times 10^{-3}$. Untuk fungsi F dapat dicari dengan perumusan:

$$F = \frac{8.741 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{8.741 \times 10^9}{2.4 \times 10^9 \sqrt{4.6}} = 1.698$$

Maka radius elemen peradiasi (R_p) untuk frekuensi kerja 2.4 GHz adalah:

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

 $R_p = \frac{1.698}{(1 + \frac{2 \times 1 \times 10^{-3}}{\pi \times 4.6 \times 1.698} [\ln(\frac{1.698\pi}{2 \times 1 \times 10^{-3}}) + 1.7726])^{1/2}}$

Repository Universitas Brawijaya

4.2.1.2 Perencanaan Dimensi *Ground Plane*Perhitungan untuk mencari panjang *groundplane* dapat menggunakan

persamaan:

$$L_g = 6h + 2R_p = 6(1 \times 10^{-3}) + 2(16.97) = 33.946 \text{ mm}$$

Perhitungan untuk mencari lebar *groundplane* dapat menggunakan

persamaan:

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R_p = 6(1 \times 10^{-3}) + \frac{\pi}{2} 16.97 = 26.662 \text{ mm}$$

Maka didapatkan besaran dari *groundplane*, yaitu sebesar $35.3\text{mm} \times 27.7\text{mm}$.

Repository Universitas Brawijaya

4.2.1.3 Perencanaan Dimensi Saluran TransmisiAda banyak bentuk *feedline* yang dapat diterapkan dalam menyusun antena

mikrostrip, hal ini dapat dilihat di gambar 4.3. Persamaan dimensi saluran

transmisi yaitu:

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

Repository Universitas Brawijaya

4.2.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880

4.2.2.1 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Jari-jari (a) dari *circular patch* pada antena mikrostrip dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$a = \frac{F}{\left(1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{F\pi}{2h}\right) + 1.7726 \right]\right)^{1/2}}$$

Namun, kita harus mencari perhitungan dari fungsi logaritmik (F). Diketahui bahwa frekuensi kerja yang dipakai (f_r) = 2.4 GHz, $h = 1 \times 10^{-3}$, dan $\epsilon_r = 4.6$.

Untuk fungsi F dapat dicari dengan perumusan:

$$F = \frac{8.741 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{8.741 \times 10^9}{2.4 \times 10^9 \sqrt{2.2}} = 2.455$$

Maka radius elemen peradiasi (R_p) untuk frekuensi kerja 2.4 GHz adalah:

$$R_p = \frac{2.455}{\left(1 + \frac{2 \times 0.58 \times 10^{-3}}{\pi \times 2.2 \times 2.455} \left[\ln\left(\frac{2.455\pi}{2 \times 0.58 \times 10^{-3}}\right) + 1.7726 \right]\right)^{1/2}} = 2.454 \text{ cm} = 24.54 \text{ mm}$$

4.2.2.2 Perencanaan Dimensi *Ground Plane*

Perhitungan mencari panjang (L_g) serta lebar (W_g) dari *groundplane* dapat menggunakan persamaan:

$$L_g = 6h + 2R_p = 6(0.58 \times 10^{-3}) + 2(24.54) = 49.083 \text{ mm}$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R_p = 6(0.58 \times 10^{-3}) + \frac{\pi}{2} 24.54 = 38.551 \text{ mm}$$

Maka didapatkan besaran dari *groundplane*, yaitu sebesar 49.1mm × 38.5mm.

4.2.2.3 Perencanaan Dimensi Saluran Transmisi

Persamaan dimensi saluran transmisi yaitu:

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

Untuk nilai B dapat ditentukan dengan rumus:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{2.2}} = 7.985$$

Maka besar dari lebar saluran transmisi sebesar

$$W_s = \frac{2 \times 0.58}{\pi} \left\{ 7.985 - 1 - \ln(2(7.985) - 1) + \frac{2.2 - 1}{2(2.2)} \left[\ln(7.985 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{2.2} \right] \right\}$$

$$W_s = 1.787 \text{ mm}$$

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Panjang dari saluran transmisi dapat dicari dengan persamaan dibawah ini, dengan c yang merupakan kecepatan cahaya yaitu $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

$$L_s = \frac{c}{4fr\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$L_s = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 2.4 \times 10^9 \sqrt{2.2}} = 0.02107 \text{ m} = 21.07 \text{ mm}$$

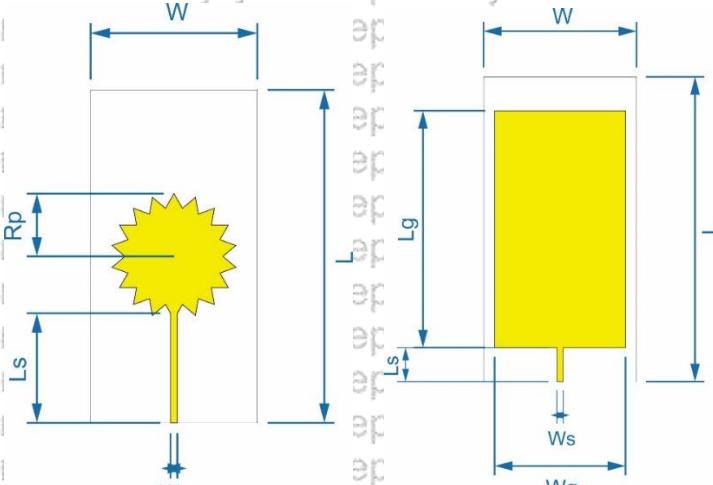
4.3 Hasil Perancangan Antena pada Software CST Studio Suite 2019

Setelah melakukan analisa dimensi antena dan menghitung parameter yang dibutuhkan dari desain antena mikrostrip dengan persamaan-persamaan yang terdapat di bab 4 yaitu hasil dan pembahasan di poin 4.2, kemudian kita akan melakukan optimasi pada antena mikrostrip tersebut dengan aplikasi *CST Studio Suite 2019* agar mendapatkan hasil yang baik serta sesuai dengan batasan-batasan spesifikasi antena mikrostrip yang sudah ditentukan yaitu:

1. VSWR : $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$
2. Gain : $\geq 3 \text{ dBi}$
3. Return Loss : $\leq -10 \text{ dB}$

Hasil optimasi akan dijelaskan dengan menampilkan gambar atau bentuk dari antena yang sudah di edit pada software *CorelDRAW X7 Graphic* serta dengan parameter antena yang sudah mengalami optimasi.

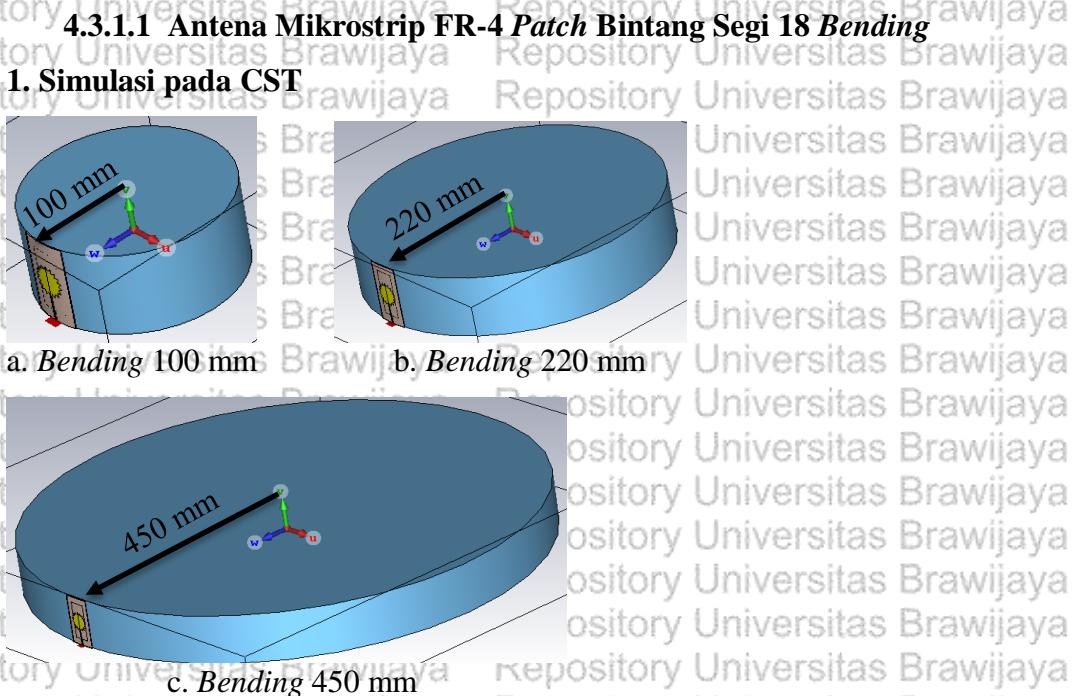
4.3.1 Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



a. Tampak Depan

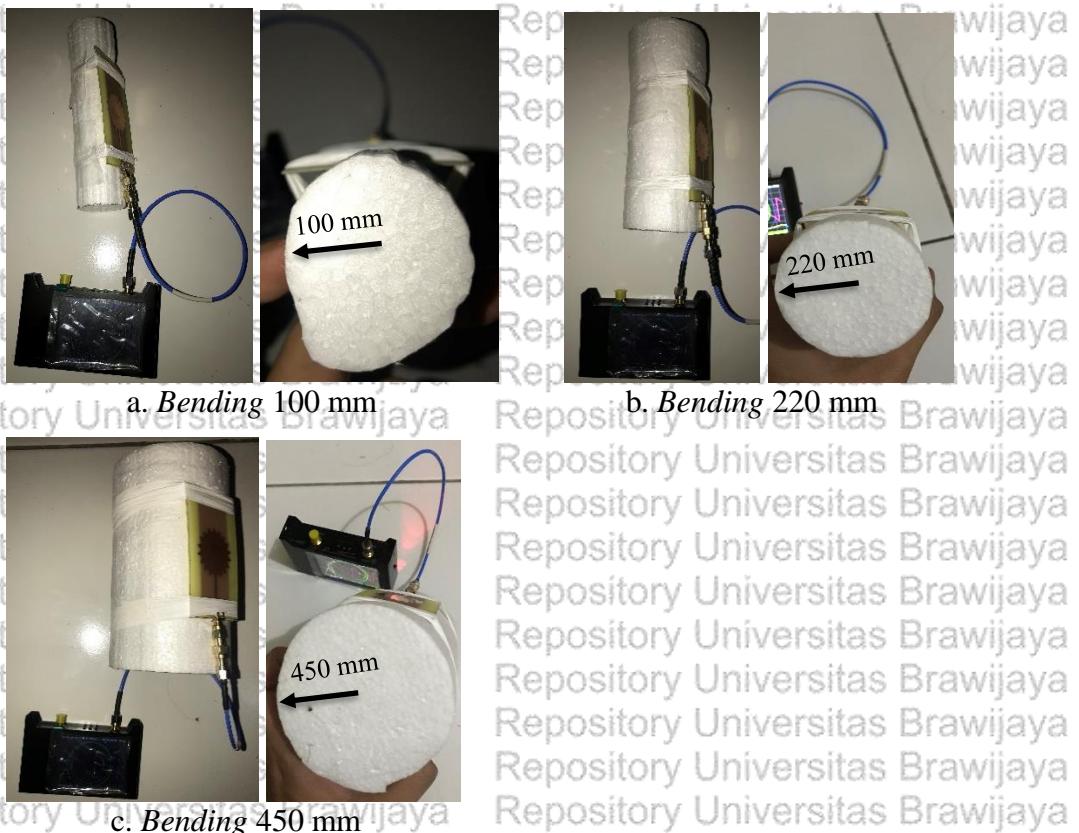
b. Tampak Belakang

Gambar 4.1 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



Gambar 4.2 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18
Bending 100 mm, 220 mm dan 450 mm

2. Pengukuran pada VNA



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18
Bending 100 mm, 220 mm dan 450 mm

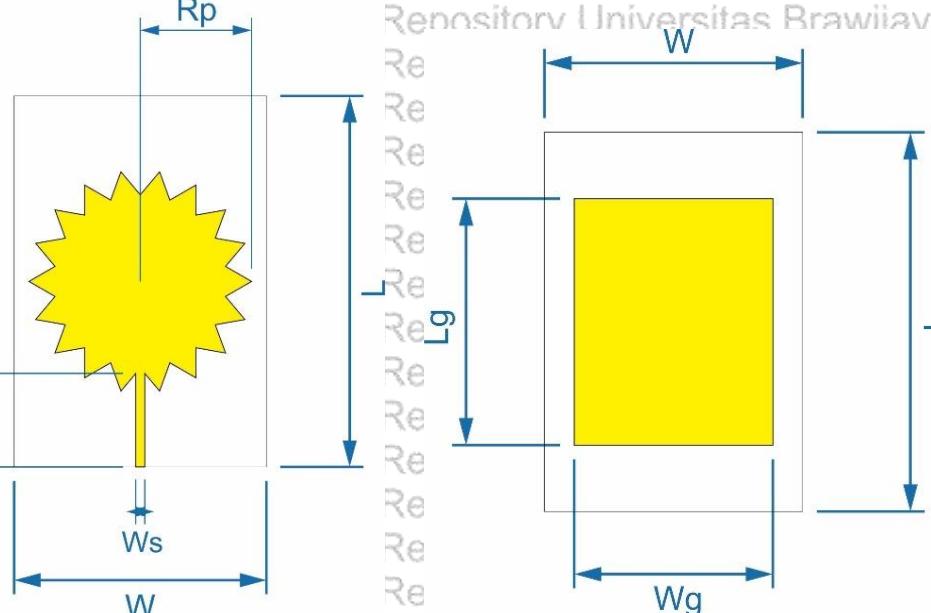
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Tabel 4.1

Parameter Desain Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18

Dimensi dari Antena	Simbol	Ukuran (mm)
Lebar Substrat	W	45
Panjang Substrat	L	90
Tebal Konduktor	c	0.035
Tebal Substrat	h	1
Jari-jari Patch	Rp	16.97
Lebar Saluran Transmisi	Ws	1.85
Panjang Saluran Transmisi	Ls	14.57
Lebar Ground Plane	Wg	38.5
Panjang Ground Plane	Lg	70

4.3.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



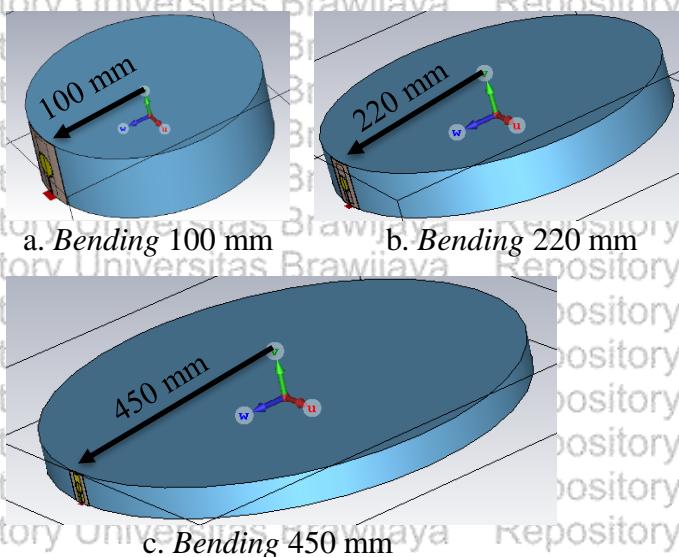
a. Tampak Depan

b. Tampak Belakang

Gambar 4.4 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18

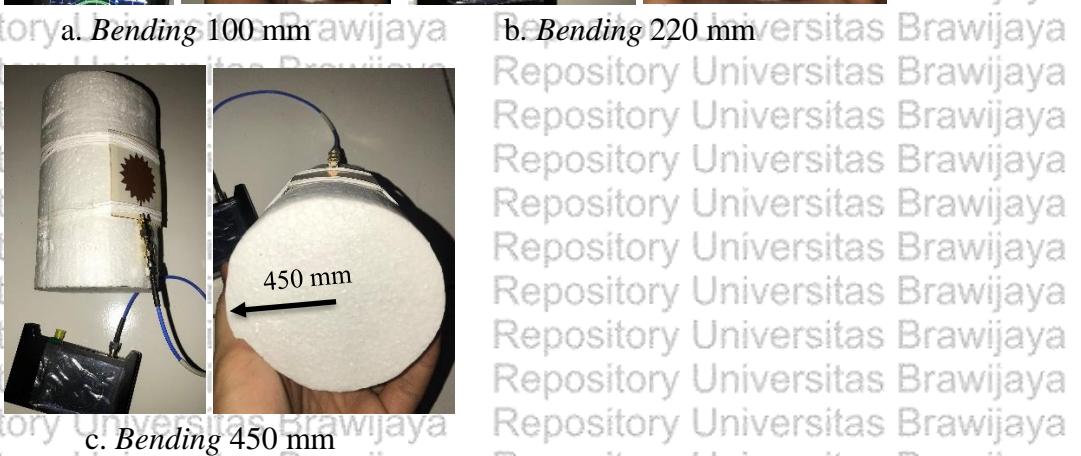
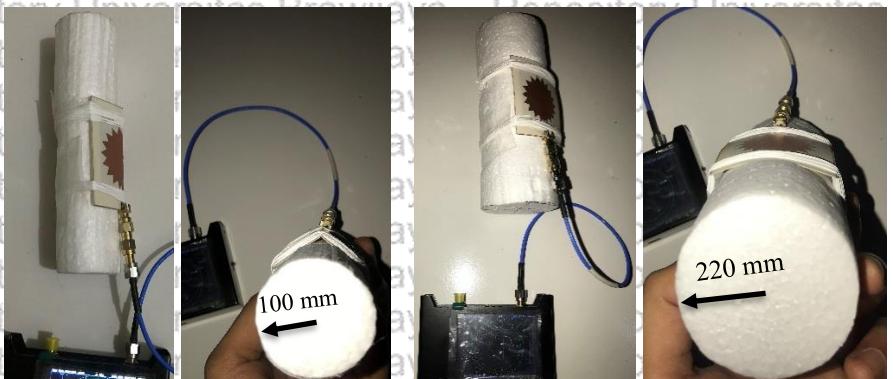
4.3.2.1 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending

