

**DESAIN ANTENA DENGAN TEKNOLOGI *ULTRA WIDEBAND* PADA
FREKUENSI 5.6 GHZ**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat sarjana S1



Disusun oleh :

Jodistya Wardhianto

12524058

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta

2018

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN DESAIN ANTENA DENGAN TEKNOLOGI ULTRA WIDEBAND PADA FREKUENSI 5.6 GHz



الجامعة الإسلامية
الاستاذة الأندونيسية

Yogyakarta, 15 Maret 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Tito Yuwono S.T., M.Sc.

NIK : 005240102

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kerjasama di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta



KATA PENGANTAR



Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, para sahabatnya, umatnya, serta pengikut setianya yang istiqomah dalam menjalankan ajaran-ajarannya hingga akhir zaman serta rasa syukur atas nikmat dan karunia yang diberikan kepada penulis sehingga bisa melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ Desain Antena dengan Teknologi *Ultra Wideband* pada Frekuensi 5.6 GHz “ penulis menyadari bahwa isi dari skripsi ini masih belum sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, dan semoga penulis bisa membuat lebih baik lagi dikemudian hari.

Laporan tugas akhir ini didasarkan dari perkembangan antena *patch* yang menggunakan sistem *Ultra Wideband* yang sedang pesat dalam perkembangan telekomunikasi di dunia ini. Tujuan laporan tugas akhir ini adalah salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknologi Elektro Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan tugas akhir ini dalam penyusunan laporan ini tidak bisa lepas dari bimbingan, dorongan, dan bantuan baik material dan spiritual dari berbagai pihak, oleh karena itu perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini:

1. Kepada kedua orangtua yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa untuk penulis semoga lancar dalam penyusunan laporan ini.
2. Kepada bapak **Dr.Eng Hendra Setiawan, ST, MT** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak **Tito Yuwono, ST, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing penulis dalam menjalankan menulis laporan tugas akhir yang selalu memberikan saran masukan dalam penulisan laporan ini
4. Bapak dan sahabat-sahabat kos yang selalu memberi dukungan kepada penulis agar cepat selesai dalam melakukan penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Aulia, Tio, Bang Ibnu, Bang Rei, Fiqqi, yang menjadi keluarga seperjuangan dan sahabat dalam mendiskusikan tugas akhir ini.

6. Untuk sahabat Teknik Elektro angkatan 2012 yang telah juga mensupport dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
7. Untuk sahabat konsentrasi Telekomunikasi yang telah juga memberikan dukungan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
8. Dan semua dukungan dari pihak yang membantu dalam penulisan ini secara langsung maupun secara tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang disebabkan karena keterbatasan penulis dalam hal ilmu dan penulisan ini. Mudah-mudahan laporan ini dapat dipahami sebaik-baiknya dan untuk bisa memecahkan masalah-masalah tentang antena *patch* yang dihadapinnya. Dan juga mudah-mudahan dapat membantu untuk Mahasiswa/i adik Jurusan Teknik Elektro konsentrasi Telekomunikasi yang ingin melanjutkan penelitian ini di masa akan mendatang. Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat kelak nanti.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Desember 2017

Jodistya Wardhianto

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN ANTENA DENGAN TEKNOLOGI *ULTRA WIDEBAND* PADA
FREKUENSI 5,6 GHz

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Jodistya Wardhianto

NIM : 12524058

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Maret 2018

Tim Penguji,

Ketua

Tito Yuwono, S.T., M.Sc.

Anggota 1

Ida Nurcahyani, S.T., M.Eng.

Anggota 2

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

L_1	= Panjang elemen Planar (m)
L_2	= Panjang elemen Planar (m)
c	= Kecepatan Cahaya = 3×10^8 (m/s)
f_r	= Frekuensi Resonan (Hz)
λ	= Panjang Gelombang (m)
ϵ_r	= Fermitasi
ϵ_{ro}	= Konstantan dielektirk efektif (K)
f_0	= Frekuensi (GHz)
ΔL	= Pertambahan panjang dari L (mm)
L_{eff}	= Panjang efektif (mm)
L	= Panjang <i>patch</i> (mm)
W	= Lebar <i>patch</i> (mm)
L_g	= Panjang <i>ground plane</i> (mm)
W_g	= Lebar <i>ground plane</i> (mm)

ABSTRAK

Ultra wideband adalah sistem komunikasi dengan jarak pendek dan mempunyai *bandwidth* yang amat sangat lebar, agar bisa dikategorikan komunikasi UWB syarat yang lebar dengan *bandwidth* fraksionalnya 20% dari frekuensi tengah. Sistem komunikasi UWB masih tergolong baru dan pada umumnya digunakan antena mikrostrip *patch* yang memiliki dimensi yang kecil.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendesain sebuah antena mikrostrip *patch* yang dapat bekerja pada frekuensi 5,6 GHz dengan menggunakan *software CST Studio Suite 2017*, *Magus Antenna*, menghasilkan parameter-parameter sesuai spesifikasi yang ditentukan dan menganalisis hasil nilai tersebut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain dan analisis hasil. Spesifikasi yang menjadi acuan adalah nilai *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 , *gain* $\geq 2,5$ dBi, dan *bandwidth* 500 MHz. Perancangan antena *patch* menggunakan *software CST Studio Suite 2017* dan *Magus Antenna*. Hasil akhir pada penelitian ini didapatkan nilai *return loss* sebesar -18,104 dB, *VSWR* dengan nilai 1,282286, nilai *gain* 11,6 dBi, dan nilai *Bandwidth* hanya mendapatkan sebesar 195,47 MHz. Dari keempat spesifikasi ini nilai *bandwidth* yang belum memenuhi syarat standar UWB yaitu 500 MHz sehingga pada penelitian ini dianggap belum sempurna.

Kata kunci : UWB, *CST Studio Suite 2017*, *Magus Antenna*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	3
2.2.1 <i>Ultra Wideband</i> (UWB)	3
2.2.2 Antena Mikrostrip.....	5
2.3 Elemen Paradiasi	6
2.3.1 Mikrostrip <i>Patch</i> Antena	6
2.3.2 <i>Patch</i> Persegi Panjang	6
2.3.3 Printed Slot Antena.....	7
2.4 VSWR (<i>Voltage Standingl Wave Ratio</i>)	8
2.5 <i>Return Loss</i>	8
2.6 <i>Bandwidth</i>	9
BAB 3 METODOLOGI.....	10
3.1 Alat dan Bahan	10
3.2 Alur Penelitian.....	10
3.3 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	11
3.4 Simulasi.....	12
3.4.1 Spesifikasi Antena	12

