

**PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN
LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER**



Oleh :

Fernanda Sabita

1703025036

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF.Dr.HAMKA

**PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN
LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER**

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh :

Fernanda Sabita

1703025036

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF.Dr.HAMKA

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN RESONANTOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA PADA
ANTENA-FILTER

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh :

Fernanda Sabita

1703025036

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Pembimbing 1



Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., MIPM

NIDN. 0303097006

Pembimbing 2



Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, ST., MT

NIDN. 0323027401

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D., MIPM

NIDN. 0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER

SKRIPSI

Oleh:

Fernanda Sabita

1703025036

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Tanggal, 11 November 2022

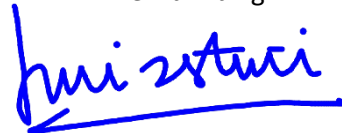
Pembimbing-1



Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D.

NIDN. 0303097006

Pembimbing-2



Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.

NIDN. 0312127605

Penguji-1



Emilia Roza, S.T., M.T., M.Pd.

NIDN. 0330097402

Penguji-2



M. Mujirudin, S.T., M.T.

NIDN. 0312126705

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D.

NIDN. 0303097006

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Dan Mugsidi, S.T., M.Si.

NIDN. 0301126901

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang membuat pernyataan

Nama :Fernanda Sabita

Nim :1703025036

Judul skripsi : Pengaruh Penambahan Resonator Terhadap Selektifitas Dan Lebar Pita Pada Antena-Filter

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain,KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Refensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi

Jakarta 11 November 2022



Fernanda Sabita

1703025036

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER

Pengaruh selektifitas dan lebar pita pada antenna filter merupakan salah satu parameter yang sangat penting, karena efisiensi pada antenna filter akan meningkat jika selektifitas dan lebar pita memiliki nilai yang besar. Studi ini mengajukan sebuah metode peningkatan lebar pita menggunakan antenna filter dengan penambahan resonator interdigital. Antena filter digunakan untuk mencari pengaruh terhadap selektifitas dan lebar pita pada sebuah antenna beresonator interdigital yang memiliki strip 3 dan beroperasi pada frekuensi 4.65 GHz. Di desain terdiri dari 2 lapis substrat dimana lapisan 1 terdiri dari patch berbentuk persegi, dan pada lapisan kedua ditempatkan resonator interdigital berbentuk 3 strip disertai dengan through hole. Di desain ini menghasilkan antenna dengan bandwidth operasi 450 MHz dan peningkatan perolehan sebesar 6.02 dB serta pola radiasi berbentuk 45° dengan arah kedepan muka antenna. Maka hasil disain sudah sesuai dengan spesifikasi.

Kata kunci:Lebar pita, antenna filter, resonator interdigital, Selektifitas

ABSTRACT

EFFECT OF ADDITIONAL RESONATORS ON SELECTIVE AND BAND WIDTH ON ANTENNA-FILTER

The effect of selectivity and bandwidth on the filter antenna is one of the most important parameters, because the efficiency of the filter antenna will increase if the selectivity and bandwidth have a large value. This study proposes a method of increasing the bandwidth using a filter antenna with the addition of an interdigital resonator. Antenna filter is used to find the effect of selectivity and bandwidth on an interdigital resonator antenna which has 3 strips and operates at a frequency of 4.65 GHz. The design consists of 2 layers of substrate where layer 1 consists of a square patch, and on the second layer is placed an interdigital resonator in the form of 3 strips accompanied by through holes. This design produces an antenna with an operating bandwidth of 450 MHz and an increase in gain of 6.02 dB as well as a 45° shaped radiation pattern with a forward direction of the antenna face. So the design results are in accordance with the specifications.

Keywords: *bandwidth, filter antenna, interdigital resonator, selectivity*

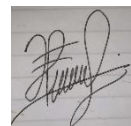
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmatNya penulis dapat menjalankan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat dan juga salam tidak lupa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana padaprogram studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA dengan Judul “*Pengaruh Penambahan Resonantor Terhadap Selektifitas Dan Lebar Pita Lebar Pada Antena-Filter*”

Dalam proses penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dukungan dan doa yang tulus dari banyak pihak serta memberi kritik dan saran. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang setulus–tulusnya kepada Allah SWT dan kedua orang tua saya, selaku pembimbing 1 saya Harry Ramza, S.T., M.T.,Ph.D dan Dwi Astuti Cahyasiwi, ST,. MT selaku pembimbing 2, Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof.Dr.Hamka. Tidak lupa teman-teman Teknik Elektro angkatan 2017 serta teman teman Falkutas Teknik UHAMKA dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Jakarta, 11 November 2022



Fernanda Sabita

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR.....	12
BAB 1 PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	15
1.3 Tujuan Penelitian	15
1.4 Batasan Masalah	15
1.5 Manfaat Penelitian.....	16
1.6 Metodologi Penelitian.....	16
1.7 Sistematika Penulisan.....	16
BAB 2 DASAR TEORI.....	18
2.1 Antena	18
2.2 Antena Mikrostrip	18
2.3 Antena Mikrostrip Rectangular.....	18
2.4 Teknik Pencatuan	19
2.5 Antena filter.....	20
2.6 Integrasi antena-filter.....	22
2.7 Parameter Antena.....	23
2.7.1 Gain.....	23
2.7.2 Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)	24
2.7.3 Return Loss.....	25
2.7.4 Bandwidth (lebar pita).....	25
2.7.5 Beamwidth.....	26
2.7.6 Pola Radiasi	27
2.7.7 Polarisasi	28
2.7.8 Resonator.....	30
BAB 3 METODOLOGI	31

3.1	Diagram Alur Perancangan Antena Filter dengan resonator.....	31
3.2	Perangkat Lunak yang Digunakan	32
3.3	Spesifikasi Rancangan Antena	33
3.4	Pemilihan Bahan Substrat	33
3.5	Perhitungan Dimensi Perancangan Antena.....	33
3.5.1	Perancangan Antena Mikrostrip Elemen Tunggal.....	33
3.5.2	Perhitungan Antena Mikrostrip Patch persegi.....	34
3.6	Desain Perancangan Antena Mikrostrip.....	39
3.6.1	Perancangan Antena Mikrostrip dengan Resonator Interdigital	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Hasil Simulasi Awal Perancangan Awal	41
4.1.1	Perancangan Antena	41
4.1.2	Hasil Simulasi S_{11} Dimensi Awal	42
4.1.3	Perhitungan Bandwidth Dimensi Awal	43
4.1.4	Hasil Simulasi Antena-Filter Polarisasi Dimensi Awal.....	43
4.1.5	Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi Dimensi dan Gain Dimensi Awal.....	44
4.2	Hasil Optimasi Simulasi Antena-Filter	45
4.2.1	Hasil Simulasi S_{11}	46
4.2.2	Perhitungan <i>Bandwidth</i> hasil optimasi antena	47
4.2.3	Hasil Simulasi Polarisasi	48
4.2.4	Hasil Pola Radiasi.....	49
4.2.5	Hasil Simulasi Gain.....	49
4.3	Fabrikasi Antena-Filter	50
4.4	Pengukuran Antena-Filter	51
4.4.1	Hasil Pengukuran.....	51
	Alat dan Bahan	51
4.4.2	Prosedur Pengukuran	52
4.4.3	Hasil S_{11} Simulasi Dan Pengukuran	53
4.4.4	Hasil Gain Simulasi Dan Pengukuran	54
4.4.5	Hasil Pengukuran Pola Radiasi	55
BAB 5	KESIMPULAN.....	56
5.1	Kesimpulan	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Bahan Substrat	33
Pada tabel Tabel 3.3 merupakan hasil perhitungan antena mikrostrip resonator interdigital dengan dimensi awal antenna.....	38
Tabel 4.1 Tabel nilai parameter untuk antena dengan hasil yang sudah di optimasi	46
Tabel 4.3 Tabel Hasil Simulasi untuk antenna dengan hasil optimasi.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Mikrostrip.....	18
Gambar 2.2 Antena Mikrostrip dengan Rectangular Patch.....	19
Gambar 2.3 Bandwidth untuk <i>range</i> frekuensi.....	25
Gambar 2.4(a) <i>Beamwidth</i> tiga dimensi, (b) <i>Beamwidth</i> dua dimensi.....	26
Gambar 2.5 Polaradiasi	27
Gambar 2.6 Polarisasi Linear, Circular dan Elliptical	29
gambar 2.7 Polarisasi slant $\pm 45^\circ$ (Cahyasiwi et al., 2020).....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Antena	32
Gambar 3.2 Proses Perhitungan Lebar Satuan Pencatu.....	38
Gambar 3.3 single elemen	34
Gambar 3.4 Resonator interdigital.....	40
Gambar 4.1 dua layer substrat.....	41
Gambar 4.2 Rancangan Dimensi Awal Antena-Filter (a) Substrat Depan (b) Substrat Belakang.....	42
gambar 4.3 Hasil Simulasi S_{11} Dimensi Awal.....	42
gambar 4.4 Grafik S_{11} untuk mencari bandwidth.....	43
gambar 4.5 Polarisasi Dimensi Awal (a) <i>E-Field</i> dan (b) <i>Surface Current</i>	44
gambar 4.6 Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi 3D Dimensi Awal	44
gambar 4.7 Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi 2D Dimensi Awal	44
gambar 4.8 Hasil Simulasi Antena-Filter Gain Dimensi Awal.....	45
gambar 4.9 Desain Antena-Filter sudah di optimasi (a) Substrat Depan (b) Substrat Belakang	45
Gambar 4.10 Hasil Simulasi S_{11}	47
Gambar 4.11 Grafik S_{11} untuk mencari <i>bandwidth</i>	47
Gambar 4.12 Hasil Simulasi Polarisasi hasil antenna yang sudah di optimasi	48
Gambar 4.13 Optimasi Hasil Simulasi Pola Radiasi 2D	49
Gambar 4.14 Hasil Simulasi Gain.....	49
gambar 4.15 Antena-Filter Hasil Fabrikasi.....	51
gambar 4.16 Pengujian Antena dengan <i>Network analyzer</i>	52
gambar 4.17 Hasil S_{11} dengan <i>Network Analyzer</i>	53
gambar 4.18 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Dan Pengukuran	53
gambar 4.19 Hasil Perbandingan Gain Simulasi Dan Pengukuran	54
gambar 4.20 Hasil Pengukuran Pola Radiasi.....	55

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi komunikasi telah banyak berkembang, berkembangnya teknologi yang bersifat global khususnya saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat salah satunya antena. Antena adalah perangkat penting pada sistem komunikasi nirkabel yang mempunyai peran sebagai perangkat terakhir pada sistem pengirim dan sistem penerima. Kinerja antena mempengaruhi sistem komunikasi secara keseluruhan yaitu ketahanan terhadap derau, koefisien refleksi rendah, gain besar dan lebar pita. Nilai-nilai pada parameter ini bergantung terhadap aplikasi yang digunakan. (Rusdiyanto et al., 2020)

Antena dan filter merupakan komponen utama dalam sistem komunikasi nirkabel. Antena yang berfungsi untuk mentransmisikan dan menerima sinyal sementara filter untuk melewatkan sinyal yang di bangkitkan. Maka dengan mengintegrasikan filter dengan antena menjadi satu komponen yang memiliki fungsi penapisan dan radiasi yang mencapai fungsi penyaringan dan pemancar secara bersama merupakan sebuah inovasi(Mansour et al., 2014)

Desain antena mikrostrip juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan antena lainnya yaitu konfigurasi yang low profile sehingga bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utamanya, mempunyai bobot yang ringan dan ukuran yang kecil, kemampuan dalam *dual frequency* dan dapat dengan mudah diintegrasikan dengan *microwave integrated circuits* (MICs). Meskipun antena mikrostrip memiliki keunggulan yang dimiliki, antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu, efisiensi yang rendah, memiliki *bandwidth* yang sempit, mempunyai kemurnian pola radiasi yang rendah. (Ian et al., 2016)

Antena mikrostrip memiliki lebar pita yang sempit, karena itu antena mikrostrip memiliki masalah yang sehingga ketika suatu aplikasi membutuhkan bandwidth yang lebar maka aplikasi tersebut tidak bisa untuk menjalankan dengan lancar. Banyak metode yang telah dilakukan untuk meningkatkan lebar pita. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai lebar pita ialah dengan merancang antena filter. Selain untuk melebarkan pita, antenna filter ini bisa untuk meningkatkan perolehan.(Mansour et al., 2014)

Filter dan antena adalah komponen penting dalam banyak sistem komunikasi dan radar. Dalam sistem seperti itu, filter digunakan untuk menolak noise dan interferensi di luar pita saat mentransmisikan sinyal dalam pita. Filter resonator faktor (Q) berkualitas tinggi berdasarkan

rongga pandu gelombang, resonator dielektrik dan pandu gelombang terintegrasi substrat (SIW) lebih disukai daripada struktur planar karena kehilangan penyisipan yang lebih rendah, yang merupakan kunci faktor yang membantu meningkatkan efisiensi dan sensitivitas sistem. (Yusuf et al., 2013)

Resonator patch menarik untuk desain filter mikrostrip, untuk meningkatkan kemampuan penanganan daya. Keuntungan terkait resonator patch mikrostrip adalah kerugian konduktor yang lebih rendah dibandingkan dengan resonator saluran mikrostrip sempit. Meskipun resonator patch cenderung memiliki radiasi yang lebih kuat, mereka biasanya tertutup dalam rumah logam untuk aplikasi filter sehingga kehilangan radiasi dapat diminimalkan. Resonator patch biasanya memiliki ukuran yang lebih besar; namun, ini tidak akan menjadi masalah untuk aplikasi di mana penanganan daya atau kerugian rendah memiliki prioritas lebih tinggi. Ukurannya mungkin tidak menjadi masalah sama sekali untuk filter yang beroperasi pada frekuensi yang sangat tinggi. (Hong & Lancaster, 2004)

Antena dengan polarisasi 45° dapat mengatasi efek refleksi multipath pada propagasi outdoor dan indoor. Polarisasi ini bermanfaat karena refleksi multipath menghasilkan perubahan polarisasi dari polarisasi horizontal/vertikal ke polarisasi miring, yang akibatnya menurunkan kinerja sinyal yang diterima karena polarisasi yang tidak cocok. Antena dengan polarisasi miring $\pm 45^\circ$ memiliki banyak keunggulan karena gain diversitas yang lebih baik kapasitas saluran yang lebih dan bit error rate yang lebih rendah dibandingkan dengan polarisasi horizontal/vertikal. Banyak penelitian telah membahas metode untuk melakukan polarisasi linier namun seperti antena penyaringan lainnya tanpa sirkuit tambahan, mereka tidak menyediakan bandwidth yang dapat dikontrol yang diperlukan dalam beberapa sistem nirkabel.

Antena dengan polarisasi 45° dapat mengatasi efek refleksi multipath pada propagasi outdoor dan indoor. Polarisasi ini bermanfaat karena refleksi multipath menghasilkan perubahan polarisasi dari polarisasi horizontal/vertikal ke polarisasi miring, yang akibatnya menurunkan kinerja sinyal yang diterima karena polarisasi yang tidak cocok. Antena dengan polarisasi miring $\pm 45^\circ$ memiliki banyak keunggulan karena gain diversitas yang lebih baik, kapasitas saluran yang lebih tinggi dan bit error rate yang lebih rendah dibandingkan dengan polarisasi horizontal/vertikal. (Cahyasiwi et al., 2020). Dalam penelitian lainnya yang berjudul “*Switchable Slant Polarization Filtering Antenna Using Two Inverted Resonator Structures for 5G Application*” menggunakan resonator interdigital ordo 3 dan menghasilkan lebar pita sebesar 50 MHz, pelebaran pita ini dipengaruhi oleh pencatu dan resonator, semakin lebar

Polarisasi 45° salah satu metode pemangkasan patch rectangular pada antena yang membentuk suatu sudut 45° seperti jenis *ripple*, substrat, tebal substrat dan di lakukan

penambahan yaitu interdigital. Sehingga akan di rancang sebuah antena-filter mikrostrip yang terdiri dari tiga resonator interdigital, mampu meloloskan sinyal pada rentang frekuensi 4.

Sepengetahuan penulis ini adalah pertama kali antena filter yang menerapkan tiga resonator interdigital untuk mengontrol polarisasi dengan demikian, tidak perlu penambahan polarizer atau rotasi fisik radiator atau saluran transmisi. Polarisasi miring dicapai dengan mengubah arah arus permukaan yang mengalir ke radiator, sehingga mengubah medan listrik dari polarisasi vertikal ke $\pm 45^\circ$. Polarisasi kemiringan $\pm 45^\circ$ diperoleh dengan menggunakan ko-design filter orde empat menggunakan tiga resonator strip paralel dengan hubung singkat dan terbuka secara bergantian di setiap lengan yang juga sejajar dengan radiator persegi panjang. Hubung singkat diwakili oleh lubang via yang diposisikan terbalik pada setiap ujung resonator. Posisi lubang via menentukan arah polarisasi miring.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar pelebaran lebar pita dapat diperoleh dengan penambahan resonator dengan tetap mempertahankan polarisasi 45°
2. Seberapa besar pengaruh penambahan resonator terhadap parameter S11, gain, polarisasi, dan pola radiasi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang antena-filter mikrostrip dengan pelebaran lebar pita menggunakan penambahan resonator.
2. Memperoleh nilai parameter S11, gain dan pola radiasi setelah pelebaran bandwidth diperoleh dengan menggunakan penambahan resonator.
3. Mencari pengaruh penambahan resonator terhadap selektifitas dan lebar pita.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian berupa perancangan dan desain yang menggunakan *software CST Studio2020* frekuensi 4.65 GHz
2. Menggunakan bahan *substrat* Roger Duroid 5880 dengan konstanta dielektrik 2,2mm dan ketebalan lapisan dielektrik 1.575mm
3. Antena yang digunakan adalah antena mikrostrip dengan patch persegi
4. Spesifikasi antena sebagai berikut :
 - a. Polarisasi 45
 - b. Konstanta dielektrik bahan : 2,2
 - c. Ketebalan lapisan dielektrik (h) : 1,575 mm
 - d. Rugi-rugi 0,000009

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan metode baru untuk menghasilkan sebuah antena yang bisa beroperasi pada frekuensi 4.65 atau 5G
2. Berkontribusi terhadap sebuah metode baru untuk melebarkan bandwidth pada frekuensi 5G
3. Mendapatkan memberikan kontribusi antena selektifitas yang baik dan mengatasi feeding
4. Memberikan desain baru sebuah antena mikrostrip yang berkerja pada frekuensi 5G

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penelitian ini adalah :

1. Studi literatur
2. Proses perancangan
3. Simulasi
4. Pembuatan laporan

1.7 Sistematika Penulisan

Penyusunan penelitian ini meliputi BAB 1 sampai dengan BAB 5, berikut ini penjelasan mengenai penelitian yang dilakukan :

1. BAB 1 Pendahuluan

Pada BAB 1 yang berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

2. BAB 2 Dasar Teori

Pada BAB 2 yang berisikan tentang teori – teori yang berasal dari dari jurnal – jurnal penelitian ilmiah, buku, seminar dan tugas akhir yang berhubungan dengan antena mikrostrip dan metode penambahan resonator

3. BAB 3 Metodologi

Pada BAB 3 Metodologi yang berisikan tentang alur penelitian, peralatan, dan bahan yang digunakan, perhitungan berkaitan dengan rumus dan langkah – langkah yang harus dilakukan untuk proses yang simulasi yang diisikan berdasarkan penelitian yang dilakukan

4. BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Pada BAB 4 yang berisikan tentang hasil dari langkah – langkah yang telah dilakukan pada BAB 3

5. BAB 5 Kesimpulan

Pada BAB 5 ini berisi kesimpulan mengenai hal – hal yang berkaitan tentang tujuan penelitian.