1. Simulasi pada CST



Gambar 4.5 Hasil Perancangan Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm, 220 mm dan 450 mm

2. Pengukuran pada VNA



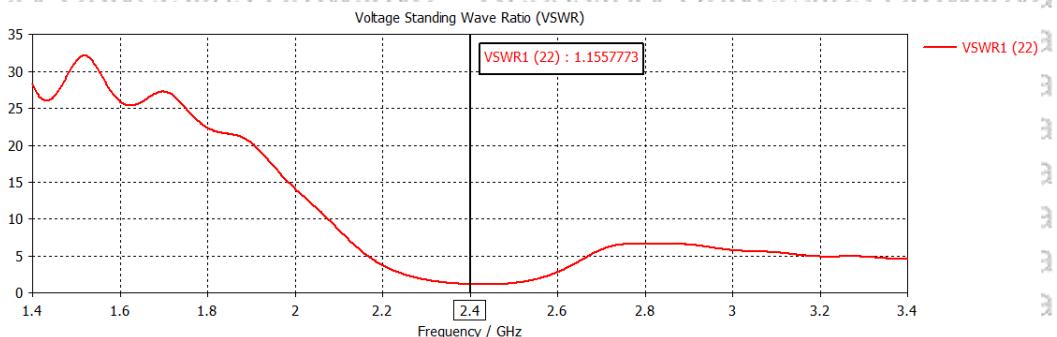
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm, 220 mm dan 450 mm

Repository Universitas Brawijaya
Tabel 4.2
Parameter Desain Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18

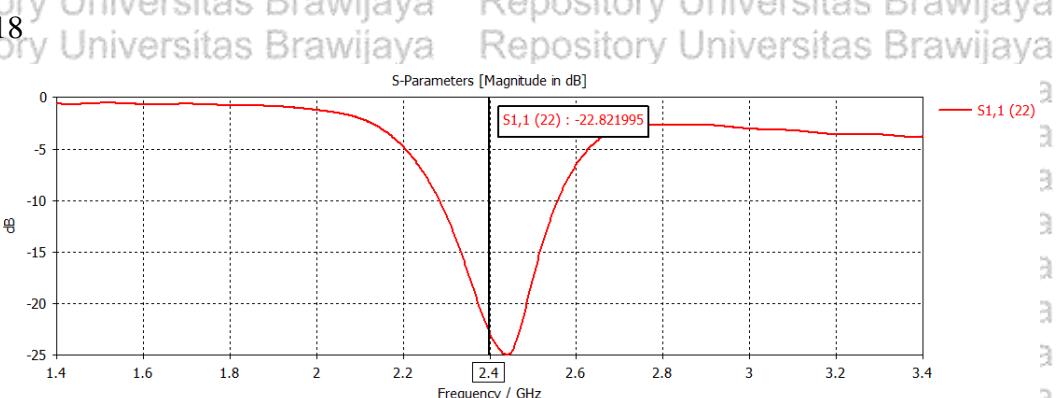
Dimensi dari Antena	Simbol	Ukuran (mm)
Lebar Substrat	W	50
Panjang Substrat	L	61.25
Tebal Konduktor	c	0.035
Tebal Substrat	h	0.58
Jari-jari Patch	Rp	18.4
Lebar Saluran Transmisi	Ws	1.79
Panjang Saluran Transmisi	Ls	20.42
Lebar Ground Plane	Wg	38.5
Panjang Ground Plane	Lg	39.82

4.4 Hasil Simulasi menggunakan CST Studio Suite 2019

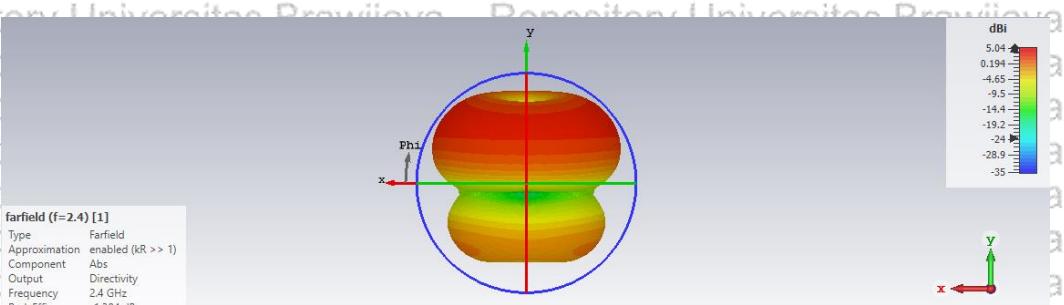
4.4.1 Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



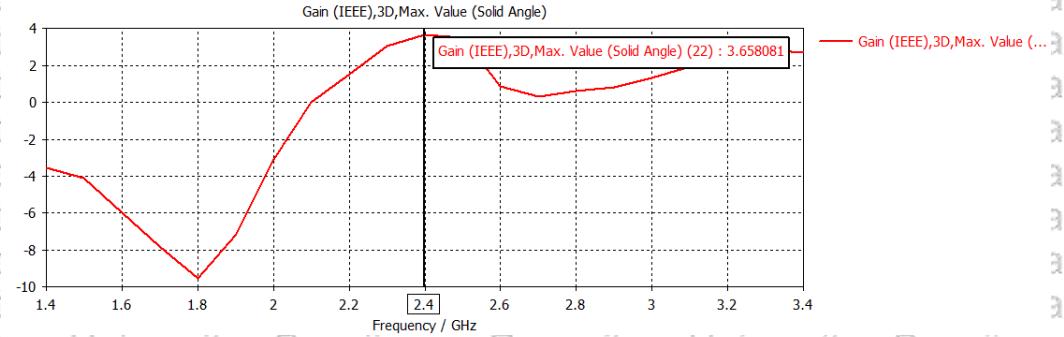
Gambar 4.7 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



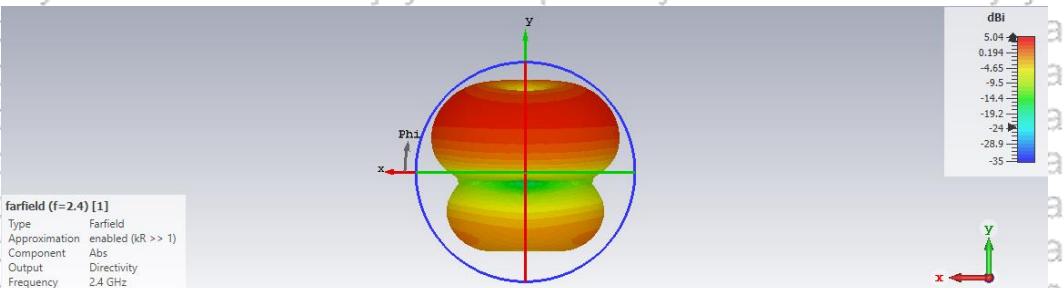
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



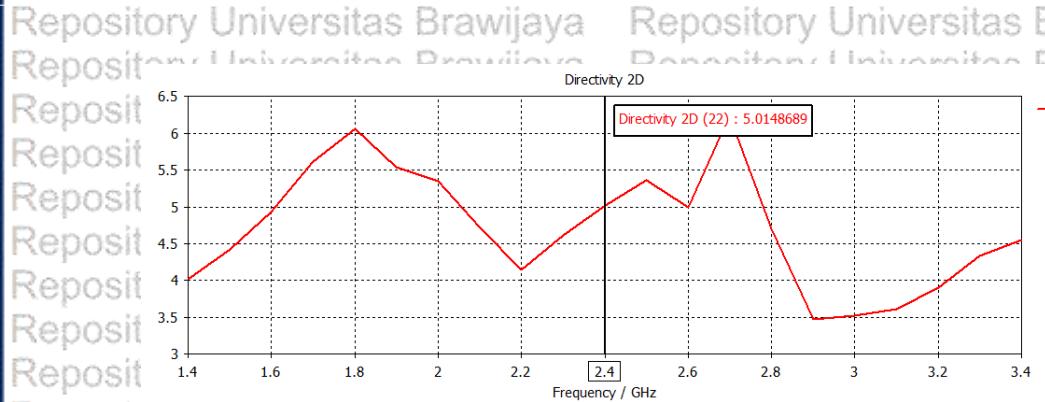
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



Gambar 4.10 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



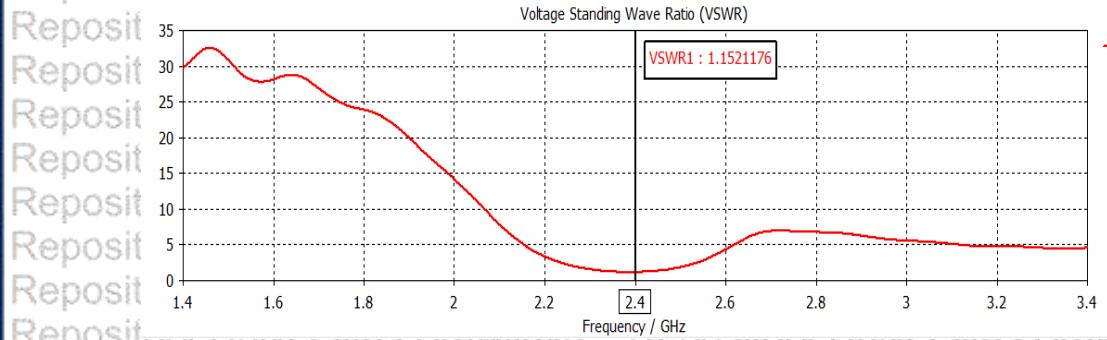
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18



Gambar 4.12 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch

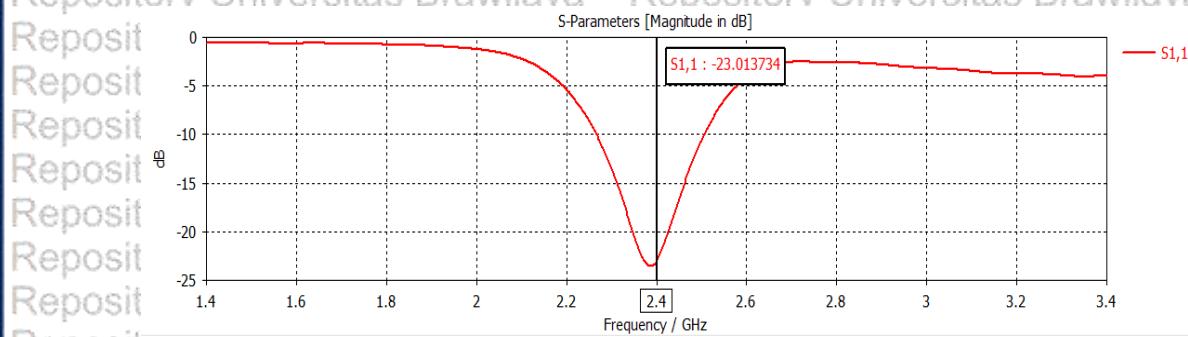
Bintang Segi 18

4.4.1.1 Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



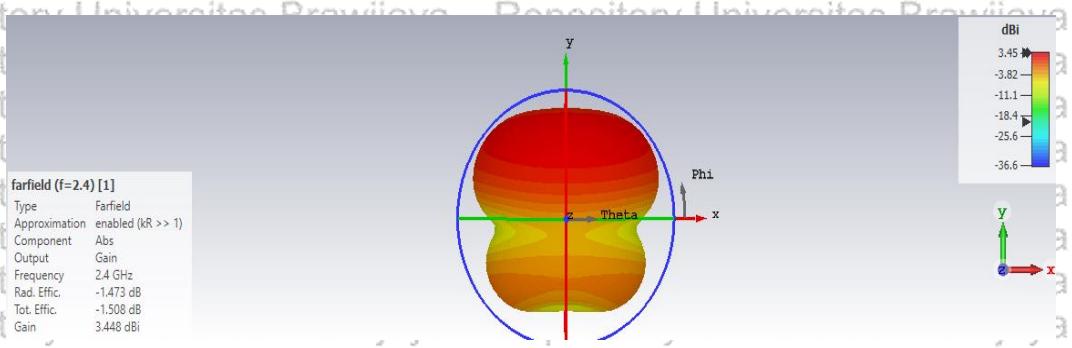
Gambar 4.13 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi

18 Bending 100 mm

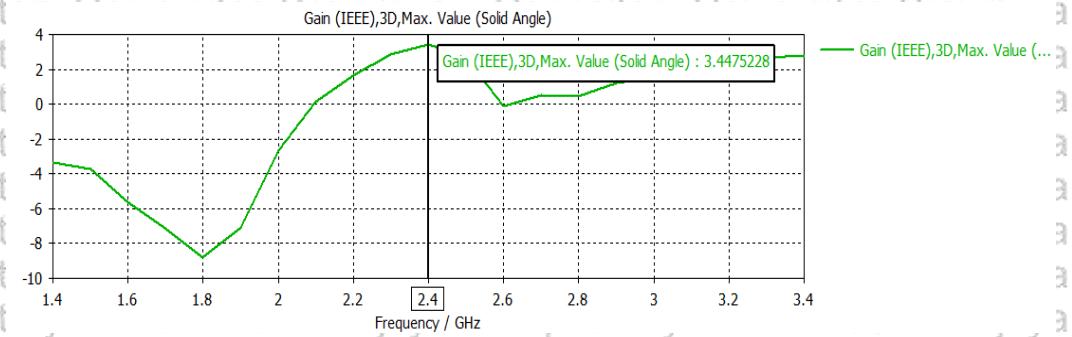


Gambar 4.14 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang

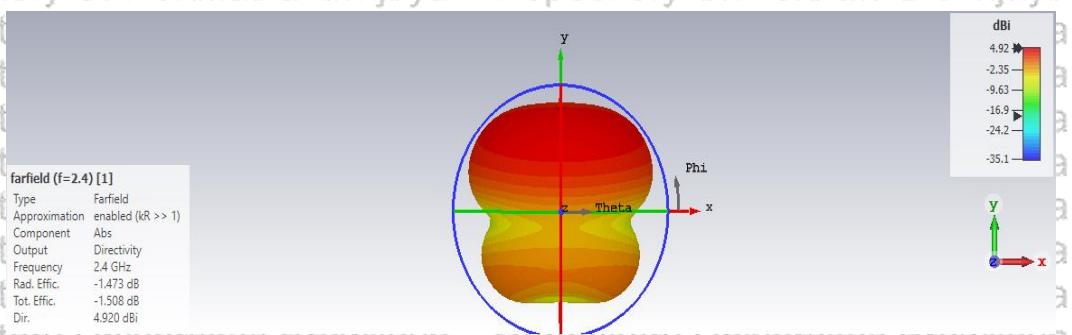
Segi 18 Bending 100 mm



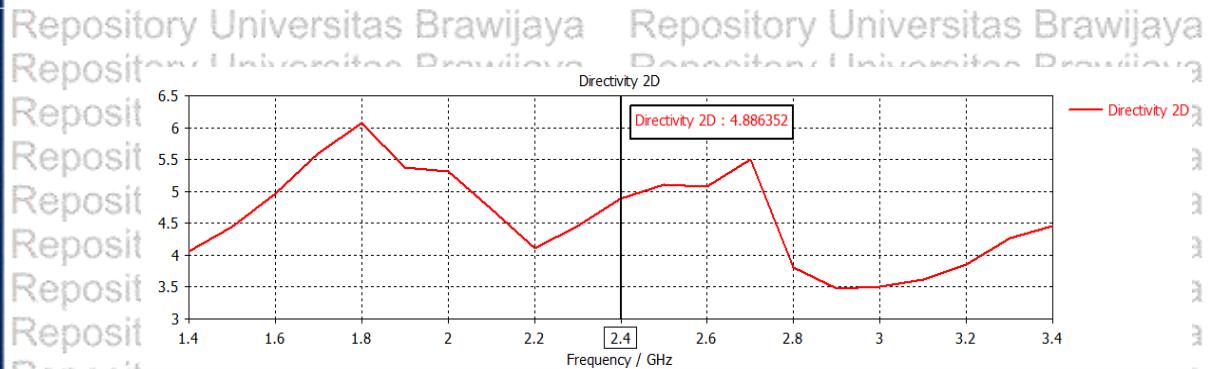
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



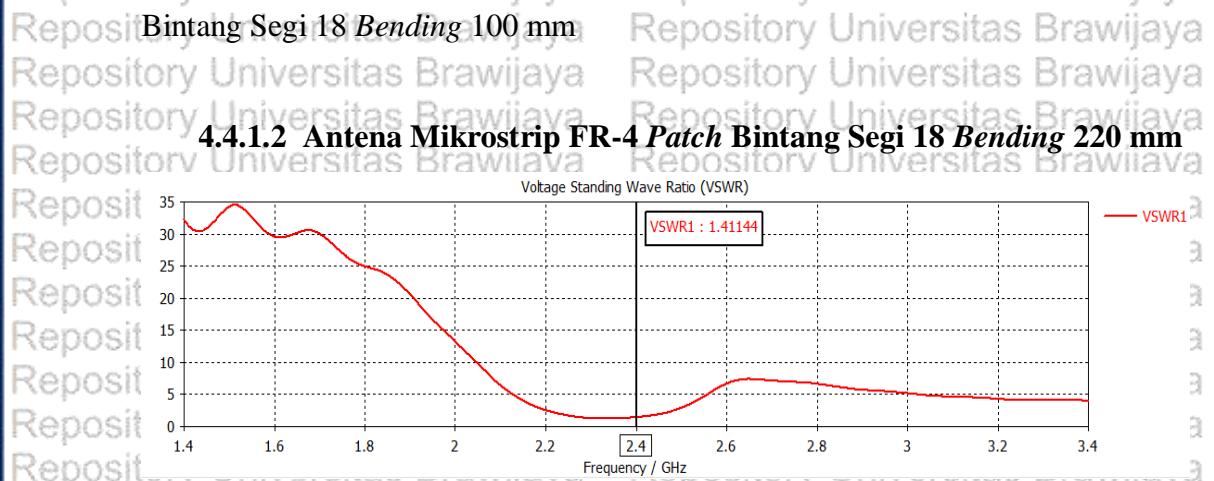
Gambar 4.16 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