3.4.2 Perhitungan Antena Patch	13
3.5 Analisis Antena <i>Patch</i>	14
BAB 4 HASIL PEMBAHASAN	15
4.1 Desain Antena <i>Patch</i>	15
4.2 Hasil Simulasi	16
4.3 Pengoptimasian	16
4.4 Spesifikasi Antena Hasil Rancangan.....	20
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN	21
5.1 KESIMPULAN	21
5.2 SARAN	21
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh berbagai macam bentuk antena	4
Gambar 2.2 Antena mikrostrip	5
Gambar 2.3 Macam-macam bentuk <i>patch</i> antena mikrostrip.....	6
Gambar 2.4 Struktur dan <i>patch</i> antena mikrostrip.....	7
Gambar 2.5 Macam-macam bentuk antena <i>slot</i>	7
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	10
Gambar 4.1 Antena mikrostrip <i>patch</i>	15
Gambar 4.2 Hasil grafik <i>return loss</i>	16
Gambar 4.3 Hasil grafik VSWR	16
Gambar 4.4 Parameter 1 <i>Magus Antenna</i>	17
Gambar 4.5 Parameter 2 <i>Magus Antenna</i>	17
Gambar 4.6 Bentuk antena dari <i>Magus Antenna</i>	17
Gambar 4.7 Hasil grafik <i>return loss</i> dari yang telah dioptimasi.....	18
Gambar 4.8 Grafik VSWR.....	18
Gambar 4.9 Pola radiasi 3D dan nilai <i>gain</i> antena <i>mikrostrip patch</i>	19
Gambar 4.10 Pola radiasi Azimut antena mikrostrip <i>patch</i>	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi substrat	4
Tabel 3.2 Spesifikasi Antena	12
Tabel 4.1 Tabel dimensi antena	15
Tabel 4.2 Hasil akhir simulasi parameter antena	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Antena sebagai salah satu komponen penting dalam dunia telekomunikasi telah berkembang dengan pesat sesuai dengan aplikasi-aplikasi di dunia telekomunikasi. Antena mikrostrip adalah jenis antena yang mempunyai banyak keunggulan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pada teknologi *wireless* yang *portable*. Teknologi ini membutuhkan akan kecepatan data yang tinggi, dan salah satu solusi yang tepat adalah menggunakan *Ultra Wideband* (UWB). Untuk mendukung perangkat teknologi *ultra wideband*, diperlukan suatu antena *bandwidth* yang sangat lebar.

Ultra Wideband dapat digunakan untuk pengaplikasian pada jaringan *wireless* dengan kecepatan data yang sangat tinggi hingga mencapai 54 Mbps. Pengaplikasian pada *Ultra Wideband* ini bisa digunakan pada *Wifi*, *Bluetooth*, nirkabel, dan pada *PDA* atau ponsel. Namun tidak memadai untuk penggunaan pada aplikasi *consumer electronics*, baik dari konsumsi tenaga maupun *bandwidth*. Pada antena mikrostrip menggunakan bahan sederhana, bentuk dan ukuran dimensi antenanya lebih kecil, harga produksinya lebih murah, mampu memberikan unjuk kerja yang cukup baik dan dapat diterapkan pada *microwave integrated circuits* (MICs) [1].

Salah satu terapan teknologi *Ultra Wideband* ini adalah antena mikrostrip yang memiliki beberapa keunggulan terutama pada rancangan antena yang tipis, kecil, dan ringan. Dalam perancangan pada antena ini masih terdapat kendala yang terjadi, yaitu tidak terpenuhinya syarat UWB yang mempunyai *bandwidth* minimal 500 MHz. Untuk itu untuk memenuhi persyaratan tersebut dalam perancangan ini dibutuhkan *bandwidth* sebesar 0,2 Ghz hingga 5 Ghz dan tergantung dengan ketebalan antena mikrostrip untuk UWB yang akan digunakan. Frekuensi kerja yang digunakan pada antena ini adalah 5,6 Ghz. Pada frekuensi 5,6 GHz ini dapat bekerja pada radar dan WIMAX pada saat ini [2].

Penelitian ini mendesain sebuah antena mikrostrip UWB dengan *patch* pada salah satu sisi *subtract* dan *rectangular ground plane* di satu sisi yang lainnya dan pengoptimalan pada *bandwidth* yang dapat menghasilkan parameter-parameter sesuai spesifikasi pada penelitian akhir ini[3].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mendesain antena *Ultra Wideband* pada *software* CST 2017 yang dapat bekerja pada frekuensi 5,6 Ghz?
2. Bagaimana hasil analisis pengujian pada parameter-parameter antena *Ultra Wideband* (UWB) yang telah dirancang?
3. Bagaimana cara mengoptimalkan terhadap antena *Ultra Wideband* jika tidak sesuai dengan yang direncanakan?

1.3 Batasan masalah

1. Antena yang digunakan pada perancangan ini adalah antena *patch* yang akan bekerja pada frekuensi 5,6 GHz.
2. Antena didesain menggunakan *software* *Magus Antenna* dan *CST Studio Suite 2017*.
3. Antena yang dirancang berbahan *FR-4 (lossy)* apakah bisa menghasilkan *Return Loss* dan *VSWR* yang sesuai dengan keinginan.

1.4 Tujuan Masalah

1. Tugas akhir mendesain sebuah desain antena yang dapat mendukung teknologi *Ultra Wideband* pada frekuensi 5,6 Ghz dengan menggunakan *software* CST 2017 dan *Magus Antenna*.
2. Menganalisis hasil pengujian pada parameter-parameter antena *Ultra Wideband* yang telah dirancang
3. Mengoptimasikan rancangan antena agar hasil yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi seperti *return loss*, *VSWR*, dan *bandwidth* dengan menggunakan aplikasi *Magus Antenna*

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi salah satu referensi untuk mahasiswa/i yang ingin mengerjakan skripsi dengan bertemakan yang sama.
2. Dapat menjadi salah satu bahan untuk dilanjutkan proyek ini dengan frekuensi yang lebih tinggi.
3. Dapat menjadi salah satu bahan praktikum untuk mahasiswa/i yang akan melaksanakan praktikum tentang antena *patch*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang perancangan dan pembahasan terkait dengan desain antenna berbasis UWB telah banyak dilakukan seperti penelitian dari Mukhidin, dkk yang membuat sebuah antenna berbentuk fraktal untuk mendapatkan kinerja UWB. Penelitian ini melakukan penambahan slot *elips* pada ground plane dipilih untuk mendapatkan *bandwidth* antenna yang sangat lebar. Penelitian ini menghasilkan VSWR kurang dari 2 pada rentangan frekuensi 3,1-10,6 GHz [4].

Kemudian penelitian dilakukan Adhi Mahendra yang merancang sebuah antenna mikrostrip berbentuk *bow-tie* yang dapat bekerja pada UWB. Perancangan ini menghasilkan nilai VSWR, *return loss*, *gain*, *directivity* beserta bentuk pola radiasi. Perancangan ini dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter antenna seperti $VSWR \leq 2$, *return loss* -10 dB, *gain*, *directivity* dan pola radiasi [5].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh K.-S. Lim, dkk yang membuat antenna *patch* yang dapat bekerja pada UWB. Dengan perancangan ini telah dihasilkan simulasi dengan menunjukkan hasil pengukuran dan transmisi linier *ultra wideband* baik kinerja telah dicapai dalam domain waktu [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Rudy Yuwono, ST., MSc. merancang sebuah antenna mahkota yang dapat menghasilkan nilai *bandwidth* sebesar 12 GHz pada frekuensi kerja 1-16 GHz. Tujuan penelitian ini adalah menemukan nilai *bandwidth* yang lebih lebar daripada antenna *Planar Inverted Cone* (PICA) [7].

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Ultra Wideband (UWB)

Ultra Wideband (UWB) sistem komunikasi yang merupakan sistem komunikasi jarak pendek yang mempunyai *bandwidth* yang sangat lebar. Mengenai konsep *ultra wideband* itu sendiri merupakan istilah umum yang menggambarkan suatu jaringan yang mempunyai luas bidang yang sangat besar.