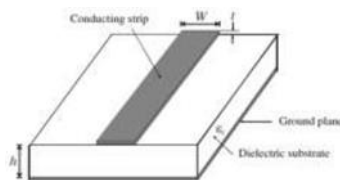
BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Antena

Antena ialah suatu pemancar sinyal dan dapat didefinisikan suatu kelompok konduktor yang dapat digunakan untuk mengirimkan gelombang elektromagnetik menuju suatu tempat atau menangkap gelombang elektromagnetik dari beberapa tempat. Secara umum antena bisa didefinisikan sebagai transmisi atau transmitter. Gelombang elektromagnetik pada akhirnya diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan antena. (Syahputra & Irhamsyah, 2017)

2.2 Antena Mikrostrip

Antena berguna untuk mengirimkan sinyal dan menangkap sinyal. Mikrostrip suatu saluran transmisi yang terdapat substrat, ground plane dan strip konduktor. Diatas strip ialah udara jika tidak menggunakan *shielding*, sebagai medan elektromagnetik akan meradiasi dan beberapa yang lain masuk ke substrat elektrik. Strip konduktor memiliki lebar “*w*” yang terdapat diatas substrat dengan permitivitas relatif “*r*”, “*h*” ialah tebal substrat, dan “*t*” ialah tebal konduktor. Maka terdapat dua bagian dielektrik yang melingkupi strip udara dan substrat dielektrik. (Setiawan et al., 2014)



Gambar 2.1 Struktur Mikrostrip

(Setiawan et al., 2014)

2.3 Antena Mikrostrip Rectangular

Antenna mikrostrip Rectangular merupakan dimensi *patch* dari beberapa panjang dan lebar, besarnya suatu dimensi dilihat oleh nilai konstanta dielektrik dan tebal substrat, lebar *patch* persegi ditentukan dengan rumus :

$$W = \frac{c}{2.f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

Dimana :

W : lebar elemen radiasi (mm)

f_r : frekuensi kerja pada antena (Hz)

ϵ_r : konstanta dielektrik bahan

Sedangkan untuk mendaotkan nilai panjang patch dapat digunakan persamaan:

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (2)$$

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \cdot \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \quad (3)$$

(Syahputra & Irhamsyah, 2017)

Dimana:

L = panjang elemen radiasi (mm)

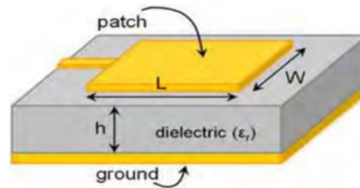
ϵ_{reff} = konstanta dielektrik bahan

h = ketebalan bahan (mm)

W = lebar elemen radiasi (mm)

f_r = frekuensi kerja pada antenna (Hz)

c = kecepatan cahaya diruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)



Gambar 2.2 Antena Mikrostrip dengan Rectangular Patch

(Industri, 2015)

2.4 Teknik Pencatuan

Pada teknik pencatuan antenna mikrostrip ialah saluran tranmisi energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip, teknik ini sangat penting untuk membuat antenna mikrostrip. Pada patch antenna ini yang harus diperhatikan impedansi terhadap tepi patch harus sesuai pada impedansi dari saluran maka terjadilah transfer daya maksimum. (Akbar et al., 2017)

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left| \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right| \right] \right\} \quad (4)$$

(Syahrial. et al., 2015)

Keterangan :

W = lebar saluran (cm)

ϵ_r = konstanta dielektrik (cm)

h = tebal substrat (cm)

A = konstanta

B = konstanta dengan persamaan $\frac{60\pi^2}{Z\sqrt{\epsilon_r}}$

a. Menghitung saluran mikrostrip untuk $W/h \leq 2$:

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A}-2} \quad (5)$$

$$A = \frac{Z_0}{60} \left[\frac{\epsilon_r+1}{2} \right]^{0.5} + \frac{\epsilon_r-1}{\epsilon_r+1} \left[0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right] \quad (6)$$

b. Menghitung panjang saluran pencatuan

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12\frac{h}{W}}} \right] \quad (7)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (8)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (9)$$

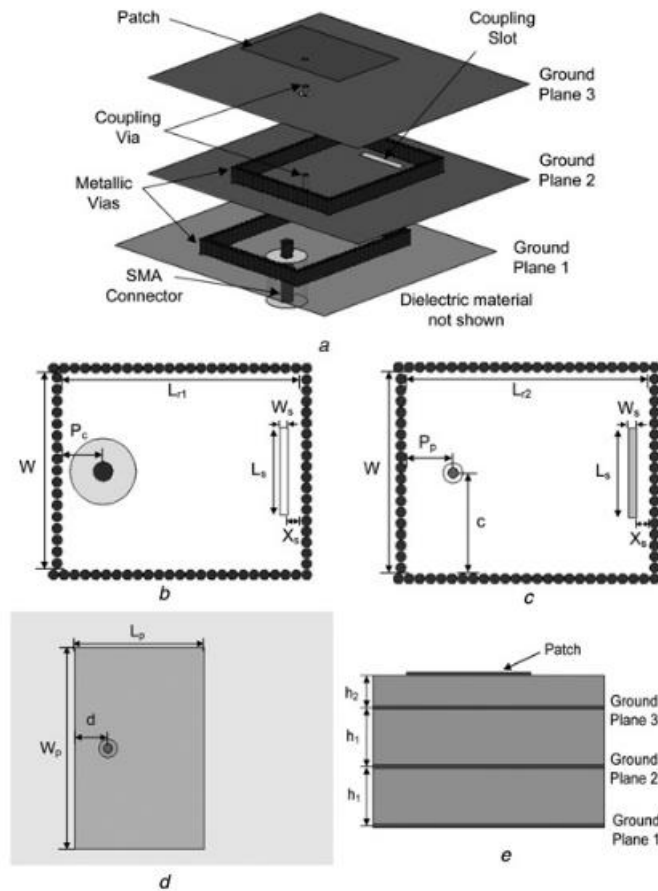
$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (10)$$

2.5 Antena filter

Filter antena, yang mengintegrasikan fungsi radiasi dari antena dan fungsi penyaringan pada filter, sangat penting untuk meningkatkan kinerja suatu antena dan mengecilkan ukuran RF ujung depan sistem komunikasi. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian substansial tentang antena penyaringan telah dilaporkan, sebagian besar berputar di sekitar antena terpolarisasi linier (LP). Namun, antena penyaringan terpolarisasi sirkular (CP), yang menunjukkan keuntungan menarik dari arah transmisi/penerimaan yang fleksibel, jarang dirancang. Antena filter yang mengintegrasikan patch radiasi dengan filter rongga pandu gelombang terintegrasi substrat (SIW) telah dilaporkan dalam . Itu hanya menghasilkan radiasi LP. Sebuah antena CP telah disajikan di sebagai studi lebih lanjut. Namun, metode chamfering patch untuk mencapai polarisasi melingkar sangat umum, dan bandwidth rasio aksial (AR)-nya sempit. (Ji et al., 2020)

Pada gambar 2.3 menunjukkan struktur filter terintegrasi dengan tambalan antena. Seluruh sistem terdiri dari dua faktor-Q tinggi resonator rongga dan satu antena patch resonansi, yaitu ditumpuk secara vertikal untuk sangat mengurangi jejak. Tambalan antena juga bertindak sebagai resonator yang berkontribusi pada tiang tambahan dalam respons penyaringan. Orde ketiga Oleh karena itu, fungsi penyaringan Chebyshev diwujudkan dengan menggunakan dua

rongga resonator dan satu antenna patch. Dielektrik bahan yang digunakan untuk ketiga lapisan adalah Rogers RT/Duroid 5880 ($\epsilon_r = 2,2$; $\tan = 0,0009$). Rongga direalisasikan menggunakan vias logam berdiameter 0,64 mm berjarak dekat.



(Yusuf et al., 2013)

Gambar 2.3 Struktur filter terintegrasi dengan antenna patch

- (a) Tampilan meledak dari filter/antena tiga kutub yang terintegrasi secara vertikal dengan dua resonator rongga dan satu antenna patch
- (b) Skema pengumpanan koaksial SMA dan slot kopling
- (c) Slot kopling dan melalui
- (d) Coupling melalui dan patch antenna
- (e) Tumpukan vertikal. ($W = 12,9$; $P_c = 2,7$; $L_s = 5,7$; $W_s = 0,5$; $X_s = 0,9$; $L_{r1} = 15,7$; $L_{r2} = 16$; $P_p = 3,1$; $c = 6,5$; $d = 2,3$; $L_p = 9,1$; $W_p = 14$; $h_1 = 1,6$; $h_2 = 0,8$) Dimensi dalam satuan mm

pemisahan (0,7 mm) cukup kecil dibandingkan dengan panjang gelombang, untuk meminimalkan kehilangan radiasi dari rongga. Kopling internal antara dua resonator rongga adalah melalui slot di bidang tanah yang sama di antara keduanya. Kopling antara resonator dan antenna patch adalah melalui kopling melalui menghubungkan mereka bersama-sama. Kopling eksternal ke filter/antena dicapai dengan menggunakan konektor koaksial SMA ujung pendek. Seperti disebutkan sebelumnya, filter/antena terintegrasi ini menunjukkan tiga kutub transmisi,

mirip dengan filter tiga kutub. Oleh karena itu prosedur sintesis yang ketat harus diikuti untuk memastikan bahwa filter/antena terintegrasi memiliki semua analog dari filter tiga kutub yang setara dalam hal resonator, kopling internal, dan kopling eksternal. Skema filter/antena terintegrasi dari sudut pandang yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.3(b)

Filter Chebyshev tiga kutub referensi dengan bandwidth fraksional (FBW) 8% pada 10,16 GHz telah disintesis. Parameter desain filter ini adalah k_{12}

$$\begin{aligned} k_{12} &= k_{23} = 0.054 \\ Q_{\text{ext},1} &= Q_{\text{ext},2} = 17.2 \end{aligned} \quad (11)$$

Jika filter tiga kutub ini direalisasikan dengan menggunakan susun vertikal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2(a), itu akan menjadi simetris terhadap bidang horizontal di tengah bidang tanah 2 dan 3. Dalam desain filter/antena terintegrasi ini, antenna patch menggantikan resonator rongga atas. K_{23} sekarang menjadi penghubung antara rongga tengah dan antenna patch, yang dicapai melalui kopling via. Faktor radiasi Q (Q_{rad}) dari antenna patch setara dengan $Q_{\text{ext},2}$ dari filter referensi. Bagian selanjutnya akan menjelaskan detail tentang cara mensintesis parameter desain ini untuk filter/antena terintegrasi guna mewujudkan fungsi penyearangan yang sama dari filter referensi. Juga akan ditunjukkan bahwa antenna patch terintegrasi menunjukkan karakteristik pancaran yang sama seperti antenna patch mandiri tetapi dengan rentang frekuensi operasi yang lebih luas. Peningkatan bandwidth ini dapat dijelaskan dengan melihat dua resonator rongga sebelum antenna patch sebagai transformator impedansi multi-bagian yang mencocokkan antenna ke port input pada rentang frekuensi yang lebih besar.

2.6 Integrasi antenna-filter

Antena-filter merupakan integrasi dari komponen filter dengan antenna pada rangkaian front-end yang menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan yang dapat menghasilkan antenna multifungsi dan terintegrasi. Antena-filter menambah kemampuan antenna untuk menekan daya di luar rentang frekuensi kerjanya dengan menghasilkan penguatan negatif pada wilayah frekuensi bloking dan menguatkan daya pada rentang bandwidth operasi. Parameter lain yang dibutuhkan dalam sebuah antenna adalah penguatan (gain), dimana untuk beberapa aplikasi seperti 5G membutuhkan gain yang tinggi untuk penghematan daya. Penelitian ini akan menggunakan metode peningkatan gain dengan metode penambahan resonator interdigital. Tahap awal penelitian akan didisain sebuah antenna-filter menggunakan resonator interdigital

yang terhubung dengan teknik tempel (tap) ke sebuah antena lingkaran yang bekerja pada frekuensi 4,65 GHz, bandwidth fraksional 2,4% dan ripple 0.2 dB. Peningkatan gain yang diharapkan sebesar 8 dB

Pada perancangan antena dengan resonator interdigital dibuat satu antena tunggal patch di substrat atas sedangkan ground, couple feed, dan interdigital di substrat bawah. Pada perancangan antenna ini, hal yang diperhatikan adalah jarak antar interdigital antena dengan menggunakan persamaan dibawah ini.;

$$Q_{en} = \frac{g_n g_{n+1}}{FBW} \quad (12)$$

$$M_{i,i+1} = \frac{FBW}{\sqrt{g_i g_{i+1}}} \quad (13)$$

Dimana :

- Q_{en} = Faktor kualitas external
- g_n = parameter low-pas filter
- FBW = Bandwidth fraksional
- M_i = Resonator yang berdekatan

2.7 Parameter Antena

Parameter sangat penting dalam merancang antena karena dapat mempengaruhi kualitas rancangan tersebut. Bisa dilihat suatu kinerja antena dari nilai parameter yang biasanya berguna untuk menganalisis suatu antena ialah penguatan (*gain*), *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR), *return loss* dan lebar pita (*bandwidth*). (Syahrial. et al., 2015)

2.7.1 Gain

Gain merupakan penguatan relatif antena terhadap antena referensi. Definisi dari gain ialah sebagai rasio intensitas dalam arah yang telah diberikan, dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika antena menerima daya yang dipancarkan oleh isotropik, maka dari itu intensitas radiasi dengan daya yang diradiasikan isotropik sama dengan daya yang diterima antena dan

dibagi dengan 4π . Untuk mencari nilai gain menggunakan persamaan berikut ini (Jargalsaikhan et al., 2019)

$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(\text{lossless isotropic source})} \quad (14)$$

Dimana :

G = gain

P_{in} = total daya input

$U(\theta, \phi)$ = intensitas radiasi

2.7.2 Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

VSWR adalah dasar pengukuran dari *impedansi matching* antara antenna dan *transmitter*. VSWR juga dapat di artikan sebagai perbedaan tegangan minimum dan maksimum dari suatu gelombang berdiri, karena suatu saluran transmisi tidak mempunyai impedansi masukan antenna yang pasti. Untuk mencari nilai VSWR dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini

$$\text{VSWR} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (15)$$

Dimana :

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_{in} - Z_s}{Z_{in} + Z_s} \quad (16)$$

Dimana :

Γ = Koefisien pantul

Z_{in} = Impedansi beban (*load*)

Z_s = Impedansi saluran

V_0^- = Tegangan gelombang pantul (*reflected wave*)

V_0^+ = Tegangan gelombang maju (*incident wave*)

Untuk menghasil yang bagus VSWR bernilai 1, tapi untuk menghasilkan tersebut sangatlah sulit, jadi nilai VSWR di toleransi menjadi 2. Semakin kecil nilai VSWR maka antenna semakin *matching* dan jika nilai VSWR tinggi maka semakin besar pula *mismatchnya*. (Prodi et al., 2021)

2.7.3 Return Loss

Return loss ialah daya yang hilang. Ketika beban dengan keadaan *mismatch*, maka semua daya yang berasal dari sumbernya tidak terkirim ke beban. Return loss memiliki satuan dB. Secara persamaan dapat ditulis

$$RL = -20 \log \Gamma \quad (17)$$

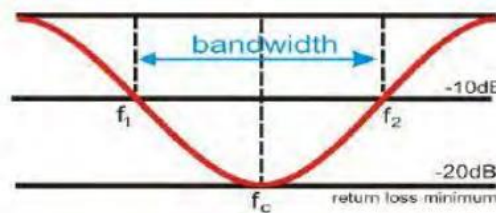
Dimana :

Γ = koefisien pantul

Ketika dalam keadaan *matching* ($\Gamma = 0$) maka RL akan bernilai ∞ yang artinya tidak akan ada daya yang dipantulkan kembali. Sedangkan ketika dalam keadaan ($\Gamma = 1$) maka RL akan bernilai 0 yang artinya semua daya akan dipantulkan.

2.7.4 Bandwidth (lebar pita)

Bandwidth pada mikrostrip ialah jangkauan frekuensi dari jarak kenaikan nilai VSWR (S). Frekuensi paling rendah hingga frekuensi tertinggi bisa bekerja, nilai dari karakteristik antena (seperti gain, input impedansi, polarisasi, beamwidth). Nilai besaran bandwidth tergantung nilai suatu faktor (Q_0) dan VSWR (S). (Surjati, 2001)



Gambar 2.4 Bandwidth untuk *range* frekuensi

(Industri, 2015)

Dibawah ini adalah persamaan dalam persentase

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \text{ dimana } f_c = \frac{f_u + f_l}{2} \quad (18)$$

Dimana

B_p = bandwidth dalam %

f_l = frekuensi terendah

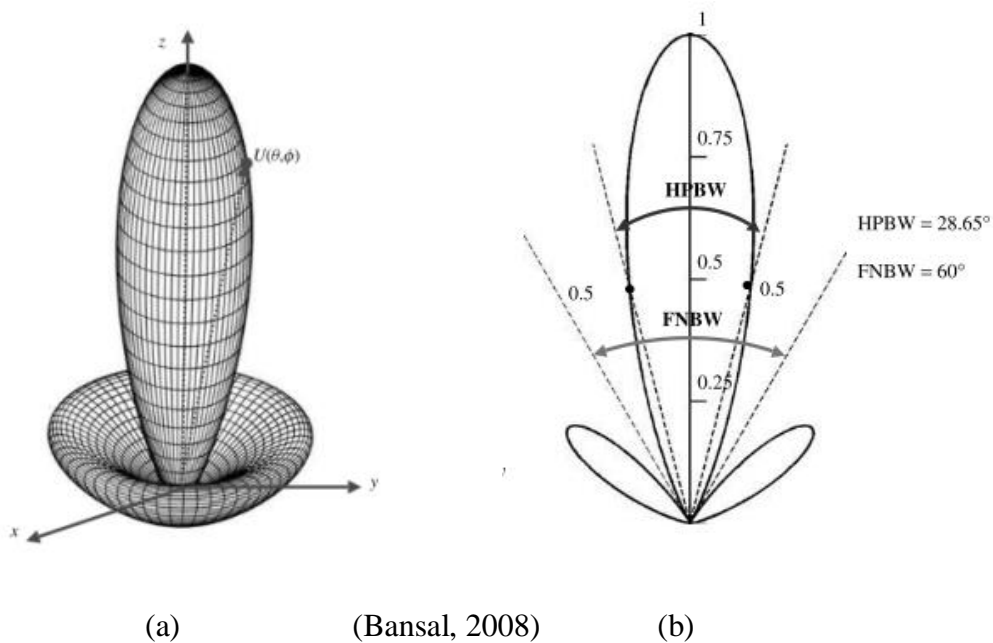
f_c = frekuensi tengah

f_u = frekuensi tertinggi

Besarnya nilai bandwidth tergantung pada kecepatan transmisi. Bandwidth dapat melewati jumlah data dengan jumlah besar dan akan menempuh waktu yang lama, karena itu bandwidth perlu ditingkatkan untuk antena mikrostrip.