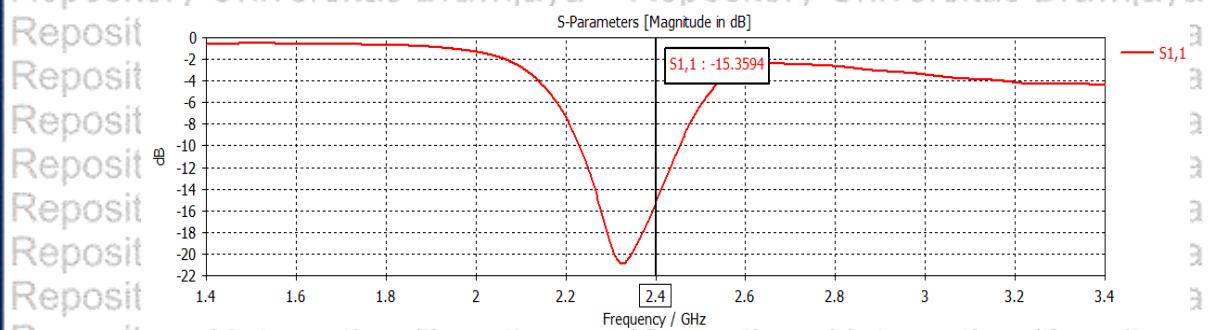
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



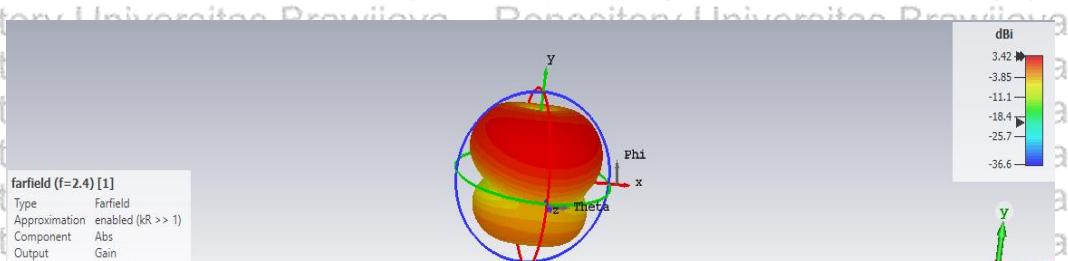
Gambar 4.18 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch



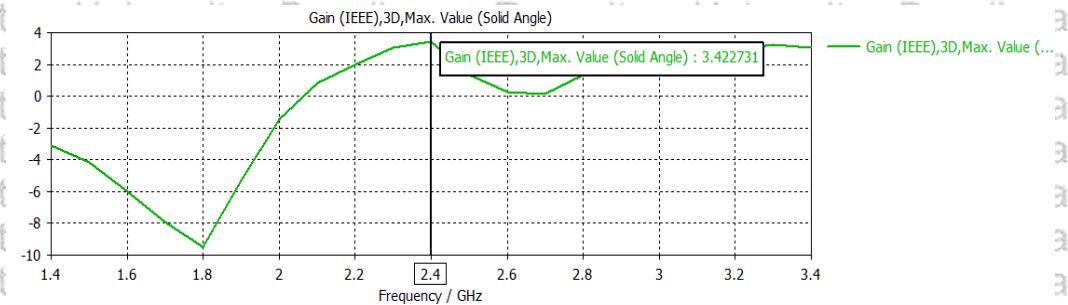
Gambar 4.19 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



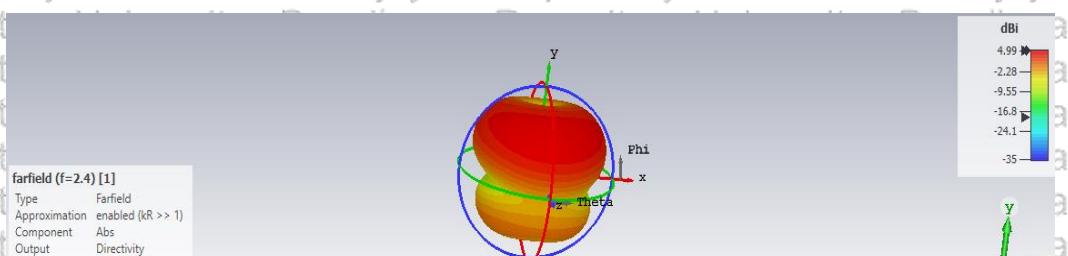
Gambar 4.20 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



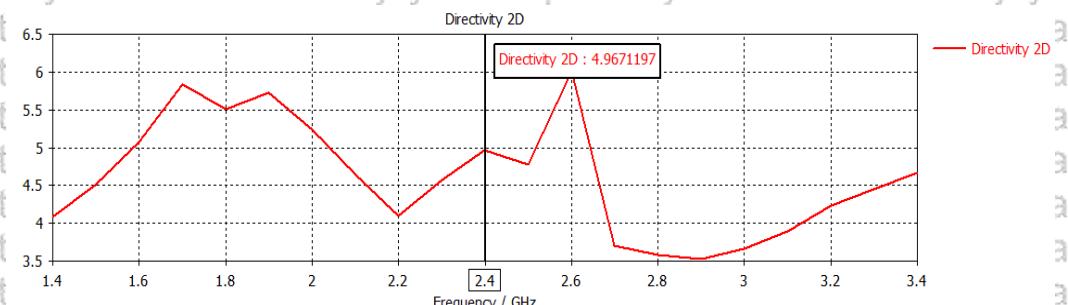
Gambar 4.21 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



Gambar 4.22 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

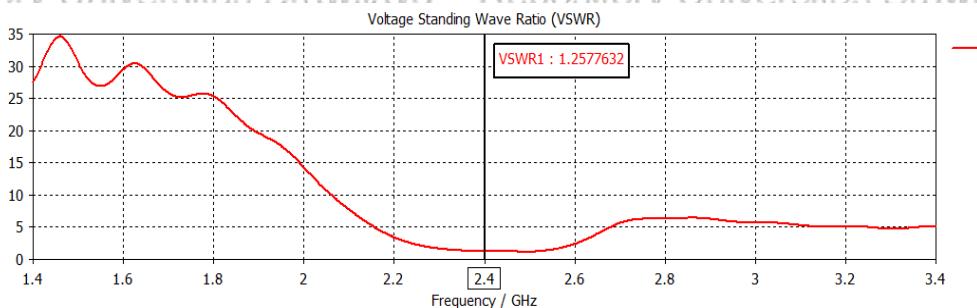


Gambar 4.23 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

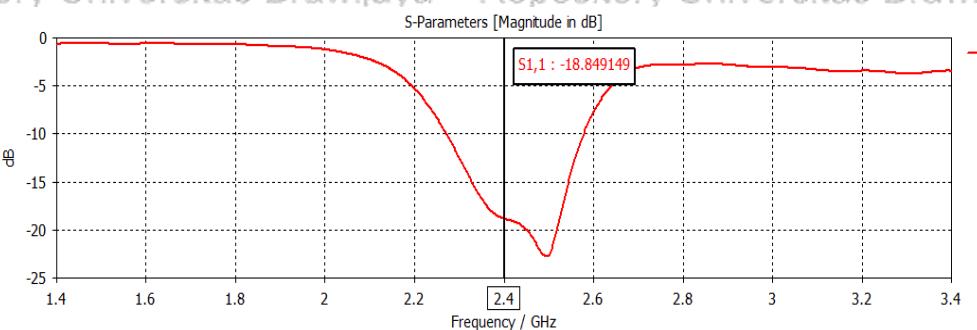


Gambar 4.24 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

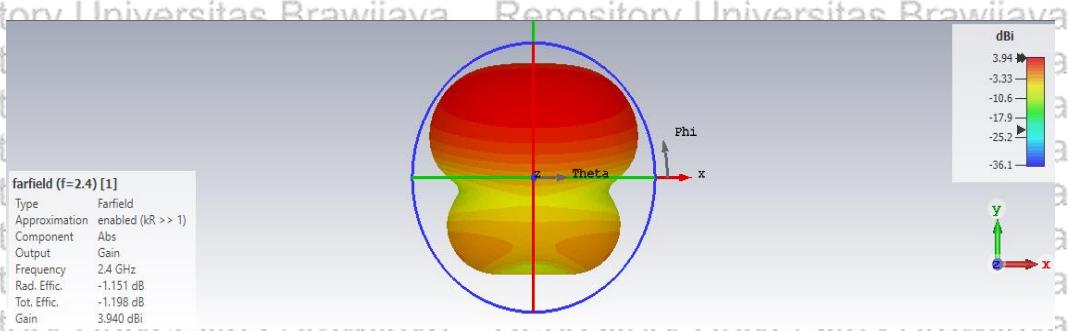
4.4.1.3 Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



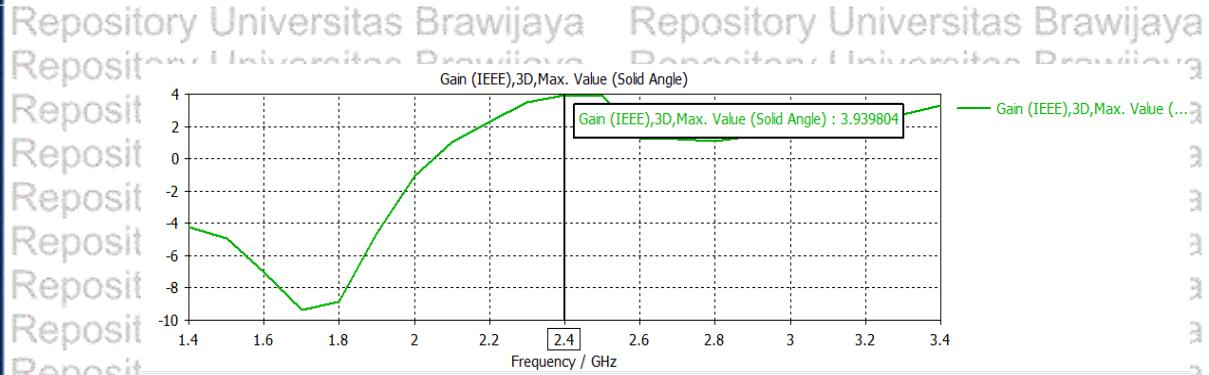
Gambar 4.25 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



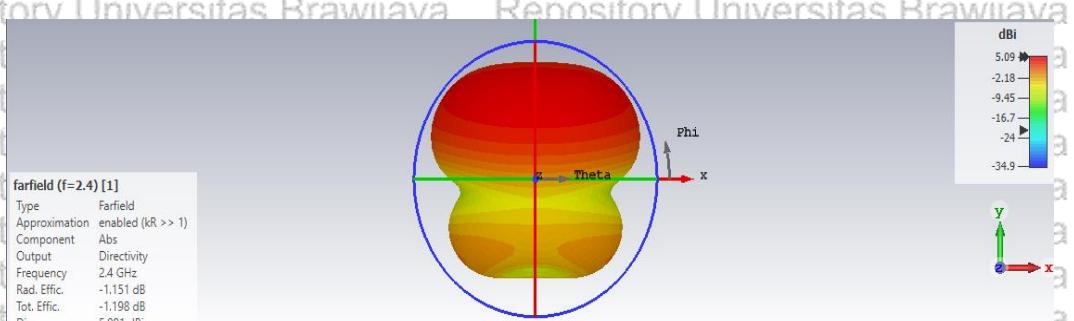
Gambar 4.26 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



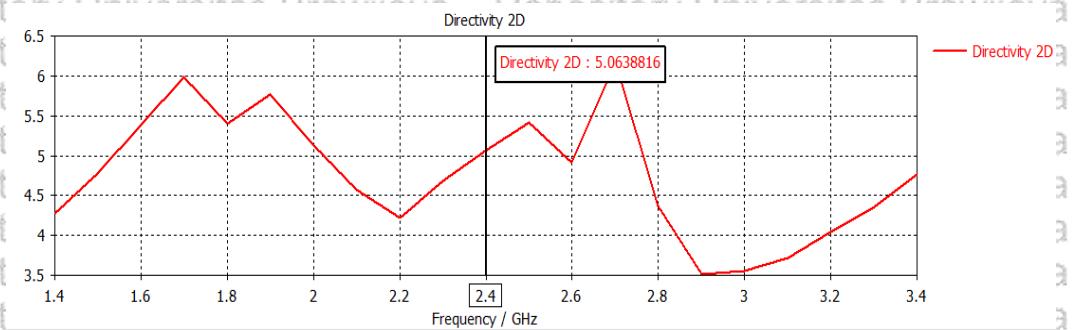
Gambar 4.27 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



Gambar 4.28 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm

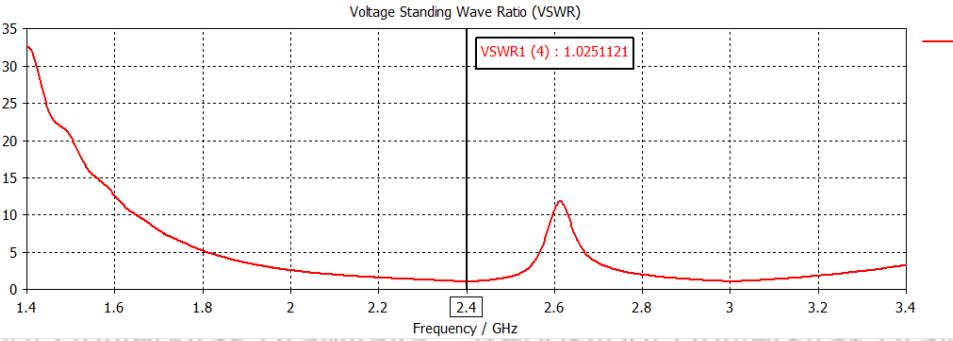


Gambar 4.29 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm

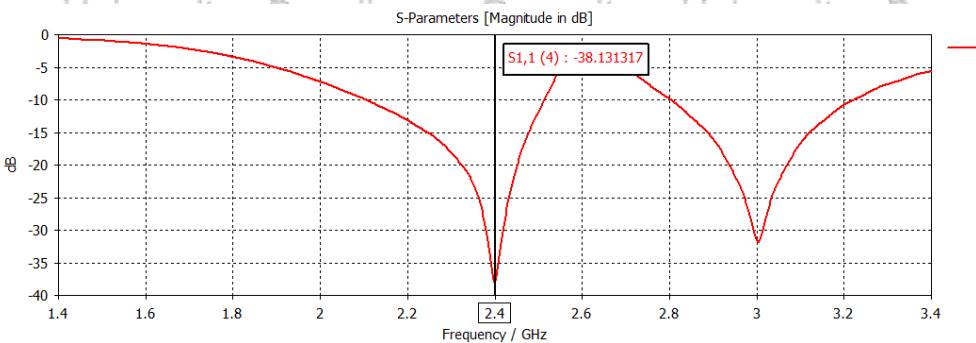


Gambar 4.30 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip FR-4 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm

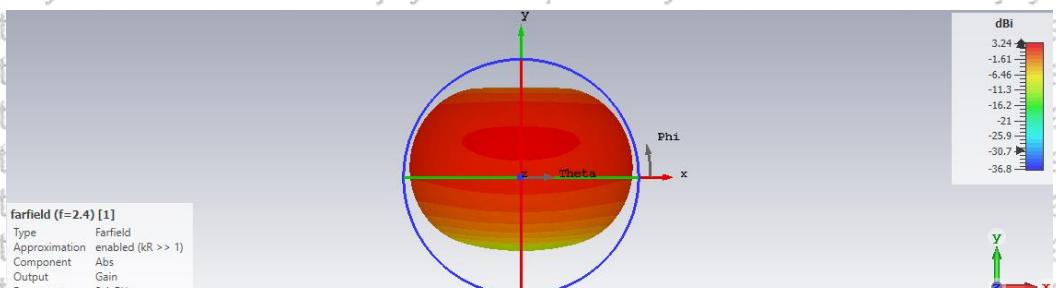
4.4.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



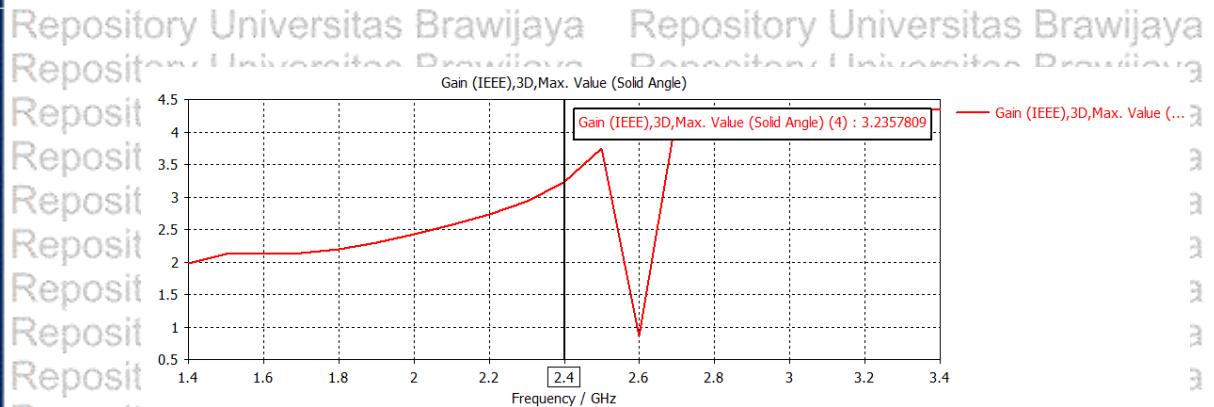
Gambar 4.31 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