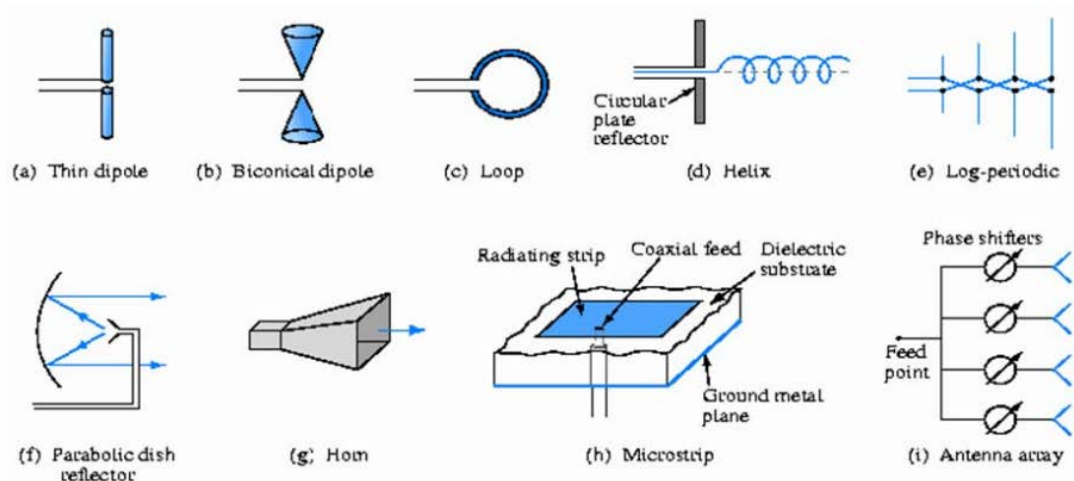
Teknologi UWB oleh FCC (*Federal Communication Commission*) dan ITU (*International Telecommunication Union*) didefinisikan sebagai suatu teknologi nirkabel (*wireless*) yang dikembangkan untuk memancarkan sejumlah data yang sangat besar melalui

jarak yang sangat pendek sekitar 15 meter dengan *bandwidth* minimal 500 MHz. Teknologi UWB ini termasuk pada teknologi digital sehingga transmisi sinyalnya bisa mengirim aliran berbagai data digital [8].

Untuk aplikasi pada sistem komunikasi tanpa kabel yang beroperasi pada pada 3.1-10.6 GHz. Dilain pihak, *infocom Development Authority* (IDA), sebuah badan regulasi spektrum Singapura menetapkan alokasi frekuensi UWB pada 2,2-10,6 GHz.

Keuntungan lain dari teknologi UWB adalah kecilnya interferensi, karena transmisi disebarkan melalui spektrum radio dan tersebarnya sinyal membuatnya lebih sulit dihambat. Karena sinyal yang dihasilkan berdaya rendah dan menyebar melalui spektrum, maka sinyal ini bisa berbagi ruang dengan komunikasi radio yang sudah ada dan tidak menyebabkan layanan gangguan [9].

Beberapa contoh antenna dalam berbagai bentuk dilihat pada gambar 2.1. Dan aplikasinya, antenna banyak digunakan pada penyiaran radio dan televisi, sistem komunikasi satelit, telepon selular, sistem radar dan sensor otomatis mobil anti tabrakan, dan masih banyak fungsi-fungsi lainnya.



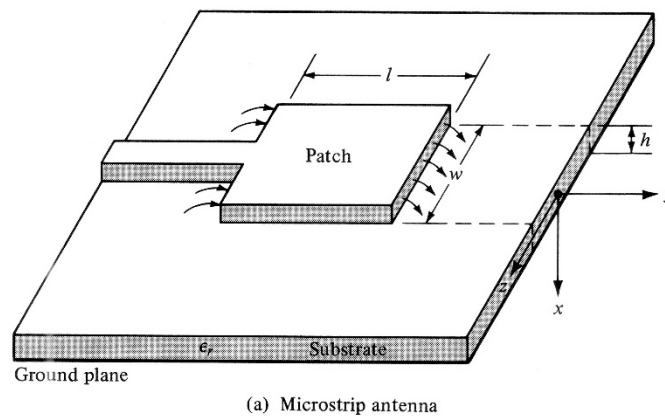
Gambar 2.1 Contoh berbagai macam bentuk antenna [10]

Dalam tabel 2.1 memperlihatkan spesifikasi media yang digunakan yaitu tipe substrat, dielektrik konstan, ketebalan substrat, dielektrik *loss tangent* yang digunakan

Tabel 2.1 Spesifikasi Substrat

Tipe Substrat	Dielektrik konstan(ϵ_r)	Ketebalan Substrat (h)	Dielektrik <i>loss tangent</i> ($\tan \delta$)
FR-4 (<i>lossy</i>)	4,3	1,6 mm	0,002

Dalam gambar 2.2 memperlihatkan bentuk antena mikrostrip patch yang digunakan untuk Analisa pada skripsi ini.



Gambar 2.2 Antena mikrostrip [11]

2.2.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diataranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk dipabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibanding dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisien rendah.

Antena mikrostrip tersebut mempunyai struktur dari 3 lapisan yaitu :

1. *Patch* bagian yang terletak paling atas dari antena dan terbuat dari bahan konduktor dengan ketebalan (t) yang biasanya dibuat sangat tipis, ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dapat berbentuk lingkaran, persegi panjang, segitiga dsb. Umumnya patch terbuat dari logam konduktor seperti logam atau emas dengan bentuk yang bervariasi
2. *Substrat* berfungsi media penyalur gelombang elektromagnet dari sistem pencatuan dengan ketebalan (h) antara $0,003\lambda_0 - 0,05\lambda_0$ karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Ketebalan substrat berpengaruh pada *bandwidth* dari antena.
3. *Ground plane* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

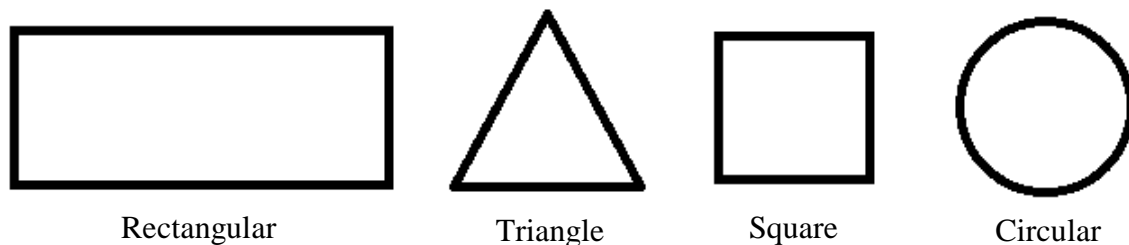
Teknologi mikrostrip tidak lepas dari perkembangan teknologi substrat itu sendiri. Sebagai material dielektrum yang digunakan untuk saluran transmisi gelombang mikro tetapi juga antena [12].

2.3 Elemen Paradiasi

Peradiasi atau *patch* radiator merupakan komponen utama dari suatu antena mikrostrip, dimana pola propagasi gelombang elektromagnetik akan dipancarkan pada ruang bebas atau udara. Ada beberapa model *patch* antena yang dapat digunakan pada ruang bebas atau udara.

2.3.1 Mikrostrip *Patch* Antena

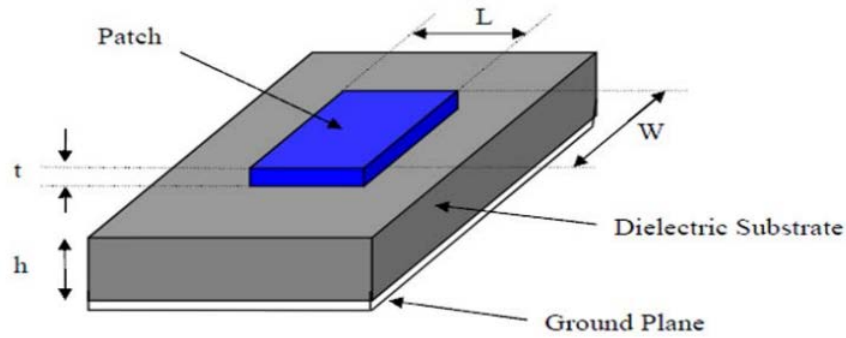
Sebuah *patch* antena mikrostrip terdiri dari sebuah *patch* dengan bentuk geometri planar pada satu sisi substrat dielektrik serta bagian *ground* pada sisi yang lain. Terdapat banyak pola *patch* untuk antena mikrostrip, namun pada umumnya bentuk konfigurasi *patch* dapat digunakan di dalam merancang suatu antena mikrostrip, seperti bujur sangkar, persegi empat, ring dan elips seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Macam-macam bentuk *patch* antena mikrostrip