2.7.5 Beamwidth

Terkait dengan pola antenna adalah parameter yang ditunjuk sebagai beamwidth. Beamwidth dari suatu pola didefinisikan sebagai pemisahan sudut antara dua titik identik disisi berlawanan dari pola maksimum. Dalam pola antenna, ada sejumlah beamwidth. Salah satu beamwidth yang paling banyak digunakan adalah Half-Power Beamwidth (HPBW), yang didefinisikan oleh IEEE sebagai: “Dalam bidang yang memuat arah maksimum sinar, sudut antara dua arah di mana intensitas radiasi adalah satu-setengah nilai balok.”. Beamwidth penting lainnya adalah pemisahan sudut antara nol pertama dari pola, dan ini disebut sebagai First-Null Beamwidth (FNBW). Namun, dalam praktiknya, istilah beamwidth, tanpa indentifikasi lain, biasanya mengacu pada HPBW.



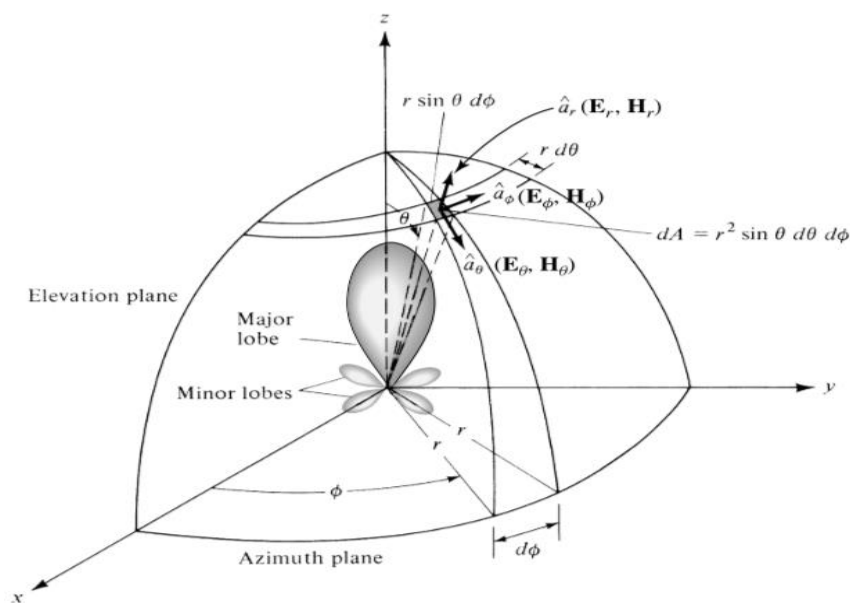
Gambar 2.5(a) *Beamwidth* tiga dimensi, (b) *Beamwidth* dua dimensi

Selain itu beamwidth juga berfungsi untuk menggambarkan resolusi antenna yang berguna untuk membedakan antara dua sumber radiasi dan target yang berdekatan. Kriteria resolusi yang paling umum terjadi ialah jarak sudut yang memisahkan antara dua sumber yang sama atau

lebih besar dari HPBW dan FNBW dengan distribusi yang dapat diselesaikan. Jika nilai pemisahan lebih kecil, maka jarak pemisahan sudut antenna tersebut cenderung lancar. (Bansal, 2008)

2.7.6 Pola Radiasi

Pola radiasi antenna ialah variasi dari medan listrik yang terkena radiasi lebih dari satu yang perpusat pada antenna, atau fungsi matematis atau referensi grafis dari sifat pola radiasi antenna pada fungsi kordinat ruang. Pola radiasi mempunyai sifat kerapatan intensitas radiasi, kuat medan atau polarisasi. Perbedaan sifat radiasi yang sangat penting adalah tiga dimensi atau dua dari energi yang di radiasikan antenna.



Gambar 2.6 Polaradiasi

(Bansal, 2008)

Beberapa polaradiasi dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Isotropis

Antena Isotropik disebut sebagai antenna rugi-rugi yang mempunyai radiasi sama besar ke segala arah.

2. Didirectional

Antena yang memiliki pola radiasi untuk menerima radiasi elektromagnetik secara efektif pada arah-arah tertentu.

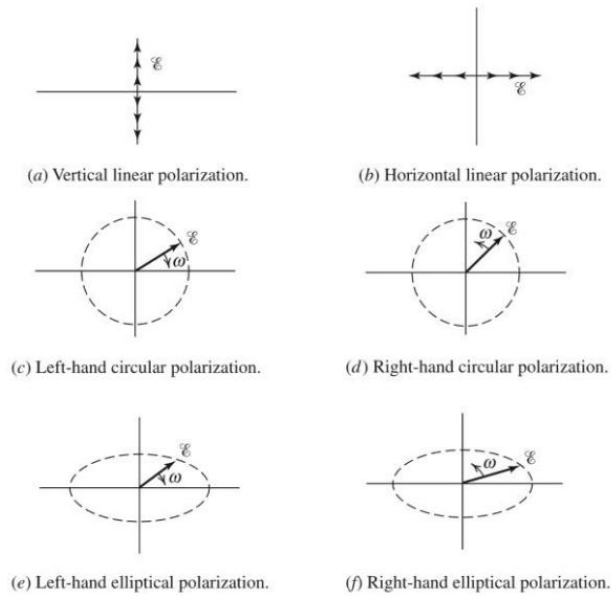
3. Omnidirectional

Pola radiasi dibentuk dengan pencampuran pola dari dua bidang yang orthogonal dimana pola salah satu bidang tidak terarah sedangkan pola bidang lain terarah.

2.7.7 Polarisasi

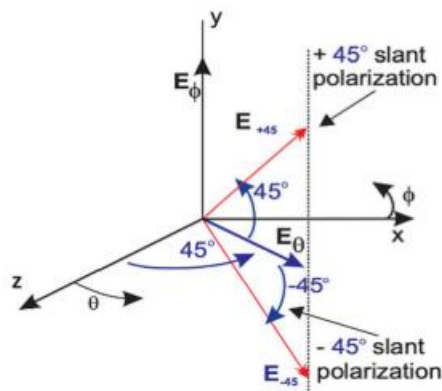
Polarisasi antena ditentukan dari polarisasi gelombang yang dipancarkan oleh antena atau efektivitas antena dalam menerima suatu gelombang. Penamaan polarisasi antena ditentukan oleh arah medan listrik (E) gelombang yang dipancarkan oleh antena terhadap bidang permukaan bumi. (Kuliah, n.d.). Arah polarisasi bisa ditemukan pada polarisasi gain maksimum. Polarisasi gelombang bisa ditentukan dari permukaan bumi atau *ground* yang sesuai dengan arah dan posisi medan listriknya. Polarisasi dapat dibedakan sebagai *elliptical* (elips), *linear* (linier), dan *circullar* (melingkar). (Putri, 2018)

1. Polarisasi linear terjadi bila suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik diruang vektor medan listrik atau magnet pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama setiap waktu.
2. Polarisasi circular terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan listrik pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu.
3. Polarisasi *ellptical* terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan listrik pada titik tersebut berada pada jalur kedudukan elips pada ruang.



Gambar 2.7 Polarisasi Linear, Circular dan Elliptical

(STUZMAN.Pdf, n.d.)



gambar 2.8 Polarisasi slant $\pm 45^\circ$
 (Cahyasiwi et al., 2020)

Skema polarisasi $\pm 45^\circ$ di medan jauh dijelaskan perbedaan, L , antara vektor medan listrik di pada Gambar 2.7 Polarisasi miring $\pm 45^\circ$ dicapai jika fase (E_θ) dan ? (E_ϕ) arahnya adalah 0° untuk 45° atau 180° untuk 45° , seperti yang dijelaskan dalam persamaan berikut

$$\bar{E} = E_\theta \cos(\omega t) \hat{\theta} + E_\phi \cos(\omega t + \delta L) \hat{\phi} \quad (19)$$

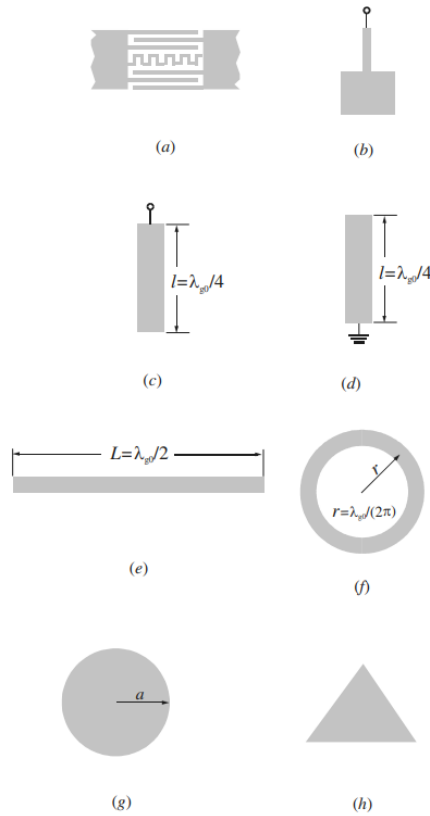
dimana adalah frekuensi sudut. Polarisasi miring juga membutuhkan $|E_\theta|$ dan $|E_\phi|$ menjadi sama; hal ini dapat diungkapkan sebagai berikut

$$|E_\theta| = |E_\phi| \quad (20)$$

Dipahami bahwa resonator garis strip dengan lubang tembus di satu lengan mencirikan hubungan singkat dan dalam saluran transmisi hubungan singkat memiliki perbedaan fasa 180° . Dengan demikian, struktur ini memiliki prospektif untuk mencapai polarisasi miring $\pm 45^\circ$. Antena filter bertumpuk sebelumnya dirancang menggunakan resonator dua berdasarkan filter orde ketiga. Meskipun respons penyaringan tercapai, desain berhasil melakukan polarisasi miring 45° . Dalam rancangan yang diusulkan, tiga resonator digunakan berdasarkan filter orde keempat, meskipun hasil optimasi menunjukkan respons antena penyaringan orde ketiga, polarisasi miring 45° dan 45° berhasil dicapai.

2.7.8 Resonator

Sebuah resonator mikrostrip adalah setiap struktur yang mampu mengandung setidaknya satu medan elektromagnetik beresilasi. Ada banyak bentuk resonator mikrostrip. Secara umum, resonator mikrostrip untuk desain filter dapat diklasifikasikan sebagai resonator elemen lumped-element atau quasilumped dan resonator jalur terdistribusi atau tambalan. Beberapa konfigurasi tipikal dari resonator ini diilustrasikan pada gambar 2.8. Resonator patch menarik untuk desain filter mikrostrip, untuk meningkatkan kemampuan penanganan daya. Keuntungan terkait resonator patch mikrostrip adalah kerugian konduktor yang lebih rendah dibandingkan dengan resonator saluran mikrostrip sempit. Meskipun resonator patch cenderung memiliki radiasi yang lebih kuat, mereka biasanya tertutup dalam rumah logam untuk aplikasi filter sehingga kehilangan radiasi dapat diminimalkan. Resonator patch biasanya memiliki ukuran yang lebih besar; namun, ini tidak akan menjadi masalah untuk aplikasi di mana penanganan daya atau kerugian rendah memiliki prioritas lebih tinggi. Ukurannya mungkin tidak menjadi masalah sama sekali untuk filter yang beroperasi pada frekuensi yang sangat tinggi.



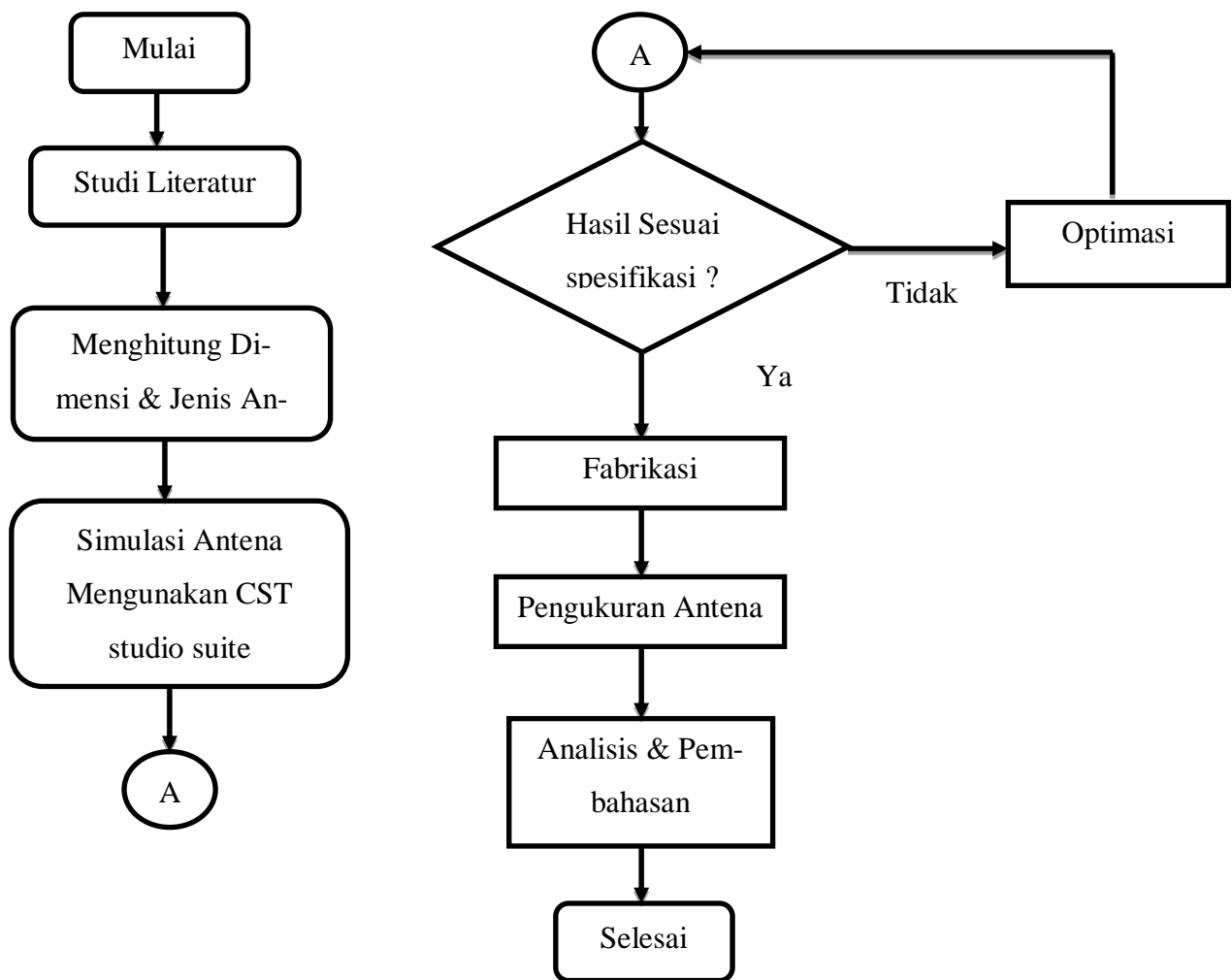
(Hong & Lancaster, 2004)

Gambar 2.9 Beberapa resonator mikrostrip (a) resonator elemen-lump; (b) resonator elemen kuasilump; (c) resonator jalur (resonansi seri shunt); (d) resonator jalur (shunt resonansi paralel); (e) resonator jalur (f) cincin resonator; (g) resonator tambalan melingkar (h) segitiga tambalan resonator

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Diagram Alur Perancangan Antena Filter dengan resonator

Perancangan yang dilakukan pada antenna filter dengan resonator melalui beberapa tahap, agar lebih mudah dalam melakukan penelitian, ditunjukkan dalam gambar diagram alir berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Antena

Pada diagram alur diatas dimulai dengan studi literatur terkait penelitian yang akan dilakukan yaitu peningkatan bandwidth. Kemudian menentukan jenis antenna untuk penelitian yang diinginkan, lalu menghitung dimensi pada antenna dengan perhitungan rumus yang sudah ditentukan. Langkah selanjutnya melakukan simulasi CST *Studio Suite* 2020, antenna yang digunakan dalam perancangan ini ialah antenna filter mikrostrip. Setelah simulasi maka akan terlihat hasil simulasinya, ketika hasil belum sesuai dengan spesifikasi maka akan dilakukan optimasi atau perubahan dimensi antenna agar mendapatkan hasil yang sesuai. Selesai

3.2 Perangkat Lunak yang Digunakan

Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan proses simulasi, perhitungan dengan rumus, simulasi rancangan dan untuk mengetahui karakteristik antenna yang akan dirancang.