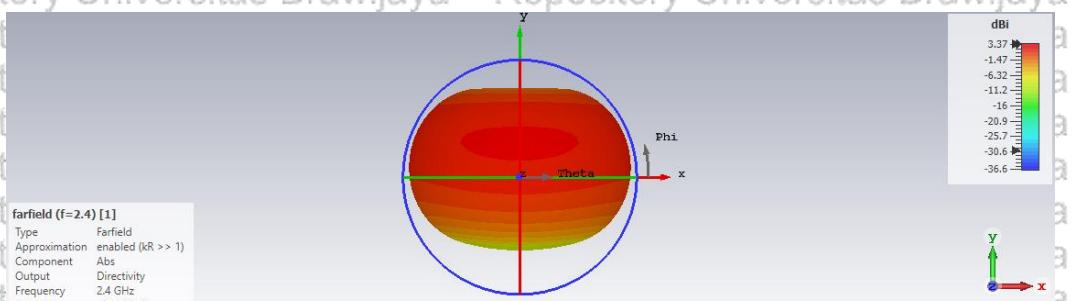
Gambar 4.32 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



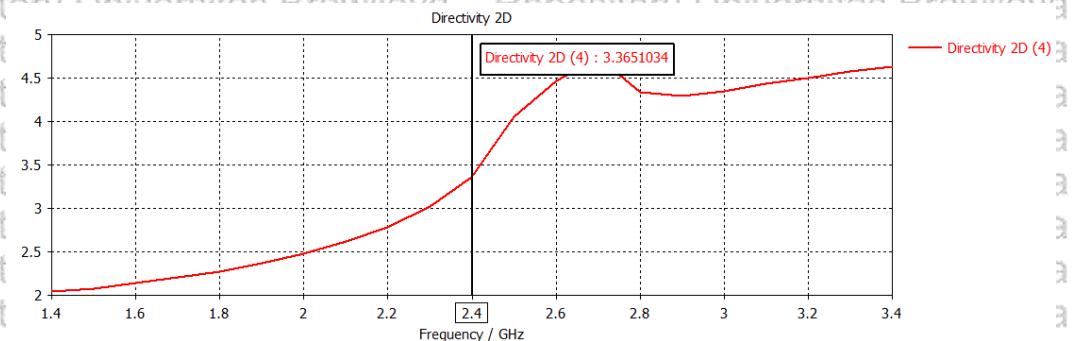
Gambar 4.33 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



Gambar 4.34 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



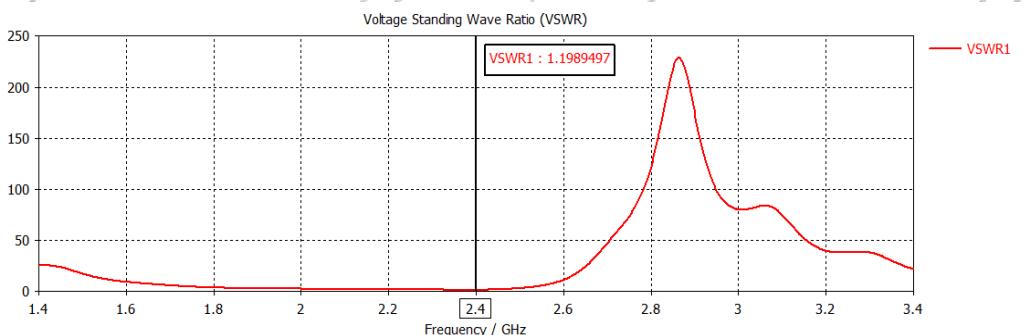
Gambar 4.35 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18



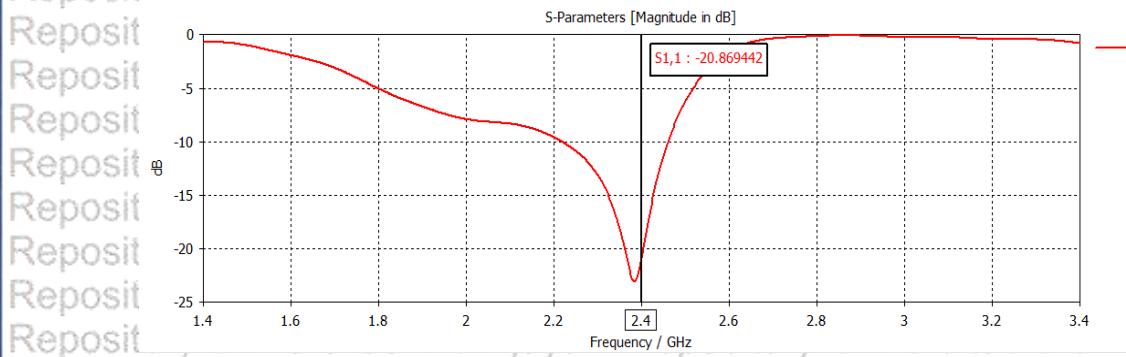
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Bending 100 mm
Repository Universitas Brawijaya

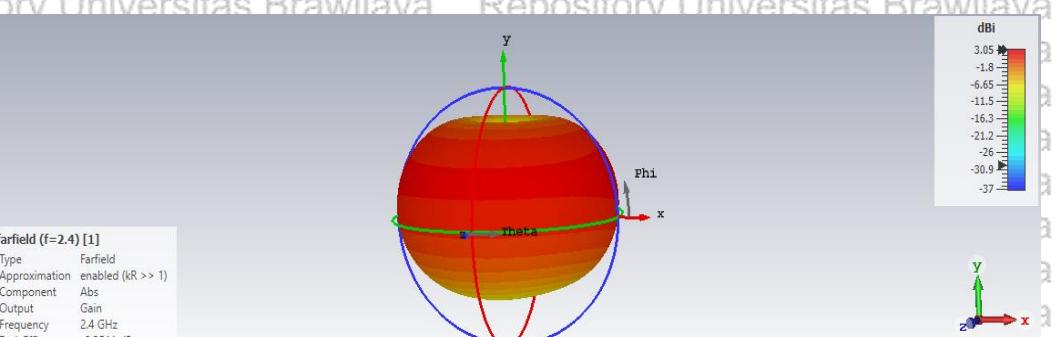
Reposit



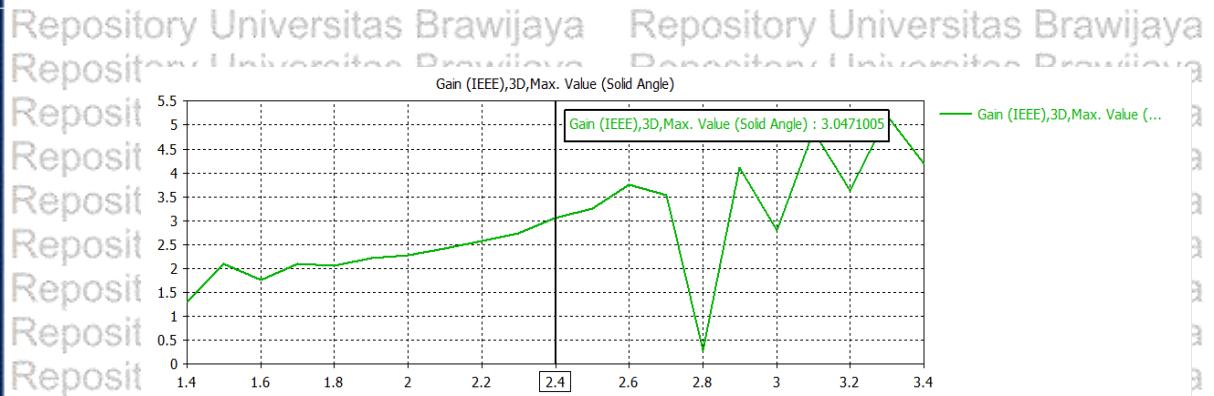
Gambar 4.37 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



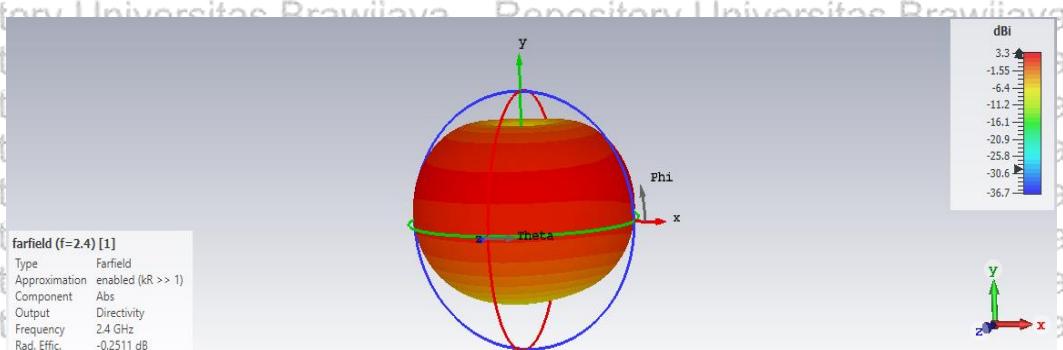
Gambar 4.38 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



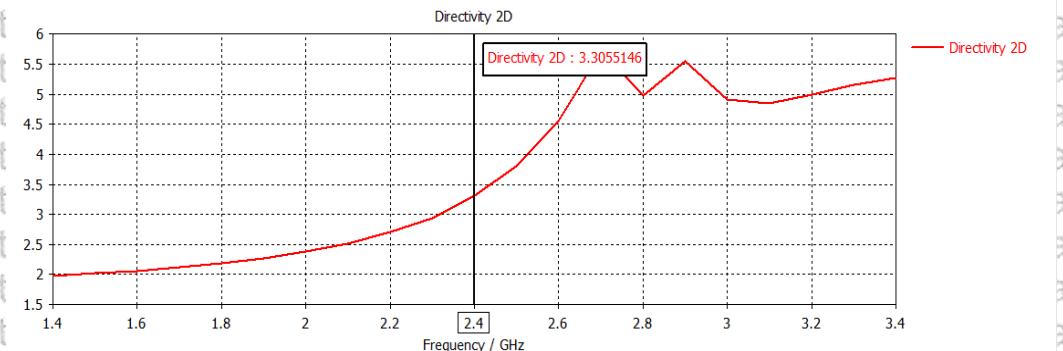
Gambar 4.39 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



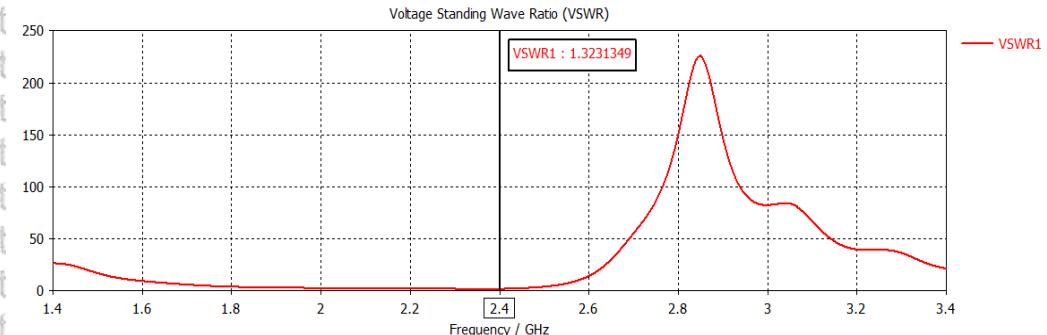
Gambar 4.40 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



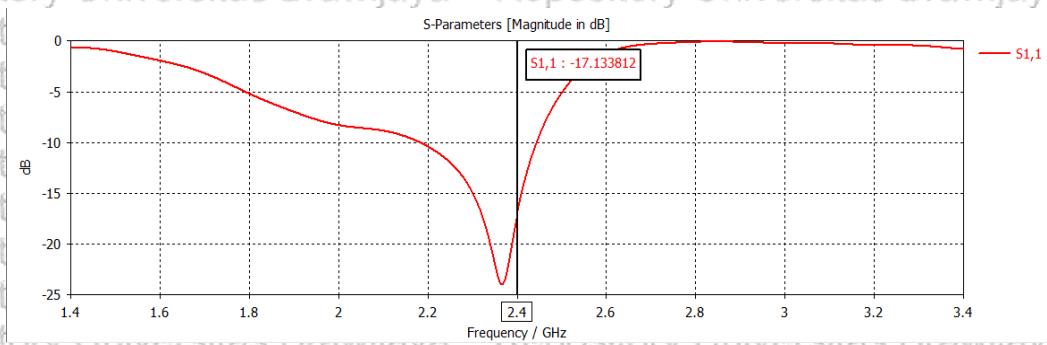
Gambar 4.41 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



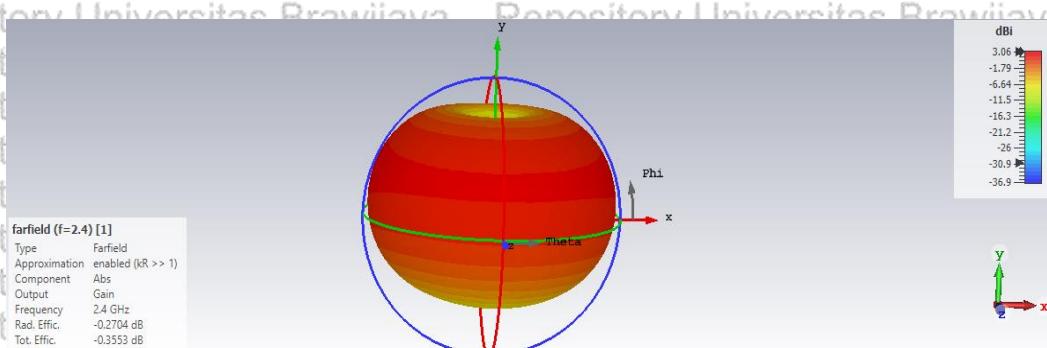
Gambar 4.42 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 100 mm



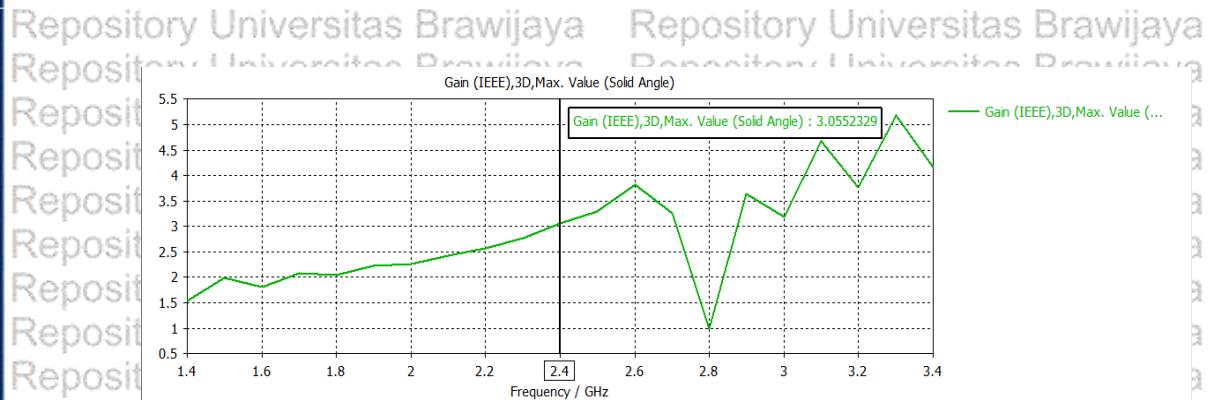
Gambar 4.43 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



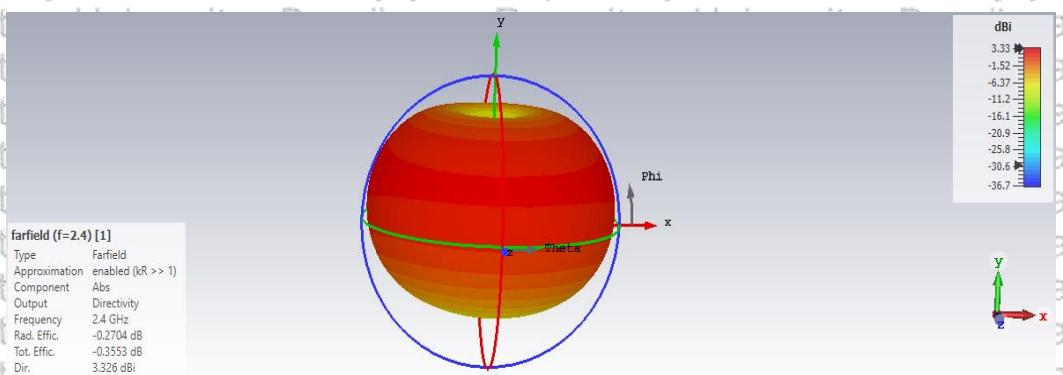
Gambar 4.44 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



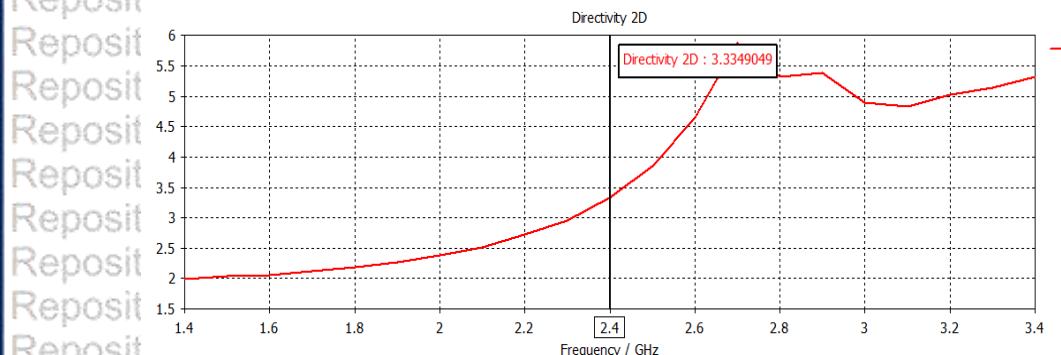
Gambar 4.45 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm



Gambar 4.46 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

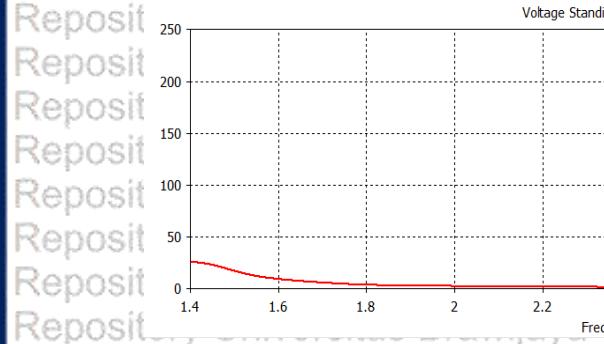


Gambar 4.47 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

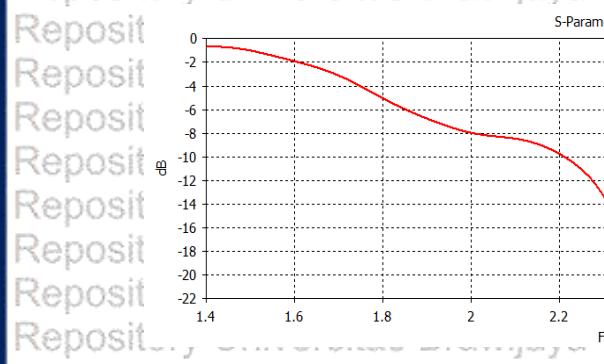


Gambar 4.48 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 220 mm

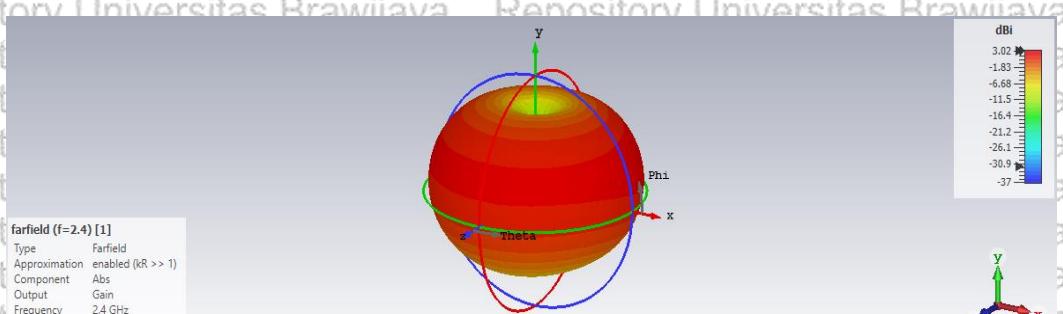
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Bending 450 mm



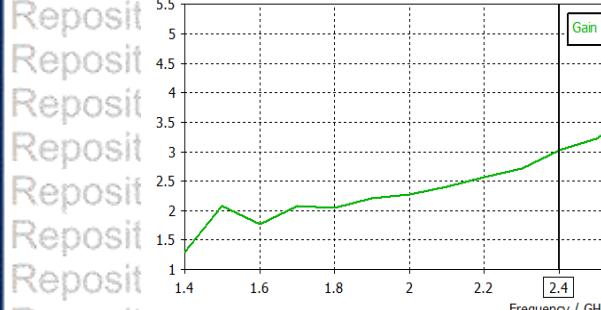
Gambar 4.49 Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



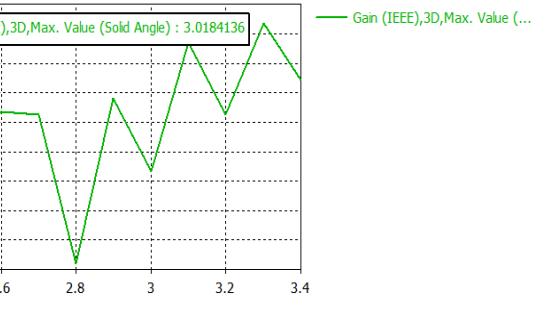
Gambar 4.50 Hasil Simulasi Return Loss Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



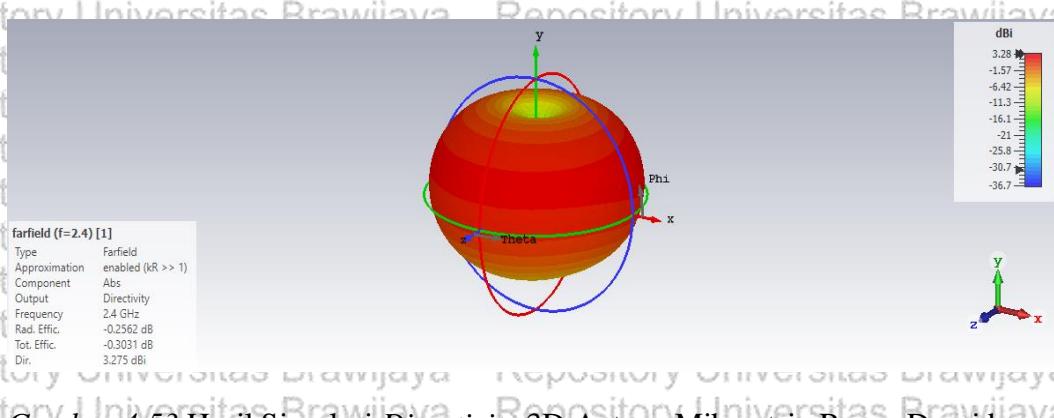
Gambar 4.51 Hasil Simulasi Gain 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



Gambar 4.52 Hasil Simulasi Gain 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



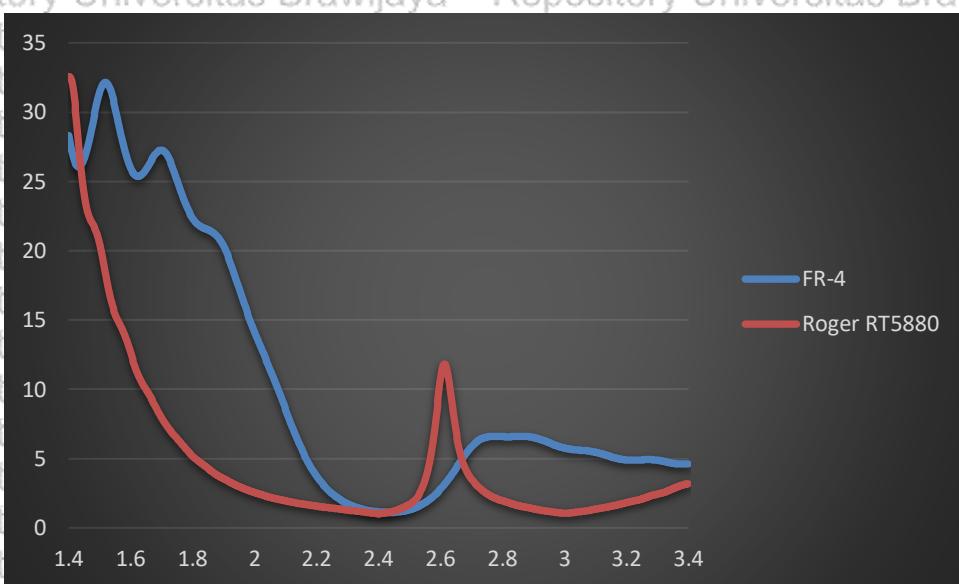
Gambar 4.53 Hasil Simulasi Directivity 3D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm



Gambar 4.54 Hasil Simulasi Directivity 2D Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Patch Bintang Segi 18 Bending 450 mm

4.5 Grafik Perbandingan Parameter Hasil Simulasi menggunakan Excel

4.5.1 VSWR



Gambar 4.55 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

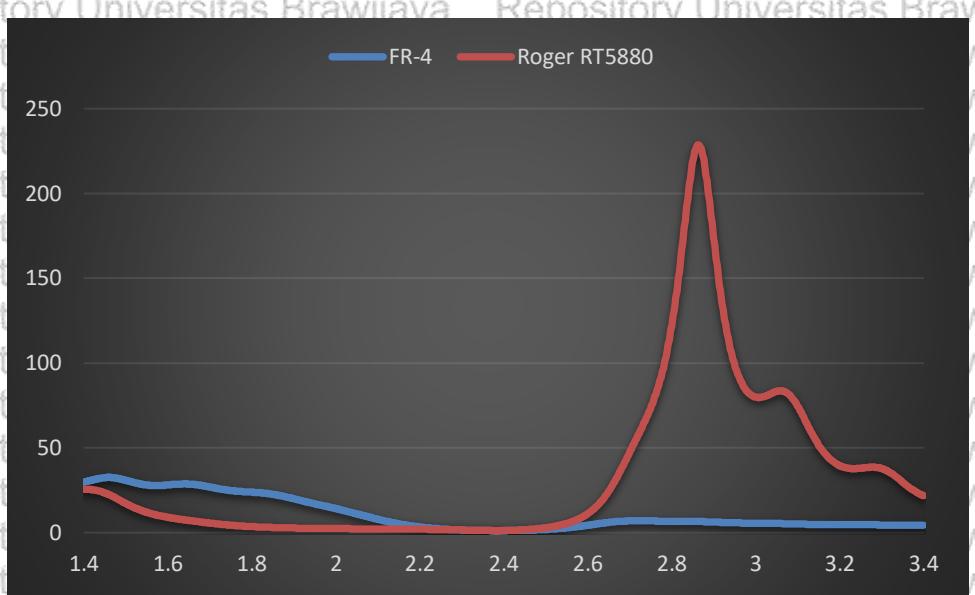
Tabel 4.3

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	VSWR
1.	FR-4	2.4	1.1557773
2.	Roger RT5880	2.4	1.0251121

Berdasarkan grafik serta data hasil simulasi diatas, dapat kita simpulkan bahwa nilai dari VSWR sudah cocok dengan spesifikasi dari desain antena yang sudah ditetapkan yaitu $1 \leq VSWR \leq 2$. Hasil dari percobaan mengindikasikan bahwa nilai VSWR mendekati nilai 1, yang dimana antena dapat dikatakan mendekati *matching* atau dengan kata lain hanya sedikit gelombang yang dipantulkan kembali.

Hasil terbaik dari grafik dan data VSWR diatas yaitu adalah antena mikrostrip Roger Duroid RT5880 yang dimanya nilainya adalah 1.0251121.



Gambar 4.56 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

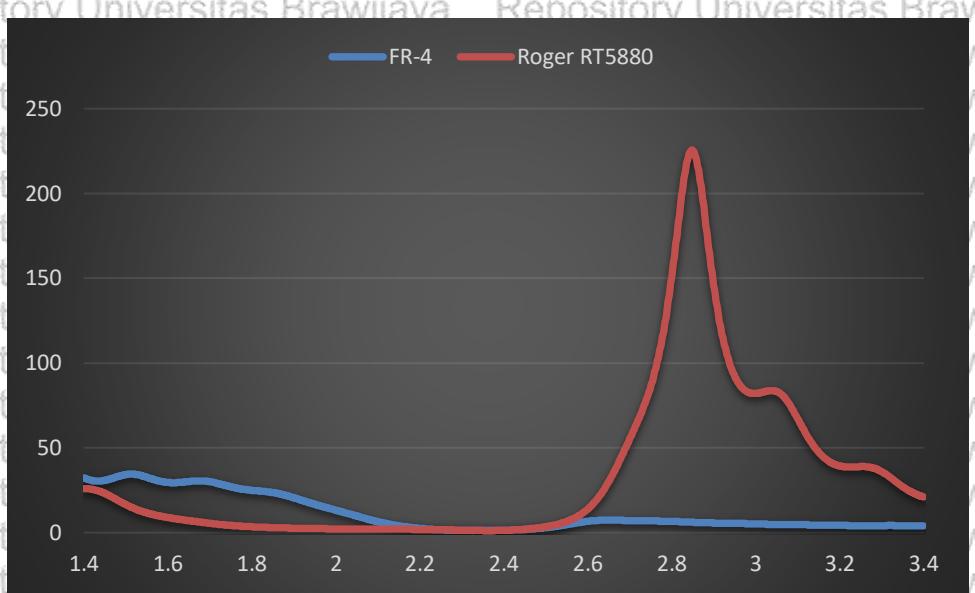
Tabel 4.4

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	VSWR
1.	FR-4	2.4	1.1521177
2.	Roger RT5880	2.4	1.1989502

Hasil terbaik dari grafik dan data VSWR diatas yaitu adalah antena mikrostrip

bending 100 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 1.1521177



Gambar 4.57 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

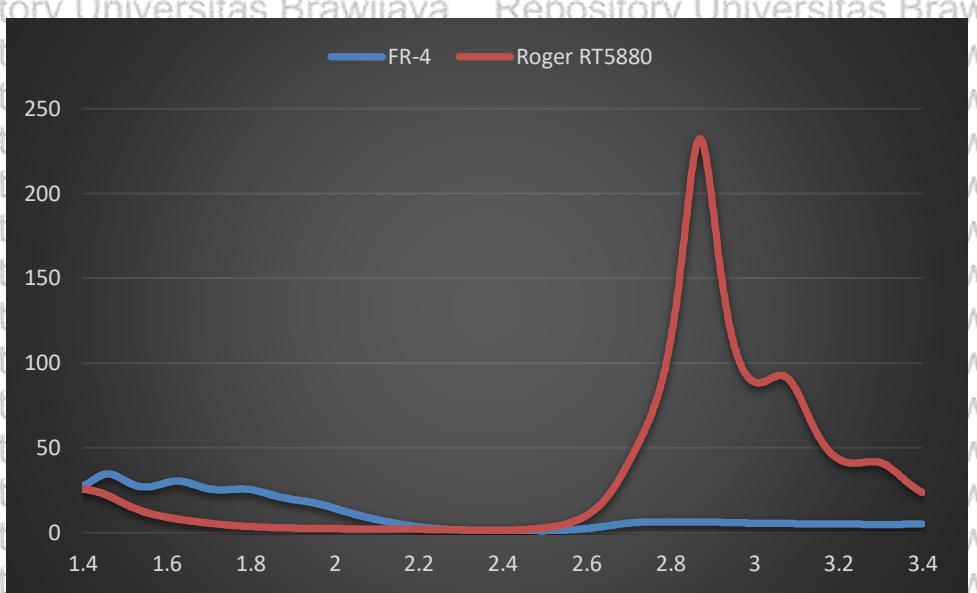
Tabel 4.5

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	VSWR
1.	FR-4	2.4	1.4114405
2.	Roger RT5880	2.4	1.3231358

Hasil terbaik dari grafik dan data VSWR diatas yaitu adalah antena mikrostrip

bending 220 mm Roger Duroid RT5880 yang dimana nilainya adalah 1,3231358.



Gambar 4.58 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

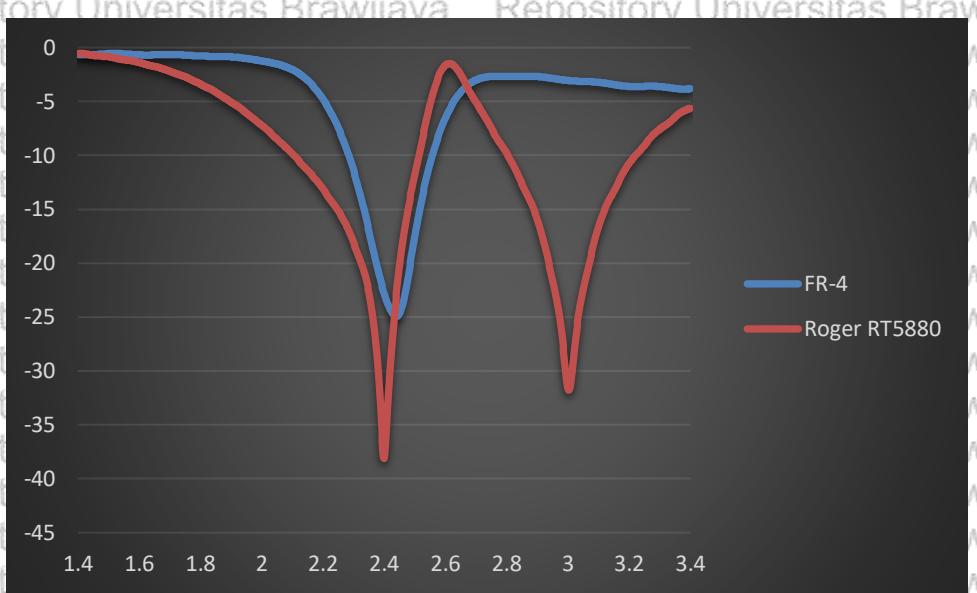
Tabel 4.6

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan VSWR Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	VSWR
1.	FR-4	2.4	1.2577632
2.	Roger RT5880	2.4	1.2311191

Hasil terbaik dari grafik dan data VSWR diatas yaitu adalah antena mikrostrip

bending 450 mm Roger Duroid RT5880 yang dimana nilainya adalah 1.2311191.



Gambar 4.59 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

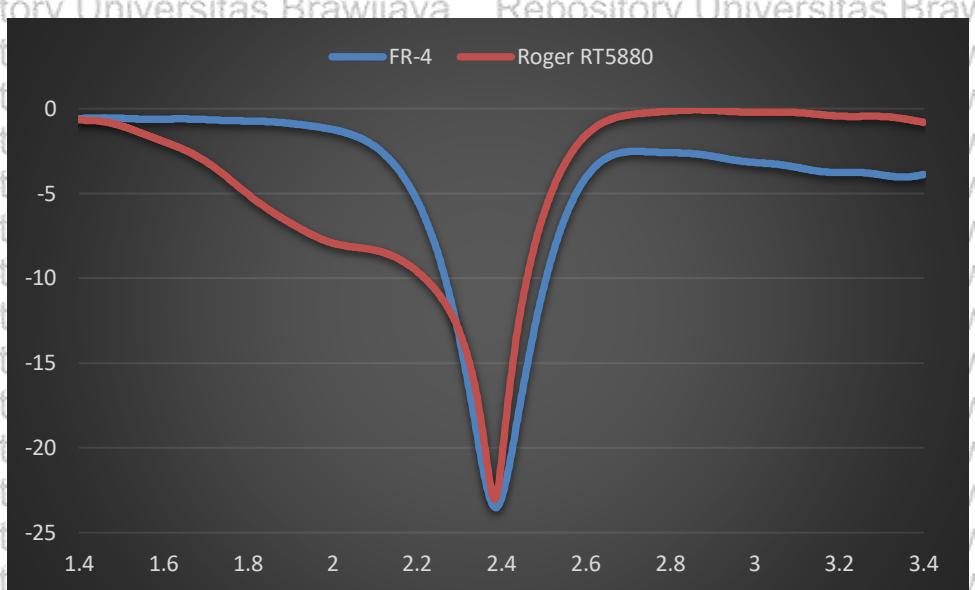
Tabel 4.7

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
1.	FR-4	2.4	-22.821995
2.	Roger RT5880	2.4	-38.131323

Dari grafik serta data hasil simulasi diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai dari *return loss* sudah sesuai dengan syarat spesifikasi antena yang sudah ditentukan yaitu $return\ loss \leq -10\ dB$. Kita ketahui jika nilai $return\ loss \leq -10\ dB$, maka dapat dikatakan bahwa saluran transmisi sudah berada dalam keadaan *matching*. *Return loss* ditujukan untuk melihat performa dari antena mikrostrip pada frekuensi yang sudah ditentukan.