2.3.2 *Patch* Persegi Panjang

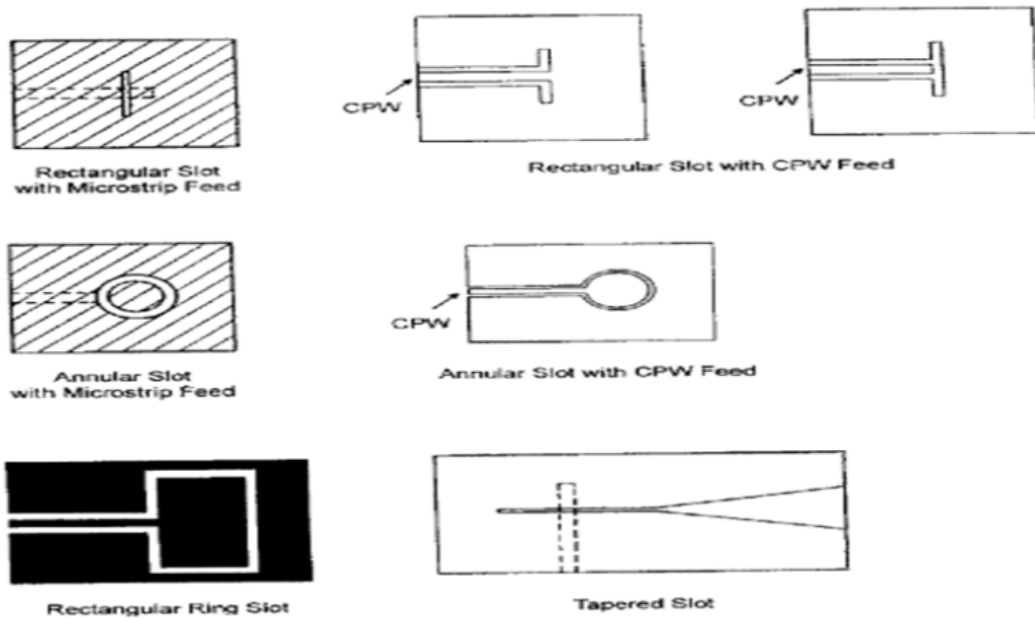
Perancangan sebuah *patch* peradiasi dari sebuah antena mikrostrip dibuat pada sisi permukaan lapisan atas dari dielektrik *substrate*. Konfigurasi elemen paradiasi dari suatu antena mikrostrip persegi panjang diperlihatkan struktur sebuah *patch* dari antena mikrostrip persegi panjang diperlihatkan pada gambar 2.4 memperlihatkan struktur sebuah *patch* dari antena mikrostrip pada lapisan permukaan dielektrik *substrate* dengan ketebalan (h), dimana *patch* persegi panjang dengan dimensi ukuran panjang (L) dan lebar (W) dengan ketebalan (t) konduktor *patch*. Pada sisi lapisan bawah konduktor dijadikan sebagai bidang *ground*.



Gambar 2.4 Struktur dan *patch* antenna mikrostrip [13]

2.3.3 Printed Slot Antena

Antena ini merupakan bentuk modifikasi dari geometri dasar antenna mikrostrip *patch*, secara teoritis sebagian besar *patch* dapat direalisasikan dalam bentuk celah (*slot*). Seperti antenna mikrostrip *patch*, antenna *slot* dapat diberikan pencatuan baik oleh saluran mikrostrip atau *couplanar waveguide*. Beberapa bentuk dasar antenna dengan bentuk *slot* dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Macam-macam bentuk antenna *slot* [14]

2.4 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Jika kondisi matching tidak tercapai, kemungkinan terjadi pemantulan dan hal ini yang menyebabkan terjadinya gelombang berdiri (*standing wave*). Dimana karakteristik ini disebut *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Persamaan untuk menentukan besarnya VSWR adalah (Krauss, 1988:83) :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.1)$$

Dari persamaan diatas besarnya koefisien pantul (Γ) menentukan besarnya VSWR. Persamaan untuk koefisien pantul adalah (Punit, 2004:18) :

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0} \quad (2.2)$$

Dengan :

Γ = Koefisien pantul

V_r = Tegangan gelombang pantul

V_i = Tegangan gelombang maju

Z_l = Impedansi beban/antena

Z_0 = Impedansi karakteristik saluran

2.5 *Return Loss*

Return loss merupakan koefisien refleksi dalam bentuk logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak matching. *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Sehingga tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan balik.

Nilai VSWR yang baik pada suatu antena adalah lebih kecil atau sama dengan 2, sehingga nilai return loss yang baik adalah sebesar lebih kecil atau sama dengan 9,54 dB. Maka dari itulah frekuensi kerja dari antena yang baik adalah ketika *return loss*-nya bernilai $\leq -9,54$ dB.

2.6 Bandwidth

Bandwidth atau lebar pita frekuensi suatu antenna didefinisikan sebagai besar rentang frekuensi kerja dari suatu antenna, dimana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar. Nilai *bandwidth* dapat diketahui apabila nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas dari suatu antenna sudah diketahui. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi awal dari frekuensi kerja antenna, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi akhir dari frekuensi kerja antenna.

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2} \quad (2.4)$$

Dengan :

BW = *Bandwidth* (%)

f_2 = Frekuensi tertinggi (GHz)

f_1 = Frekuensi terendah (GHz)

f_c = Frekuensi tengah (GHz)

Bandwidth (BW) antenna biasanya ditulis dalam bentuk persentase *bandwidth* karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi.

Salah satu jenis *bandwidth* adalah *Impedance Bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antenna berada pada keadaan matching dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai matching ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik adalah kurang dari -9,54 dB dan 2, secara berurutan [15].