1. CST *Studio Suite* 2020, untuk membuat dan simulasi antenna
2. Microsoft Excel, untuk menghitung rumus secara sistematis
3. Mendley Desktop, untuk membuat kutipan dan daftar pustaka

3.3 Spesifikasi Rancangan Antena

Dalam perancangan terdapat beberapa parameter yang digunakan sebagai acuan, baik dalam perhitungan maupun simulasi. Berikut parameter yang digunakan:

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena

No.	Parameter Antena	Keterangan
1.	Frekuensi Kerja	4.65 GHz
2.	<i>Bandwidth</i>	± 389 MHz
3.	S_{11}	-10 dB
4.	VSWR (<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>)	± 2
5.	Pola Radiasi	<i>unidirectional</i>
6.	Impedansi Input	50 Ω

3.4 Pemilihan Bahan Substrat

Untuk pemilihan bahan substrat menggunakan Roger Duroit 5880 dengan data spesifik berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Bahan Substrat

No.	Parameter	Keterangan
1.	Jenis Substrat	Roger Duroit 5880
2.	Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	2.2
3.	Ketebalan Substrat (h)	1.575 mm
4.	Ketebalan Bahan Konduktor	0.1 mm
5.	<i>Dielectric Loss Tangent</i> ($\tan \delta$)	0.02

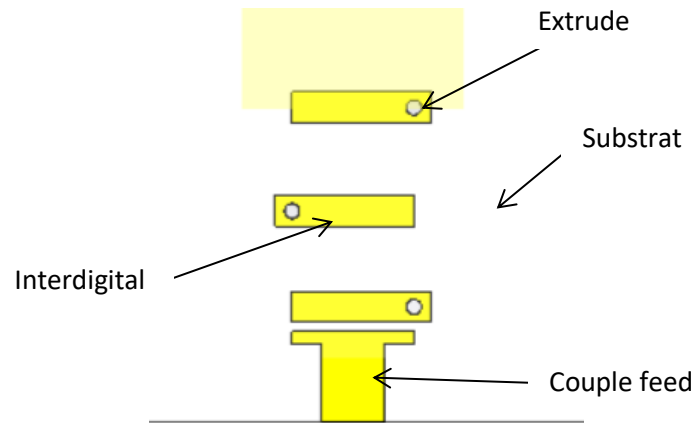
3.5 Perhitungan Dimensi Perancangan Antena

Sebelum melakukan simulasi perlu melakukan beberapa perhitungan dimensi antenna yang digunakan dibawah ini :

3.5.1 Perancangan Antena Mikrostrip Elemen Tunggal

Pada perancangan antenna elemen tunggal dimana menggunakan 2 layer substrat. Pada layer substrat pertama terdapat bagian couple feed, ground, interdigital 1,2, dan 3, lalu pada layer

substrat yang kedua hanya terdapat patch yang ditunjukkan pada Gambar 3-3 Perancangan Awal Antena Elemen Tunggal.



Gambar 3.2 single elemen

3.5.2 Perhitungan Antena Mikrostrip Patch persegi

Setelah menentukan patch dan jenis substrat dari antena, maka selanjutnya menghitung ukuran pada patch antena. Untuk frekuensi yang dipakai yaitu 4.65 GHz. Hal pertama yang dilakukan yaitu menghitung ukuran lebar patch (W), panjang patch (L), panjang ground (L_g), lebar ground (W_g) dari antenna. Untuk menghitung lebar patch menggunakan persamaan (1) pada bab 2 diatas

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{c}{2f_c \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 4.65 \times 10^9 \sqrt{\frac{(2.2 + 1)}{2}}} \\
 &= 0.02550 \text{ m} \\
 &= 25.50 \text{ mm} \\
 &= 25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

berdasarkan perhitungan, di dapatkan ukuran lebar patch sebesar 25 mm. Selanjutnya menghitung panjang patch menggunakan persamaan 2-5. Menghitung nilai ϵ_{re} :

$$\begin{aligned}\epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \\ &= \frac{4.65 + 1}{2} + \frac{4.65 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1.575}{25}}} \right) \\ &= 2.825 + 1.825 \left(\frac{1}{1.4008} \right) \\ &= 4.1276 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka selanjutnya menghitung nilai ΔL :

$$\begin{aligned}\Delta L &= 0.412 \times h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) + \left(\frac{wp}{1h} + 0.265 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) + \left(\frac{wp}{h} + 0.8 \right)} \\ &= 0.412 \times 1.575 \frac{(4.1276 + 0.3) + \left(\frac{20}{1.575} + 0.265 \right)}{(4.1276 - 0.258) + \left(\frac{20}{1.575} + 0.8 \right)} \\ &= 0.412 \times 1.575 \frac{4.4276 + 12.963}{3.8696 + 13.498} \\ &= 0.6489 \times 1.0013 \\ &= 0.6497 \text{ mm}\end{aligned}$$

lalu menghitung nilai L_{eff} :

$$\begin{aligned}L_{eff} &= \frac{c}{2xf\sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 4.65 \times 10^9 \sqrt{4.1276}} \\ &= 0.01587 \text{ m} \\ &= 15.87 \text{ mm}\end{aligned}$$

maka dimensi panjang patch dapat dicari :

$$\begin{aligned}L &= L_{eff} - 2\Delta L \\ &= 15.87 - 2 \times 0.6497 \\ &= 14.5706 \text{ mm} \\ &= 14.6 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari hasil perhitungan mendapatkan hasil lebar patch dan panjang patch yaitu 25 mm dan 14.6 mm. Kemudian mencari dari panjang dan lebar ground dengan persamaan 6-7

Lebar Ground (W_g) :

$$w_g = 6h + w$$

$$= 6 \times 1.575 + 25.50$$

$$= 34.95 \text{ mm}$$

Panjang Ground (Lg) :

$$L_g = 6h + L$$

$$= 6 \times 1.575 + 14.5706$$

$$= 24 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan di dapatkan lebar ground dan panjang ground yaitu 34.95 mm dan 24 mm. Maka untuk mencari nilai jarak antar antenna dengan menggunakan setengah gelombang ($\lambda/2$) dengan menggunakan persamaan 8.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4.65 \times 10^9} = 0.0645 = 64.5 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} = \frac{64.5}{\sqrt{4.1276}} = 31.746 \text{ mm}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda_g}{2} = \frac{31.746}{2} = 15.873 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

Maka didapatkan hasil jarak antar antenna sebesar 16 mm.

3.5.2 Perhitungan Saluran Pencatu Mikrostrip 50 Ω Pada saat pengukuran, pencatu antenna mikrostrip akan dihubungkan dengan konektor SMA 50 Ω . Dengan demikian dalam perancangan pencatu antenna mikrostrip perlu impedansi masukan (Z_{in}) 50 Ω . Untuk menentukan lebar dan panjang dari saluran pencatu menggunakan persamaan 8-9.

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

$$= \frac{60 (3.14)^2}{50 \sqrt{2.2}}$$

$$= \frac{591.576}{74.16}$$

$$= 7.977$$

$$Wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon r - 1}{2\epsilon r} \left| \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon r} \right. \right\}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2 \times 1.575}{3.14} \left\{ 7.977 - 1 - \ln(2 \times 7.977 - 1) + \frac{2.2 - 1}{2 \times 2.2} |\ln(7.977 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{2.2}| \right\} \\
&= 1.003 \{ 6.977 - 2.7049 + 0.2727 | 1.9426 + 0.39 - 0.277 \} \\
&= 1.003 \{ 4.9148 \} \\
&= 5.9178 \text{ mm} \\
&= 5.92 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Ketika lebar dari saluran pencatu sudah diketahui, maka menghitung nilai panjang saluran mikrostrip. Sebelumnya periksa terlebih dahulu perbandingan lebar saluran pencatu 50Ω dengan tebal substrat (W/h). Ketika $W/h > 1$ maka menghitung terlebih dahulu nilai konstanta dielektrik (ϵ_{eff}) menggunakan persamaan 13-14.

$$\frac{w}{h} = \frac{5.92}{1.575} = 3.758 \text{ mm} \quad w/h > 1$$

$$\begin{aligned}
\epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \\
&= \frac{4.65 + 1}{2} + \frac{4.65 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1.575}{5.92}}} \right) \\
&= 2.825 + 1.825 \left(\frac{1}{4.192} \right) \\
&= 3.26 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4.65 \times 10^9} = 0.0645 = 64.5 \text{ mm}$$

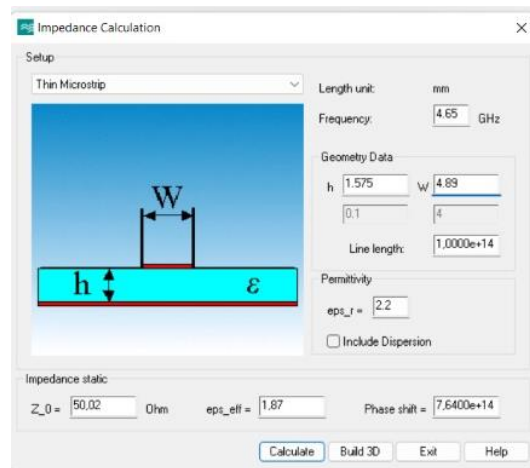
lalu mencari nilai panjang (L) saluran pencatu dengan persamaan 15-16

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4.65 \times 10^9} = 0.0645 = 64.5 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{64.5}{\sqrt{3.43}} = 34.826 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{34.826}{4} = 8.7 \text{ mm}$$

Maka hasil dari lebar dan panjang saluran pencatu mikrostrip yaitu (W_f) 5.92 mm dan (L_f) 8.7 mm. Selain melalui perhitungan, untuk mencari lebar saluran pencatu juga dapat langsung menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite. Dengan hasil perhitungan diatas, saluran pencatu 50Ω juga bisa menggunakan menu pada CST 2016 yang kemudian dengan memasukkan nilai karakteristik awal antenna seperti ketebalan substrat, koefisien dielektrik relatif substrat, dan nilai lebar saluran pencatu disesuaikan hingga didapatkan nilai impedansi mendekati 50Ω .



Gambar 3.3 Proses Perhitungan Lebar Satuan Pencatu

Kemudian mengklik menu *macros* → *calculate* → *calculate analytical line impedance* sehingga akan tampil seperti gambar diatas. Selanjutnya masukan karakteristik awal antenna seperti ketebalan substrat (h) = 1.575 mm, koefisien dielektrik relatif substrat (ϵ_{s_r}) = 2.2 dan lebar saluran pencatu disesuaikan hingga mendapatkan nilai impedansi 50Ω , sehingga saluran (w) yang didapat setelah mengklik calculate sebesar 4.89 mm.

Pada tabel Tabel 3.3 merupakan hasil perhitungan antenna mikrostrip resonator interdigital dengan dimensi awal antenna.

Nama	Variabel	Dimensi
Lebar Substrat	(W)	25 mm
Panjang Substrat	(L)	14.6 mm
Tebal Susbtrat	(Hs)	1,575 mm
Panjang Feedline	(L _f)	8.7 mm
Lebar Feedline	(W _f)	5.92 mm
Tebal Tembaga	(H _t)	0,035 mm
Lebar Ground	(W _g)	34.95 mm

Panjang Ground	(Lg)	24 mm
----------------	------	-------

3.6 Desain Perancangan Antena Mikrostrip

Setelah menentukan karakteristik kerja yang di inginkan, jenis dan dimensi substrat serta impedansi saluran pencatu mikrostrip, tahap selanjutnya adalah penulis mensimulasikan hasil perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan CST Studio Suite 2020. Sehingga hasil simulasi seperti return loss, VSWR, pola radiasi, polarisasi, gain dan bandwidth yang di inginkan dapat tercapai.

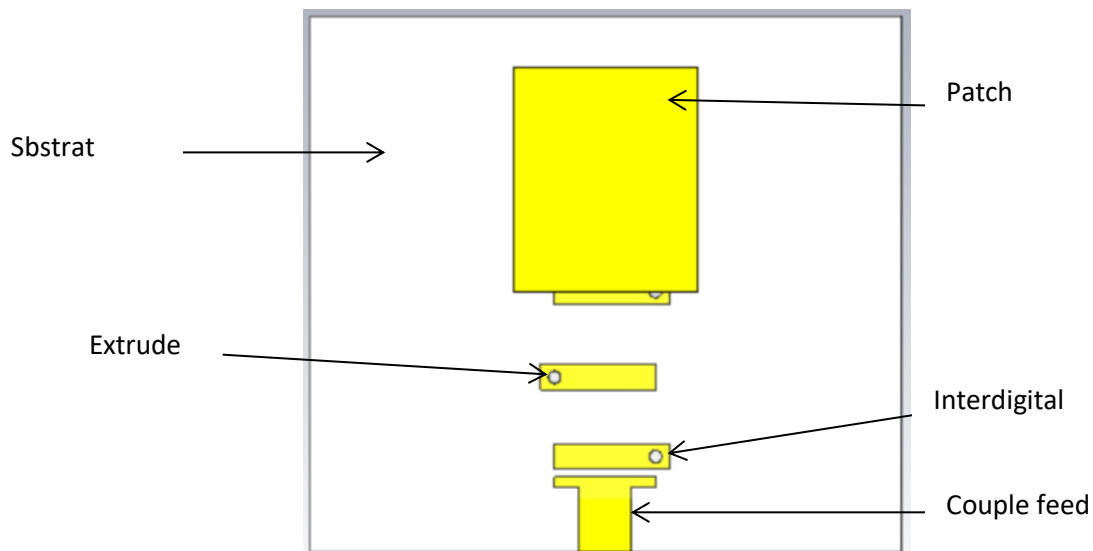
3.6.1 Perancangan Antena Mikrostrip dengan Resonator Interdigital

Pada perancangan antena dengan resonator interdigital dibuat satu antena tunggal patch di substrat atas sedangkan ground, couple feed, dan interdigital di substrat bawah. Pada perancangan antenna ini, hal yang diperhatikan adalah jarak antar interdigital antena dengan menggunakan persamaan dibawah ini. Untuk menghitung jarak antar elemen pada mikrostrip menggunakan persamaan dibawah ini;

$$\begin{aligned}
 Q_{en} &= \frac{g_n g_n + 1}{FBW} \\
 &= \frac{0.0267+1}{0.0645} \\
 &= 15.91 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{i+1} &= \frac{FBW}{\sqrt{g_i g_i + 1}} \\
 &= \frac{0.0645}{1.2275 \times 1.1525 + 1} \\
 &= 0.0267
 \end{aligned}$$

Berikut hasil desain antenna mikrostrip dengan resonator interdigital



Gambar 3.4 Resonator interdigital

Pada perancangan antenna mikrostrip dengan resonator interdigital tiga elemen di dapatkan jarak antar antenna sebesar 15.91 mm. Antena pemfilteran terbalik bertumpuk yang diusulkan (SIFA) yang digambarkan pada Gambar 1 terdiri dari dua lapisan substrat dielektrik (Roger Duroid 5880) dengan permitivitas relatif 2,2, ketebalan dielektrik 1,575 mm, dan tangen rugi 0,0009 Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 lapisan pertama adalah antenna patch persegi panjang 17,10 mm \times 21 mm, kedekatan disuplai oleh tiga resonator strip paralel yang digabungkan dengan saluran transmisi 50-ohm (4,9 mm). Ketiga resonator strip paralel memiliki lubang via di setiap ujungnya, yang disusun secara bergantian. Ketebalan resonator adalah 2,40 mm, dan panjangnya kira-kira seperempat panjang gelombang dari frekuensi pusat. Diameter via adalah 1,2 mm, dan dua lapisan dicetak pada substrat 55 mm \times 50 mm. Ada celah 1,48 mm antara umpan yang digabungkan dan resonator pertama. Dari ekstraksi filter celah antara tiga resonator adalah 13 mm, dan tidak ada celah antara patch persegi panjang pada lapisan pertama dan resonator ketiga. Pada filter bandpass orde keempat yang disintesis dalam penelitian ini, radiator persegi panjang menambahkan resonator keempat.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

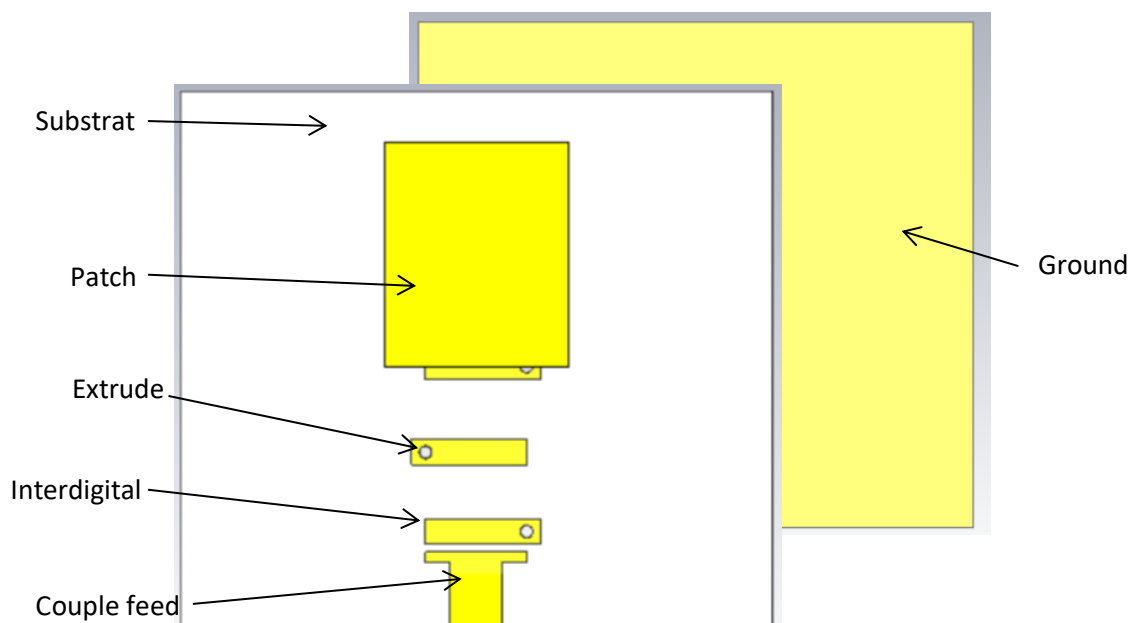
Bab ini berisikan tentang perancangan yang dilakukan dengan harapan dapat menjelaskan tentang data yang sudah diperoleh dari perancangan dan hasil yang sudah di uji serta menganalisis hasil yang sudah diperoleh.

4.1 Hasil Simulasi Awal Perancangan Awal

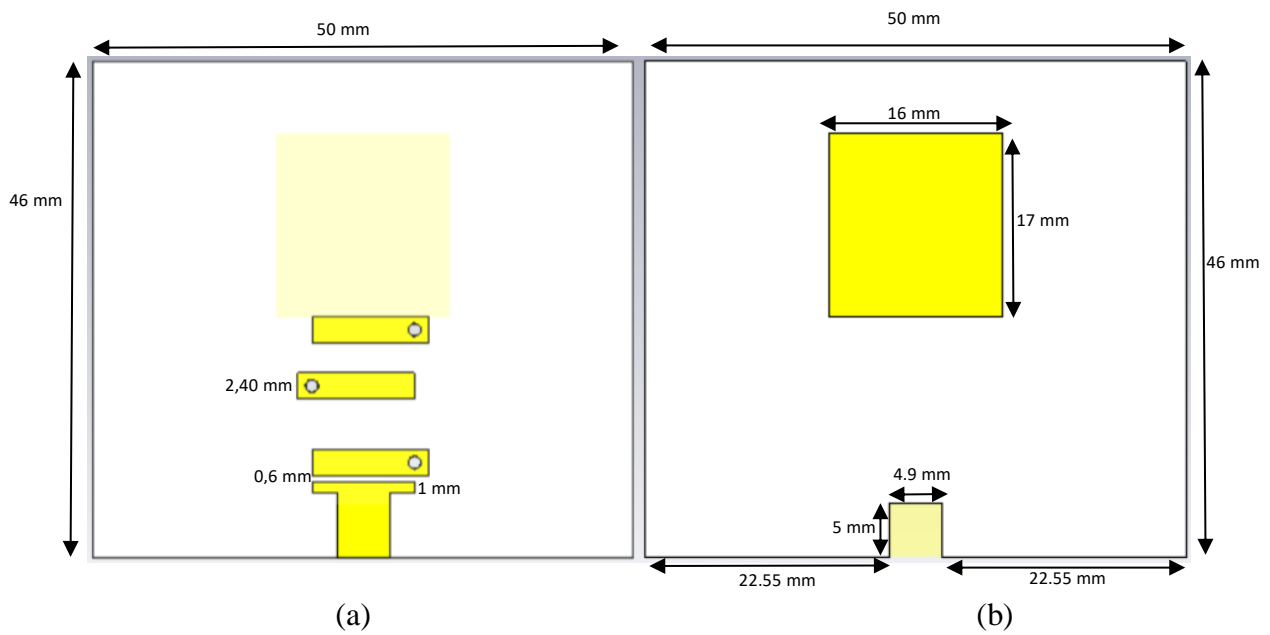
Setelah mendapatkan dimensi untuk setiap parameter, maka dapat dilakukan simulasi pada CST *Studio* 2020. Untuk memperoleh dimensi antenna yang sesuai dengan karakteristik, spesifikasi dan dapat melihat kinerja pada antenna maka dilakukan simulasi.