Hasil terbaik dari grafik dan data *return loss* diatas yaitu adalah antena mikrostrip Roger Duroid RT5880 yang dimana nilainya adalah -38.131323 dB.



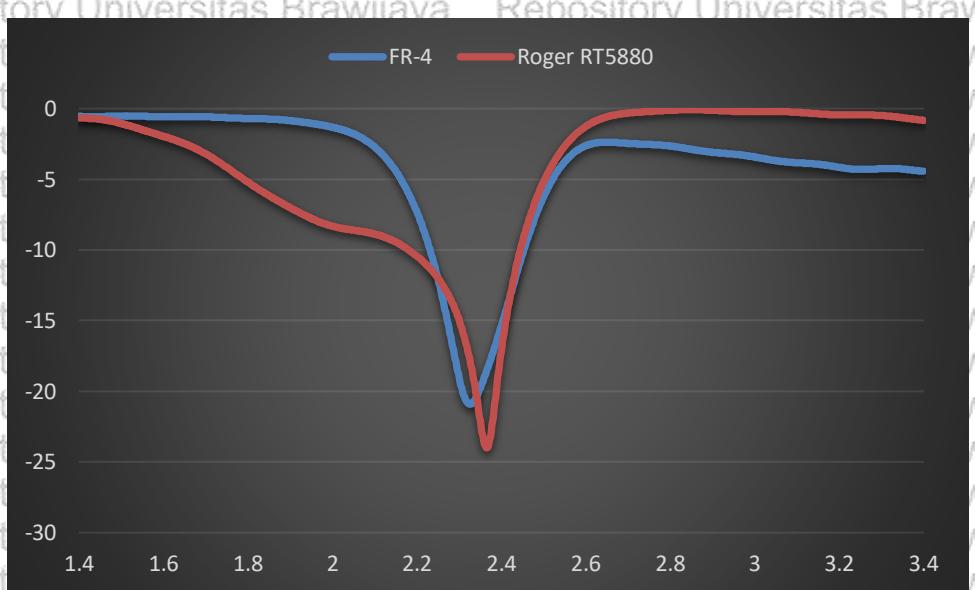
Gambar 4.60 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.8

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
1.	FR-4	2.4	-23.013727
2.	Roger RT5880	2.4	-20.869421

Hasil terbaik dari grafik dan data *return loss* diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 100 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah -23.013727 dB.



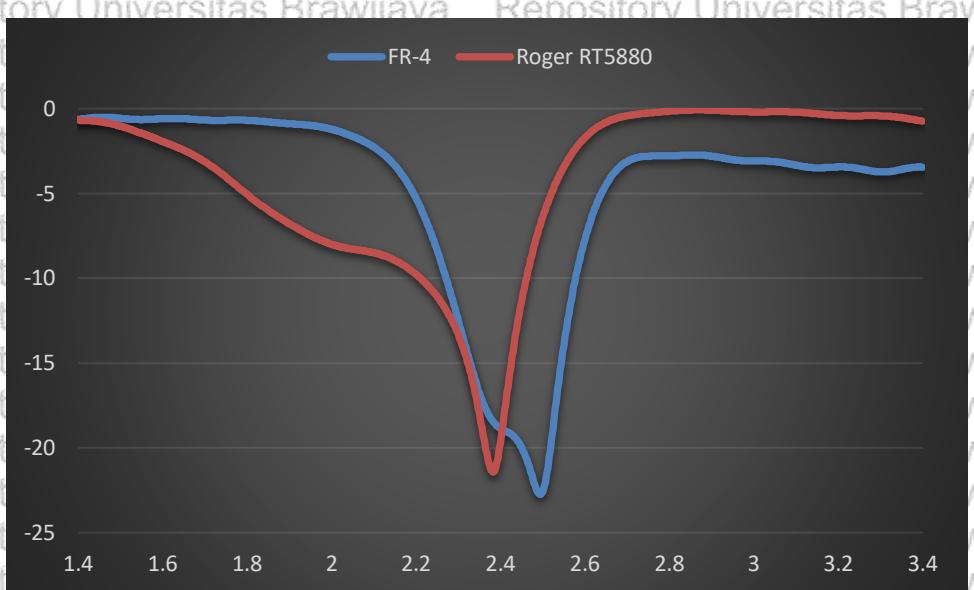
Gambar 4.61 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.9

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
1.	FR-4	2.4	-15.359391
2.	Roger RT5880	2.4	-17.133791

Hasil terbaik dari grafik dan data *return loss* diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 220 mm Roger Duroid RT5880 yang dimana nilainya adalah -17.133791 dB.



Gambar 4.62 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

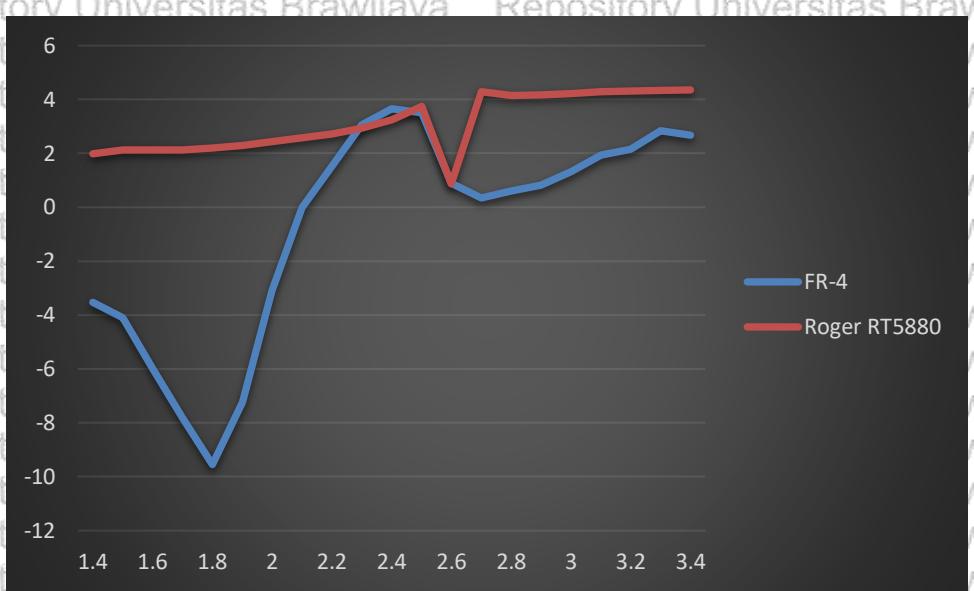
Tabel 4.10

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Return Loss Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Hasil terbaik dari grafik dan data *return loss* diatas yaitu adalah antena

mikrostrip bending 450 mm Roger Duroid RT5880 yang dimana nilainya adalah

-19.693738 dB.



Gambar 4.63 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

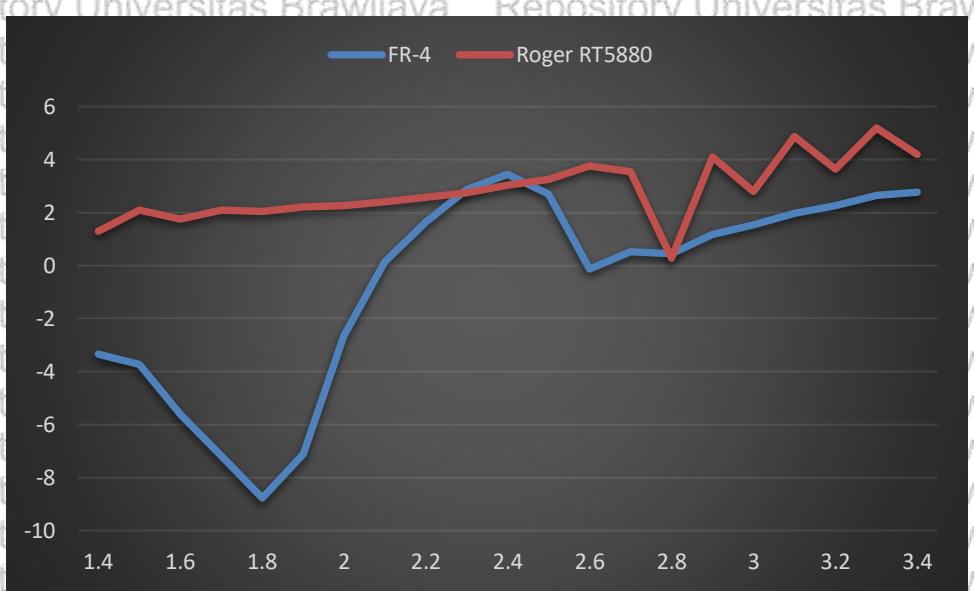
Tabel 4.11

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Gain (dBi)
1.	FR-4	2.4	3.6580812
2.	Roger RT5880	2.4	3.2357809

Sesuai dengan grafik serta data hasil simulasi diatas, dapat kita tarik kesimpulan bahwa nilai gain sudah sesuai dengan syarat spesifikasi antena yang sudah ditentukan yaitu $gain \geq 3\text{dBi}$.

Hasil terbaik dari grafik dan data gain diatas yaitu adalah antena mikrostrip FR-4 yang dimanya adalah 3.6580812 dBi.



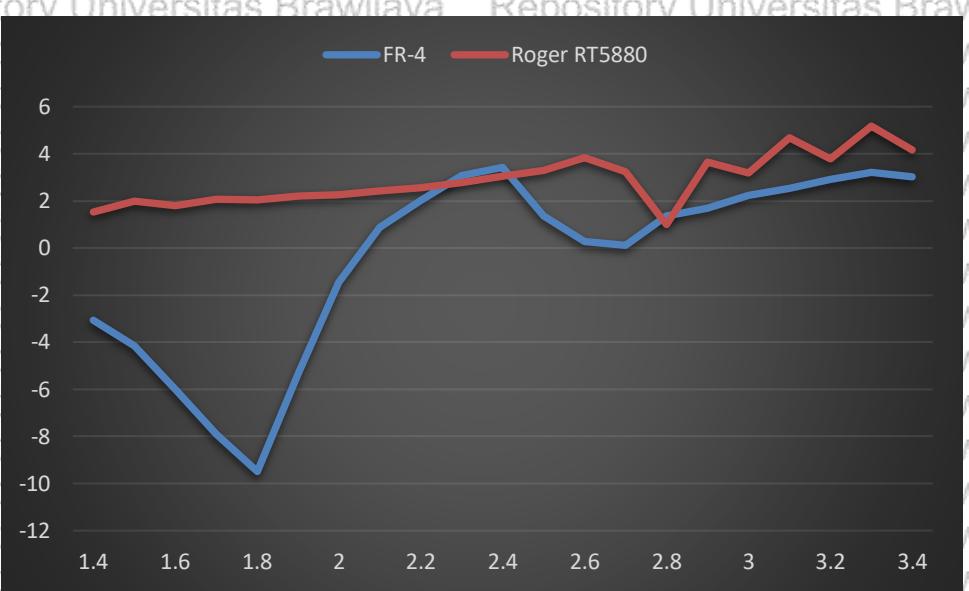
Gambar 4.64 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.12

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Gain (dBi)
1.	FR-4	2.4	3.4475228
2.	Roger RT5880	2.4	3.0471005

Hasil terbaik dari grafik dan data gain diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 100 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 3.4475228 dBi.



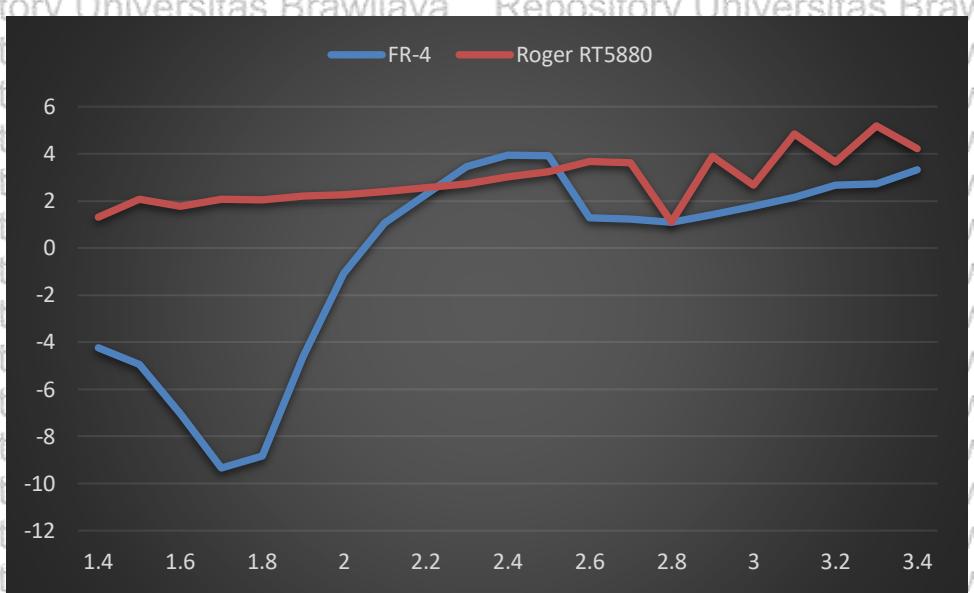
Gambar 4.65 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.13

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Gain (dBi)
1.	FR-4	2.4	3.422731
2.	Roger RT5880	2.4	3.0552329

Hasil terbaik dari grafik dan data gain diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 220 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 3.422731 dBi.



Gambar 4.66 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

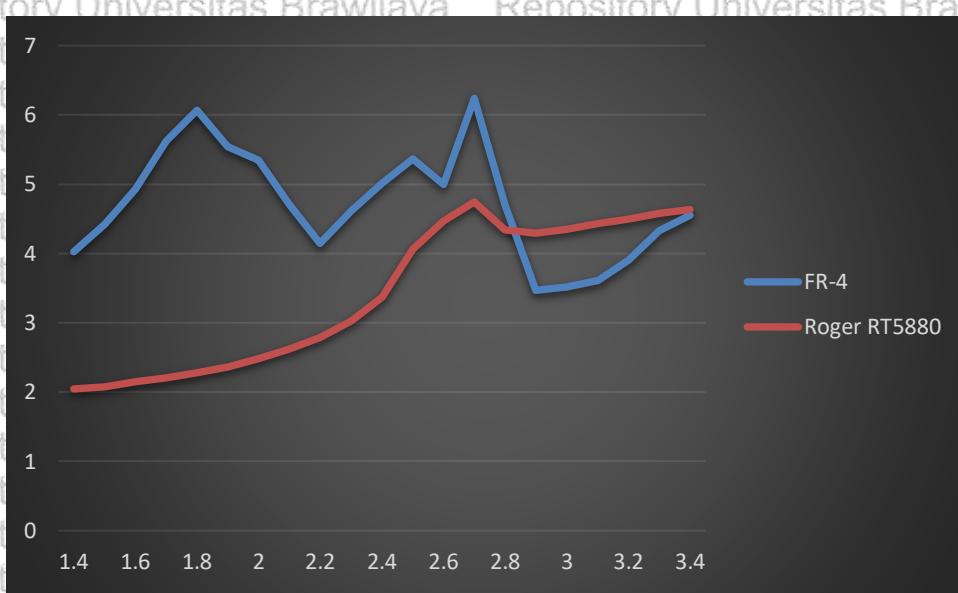
Tabel 4.14

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Gain Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Gain (dBi)
1.	FR-4	2.4	3.939804
2.	Roger RT5880	2.4	3.0184136

Hasil terbaik dari grafik dan data gain diatas yaitu adalah antena mikrostrip

bending 450 mm FR-4 yang dimanya nilainya adalah 3.939804 dBi.



Gambar 4.67 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan *Directivity* Antena Mikrostrip dengan *Patch* berbentuk Bintang 18

Tabel 4.15

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan *Directivity* Antena Mikrostrip dengan *Patch* berbentuk Bintang 18

No.	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Directivity (dBi)
1.	FR-4	2.4	5.0148689
2.	Roger RT5880	2.4	3.3651034

Berdasarkan dengan grafik serta data hasil simulasi diatas, maka dapat ditarik kesimpulan jika nilai *gain* semakin besar, maka nilai *directivity* yang didapatkan akan semakin besar juga. Menandakan bahwa nilai *directivity* berbanding lurus dengan nilai yang didapatkan dari *gain*. Kita ketahui nilai *directivity* akan sangat mempengaruhi hasil dari nilai efisiensi sebuah antena khususnya antena mikrostrip yang akan dirancang.

Hasil terbaik dari grafik dan data *directivity* diatas yaitu adalah antena mikrostrip FR-4 yang dimana nilainya adalah 5.0148689 dBi.