BAB 3

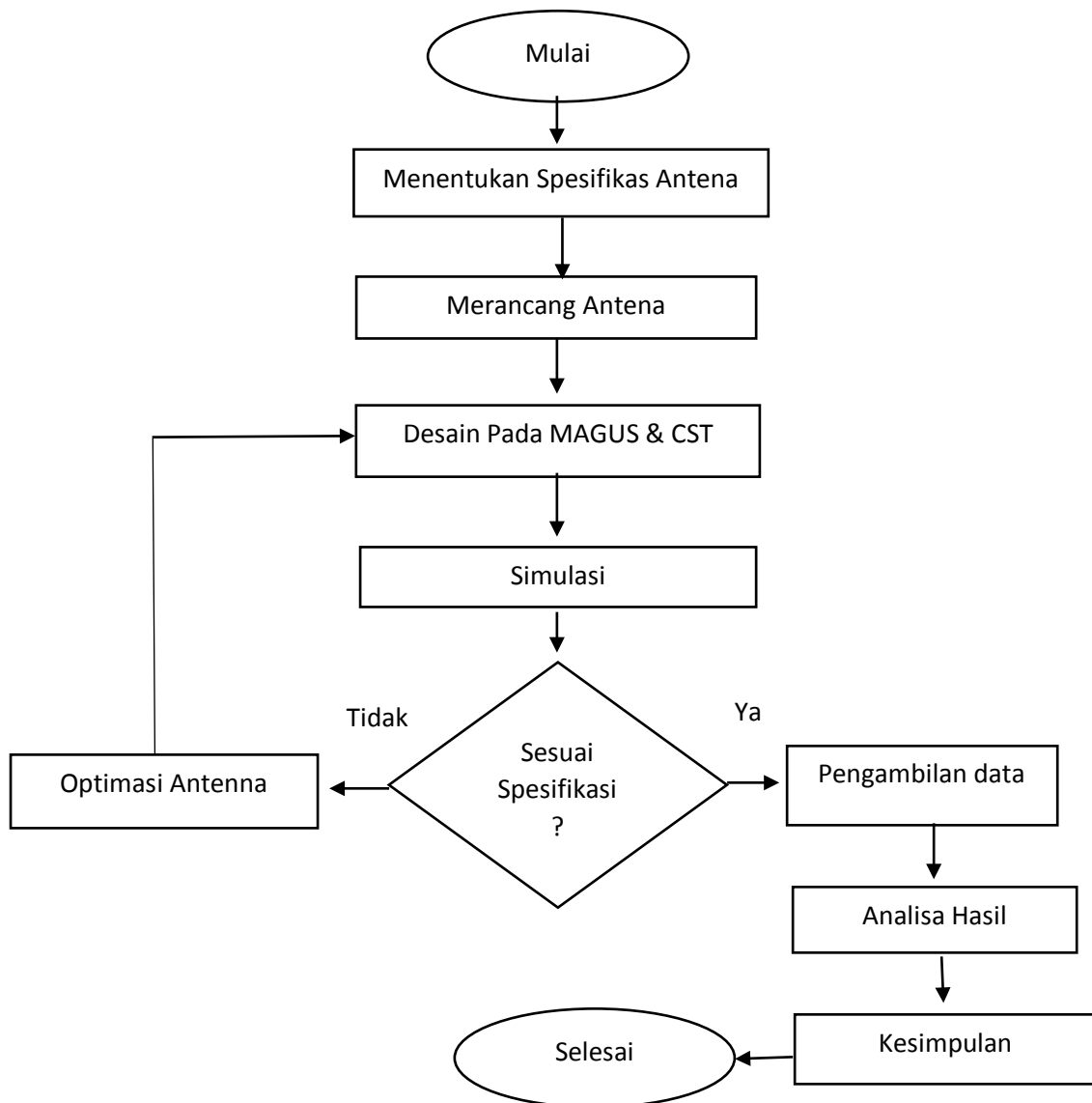
METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini bersifat simulasi, alat dan bahan yang dibutuhkan berupa perangkat komputer dengan spesifikasi multimedia yang memumpuni sebagai alat simulasi untuk membantu proses simulasi dilakukan dengan cepat dan akurat dan perangkat lunak yaitu *Antenna Magus* dan *Computer Simulation Technology Studio (CST)*.

3.2 Alur Penelitian

Alur penelitian disajikan pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

1. Menentukan Spesifikasi Antena

Pada tahap ini menentukan spesifikasi antena yang akan dijadikan acuan untuk analisa hasil simulasi. Spesifikasi yang telah ditentukan adalah :

- a) Frekuensi Kerja : 5,6 GHz
- b) *Return Loss* : ≤ -10 dB
- c) *Bandwidth* : ≥ 500 MHz
- d) VSWR : ≤ 2
- e) *Gain* : $\geq 2,5$ dBi

2. Perancangan Antena

Perancangan Antena pada penelitian ini yaitu menentukan bentuk atau spesifikasi antena yang berdasarkan dari referensi dan disesuaikan dengan design yang dibuat.

3. Desain Antena pada *software Magus* dan CST

Desain antena yang dibuat pertama kali dibuat dengan menggunakan *software Magus Antenna* dengan memilih tipe dan bahan untuk antena yang akan dibuat, setelah jadi dan mendapat dari *Magus Antenna* akan di lanjutkan di *software CST* dengan hasil akhir.

4. Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi menggunakan *software CST* terhadap desain akhir yang telah di bentuk di *software Magus Antenna*. Hasil akhir pada *software CST* dijadikan acuan analisis antena yang bekerja pada simulasi.

5. Optimasi

Pengoptimasian ini dilakukan setelah hasil akhir dari simulasi belum memenuhi syarat kerja pada antena yang telah di tentukan dan akan dirubah komponen atau dimensi pada antena yang dibuat.

6. Pengambilan Data

Pengambilan data ini dilakukan setelah hasil percobaan simulasi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengambilan data berupa *S-parameter*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*, dan parameter lainnya.

7. Analisis Hasil

Dari data yang didapatkan apakah antena sudah bisa bekerja sesuai dengan harapan dan memenuhi spesifikasi pada umumnya.

8. Kesimpulan

Tahap ini adalah hasil semua proses langkah perancangan antenna UWB, poin apa saja yang di perlukan dan mengevaluasi bagaimana proses perancangan ke depannya. Pada kesimpulan ini juga memberikan saran terkait pada penelitian ini.

3.4 Simulasi

Perancangan desain antenna UWB akan dilakukan dengan menentukan model antenna yang akan dijadikan untuk penelitian ini. Pada umumnya antenna UWB ini menggunakan antenna basic yaitu antenna bermodel *patch*. Referensi antenna bermodel *patch* tersebut sudah tersedia pada *software Magus Antenna*, ada beberapa model antenna yang terdapat pada *software Magus Antenna* tersebut yang bisa dijadikan bentuk dasar untuk pemodelan penelitian ini. Dengan cara mengubah spesifikasi desain antenna dari dimensi dan komponennya akan disesuaikan dengan target spesifikasi yang diharapkan pada penelitian ini.

3.4.1 Spesifikasi Antena

Desain spesifikasi antenna yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu antenna Patch. Spesifikasi pada antenna yang akan dibuat ada pada tabel 3.1 di bawah :

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena

No	Parameter	Nilai
1	Frekuensi	5,6 GHZ
2	Dielektrik konstan	4,3
3	Ketebalan <i>Substrate</i> (h)	1,6 mm
4	<i>Gain</i>	$\geq 2,5$ dB
5	VSWR	≤ 2

Pada tabel di atas frekuensi operasi yang diinginkan adalah 5,6 GHz dengan menggunakan bahan *Rogers FR-4 lossy* dengan ketebalan 1,6 mm. Karakteristik dasar *Rogers FR-4 lossy* sebagai bahan dielektrik yang digunakan untuk realisasi antenna ini adalah sebagai berikut :

- Permittivitas relatif ϵ_r : 4,3
- *Loss tangent* : 0,035
- Ketebalan dielektrik : 1,6

3.4.2 Perhitungan Antena Patch

Pada tahap ini dapat ditentukan perhitungan pada antena *patch* yang akan dibuat, dengan menggunakan perhitungan manual yang akan menentukan panjang dan lebarnya antena *patch* tersebut. Persamaan yang digunakan untuk menentukan panjang dan lebar pada antena *patch* yaitu :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (3.1)$$

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-0.5} \quad (3.2)$$

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (3.3)$$

$$\Delta L = 0.412h \left[\frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \right] \quad (3.4)$$

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3.5)$$

Dimana :

c = 3×10^8 m/s (Kecepatan Cahaya)

f_0 = Frekuensi Inti (GHz)

ϵ_r = Konstan Dielektrik

h = Ketebalan *Substrate* (mm)

W = Lebar (mm)

L = Panjang (mm)

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan dimensi antena *patch* dengan panjang (L) = 17,12 mm dan lebar (W) = 21,16 mm. Sedangkan untuk *ground plane* dianjurkan memiliki ukuran enam kali lebih besar dari ketebalan *substrate*. Persamaan tersebut yaitu sebagai berikut ini :

$$L_g = 6h + L \quad (3.6)$$

$$W_g = 6h + W \quad (3.7)$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka elemen pada *plane ground* pada *substrate* diperoleh dengan nilai panjang (L_g) = 18,09942 mm dan lebar (W_g) = 21,16942 mm. Perhitungan tersebut merupakan bentuk awal dari antena *patch* yang akan diaplikasikan ke software *Magus Antenna* dan *CST Studio Suite 2017*.