4.1.1 Perancangan Antena

Perancangan antenna mikrostrip ini menggunakan *2 layer* substrat. Substrat atas terdapat bagian *patch*. Kegunaan *patch* ialah sebagai pemancar, dan substrat akhir terdapat *reflector*. Satuan yang digunakan dalam rancangan yaitu milimeter (mm) karena dimensi mikrostrip yang memiliki bentuk kecil dan satuan frekuensi menggunakan frekuensi *gigahertz* (GHz). Substrat Bawah terdapat bagian *extrude*, *interdigital*, *couple feed*. Gambar tersebut ditunjukkan pada gambar 4.1

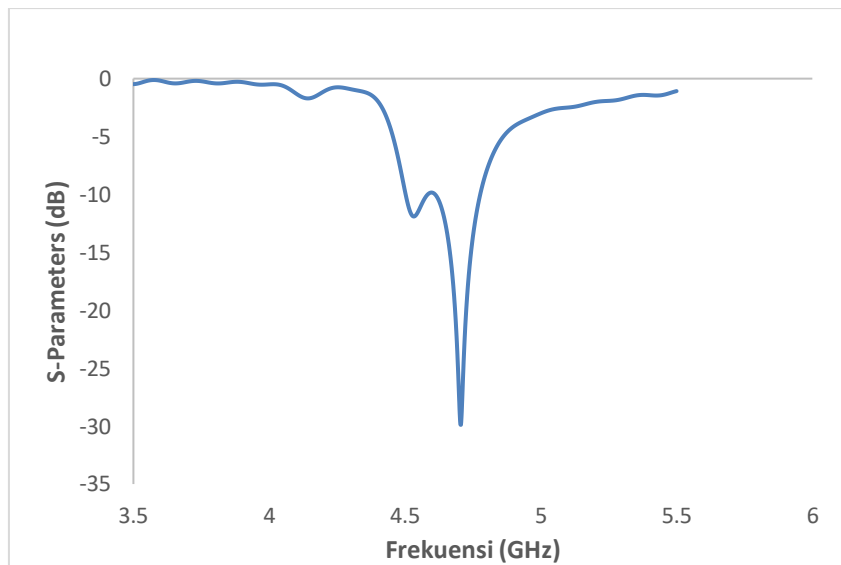


Gambar 4.1 dua layer substrat



Gambar 4.2 Rancangan Dimensi Awal Antena-Filter (a) Substrat Depan (b) Substrat Belakang

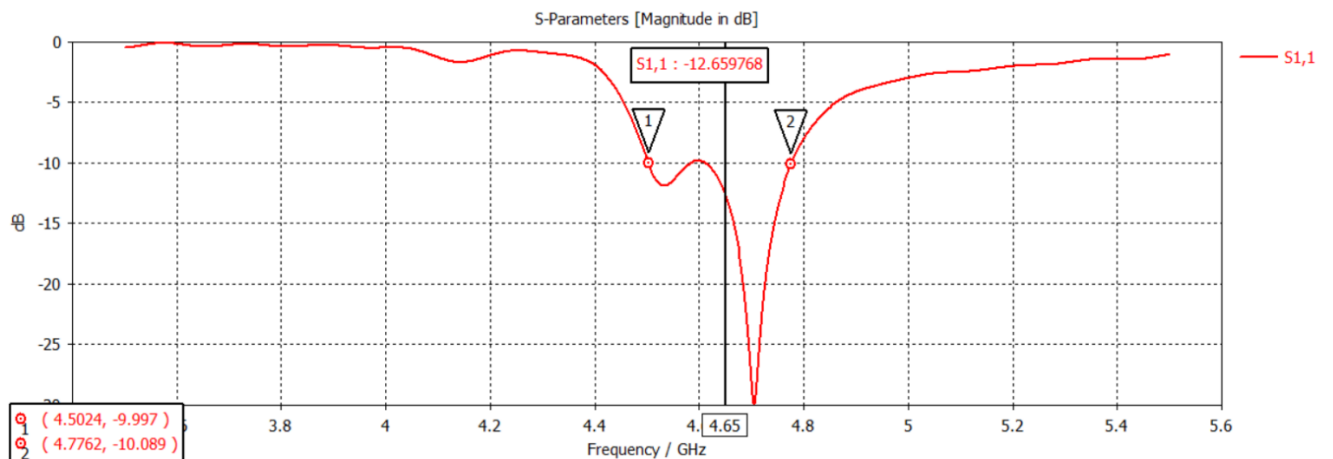
4.1.2 Hasil Simulasi S₁₁ Dimensi Awal



gambar 4.3 Hasil Simulasi S₁₁ Dimensi Awal

Pada Gambar 4-3 hasil simulasi S₁₁ yang menunjukkan hasil grafik untuk perancangan antenna dimensi awal menghasilkan S₁₁ sebesar -12.65 dB di frekuensi 4.65 GHz, hasil tersebut belum sesuai dengan spesifikasi dimana hasil S₁₁ harus < -10 dB dan osilasi berada pada frekuensi 4.65 GHz oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pada dimensi antenna untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

4.1.3 Perhitungan Bandwidth Dimensi Awal



gambar 4.4 Grafik S_{11} untuk mencari bandwidth

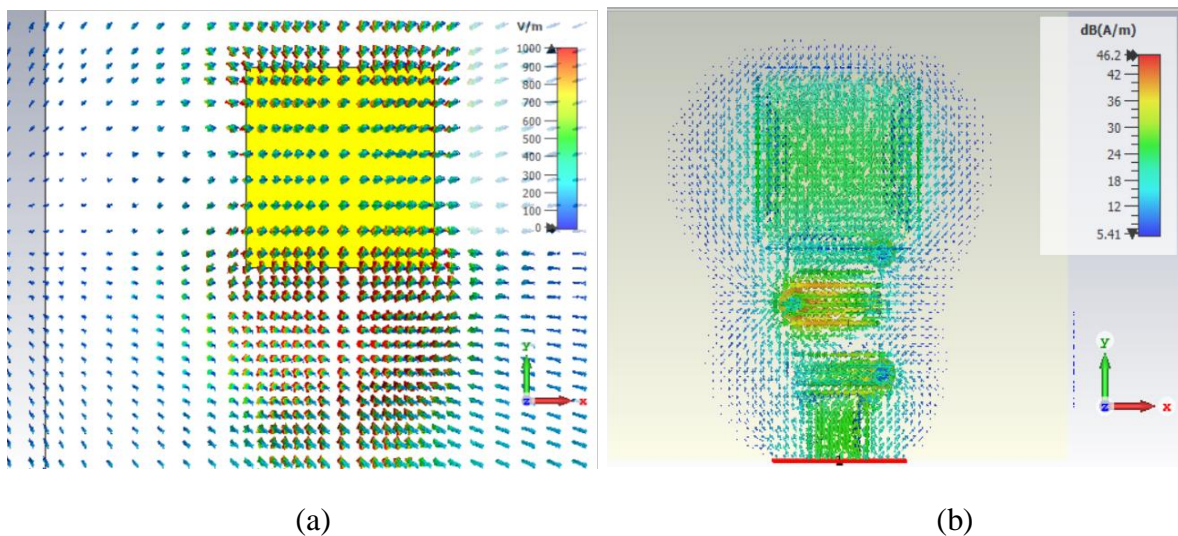
Pada Gambar 4-3 hasil simulasi *bandwidth* dapat dilihat pada gambar 4-4 yang menunjukkan hasil grafik untuk perancangan antenna dimensi awal menghasilkan *bandwidth* sebesar 274 MHz di frekuensi 4.65 GHz, hasil tersebut belum sesuai dengan spesifikasi karena frekuensi tengah belum sesuai dengan yang diharapkan. Untuk menghitung *bandwidth* terdapat pada rumus dibawah ini:

$$Bandwidth = \frac{4.7762 - 4.5024}{4.65} \times 100\% = 5,888\% \text{ atau } 274 \text{ MHz}$$

Dari perhitungan didapatkan hasil *bandwidth* dari antenna sebesar 5,888% dari frekuensi 4.65 GHz sebesar 274 MHz.

4.1.4 Hasil Simulasi Antena-Filter Polarisasi Dimensi Awal

Hasil Polarisasi antena-filter dapat dilihat pada gambar *e-field* dan *surface current* pada simulasi dimensi awal

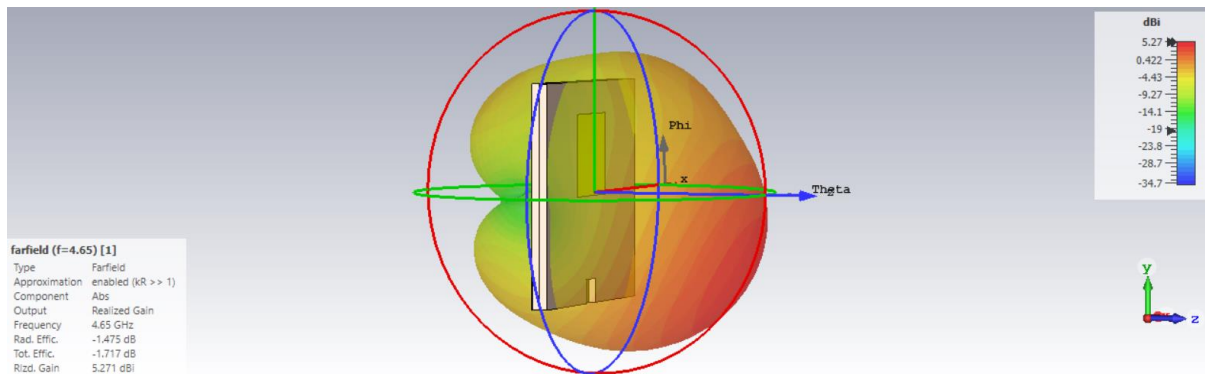


gambar 4.5 Polarisasi Dimensi Awal (a) *E-Field* dan (b) *Surface Current*

Gambar 4.5 merupakan hasil simulasi polarisasi dimensi awal *e-field* dan *surface current* pada antena-*filter* difrekuensi 4,65 GHz menunjukkan pada kedua gambar hasil simulasi di simpulkan polarisasi *slant* -45°.

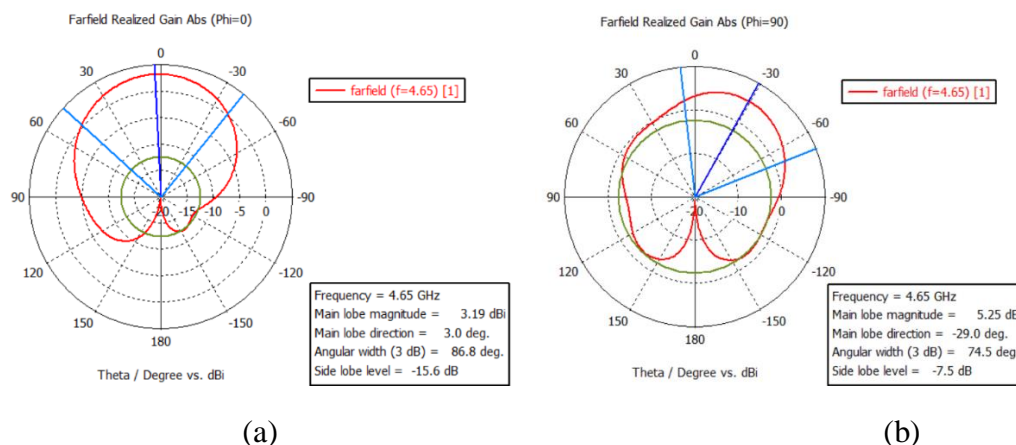
4.1.5 Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi Dimensi dan Gain Dimensi Awal

Berikut hasil Simulasi pola radiasi antena-*filter* menggunakan dimensi awal.



gambar 4.6 Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi 3D Dimensi Awal

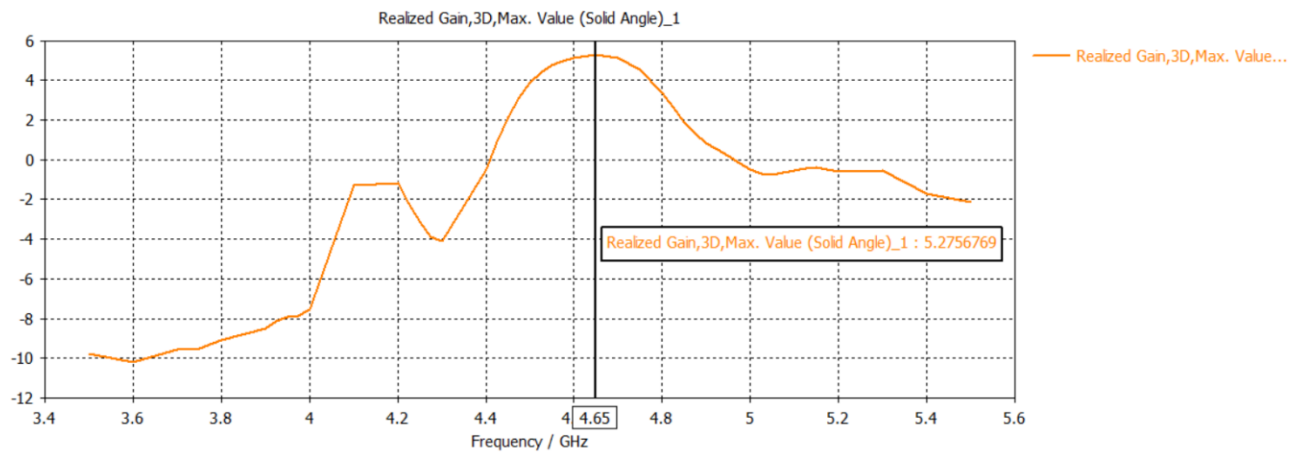
Pada Gambar 4.6 didapat pola radiasi dari antena-*filter*, pola radiasi berbentuk *unidirectional* yang berarah ke depan dari muka antena. Didapat gain pada frekuensi 4.65 GHz sebesar 5.27 dBi. Nilai tersebut belum memenuhi gain yang di harapkan yaitu lebih dari 5 dB. Dilihat dari gambar tersebut penguatan yang terjadi pada sumbu z^+ dan z^- dilihat dari parameter warna yang terdapat pada gambar. Jika warna yang dihasilkan semakin merah makan penguatan yang terjadi akan semakin kuat, sebaliknya jika warna yang ditimbulkan semakin biru maka penguatan yang terjadi semakin lemah.



gambar 4.7 Hasil Simulasi Antena-Filter Pola Radiasi 2D Dimensi Awal

Pada Gambar 4.7 Hasil Simulasi dengan dimesi awal pola radiasi pada dua jenis koordinat yang berbeda. Gambar 4.7 (a) didapatkan hasil pola radiasi dengan ($\phi=0$) sebesar 3.19 dBi pada

frekuensi 4.65 GHz, memiliki side lobe -15.6 dB. Gambar 4.7 (b) merupakan hasil pola radiasi dengan ($\phi=90$) didapatkan hasil penguatan sebesar 5.25 dBi dengan side lobe -7.5 dBi. Pola radiasi yang dihasilkan dari kedua hasil simulasi beda koordinat ini adalah unidirectional.

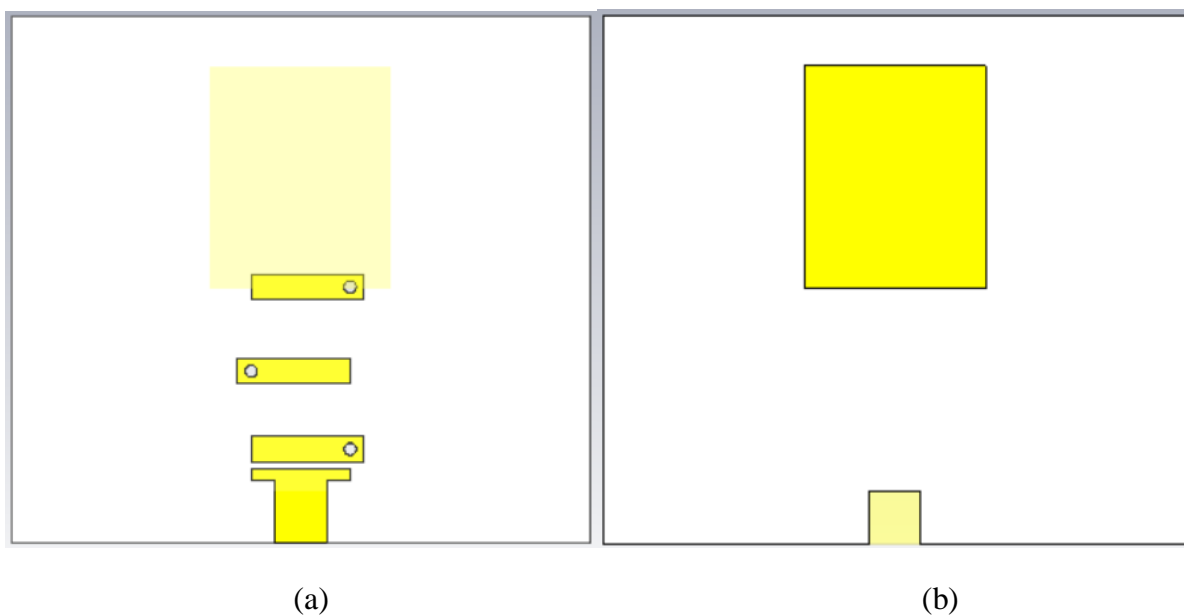


gambar 4.8 Hasil Simulasi Antena-Filter Gain Dimensi Awal

Gain menunjukkan hasil grafik dari gain sebesar 5.275 dBi pada frekuensi 4.65 GHz dengan perancangan antenna untuk dimensi awal, hasil tersebut belum sesuai dengan spesifikasi. Optimasi pada dimensi antenna dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

4.2 Hasil Optimasi Simulasi Antena-Filter

Karena pada simulasi diatas masih belum mendapatkan hasil yang maksimal, maka akan dilakukan optimasi pada desain antenna-filter yaitu dengan menambahkan resonator interdigital.