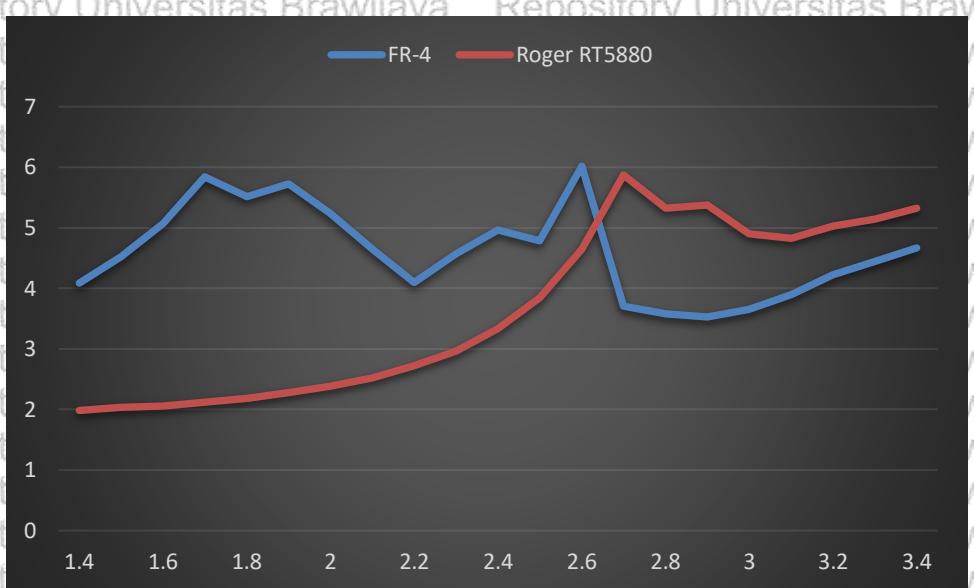
Gambar 4.68 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.16

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No.	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Directivity (dBi)
1.	FR-4	2.4	4.886352
2.	Roger RT5880	2.4	3.3055146

Hasil terbaik dari grafik dan data directivity diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 100 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 4.886352 dBi.



Gambar 4.69 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.17

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No.	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Directivity (dBi)
1.	FR-4	2.4	4.9671197
2.	Roger RT5880	2.4	3.3349049

Hasil terbaik dari grafik dan data directivity diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 220 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 4.9671197 dBi.



Gambar 4.70 Grafik Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

Tabel 4.18

Data Hasil Simulasi dan Perbandingan Gabungan Directivity Antena Mikrostrip Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

No.	Bahan Substrat	Frekuensi (GHz)	Directivity (dBi)
1.	FR-4	2.4	5.0638816
2.	Roger RT5880	2.4	3.2791655

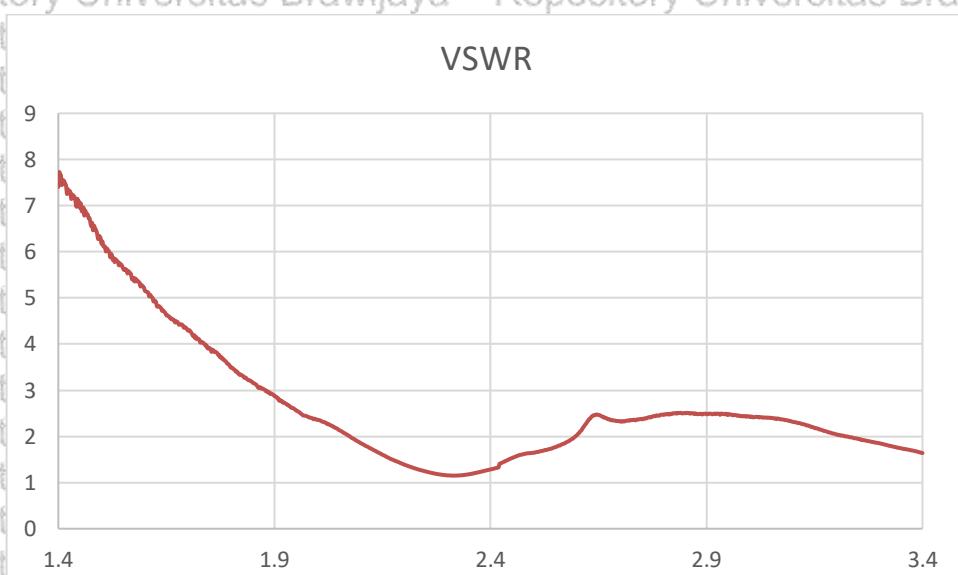
Hasil terbaik dari grafik dan data directivity diatas yaitu adalah antena mikrostrip bending 450 mm FR-4 yang dimana nilainya adalah 5.0638816 dBi.

4.6 Grafik Parameter Hasil Pengukuran menggunakan Excel

Pengukuran antena mikrostrip *bending* 100 mm, 220 mm dan 450 mm dengan material FR-4 dan Roger Duroid RT5880 diukur menggunakan alat Arinst VNA dan Nano VNA.

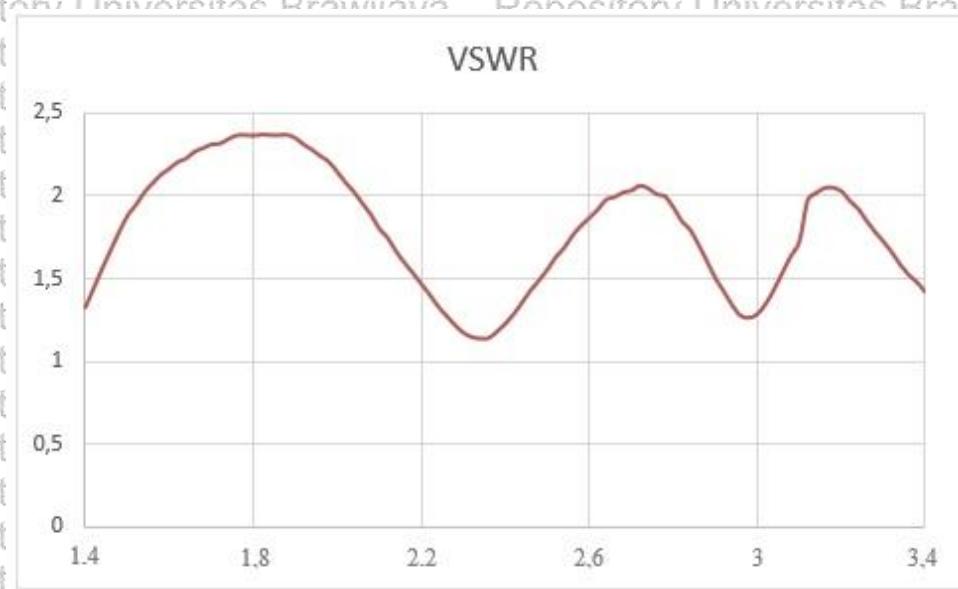
4.6.1 Antena Mikrostrip FR-4

4.6.1.1 VSWR



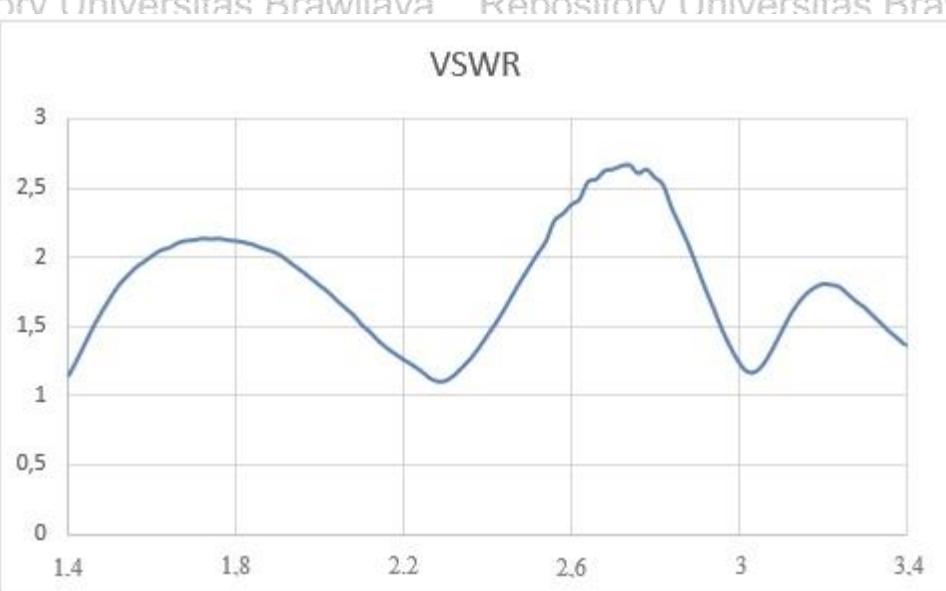
Gambar 4.71 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 dengan Patch berbentuk Bintang 18

4.6.1.1.1 VSWR *Bending* 100 mm



Gambar 4.72 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 *Bending* 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

4.6.1.1.2 VSWR *Bending* 220 mm

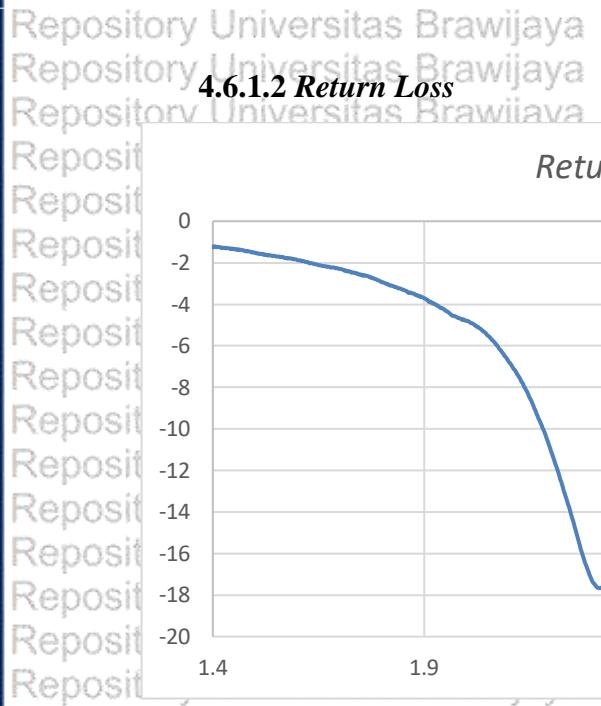


Gambar 4.73 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18

4.6.1.1.3 VSWR Bending 450 mm



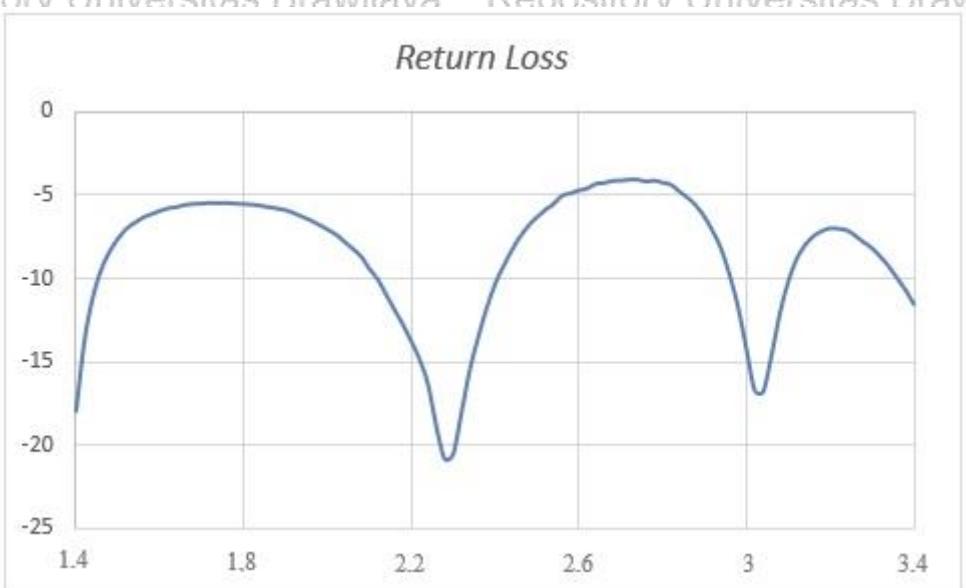
Gambar 4.74 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip FR-4 Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18



Gambar 4.75 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip FR-4 dengan *Patch* berbentuk Bintang 18



Gambar 4.76 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip FR-4 Bending 100 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18



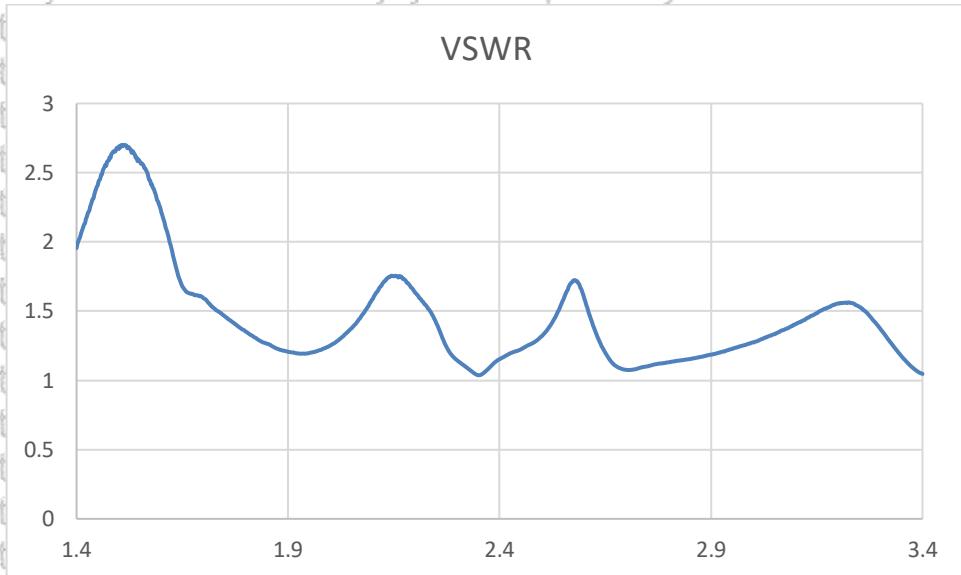
*Gambar 4.77 Grafik Hasil Pengukuran **Return Loss** Antena Mikrostrip FR-4 Bending 220 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18*



*Gambar 4.78 Grafik Hasil Pengukuran **Return Loss** Antena Mikrostrip FR-4 Bending 450 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18*

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
4.6.2 Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880

4.6.2.1 VSWR

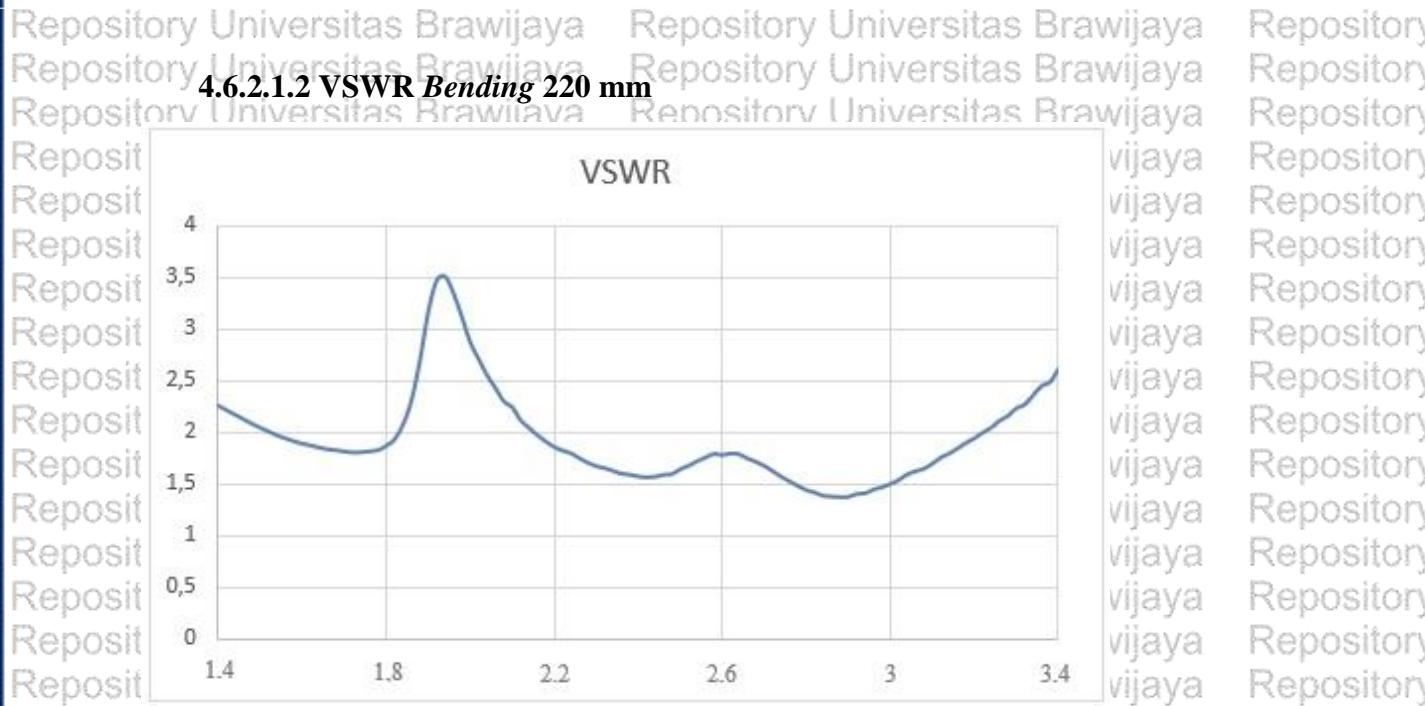


Gambar 4.79 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 dengan Patch berbentuk Bintang 18