3.5 Analisis Antena Patch

Setelah melakukan perhitungan bentuk awalan antena *patch* dengan menggunakan rumusan sebelumnya akan disimulasikan pada *software CST Studio Suite*. Setelah melakukan simulasi pada CST jika hasil yang telah dikeluarkan tidak sesuai dengan yang diinginkan maka akan dilakukan pengoptimasian pada antena tersebut dengan menggunakan *software Magus Antenna*. Beberapa acuan terhadap pada pengoptimasian antena diantra lain yaitu panjang (L) dan lebar (W). Setelah di optimasikan pada *software Magus Antenna* akan diexport file tersebut ke *CST Studio Suite 2017* untuk melakukan simulasi kembali setelah dioptimasikan antena mikrostrip *patch*. Dari simulasi yang akan di analisis adalah nilai-nilai parameter seperti VSWR, *return loss*, *bandwidth*, dan *gain*.

BAB 4

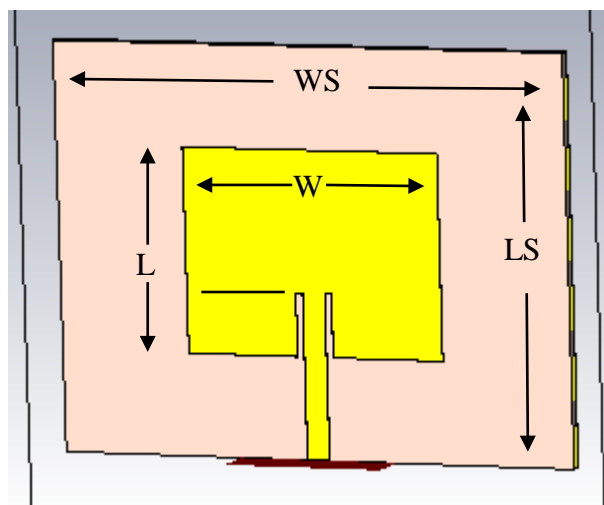
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Antena Patch

Dalam merancang antena *patch* ini akan menggunakan *software CST Studio Suite 2017* dengan menggunakan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan menggunakan rumus sebelumnya, tabel spesifikasi dan bentuk antena setelah dirancang pada *CST Studio Suite 2017* terlihat pada gambar yang ada di bawah ini :

Tabel 4.1 Tabel dimensi antena

NO	KOMPONEN	DIMENSI
1	Panjang <i>Substrate</i> (L_s)	72 mm
2	Lebar <i>Substrate</i> (W_s)	80 mm
3	Panjang <i>Patch</i> (L)	36 mm
4	Lebar <i>Patch</i> (W)	40 mm
5	Tebal <i>Substrate</i> (h_s)	1,6 mm
6	Tebal <i>Patch</i> (h)	0,0035 mm
7	Dielektrik (ϵ_r)	1



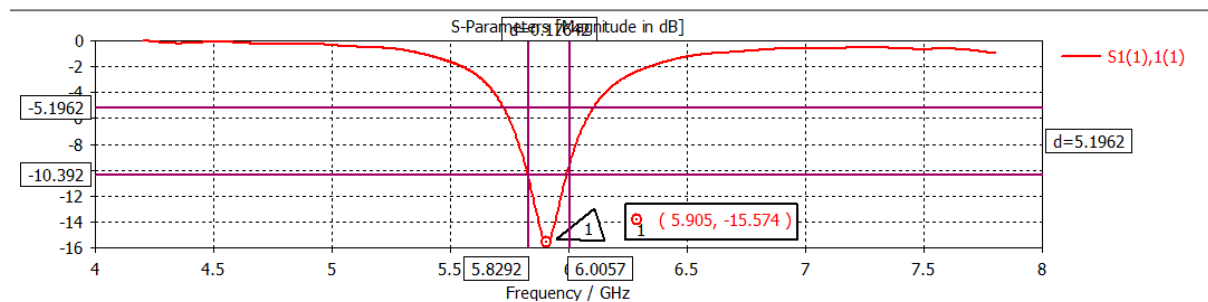
Gambar 4.1 Antena mikrostrip *patch*

Setelah melakukan perancangan desain antena mikrostrip *patch* dan di simulasikan pada *CST*, maka akan menghasilkan parameter-parameter dari antena, lalu akan

dibandingkan dengan spesifikasi yang diinginkan. Jika hasil dari simulasi tidak memenuhi, maka akan dilakukan pengoptimasian pada dimensi *patch*.

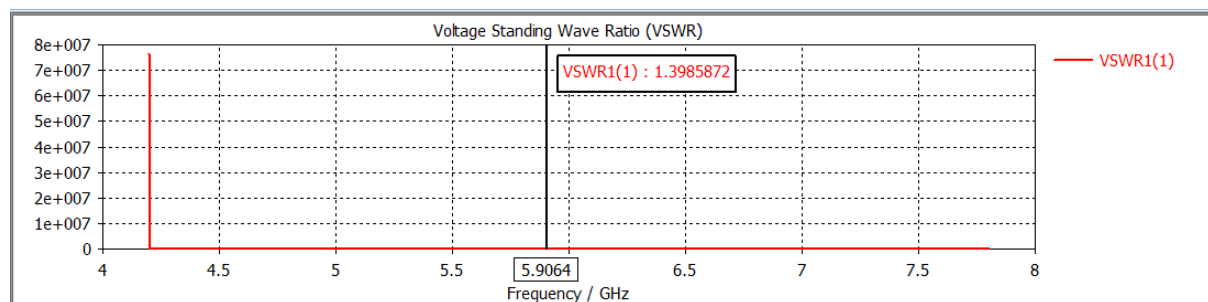
4.2 Hasil Simulasi

Hasil grafik *Return Loss* pada antenna mikrostrip *patch* terlihat pada gambar 4.2. Berdasarkan dari hasil simulasi, didapatkan nilai *return loss* sebesar -15,574 dB. Hasil dari simulasi sudah memenuhi syarat yang diinginkan yaitu ≤ -10 dB, tapi frekuensi kerjanya tidak sesuai dengan frekuensi kerja yang telah ditentukan yaitu 5,6 GHz.



Gambar 4.2 Hasil grafik *return loss*

Pada gambar 4.3 adalah hasil VSWR dari simulasi antenna mikrostrip *patch* dan nilai yang didapatkan sebesar 1,3985872. Dari hasil tersebut sudah memenuhi syarat yang diinginkan yaitu nilai VSWR ≤ 2 tetapi frekuensi kerjanya yang belum sesuai.



Gambar 4.3 Hasil grafik VSWR

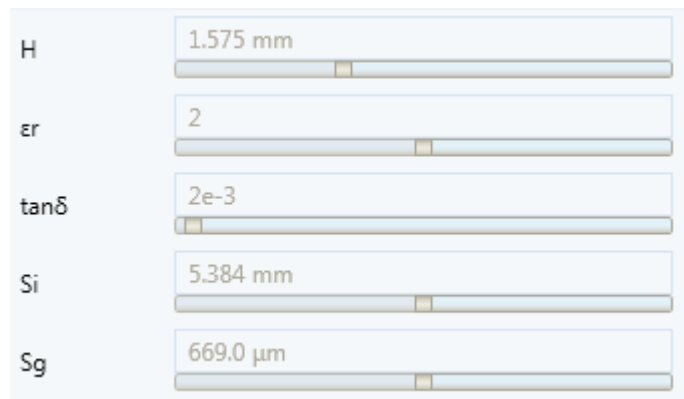
Untuk antenna mikrostrip yang dirancang tidak ada permasalahan sama sekali dengan antenanya tersebut, dari hasil *return loss* dan VSWR sudah memenuhi kedua syarat tersebut, tapi frekuensi kerja pada antenna tersebut belum sesuai yang diinginkan.