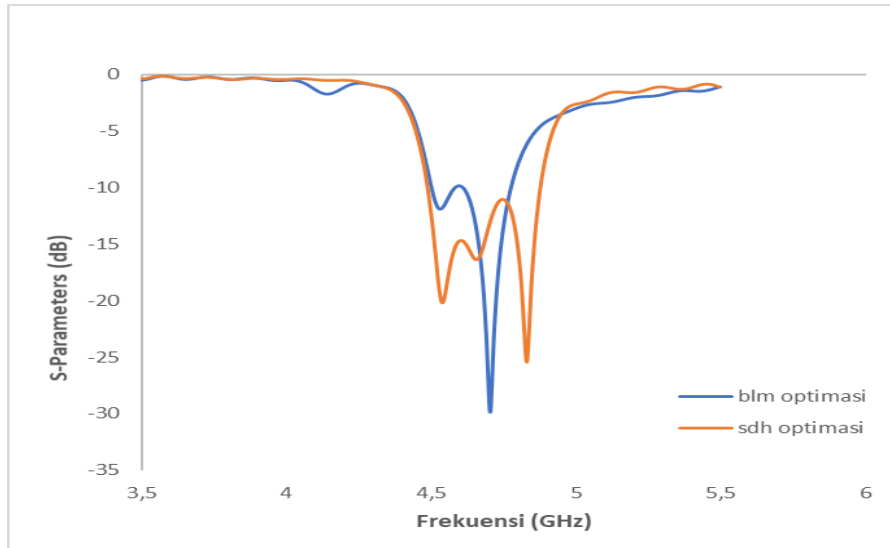
gambar 4.9 Desain Antena-Filter sudah di optimasi (a) Substrat Depan (b) Substrat Belakang

Tabel 4.1 Tabel nilai parameter untuk antenna dengan hasil yang sudah di optimasi

Nama	Variabel	Dimensi
Lebar Substrat	(Ws)	55 mm
Tinggi Substrat	(Ls)	50 mm
Tebal Copper	(Ht)	0,035 mm
Tebal Susbrat	(Hs)	1,575 mm
Lebar Feedline 50 Ohm	(Wf)	4.9 mm
Tinggi Feedline 5 Ohm	(Fi)	6 mm
Panjang Feed Couple	(Pk)	9,4 mm
Tebal Feed Couple	(Tc)	1 mm
Jarak Gap Couple	(Lc)	0,7 mm
Tebal Interdigital	(Ta)	2,4 mm
Jarak Interdigital 1 dan 2	(Gap1)	5 mm
Tebal Box	(Tb)	1,3 mm
Radius Vias	(Rv)	0,6 mm
Lebar Patch	(Wp)	17,1 mm
Tinggi Patch	(Lp)	21 mm
Jarak Patch ke Resonator	(Cb)	-1,3 mm
Jarak Interdigital 1 dan 3	(Gap2)	8 mm

4.2.1 Hasil Simulasi S_{11}

Berikut ini adalah hasil simulasi pada S_{11} untuk desain antenna dimensi awal dengan antenna yang telah di optimasi

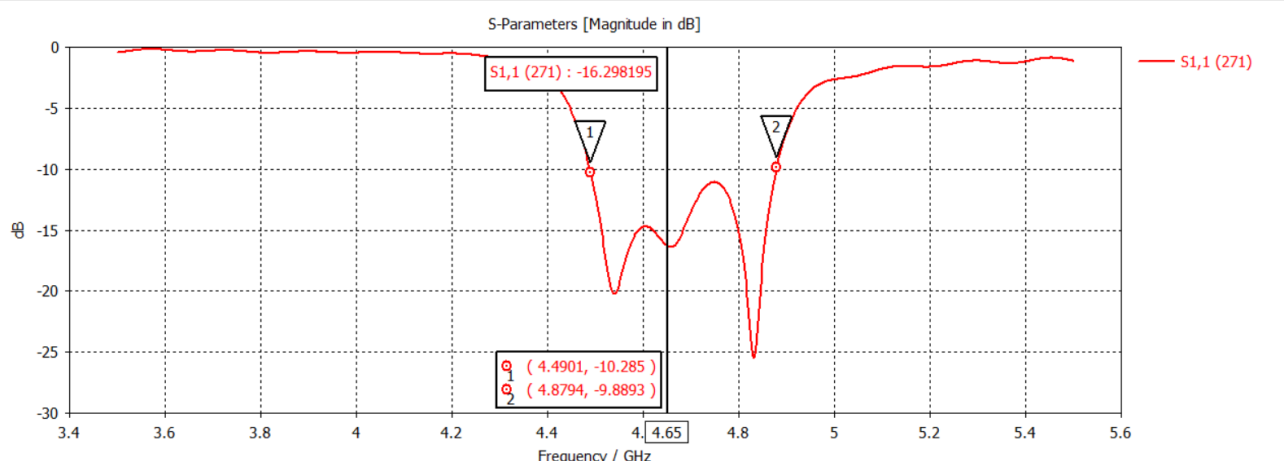


Gambar 4.10 Hasil Simulasi S_{11}

Pada Gambar 4-9 hasil simulasi S_{11} yang menunjukkan hasil grafik dari S_{11} . Untuk perancangan antenna dimensi awal menghasilkan S_{11} sebesar -12.65 dB di frekuensi 4.65 GHz, hasil tersebut belum sesuai dengan spesifikasi dimana hasil S_{11} harus < -10 dB dan osilasi berada pada frekuensi 4.65 GHz. Optimasi pada dimensi antenna dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Setelah di optimasi hasil S_{11} menunjukkan -16.29 dB di frekuensi 4.65 GHz, hasil tersebut sudah optimum untuk perancangan antenna.

4.2.2 Perhitungan *Bandwidth* hasil optimasi antenna

Berikut adalah hasil dari S_{11} antenna yang telah di optimasi untuk mencari nilai *bandwidth*.



Gambar 4.11 Grafik S_{11} untuk mencari *bandwidth*

Untuk perhitungan *bandwidth* dapat dilihat pada gambar 4-10 Grafik S_{11} untuk mencari *bandwidth*. *Bandwidth* dihitung dari frekuensi awal yang memiliki nilai S_{11} lebih kecil dari 10 dB

hingga frekuensi akhir menyentuk 10 dB, dengan mengurangi frekuensi akhir dan frekuensi awal maka akan didapatkan hasil dari *bandwidth*. Untuk mencari nilai *bandwidth* menggunakan persamaan (15).

$$Bandwidth = \frac{4.8794 - 4.4901}{4.65} \times 100\% = 8.37\% \text{ atau } 389 \text{ MHz}$$

Dari perhitungan didapatkan hasil *bandwidth* dari antenna sebesar 8.37% dari frekuensi 4.65 GHz sebesar 389 MHz. Maka hasil tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

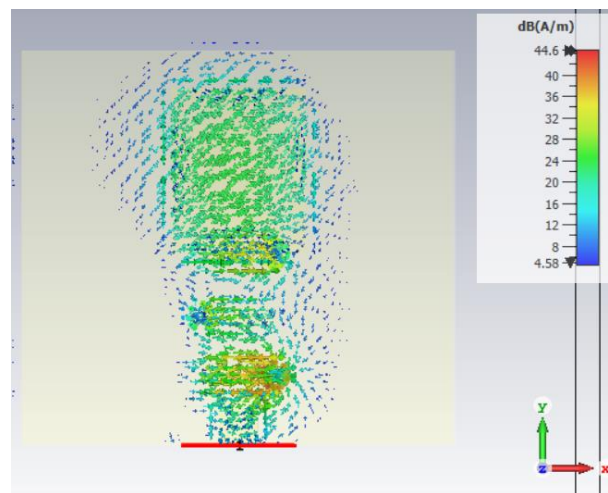
Untuk mencari selisih lebar pita antenna awal dan sudah di optimasi menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Bandwidth = \frac{389 - 274}{274} \times 100\% = 41.9\% \text{ atau } 115 \text{ MHz}$$

Dari perhitungan di dapatkan hasil lebar pita dari antenna dengan penambahan resonator interdigital dari frekuensi 4.65 GHz sebesar 41.9% atau 115 MHz.

4.2.3 Hasil Simulasi Polarisasi

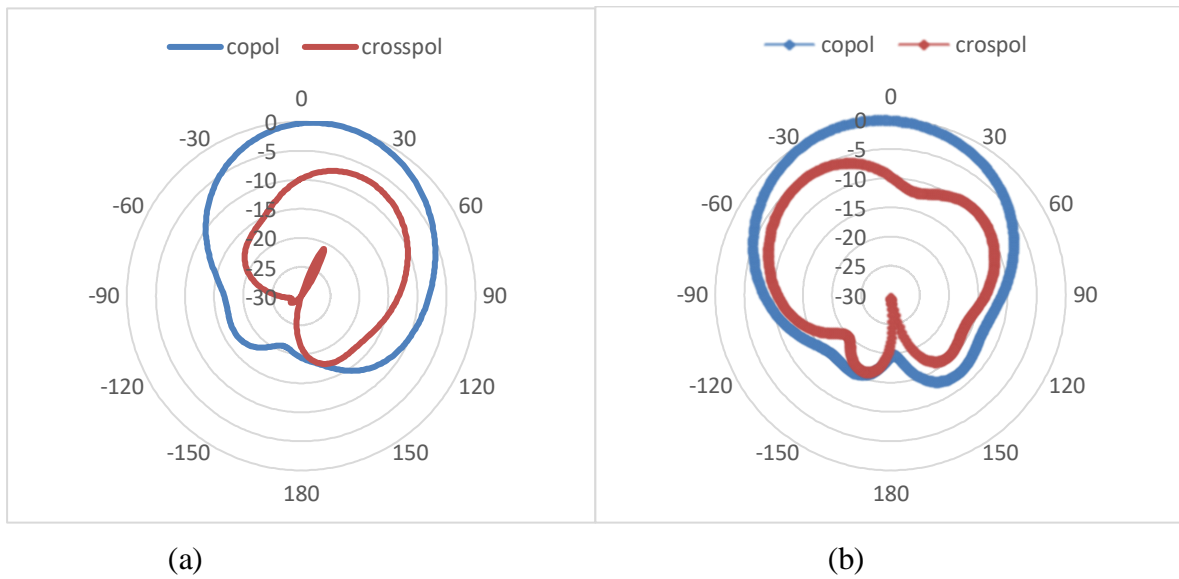
Berikut ini hasil dari simulasi polarisasi untuk desain antenna dimensi yang telah di optimasi.



Gambar 4.12 Hasil Simulasi Polarisasi hasil antenna yang sudah di optimasi

Pada gambar 4.11 di dapatkan hasil polarisasi *surface current* untuk frekuensi 4.65. Hasil tersebut berbentuk polarisasi 45, sama halnya dengan dengan gambar diatas.

4.2.4 Hasil Pola Radiasi

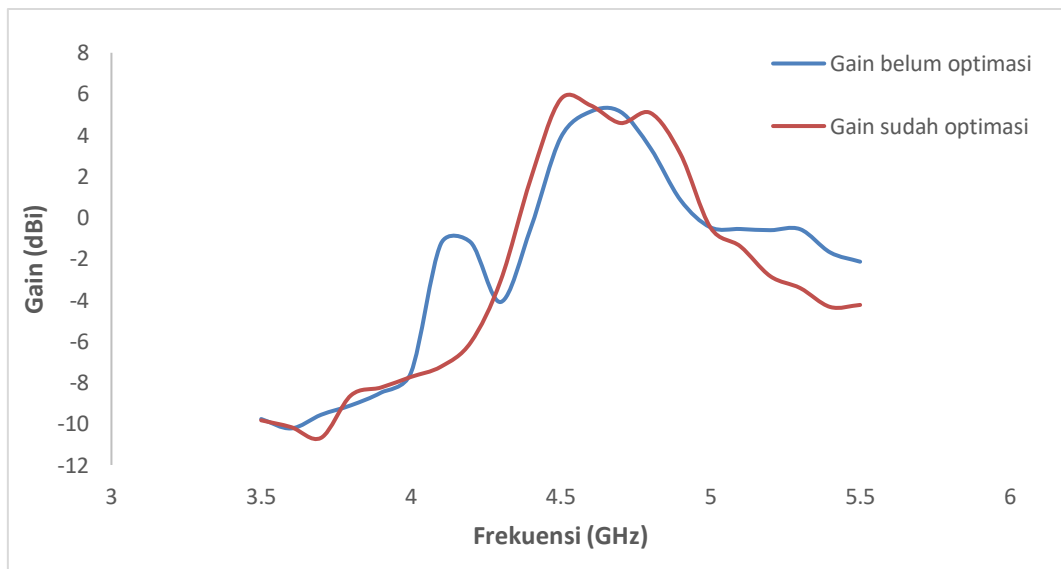


Gambar 4.13 Pola radiasi (a) $\phi=45$ (b) $\phi=-45$

Pada gambar 4.13 (a) Hasil pola radiasi setelah optimasi, pada $\phi = 45^\circ$ mendapatkan nilai XPD (*Cross Discriminan Polarization*) sebesar -14 dB (b) sedangkan pada $\phi = 45^\circ$ mendapatkan XPD (*Cross Discriminan Polarization*) sebesar 8 dB.

4.2.5 Hasil Simulasi Gain

Berikut hasil simulasi gain menggunakan dimensi awal dengan antenna yang telah di optimasi



Gambar 4.14 Hasil Simulasi Gain

Pada gambar 4.13 Hasil Simulasi Gain menunjukkan hasil grafik dari gain sebesar 5 dBi pada frekuensi 4.65 GHz. Optimasi pada dimensi antenna dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi yang sesuai, hasil tersebut sudah optimum untuk perancangan antenna.

Menunjukkan bahwa adanya perbedaan dimensi antenna antara hasil perhitungan dengan dimensi yang telah dioptimasi. Hal ini mempengaruhi ukuran pada panjang dan lebar setiap bahan yang digunakan dalam perancangan.

Parameter	Parameterisasi hasil perhitungan (mm)	Parameterisasi setelah optimasi (mm)
S_{11} (dB)	-12.659	-16.298
Bandwidth (MHz)	279	389
Gain (dBi)	5.14	5

Tabel 4.2Tabel Hasil Simulasi untuk antenna dengan hasil optimasi

Pada tabel Hasil Simulasi untuk antenna dimensi awal dengan hasil yang sudah di optimasi menunjukkan hasil dari simulasi antenna. Terlihat perbedaan yang signifikan antara dimensi yang belum di optimasi dan sesudah di optimasi. Pada simulasi dari hasil perhitungan tidak terdapat *bandwidth* karena pada frekuensi 4.65 GHz tidak menunjukkan osilasi atau nilai $S_{11} > -10$ dB. Untuk hasil simulasi setelah optimasi beberapa parameter sudah sesuai spesifikasi seperti S_{11} , dan gain.

4.3 Fabrikasi Antena-Filter

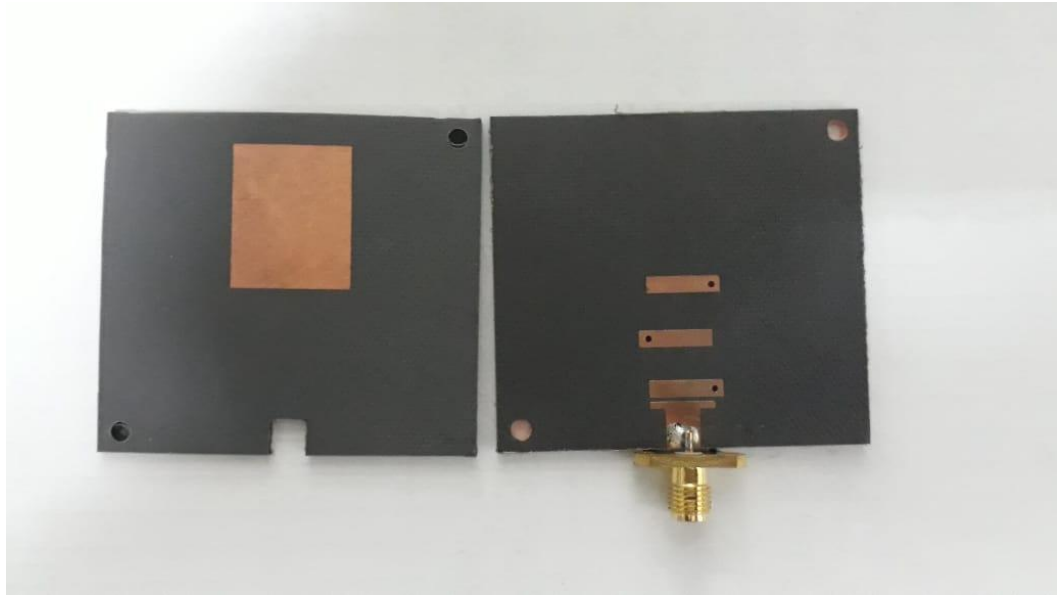
Fabrikasi antena-filter dilakukan setelah mendapatkan hasil terbaik pada simulasi setelah melakukan berbagai optimasi. Beberapa alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan fabrikasi antena-filter ;

1. PCB *Rogers Duroid-RT5880 Double Epoxy*
2. Kertas Film
3. Serbuk *FeCl3*
4. Konektor SMA *Female 50 Ohm*
5. Solder
6. Timah

Setelah menyiapkan alat dan bahan diatas proses fabrikasi dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut ;

1. Memotong PCB sesuai dengan ukuran dari desain antenna dan menghubungkan sisi-sisi PCB.

2. Mencetak desain antena pada kertas film.
3. Memindahkan desain antena yang tercetak pada kertas film pada PCB telah dipotong sesuai ukuran desain antena.
4. Melarutkan serbuk $FeCl_3$ pada air kemudian melarutkan tembaga yang tidak diinginkan.
5. Memasang konektor *SMA Female 50 Ohm* pada saluran pencatu antena dengan men-solder dengan timah.



gambar 4.15 Antena-Filter Hasil Fabrikasi

Pada Gambar 4.14 hasil fabrikasi antena-filter dengan menggunakan substrat *Rogers Duroid RT-5880* dengan panjang 95 mm dan lebar 70 mm

4.4 Pengukuran Antena-Filter

Setelah semua proses simulasi didapatkan dan sesuai dengan parameter yang diinginkan, maka proses selanjutnya adalah menerapkan hasil simulasi pada fabrikasi dan melakukan pengukuran untuk mengetahui performa dari antena yang telah difabrikasi.