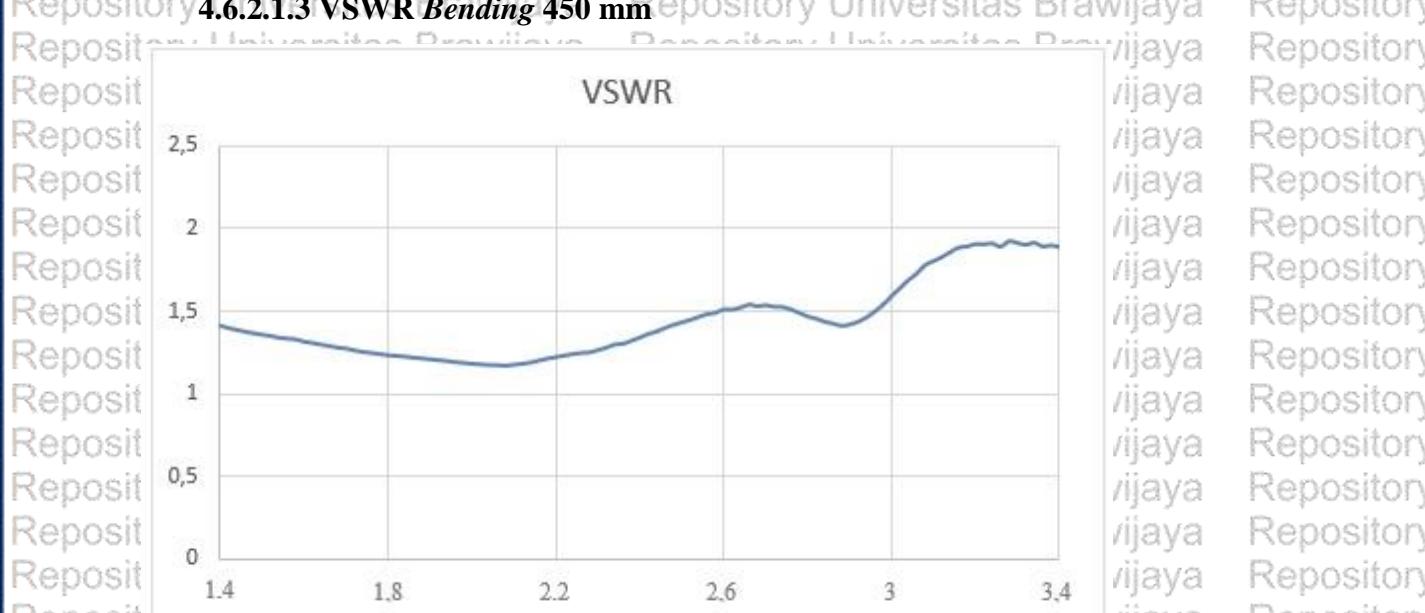
4.6.2.1.1 VSWR Bending 100 mm



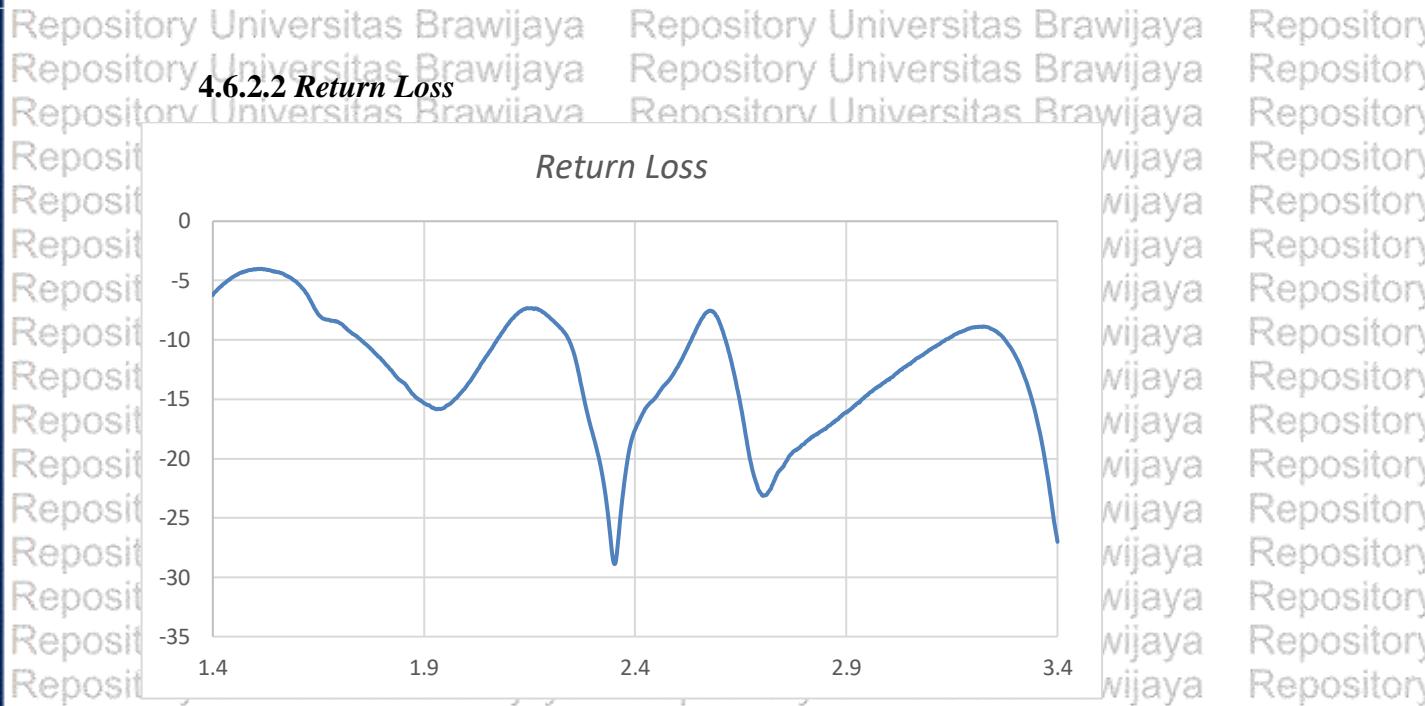
Gambar 4.80 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Bending 100 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18



Gambar 4.81 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Bending 220 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18



Gambar 4.82 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Bending 450 mm dengan Patch berbentuk Bintang 18



Gambar 4.83 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 dengan *Patch* berbentuk Bintang 18



Gambar 4.84 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 *Bending* 100 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18



Gambar 4.85 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Bending 220 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18



Gambar 4.86 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip Roger Duroid RT5880 Bending 450 mm dengan *Patch* berbentuk Bintang 18

4.7 Analisis Hasil Pengukuran

Tabel 4.19

Perbandingan Data Hasil Pengukuran Parameter Antena Mikrostrip dengan Patch berbentuk Bintang 18

Substrat Antena	<i>Non Bending</i>		<i>Bending 100 mm</i>		<i>Bending 220 mm</i>		<i>Bending 450 mm</i>	
	VSWR	Return Loss	VSWR	Return Loss	VSWR	Return Loss	VSWR	Return Loss
Antena FR-4	1.283	-13.103 dB	1.227	-14.632 dB	1.434	-10.378 dB	1.291	-12.923 dB
Antena Roger Duroid RT5880	1.152	-17.161 dB	1.254	-13.85 dB	1.574	-8.7633 dB	1.341	-11.901 dB

Berdasarkan perbandingan data hasil pengukuran antara antena mikrostrip menggunakan material FR-4 dan Roger Duroid RT5880 dengan beberapa kondisi tekanan atau *bending*, dapat dilihat bahwa hasil dari pengukuran dan hasil dari simulasi pada CST Studio Suite 2019 memiliki *output* yang berbeda. Hasil dari pengukuran terlihat memiliki nilai *output* yang terdegradasi atau lebih rendah dibandingkan dengan hasil simulasi, terkhususkan pada parameter *return loss* dan VSWR. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat beberapa faktor, seperti:

1. Saat melakukan fabrikasi antena terdapat beberapa kendala, seperti bahan substrat yang digunakan terdapat gesekan dari benda-benda sekitar dan desain antena yang dibuat pada software CST Studio Suite 2019 terdapat perbedaan beberapa mm (*milimeter*) dengan hasil fabrikasi.
2. Pemasangan *port* pada antena dengan melakukan penyolderan, tidak dilakukan dengan baik sehingga terdapat degradasi data pada hasil pengukuran.
3. *Connector* pada alat Arinst VNA dan Nano VNA yang sudah mengalami kelonggaran karna sering dipakai, sehingga hasil pengukuran menurun.
4. Kualitas ruangan yang tidak sesuai untuk percobaan pengukuran antena Interferensi dari benda-benda elektronik disekitar ruangan sangat mempengaruhi *output* antena mikrostrip itu sendiri.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, pengukuran, dan analisis parameter antena dari 2 variasi bahan substrat antena, yaitu antena mikrostrip bintang segi 18 dengan bahan substrat FR-4 dan Roger Duroid RT5880, serta *bending* 100 mm, 220 mm, dan 450 mm, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan.

1. Perancangan antena mikrostrip pada penelitian ini sudah memenuhi syarat dari spesifikasi desain antena yaitu:

$$1.) \text{ VSWR} : 1 \leq \text{VSWR} \leq 2$$

$$2.) \text{ Gain} : \geq 3 \text{ dBi}$$

$$3.) \text{ Return Loss} : \leq -10 \text{ dB}$$

2. Optimasi antena mikrostrip dilakukan dengan cara merubah ukuran-ukuran dari beberapa parameter antena serta dapat menggunakan rumus yang terletak pada persamaan 3.1.

3. *Patch, ground plane*, serta substrat akan mempengaruhi hasil dari nilai parameter.

4. Penggunaan atau penerapan substrat yang berbeda pada penelitian ini sangat mempengaruhi hasil *output* dari antena. Material substrat Roger Duroid RT5880 memiliki *output* atau hasil yang lebih baik dari antena mikrostrip dengan material FR-4.

5. Pada hasil simulasi terlihat bahwa nilai VSWR dan *return loss* berbanding lurus. Jika nilai VSWR semakin tinggi, berarti nilai dari *return loss* juga akan semakin besar, dan sebaliknya.

6. Semakin menurun hasil dari *return loss* dan VSWR, maka *gain* juga akan semakin kecil atau menurun, begitu pula sebaliknya. Dapat diartikan bahwa *return loss* dan VSWR berbanding lurus dengan *gain*.

7. Hasil dari proses penekukan atau *bending* antena menyebabkan spesifikasi antena mengalami degradasi dari hasil simulasi atau perancangan dan pengukuran antena mikrostrip sebelumnya yaitu antena mikrostrip *non bending*.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

8. Perubahan ketebalan substrat yaitu semakin menipis serta menyusut materialnya akibat proses *bending* akan mempengaruhi proses peradiasi gelombang elektromagnetik pada antena itu sendiri (*Return loss*, VSWR, *gain*, dan *directivity*) yaitu semakin menurun hasilnya, seperti yang dapat terlihat perbandingannya ketika hasil percobaan simulasi pada CST serta pengukuran pada Nano VNA dan Arinst VNA. Hasil dari tebal substrat yang lebih tipis yaitu Roger Duroid RT5880 dengan ketebalan 0.58 mm, memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan FR-4. Namun hal ini juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti permitivitas dielektrik dari masing-masing bahan substrat dan ketepatan saat melakukan pengukuran.
9. Faktor-faktor eksternal dari pengukuran antena sangat berpengaruh besar terhadap kesempurnaan hasil pengukuran antena. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat pada bab 4 yaitu subbab 4.7 (Analisis Hasil Pengukuran) dari poin 1 hingga 4.
10. *Bending* atau penekukan antena dapat terlihat hasil yang paling baik dan efisien adalah *bending* 100 mm, baik pada antena mikrostrip dengan substrat FR-4 dan Roger Duroid RT5880.

5.2 Saran

1. Referensi dapat dicari dari berbagai penelitian sebelumnya, melalui modul-modul yang tersedia, maupun dapat melihat *video* melalui kanal *youtube*, agar hasil yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi desain antena dan mendekati kata sempurna.
2. Substrat yang akan digunakan sebaiknya diperhatikan dengan teliti, baik dari segi ketebalan, jenis bahan dan konstanta dielektriknya. Hal ini ditujukan agar antena yang diukur akan mendapatkan hasil yang baik dan sesuai dengan percobaan simulasi.
3. VSWR, *return loss* dan *gain* harus diperhatikan lebih dahulu karena parameter-parameter tersebut merupakan paramater antena yang paling utama.
4. Perhitungan parameter antena harus diperhatikan dengan betul agar hasil yang didapatkan sesuai dengan syarat-syarat spesifikasi antena yang sudah ditentukan.

5. Pengukuran fabrikasi antena harus diperhatikan dengan baik agar faktor-faktor eksternal yang menyebabkan degradasi atau semakin menurunnya hasil *output* dari antena tidak akan terjadi, seperti:
 - 1.) Mensterilkan bahan substrat dari benda-benda sekitar dengan menggunakan plastik atau hal lain yang dapat membungkus bahan substrat tersebut dan memperhatikan dengan betul-betul fabrikasi antena agar dapat memiliki ukuran yang mirip dengan ukuran aslinya pada desain antena di *software CST Studio Suite 2019*.
 - 2.) Proses penyolderan *port* ke substrat harus dilakukan dengan hati-hati.
 - 3.) Menggunakan ruangan khusus pengujian antena yaitu pada ruang bebas pantulan atau biasa disebut dengan ruang tanpa gema (*anechoic chamber*), agar hasil *output* dari antena lebih akurat dan sempurna.

- ## DAFTAR PUSTAKA
- Adtia, Rian. (2011). *Perancangan Dan Analisis Kinerja Antena Dipole Fraktal Kurva Koch Tipe Planar Pada Pita Frekuensi UHF Televisi*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.

Ahkami, M. A. (2016). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Segiempat Pada Frekuensi 915 MHz Untuk Aplikasi Komunikasi Pesawat UAV*: Universitas Negeri Jakarta. XVI (1):4-8.

Avionics Department. (2013). *Electronic Warfare and Radar Systems Engineering Handbook*. Naval Air Warfare Center Weapons Division (NAWCWD), Point Mugu, California. TP 8347 Fourth Edition.

Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory Analysis and Design Fourth Edition*. USA, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Debora, S. (2017). *Analisis Perbandingan Antena Mikrostrip Pencatu Feedline dan Proximity Coupled pada Frekuensi 2,4-2,5 GHz*: Universitas Teknologi Telkom Purwokerto.

Garg, Ramesh et al. (2001). *Microstrip Antenna Design Handbook*. London, Boston: Artech House, Inc.

Hindawi Publishing Corporation. (2012). *International Journal of Antennas and Propagation*: dari <https://www.hindawi.com/journals/ijap/> (diakses pada 7 September 2021).

Huang, Y. & Boyle, K. (2008). *Antennas: From Theory to Practice*. United Kingdom: Jhon Wiley & Sons.

Jackson, D. R. (2007). *Microstrip Antennas Chapter 7*. Orlando, Florida, USA: McGraw-Hill Companies.

James, J. R., Hall, P. S., dan Wood, C. (1981). *Microstrip Antenna Theory and Design*. UK, London: Peter Peregrinus Ltd.

Kartika, R., Erlinasari, dan Sipan, M. (2021). *Efek Perubahan Nilai SWR pada Siaran Televisi Mobil*. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI (ReTII), ISSN: 1907-5995.

- Repository Universitas Brawijaya Mahalin, N. H., Ariffin, S. H. S., dan Rashid, R. A. (2009). *2.4 GHz ISM Band Congestion: WLAN AND WPAN Performance Analysis*: Universiti Teknologi Malaysia.
- Repository Universitas Brawijaya Minhas, N., Kumar, A., dan Singh, S. (2017). *Performance Analysis of ISM Band Antennas: A Survey*. International Journal of Advanced Research in Computer Science. VIII (8):371-375.
- Repository Universitas Brawijaya Ningsih, R. N. A. R. (2014). *Antena Mikrostrip*: dari <https://teknikelektronikansp.wordpress.com/2014/01/07> (diakses pada 8 September 2021).
- Repository Universitas Brawijaya Nugraha, A. S., Christiyono, Y., & Sukiswo, S. (2011). *Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip dengan Frekuensi 850 MHz untuk Aplikasi Praktikum Antena*: Universitas Diponegoro.
- Repository Universitas Brawijaya Ofcom. (2017). *Frequency bands designated for Industrial, Scientific and Medical use (ISM)*. UK: Ofcom.
- Repository Universitas Brawijaya Pandey, A. (2019). *Practical Microstrip and Printed Antenna Design*. Boston, London: Artech House, Inc.
- Repository Universitas Brawijaya Pasaribu, D. (2014). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Pada Frekuensi 2,4 GHz Dengan Metode Pencatuan Inset*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Repository Universitas Brawijaya Pratama, M. A. (2014). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Triangular dengan Metode Array untuk Wireless Fidelity 2,4 GHz*: Universitas Sriwijaya.
- Repository Universitas Brawijaya Purnamirza, T. (2013). *Very Small Beamsteering Radial Line Slot Array Antenna*. Ph.D. dissertation. Universiti Teknologi Malaysia.
- Repository Universitas Brawijaya Rambe, A. H. (2010). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Medan: Penerbit JiTEKH.
- Repository Universitas Brawijaya Seman, F. C., Ramadhan, F., Ishak, N. S., Yuwono, R., Abidin, Z. Z., Dahlan, S. H., Shah, S. M., & Ashyap, A. Y. I. (2019). *Performance Evaluation of a Star-Shaped Patch Antenna on Polyimide Film under Various Bending Conditions for Wearable Applications*. Progress In Electromagnetics Research Letters. 85 (I):125-130.
- Repository Universitas Brawijaya Surjati, I. (2010). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasi*. Jakarta: Universitas Trisakti.

- Syakura, R., Yuwono, R., dan Kurniawan, D. F. (2014). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Berpolarisasi Melingkar sebagai RFID Tag untuk Menjangkau Frekuensi 2.4 GHz*: Universitas Brawijaya.

Usman, U. K. (2018). *Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Seluler*: Universitas Telkom.

Yuwono, R., dan Anshari, A. R. (2015). *Design Microstrip Antenna 400MHz-800MHz for Digital Television with Customized Clover Patch*. AASCIT Communications. II (5) ISSN: 2375-3803.

Yuwono, R., dan Rahman, F. (2015). *Microstrip Antenna Patch Crescent Moon for Closed Circuit Television (CCTV) Application*. AASCIT Communications. II (5) ISSN: 2375-3803.

Yuwono, R. (2010). *Unjuk Kerja Antena UWB Egg Berdasarkan Dimensinya*. EECCIS. IV (2).

Zahran, S. R., Abdalla, M. A., & Gaafar, A. (2017). *How Bending Affects a Flexible UWB Antenna*. Cairo, Egypt: Microwaves&RF.