4.3 Pengoptimasian

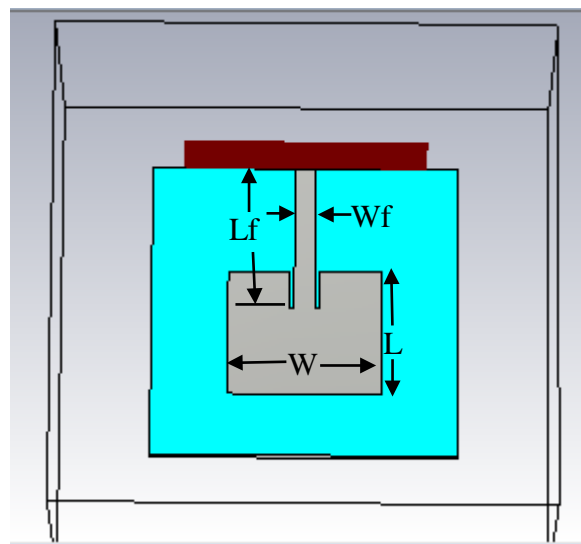
Pada tahap ini akan dilakukan pengoptimasian terhadap antenna mikrostrip *patch* dengan frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 5,6 GHz. Pengoptimasian ini dilakukan dengan menggunakan *software Magus Antenna* dengan memasukkan spesifikasi yang sama dengan *CST Studio Suite 2017*.



Gambar 4.4 Parameter 1 *Magus Antenna*

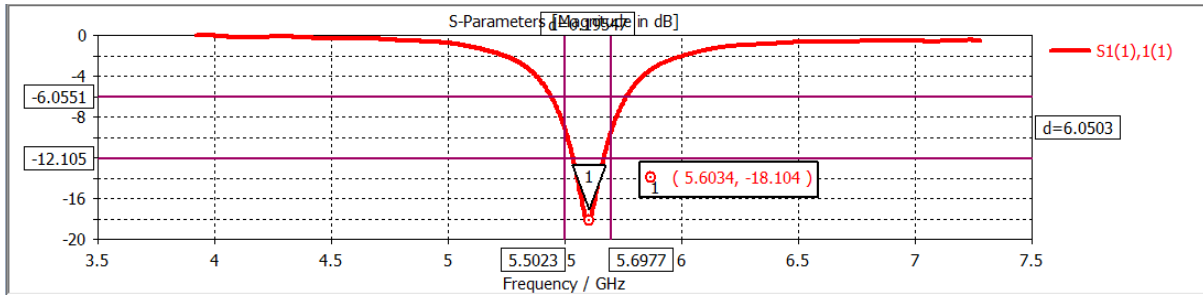


Gambar 4.5 Parameter 2 *Magus Antenna*



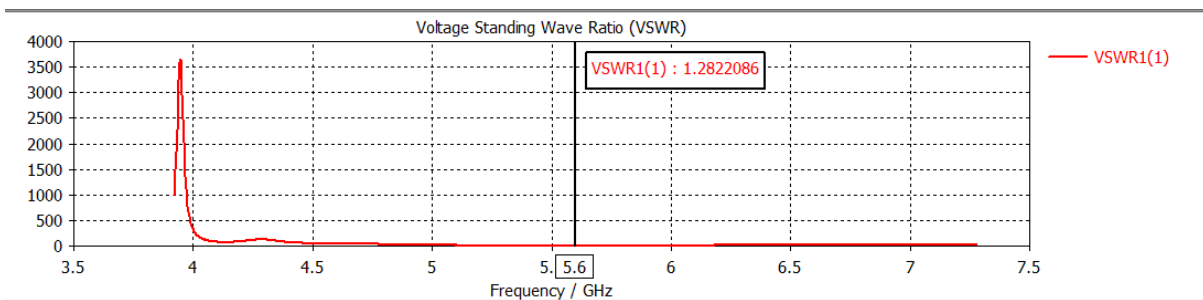
Gambar 4.6 Bentuk antenna dari *Magus Antenna*

Pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 adalah parameter antenna yang telah diubah dan telah disesuaikan dengan spesifikasi menggunakan *Magus Antenna*. Gambar 4.6 adalah bentuk model antenna *patch* yang telah didesain ulang dengan *Magus Antenna* dan telah di *export* ke *CST Studio Suite 2017*. Setelah dilakukan *export* akan disimulasikan dengan CST.



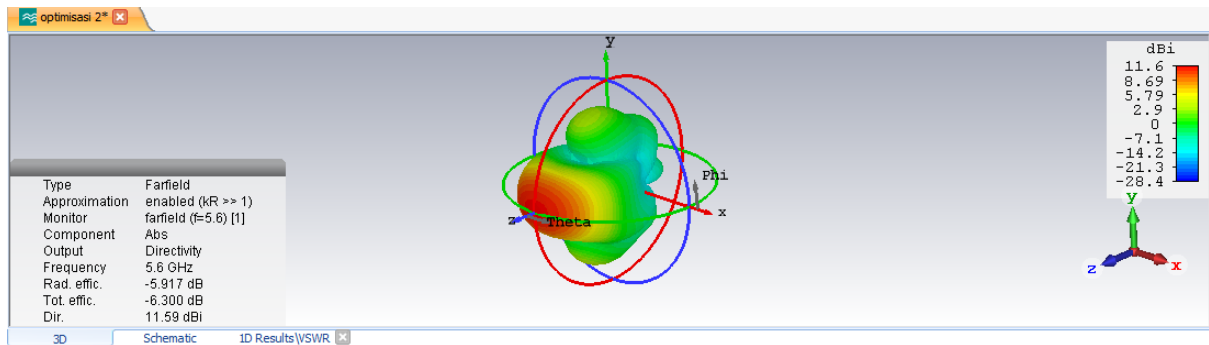
Gambar 4.7 Hasil grafik *return loss* dari yang telah dioptimasi

Nilai *return loss* yang didapatkan sebesar -18,104 dB dengan frekuensi kerja pada 5,6034 GHz. Hasil dari pengoptimasian ini sudah memenuhi syarat nilai *return loss* ≤ -10 dB dan frekuensi kerja pada antenna ini sudah sesuai. Hasil *bandwidth* yang dihasilkan pada antenna mikrostrip sebesar 195,47 MHz yang telah memenuhi spesifikasi ≥ 100 MHz

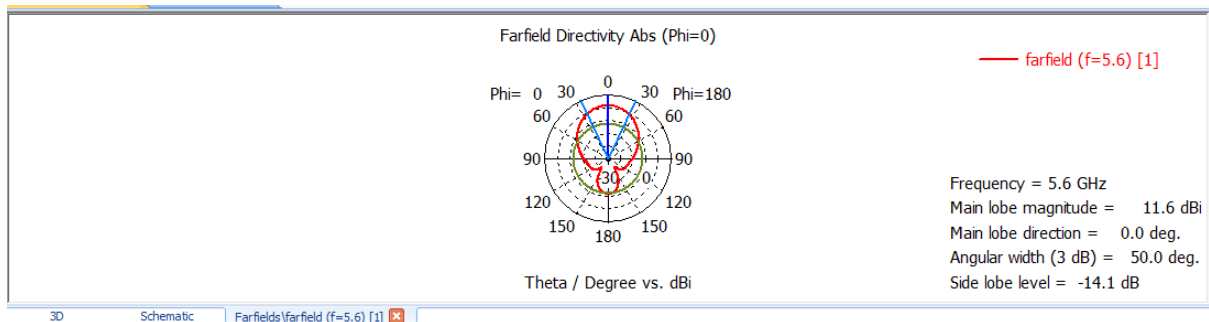


Gambar 4.8 Grafik VSWR

Pada gambar 4.8 didapatkan nilai VSWR sebesar 1,2822086 dengan resonansi frekuensi beroperasi pada frekuensi beroperasi pada frekuensi 5,6 GHz, yang mana sudah memenuhi target yaitu dengan nilai kurang dari 2. Dari proses simulasi yang sudah dilalui diperoleh nilai *S-parameter* dan VSWR yang telah memenuhi syarat dari spesifikasi yang ditentukan saat sudah dilakukan pengoptimasian terhadap antenna.