4.4.1 Hasil Pengukuran

Parameter-parameter yang dapat diukur dalam pengukuran *port* ini meliputi pengukuran frekuensi kerja, *S11*, polarisasi, pola radiasi, *bandwidth*, dan Gain. Pengukuran tersebut menggunakan alat ukur *network analyzer agilent N5230C*. Berikut merupakan hasil pengukuran parameter.

Alat dan Bahan

1. Antena-Filter mikrostrip interdigital ordo 4

2. Network Analyzer.
3. Adapter BNC *male to SMA male*
4. *Holder*
5. Antena *refrence* atau *horn*

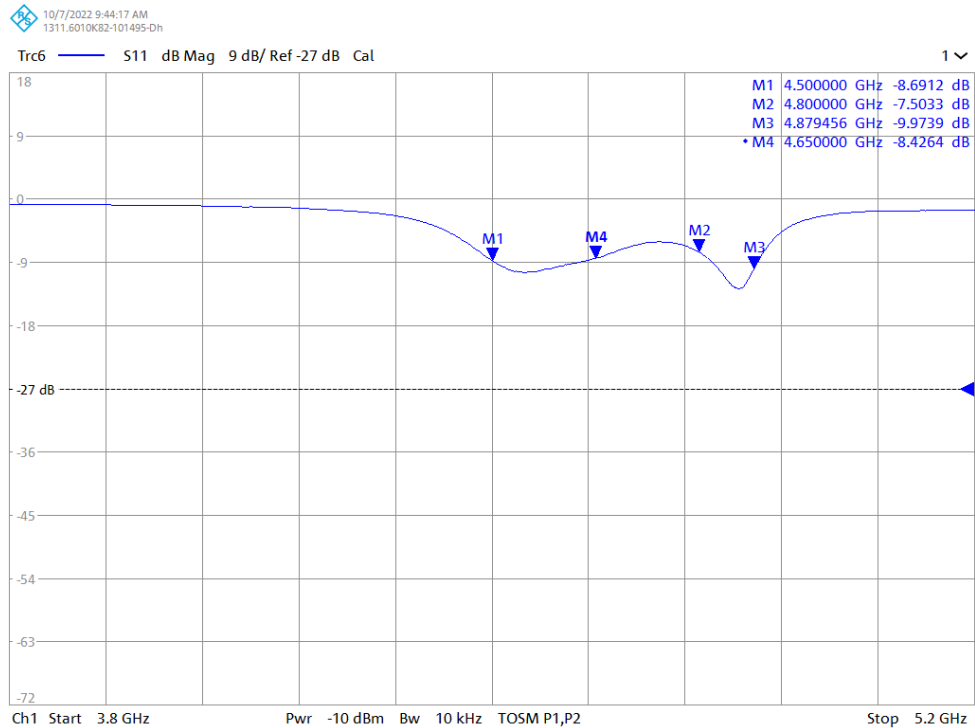
4.4.2 Prosedur Pengukuran

- 1) Mempersiapkan antena-filter mikrostrip interdigital ordo 4.
- 2) Menghubungkan *Network Analyzer* dan layar *monitor* dengan sumber daya (PLN)
- 3) Menentukan tampilan ukuran menjadi S_{11} pada layar monitor
- 4) Menentukan range frekuensi yang terbaca menjadi 2GHz sampai 3GHz
- 5) Menentukan adapter BNC *male to SMA male* pada *port output*
- 6) Menghubungkan antena mikrostrip dengan *adapter*



gambar 4.16 Pengujian Antena dengan *Network analyzer*

- 7) Membaca dan Mencatat hasil pengukuran

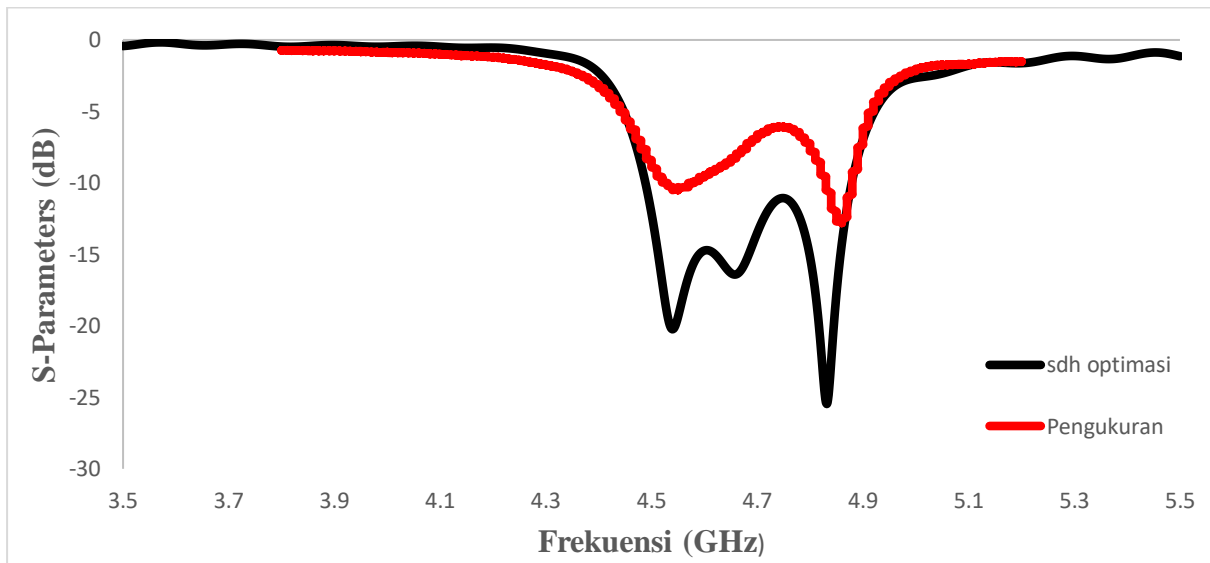


gambar 4.17 Hasil S₁₁ dengan Network Analyzer

Pada Gambar 4.16 Hasil S₁₁ dengan Network Analyzer menunjukkan hasil dari pengukuran S₁₁. Hasil Pengukuran menunjukkan bahwa pada frekuensi 4.65 GHz memiliki S₁₁ sebesar -9.97 dB.

4.4.3 Hasil S₁₁ Simulasi Dan Pengukuran

Berikut hasil pengukuran antenna S₁₁



gambar 4.18 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Dan Pengukuran

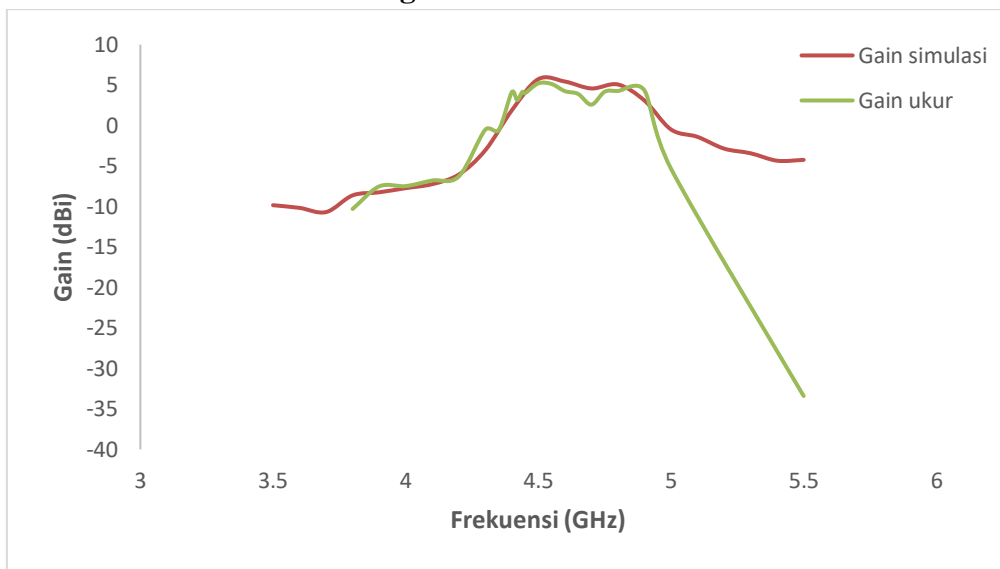
Pada Gambar 4.18 hasil simulasi S_{11} yang menunjukkan hasil grafik dari S_{11} . Untuk perancangan antenna setelah optimasi menghasilkan S_{11} sebesar -16.29 dB di frekuensi 4.65 GHz, sedangkan pada hasil pengukuran S_{11} pada antenna sebesar -6 dB di frekuensi 4.65 GHz 450 MHz dari rentang 4.55 GHz sampai 4.9 GHz.

Untuk mencari selisih lebar pita simulasi dan pengukuran menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Bandwidth = \frac{450 - 389}{389} \times 100\% = 15.6\% \text{ atau } 61 \text{ MHz}$$

Dari perhitungan di dapatkan hasil lebar pita dari simulasi dan pengukuran dari rentang frekuensi 4.65 GHz sampai 4.9 GHz sebesar 15.6% atau 61MHz.

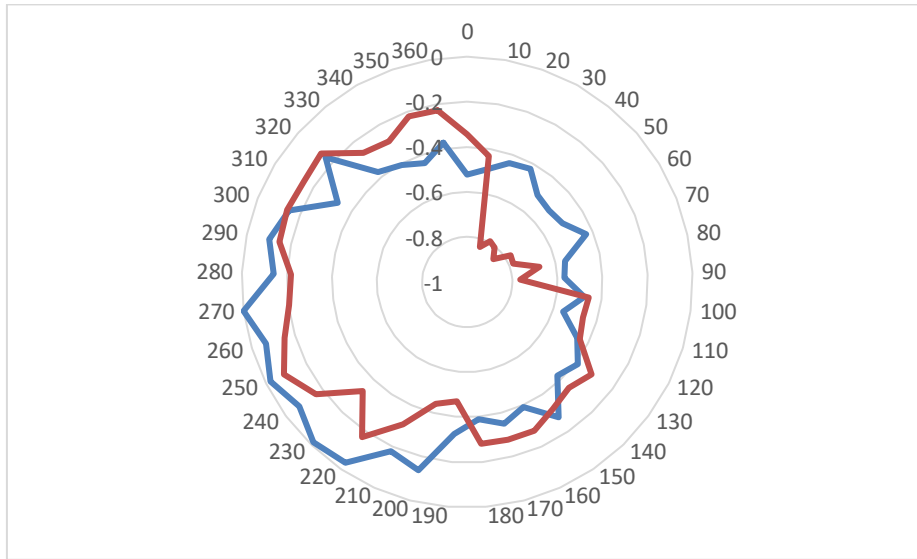
4.4.4 Hasil Gain Simulasi Dan Pengukuran



gambar 4.19 Hasil Perbandingan Gain Simulasi Dan Pengukuran

Pada Gambar 4.19 Hasil Perbandingan Gain pada Hasil Simulasi dan Pengukuran menunjukkan hasil gain dari proses simulasi dan pengukuran. Hasil simulasi pada frekuensi 4.65 GHz sebesar 5 dBi sedangkan pada hasil pengukuran sebesar 6.02 dBi.

4.4.5 Hasil Pengukuran Pola Radiasi



gambar 4.20 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Pada Gambar 4.20 Hasil Pengukuran Pola Radiasi menunjukkan grafik pola radiasi untuk proses pengukuran. Didapatkan hasil penguatan utama 0° pada frekuensi 4.65 GHz dengan beamwidth 3dB ° dan hasil XPD -0.2 dB .

Tabel 4.3 Nilai gabungan hasil simulasi dan pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	Pergeseran
S11	-16.29 dB	-6 dB	10.29 dB
Lebar Pita	389 MHz	450 MHz	61 MHz
Gain	5 dBi	6.02 dBi	1.02 dBi

BAB 5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengukuran yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Antenna filter microstrip dengan penambahan resonator interdigital telah selesai dirancang. Dari hasil simulasi antena sebelum di optimasi memperoleh frekuensi tengah yaitu 4.65 GHz dengan S11 sebesar -12.65 dB, lebar pita dengan impedansi -10 dB sebesar 274 MHz dan perolehan sebesar 5.27 dBi.
2. Pada metode penambahan resonator interdigital yang sudah di optimasi memperoleh S11 sebesar 16.298 dB dan hasil lebar pita dengan impedansi -10 dB meningkat sebesar 389 MHz. Maka metode penambahn resonator interdigital berhasil meningkatkan lebar pita pada antenna sebesar 15.6% dan berhasil meningkatkan hasil perolehan sebesar 6.05 dBi. Untuk polarisasi sudah sangat optimal di frekuensi 4.65 GHz dengan bentuk polarisaasi 45°
3. Pada metode penambahan resonator interdigital dipengaruhi oleh faktor ukuran dari resonator itu sendiri, maka dari itu metode ini sangat efektif terhadap selektifitas dan lebar pita.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Alam, S., & Surjati, I. (2017). Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) Array dengan Teknik Pencatu Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 6(2), 215. <https://doi.org/10.36055/setrum.v6i2.2599>
- Bansal, R. (2008). Antenna theory; analysis and design. *Proceedings of the IEEE*, 72(7), 989–990. <https://doi.org/10.1109/proc.1984.12959>
- Cahyasiwi, D. A., Zulkifli, F. Y., & Rahardjo, E. T. (2020). Switchable Slant Polarization Filtering Antenna Using Two Inverted Resonator Structures for 5G Application. *IEEE Access*, 8, 224033–224043. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043824>
- Hong, J., & Lancaster, M. J. (2004). *Microstrip Filters for RF / Microwave Applications*.
- Ian, P., Pack, P. D. F., Bangun, R., Ena, A. N. T., Rip, M., Unt, M., Sist, U. K., Gsmime, E. M., Bangun, R., Ena, A. N. T., Ed, I., Unt, E., Frekuensi, U. K., & Abriant, G. H. Z. H. (2016). *Related papers*.
- Industri, F. T. (2015). *STRUKTUR PENTANAHAN TIRUAN BANDWIDTH ENHANCEMENT of MICROSTRIP ANTENNA WITH*.
- Jargalsaikhan, B. E., Ganbaatar, N., Urtnasan, M., Uranbileg, N., Begzsuren, D., Patil, K. R., Mahajan, U. B., Unger, B. S., Goyal, S. N., Belemkar, S., Surana, S. J., Ojha, S., Patil, C. R., Mansouri, M. T., Hemmati, A. A., Naghizadeh, B., Mard, S. A., Rezaie, A., Ghorbanzadeh, B., ... Yuanita, E. (2019). 濟無No Title No Title No Title. *Molecules*, 9(1), 148–162. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65%0A> <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76>
- Ji, S., Dong, Y., & Fan, Y. (2020). Dual Circularly Polarized Antena with Bandpass Filtering Response. *2020 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting, IEEECONF 2020 - Proceedings*, 637–638.

<https://doi.org/10.1109/IEEECONF35879.2020.9329771>

Kuliah, P. M. (n.d.). *Oleh : Budi Aswoyo.*

Mansour, G., Lancaster, M. J., Hall, P. S., Gardner, P., & Nugoolcharoenlap, E. (2014). Design of filtering microstrip antenna using filter synthesis approach. *Progress in Electromagnetics Research*, 145(January), 59–67.

<https://doi.org/10.2528/PIER14011405>

Prodi, S., Telekomunikasi, T., Elektro, F. T., Telkom, U., & Tenik, S. (2021). *DUAL-BAND WEARABLE REFLECTOR BERBASIS ARTIFICIAL MAGNETIC CONDUCTOR (WEARABLE REFLECTOR DUAL-BAND BASED on ARTIFICIAL MAGNETIC CONDUCTOR) tahun terakhir . Reflektor memiliki peran dalam meningkatkan nilai koefisien refleksi pada antena . karakteristik i.* 8(2), 1374–1384.

Putri, S. M. (2018). Analisis Antena Mikrostrip Fraktal Sierpinski Gasket. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi*, 4, 55–61.

Rusdiyanto, D., Apriono, C., & Astuti, D. W. (2020). Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 10(3), 133–139.

<https://doi.org/10.31940/matrix.v10i3.2176>

Setiawan, A., Hariyadi, T., & Mulyanti, B. (2014). Rancang Bangun Band Pass Filter Mikrostrip Hairpin dengan Open Stub dan Defected Ground Structure (DGS) untuk Frekuensi UMTS 3G (1920-1980 MHz). *Electrans*, 13(2), 107–118.

STUZMAN.pdf. (n.d.).

Surjati, I. (2001). Antena mikrostrip bentuk segiempat. *JETri*, 1(July), 69–76.

Syahputra, M. R., & Irhamsyah, M. (2017). Perancangan Antena Microstrip Rectangular Patch Array 4 Elemen Untuk Aplikasi Lte. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 52–58.

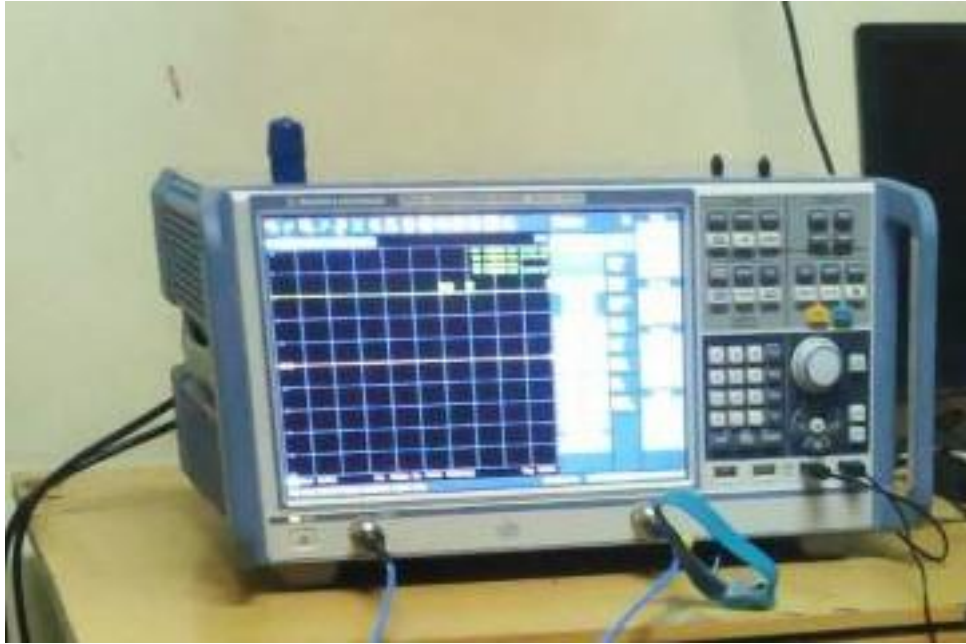
Syahrial., Teuku Yuliar, A., & Ariga, J. (2015). Simulasi Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip Patch Circular pada Frekuensi 2,4GHz untuk Aplikasi WLAN. *Seminar Nasional Dan Expo Teknik Elektro 2015*, 134–140.

Yusuf, Y., Cheng, H., & Gong, X. (2013). Co-designed substrate-integrated waveguide filters with patch antennas. *IET Microwaves, Antennas and Propagation*, 7(7), 493–501.
<https://doi.org/10.1049/iet-map.2012.0431>

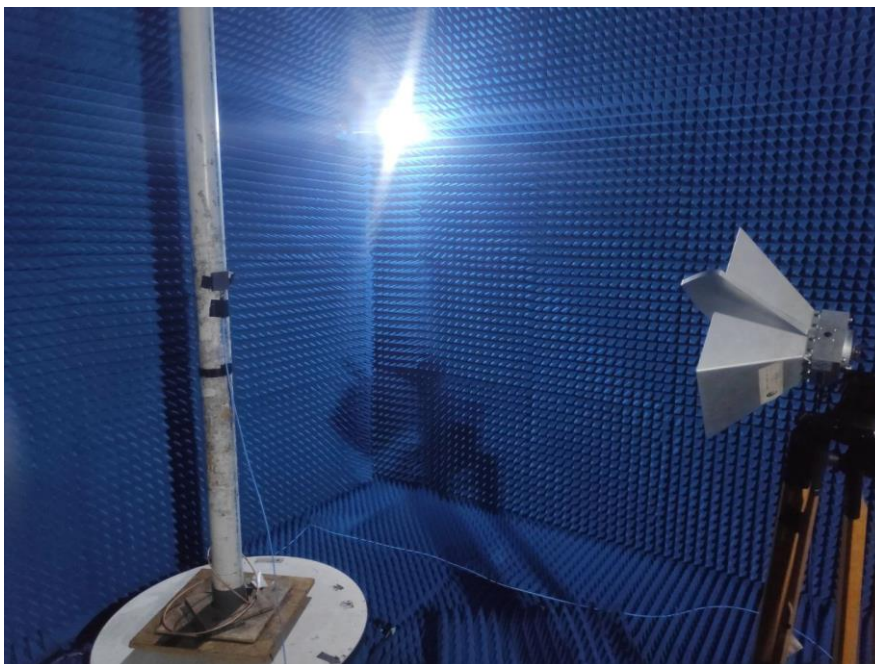
LAMPIRAN A

Lampiran A Hasil Pengukuran S11

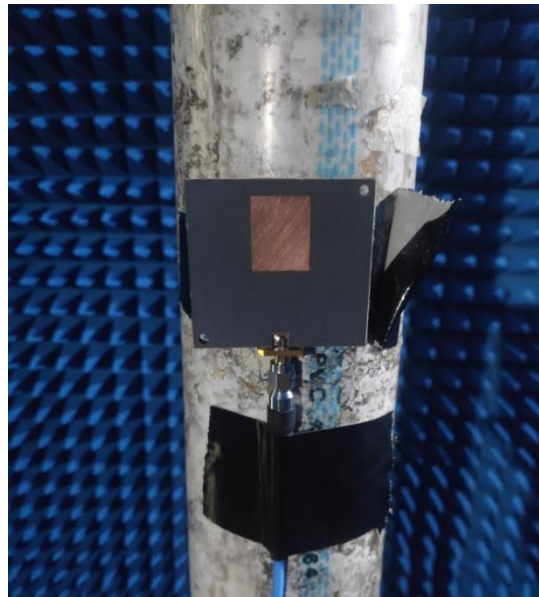
Proses pengukuran antenna dengan menghubungkan Network Analyzer untuk melihat hasil grafik pada layar monitor



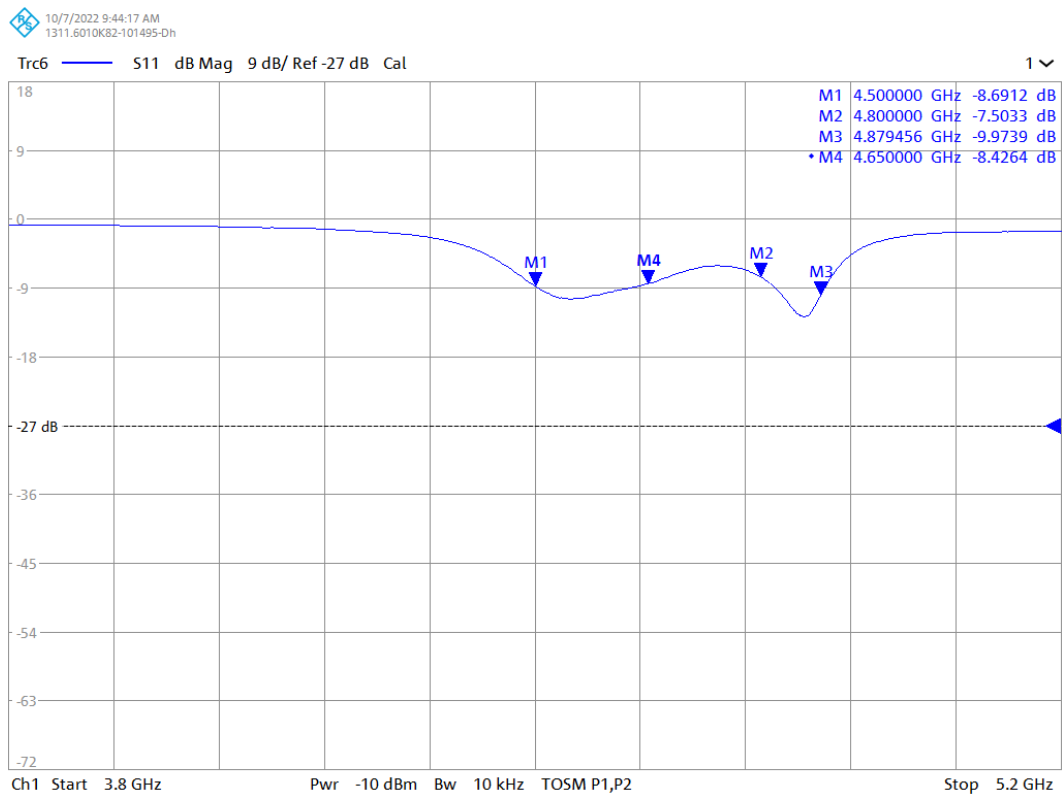
Proses untuk pengukuran S12, antenna dihubungkan dengan antenna horn dengan proses penembakan sinyal dengan posisi berhadapan.



Antena yang dihubungkan untuk proses pengukuran S12



Hasil Grafik dari pengukuran S₁₁

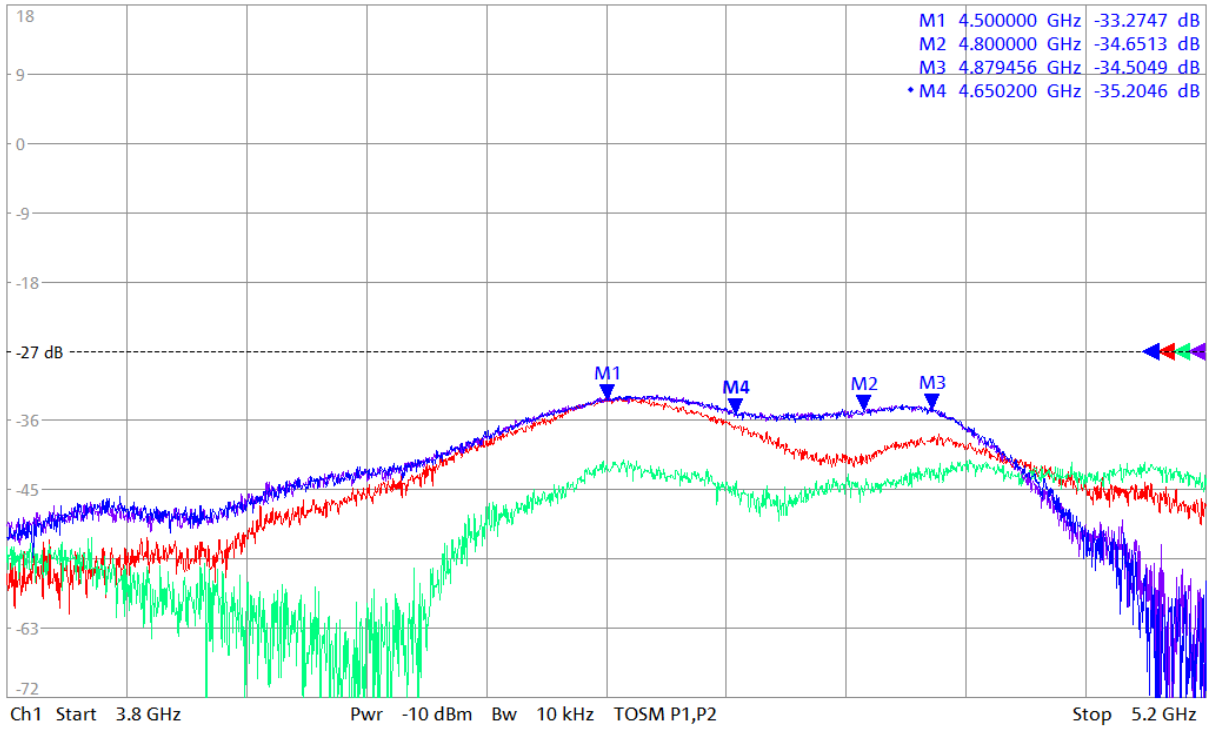


Hasil Grafik dari pengukuran S_{21}

10/7/2022 9:59:02 AM
1311.6010K82-101495-Dh

- s12phi0 — S21 dB Mag 9 dB/ Ref -27 dB Cal
- Mem8[s12phi0] — S21 dB Mag 9 dB/ Ref -27 dB
- Mem9[s12phimin45] — S21 dB Mag 9 dB/ Ref -27 dB
- Mem10[s12phiplus45] — S21 dB Mag 9 dB/ Ref -27 dB

1 ▾



Lampiran B Lembar Bimbingan Skripsi Pembimbing 1

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Ambun, Pa. Raha, Jakarta Timur
 Telp. (021) 8792739 Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama: Fernanda Sabina
NIM: 709025036
Penyusun/Perombakan Revisi/ Teks/ Tabel/ Skema/ Diagram/ Gambar/ Grafik/ Foto/ Audio/ Video:
Pembimbing 1: Ft. Harry Ramzan, MT., Ph. D., MPM

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Ambun, Pa. Raha, Jakarta Timur
 Telp. (021) 8792739 Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi


Mengajuti:
 Dosen Pembimbing 1:
Ft. Harry Ramzan, MT., Ph. D., MPM
 NIM: 0305097006

Mengajuti:
Fernanda Sabina
 NIM: 709025036

No	Tanggal	Keterangan	Penyusun
1	24/09/2021	Konsultasi, Revisian Skripsi	<i>[Signature]</i>
2	29/11/2021	Revisian Bab 1	<i>[Signature]</i>
3	24/12/2021	Revisi Bab 1	<i>[Signature]</i>
4	05/01/2022	Konsultasi, Revisian Antena	<i>[Signature]</i>
5	04/02/2022	Revisi Bab 1	<i>[Signature]</i>
6	29/03/2022	Revisian Bab 2	<i>[Signature]</i>
7	12/05/2022	Revisi bab 2	<i>[Signature]</i>
8	20/05/2022	Dismiss dan Revisi Bab 1-3	<i>[Signature]</i>

9	10/04/2022	Laporan Skripsi: Antena (Revisi)	<i>[Signature]</i>
10	18/05/2022	Revisian Bab 2 - 5	<i>[Signature]</i>
11	08/08/2022	Laporan Bab 1 - 5	<i>[Signature]</i>
12	18/08/2022	Revisi Bab 1 - 5	<i>[Signature]</i>
13	04/10/2022	Revisi Bab 1 - 5	<i>[Signature]</i>

Lampiran C Lembar Bimbingan Skripsi Pembimbing 2




UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
 Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama: Fernanda Sabita
 NIM: 1702025036
 Judul: Perubahan Rangkaian Resonator Terhadap selektivitas dan lebar pita pada Antena-2/1/1er
 Pembimbing II: Dr. Dwi Astuti Cahyaswiti, ST., MT

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	22/09/2021	Konsultasi tentang CST	<i>DS</i>
2	10/10/2021	Konsultasi: Desain Antena	<i>DS</i>
3	20/10/2021	Konsultasi: Desain Antena	<i>DS</i>
4	23/10/2021	Memelajari Area itu hendaknya	<i>DS</i>
5	25/11/2021	Revisi: Bab 1	<i>DS</i>
6	16/12/2021	Konsultasi: frekuensi Antena	<i>DS</i>
7	27/01/2022	Revisi: Bab 1 dan 2	<i>DS</i>
8	9/02/2022	Revisi desain Antena	<i>DS</i>



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
 Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi


Nama: Fernanda Sabita
 NIM: 1702025036
 Judul: Perubahan Rangkaian Resonator Terhadap selektivitas dan lebar pita pada Antena-2/1/1er
 Pembimbing II: Dr. Dwi Astuti Cahyaswiti, ST., MT

9	12/03/2022	Revisi: Bab 1 sampai 3	<i>DS</i>
10	30/03/2022	Revisi S11 dan bandwidth	<i>DS</i>
11	8/04/2022	Revisi Pola Radiasi dan bandwidth	<i>DS</i>
12	17/05/2022	Revisi Seluruh Desain Antena	<i>DS</i>
13	17/06/2022	Revisi bab 1-3	<i>DS</i>
14	18/08/2022	Pengambilan data Antena (Pengukuran)	<i>DS</i>
15	20/08/2022	Revisi bab 1-5	<i>DS</i>
16	10/09/2022	Revisi bab 1-5	<i>DS</i>
17	10/09/2022		

Mengetahui,
 Dosen Pembimbing II
Dr. Dwi Astuti Cahyaswiti, ST., MT
 NIDN. 03.23027401

Mahasiswa
Fernanda Sabita
 NIM. 1702025036

Lampiran D Surat Kelayakan Sidang pembimbing 1

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip :
		04/Prodi-El/Akad/2010
		Program Studi Teknik Elektro

Jakarta, 15 Oktober 2022

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

N a m a : Fernanda Sabita

N I M : 1703025036

Alamat : Jl. AL-Karimah Rt.004/Rw.013 Desa Cijujung Kec.Sukaraja Kab. Bogor 16710

Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN RESONANTOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR

PITA PADA ANTENA-FILTER

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak / Tidak Layak** *) untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I .

Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 15 Oktober 2022

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA

(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)


Pembimbing I

(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Cc:

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

Lampiran E Surat Kelayakan Sidang pembimbing 2

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip :
		04/Prodi-El/Akad/2010
		Program Studi Teknik Elektro

Jakarta, 15 Oktober 2022

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

N a m a : Fernanda Sabita

N I M : 1703025036

Alamat : Jl.AL-Karimah Rt 04/03 No.100 Kel Cijujung Kec Sukaraja Kab Bogor 16710

Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN RESONANTOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA
PADA ANTENA-FILTER

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak / Tidak Layak** *) untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I .
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 15 Oktober 2022

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA

(Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D., MIPM)

Pembimbing II



(Dwi Astuti Cahyasiwi, ST.,MT)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.






Lampiran F Lembar Revisi Penguji 1

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-1)
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA

Nama Mahasiswa	: Fernanda Sabita
NIM	: 1703025036
Hari Tanggal Sidang	: Jumat, 11 November 2022
Nama Pembimbing Skripsi	: Ir.Harry Ramza, MT.,Ph.D.,MIPM
Judul Skripsi	: PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER

Catatan

1	Tambahkan teori tentang resonator dan selektifitas
2	Rumusan masalah dan Tujuan diarahkan dengan judul skripsi
3	Diagram Alir Perancangan Antena perlu diperbaiki
4	Peletakan tabel 4.1 ke bagian 4.1
5	Kesimpulan disesuaikan dengan tujuan sesuai judul
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Emilia Roza, S.T, M.Pd., M.T.		
Pembimbing-1	Ir.Harry Ramza, MT.,Ph.D.,MIPM	25 Nov 2022	
Pembimbing-2	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, ST.,MT		
Penguji-1	Emilia Roza, S.T, M.Pd., M.T.		
Penguji-2	M. Mujirudin, S.T., M.T.		

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
- ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.
- ü Batas Akhir Revisi Sabtu, 19 November 2022 (hh/bb/tttt)
- ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) Sabtu, 19 November 2022 (hh/bb/tttt)
Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barokaatuh,

Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing


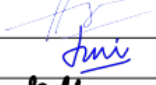



Lampiran G Lembar Revisi Penguji 2

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-2) FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA

Nama Mahasiswa	: Fernanda Sabita
NIM	: 1703025036
Hari Tanggal Sidang	: Jumat, 11 November 2022
Nama Pembimbing Skripsi	: Ir.Harry Ramza, MT.,Ph.D.,MIPM
Judul Skripsi	: PENGARUH PENAMBAHAN RESONATOR TERHADAP SELEKTIFITAS DAN LEBAR PITA PADA ANTENA-FILTER

Catatan

1	Korelasi Judul dengan materi penelitian
2	perbaiki, korelasi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, kesimpulan
3	
4	
5	
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Emilia Roza, S.T, M.Pd., M.T.		
Pembimbing-1	Ir.Harry Ramza, MT.,Ph.D.,MIPM	25 Nov 2022	
Pembimbing-2	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, ST.,MT		
Penguji-1	Emilia Roza, S.T, M.Pd., M.T.		
Penguji-2	M. Mujirudin, S.T., M.T.		

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
 - ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.
 - ü Batas Akhir Revisi (hh/bb/tttt)
 - ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) (hh/bb/tttt)
- Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,*

Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing

LAMPIRAN H Hasil CekTurnirin

Fernanda Sabita - Pengaruh penambahan resonator terhadap selektifitas dan lebar pita pada antena-filter

ORIGINALITY REPORT

16% SIMILARITY INDEX	15% INTERNET SOURCES	1% PUBLICATIONS	6% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	3%
2	repository.uhamka.ac.id Internet Source	2%
3	eprints.itn.ac.id Internet Source	2%
4	123dok.com Internet Source	2%
5	text-id.123dok.com Internet Source	1%
6	Submitted to Defense University Student Paper	1%
7	core.ac.uk Internet Source	1%
8	repository.unj.ac.id Internet Source	1%
9	www.journal.poltekanika.ac.id Internet Source	1%

10	Submitted to October University for Modern Sciences and Arts (MSA) Student Paper	<1 %
11	Submitted to Universitas Nasional Student Paper	<1 %
12	docplayer.info Internet Source	<1 %
13	Submitted to University of Warwick Student Paper	<1 %
14	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	<1 %
15	Submitted to Universiti Teknikal Malaysia Melaka Student Paper	<1 %
16	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
17	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
18	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
19	es.scribd.com Internet Source	<1 %
20	adoc.pub Internet Source	<1 %

21 www.botol-kosong.com
Internet Source

<1 %

22 www.slideshare.net
Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off