Gambar 4.9 Pola radiasi 3D dan nilai *gain* antenna mikrostrip *patch*



Gambar 4.10 Pola radiasi Azimut antenna mikrostrip *patch*

Pada intensitas dari pola radiasi menjadi indikator dari besarnya nilai *gain* pada antenna, sehingga setiap peningkatan nilai intensitas dari pola radiasi merupakan petunjuk akan nilai *gain* pada antenna

Pada gambar 4.9 dan gambar 4.10 memperlihatkan bentuk dan pola radiasi yang dihasilkan oleh antenna melalui simulasi. Pola radiasi yang terbentuk ini memperlihatkan bahwa antenna yang dirancang adalah sebagai antenna *monopole* (satu arah), dimana radiasi membentuk satu arah pancaran dengan *gain* maksimum *directivity* sebesar 11,59 dBi berada pada 0^0 . Hasil ini sudah sesuai dengan nilai spesifikasi yang diinginkan yaitu nilai *gain* $\geq 2,5$ dBi. Pada hasil menunjukkan pola radiasi berbentuk *unidirectional* dimana pola radiasi terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*.

4.4 Spesifikasi Antena Hasil Rancangan

Pada tabel 4.2 dibawah ini akan menjelaskan rangkuman secara keseluruhan hasil simulasi yang telah dilakukan sebelumnya, dimana spesifikasi antena hasil rancangan dapat dilihat seperti berikut :

Tabel 4.2 Hasil Akhir Simulasi Parameter Antena

Parameter Antena	Spesifikasi Awal	Hasil Simulasi	Keterangan
Frekuensi Kerja	5,6 GHz	5,6 GHz	Sesuai
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB	-18,104 dB	Sesuai
<i>Bandwidth</i>	≥ 500 MHz	195,47 MHz	Tidak Sesuai
VSWR	≤ 2	1,22822	Sesuai
<i>Gain</i>	$\geq 2,5$ dBi	11,59 dBi	Sesuai

Dari tabel 4.2 diketahui bahwa antena hasil perancangan dengan jenis *monopole* telah bekerja difrekuensi resonansi yang sama dengan parameter antena acuan yaitu pada 5,6 GHz. *Bandwidth* yang dihasilkan oleh antena sebesar 195,47 MHz. Dan pada VSWR menghasilkan nilai sebesar 1,2822086 yang dimana telah memenuhi spesifikasi diinginkan.

Pola radiasi menunjukkan *gain directivity* pada sudut 0 derajat sesar 11,59 dBi pada arah *E phi* dan menampilkan sebuah pola radiasi *unidirectional*.

Dari penelitian ini masih belum mencapai tujuan dalam segi teori UWB yaitu pada *bandwidth* yang seharusnya bernilai 500 MHz sedangkan hasil yang didapatkan yaitu 195,47 MHz. Untuk menaikkan nilai *bandwidth* yaitu dengan cara menaikkan lebar pada bidang *patch* dan mengubah nilai frekuensinya jadi lebih tinggi.

BAB 5

SARAN DAN KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Dengan memperhatikan proses pemodelan dan hasil simulasi antena yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Desain antena *patch* pada penelitian ini dapat bekerja pada frekuensi 5,6 GHz dengan beberapa kali penggantian pada komponen-komponen di antena *patch* tersebut.
2. Hasil dari simulasi antena yang didapatkan pada penelitian ini adalah nilai VSWR sebesar 1,282286, nilai *return loss* -18,104 dB, dan didapatkan pola radiasi pada antena tersebut berbentuk *unidirectional* dimana radiasi akan terbentuk satu arah pancaran saja dengan memasukkan *gain* direktivitas radiasi antena pada sudut 0 derajat sebesar 11,6 dBi.
3. Pengoptimasian terhadap antena menggunakan *software Magus Antenna* yang menghasilkan kinerja antena yang cukup bagus, tetapi untuk nilai *bandwidth* sendiri belum menghasilkan nilai yang sesuai standar yaitu sebesar 500 MHz, sedangkan nilai yang didapat sebesar 195,47 MHz.

5.2 SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan menggunakan bentuk *patch* yang beda seperti bentuk *elips*, atau yang lainnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik membuat antenanya secara nyata agar dapat dibandingkan dengan simulasi secara realitis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Zhu *dkk.*, “Design and analysis of planar ultra-wideband antenna with dual band-notched function,” *Prog. Electromagn. Res.*, vol. 127, hlm. 523–536, 2012.
- [2] A. Dheyaa Khaleel, “Design and Simulation Microstrip patch Antenna using CST Microwave Studio.” Universiti Kebangsaan Malaysia, 16-Des-2016.
- [3] E. Wardoyo, “Analisis Interferensi Frekuensi Radar Cuaca C-Band di Indonesia,” *InComTech*, vol. 5, no. 2, hlm. 163–184.
- [4] T. H. Mukhidin, R. Baskara, dan T. Suartini, “Perancangan Antena Fraktal Ultra Wideband,” *Penelit.-Pendidik.*, vol. 430, 2014.
- [5] A. Mahendra, “Perancangan Antena Mikrostrip Bow-Tie pada Aplikasi Ultra Wideband,” *J. Ilm. Elite Elektro*, vol. 3, no. 2, hlm. 79–88, 2012.
- [6] K.-S. Lim, M. Nagalingam, dan C.-P. Tan, “Design and Construction of Microstrip UWB Antenna with Time Domain Analysis,” *Prog. Electromagn. Res. M*, vol. 3, hlm. 153–164, 2008.
- [7] R. Yuwono, “Perencanaan dan Pembuatan Antena UWB (Ultra Wide Band)Mahkota (Crown Antenna),” *J. EECCIS*, vol. IV, no. 1, hlm. 6, 2010.
- [8] B. Allen, M. Dohler, E. Okon, W. Malik, A. Brown, dan D. Edwards, *Ultra-Wideband Antennas and Propagation: For Communications, Radar and Imaging*. John Wiley & Sons, 2006.
- [9] K. K. Parashar, “Design and Analysis of I-Slotted Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wireless Application,” *Int. J. Electr. Comput. Eng. IJECE*, vol. 4, no. 1, hlm. 31–36, 2014.
- [10] A. Stefanus Talahatu, “Perancangan Antena Mikrostrip Patch Bujur Sangkar Dengan Frekuensi Kerja 2,6 GHz Untuk Aplikasi Ground Penetrating Radar.” Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Darma Persada Jakarta, 2015.
- [11] Uofa_Unsada, “Perancangan Antena Mikrostrip Pada Frekuensi 2,3 Ghz Untuk Aplikasi L...,” 02:06:45 UTC.
- [12] C. Kim, “Ultra-Wideband Antenna,” dalam *Microwave and Millimeter Wave Technologies Modern UWB antennas and equipment*, InTech, 2010.
- [13] S. Ghosh, “Design and Simulation of Band-notched Ultra Wideband Ring Monopole Antenna,” *Int. J. Model. Optim.*, hlm. 320–323, 2012.
- [14] U. D. persada, “Skripsi Perancangan Antena Mikrostrip untuk Spektrum *Ultra Wideband* pada WLAN 5,2 GHz,” hlm. 95.

- [15] Herudin, “Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution).” SETRUM Vol.1, Jun-2012.