

**DESAIN ANTENA *MICROSTRIP RECTANGULAR* UNTUK WIFI
PADA FREKUENSI 2,462 GHz DAN 5,52 GHz**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan

mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Fiqqi Abdurrahman

12524050

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2018

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

DESAIN ANTENA *MICROSTRIP RECTANGULAR* UNTUK WIFI PADA FREKUENSI 2,462 GHz DAN 5,52 GHz

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Fiqqi Abdurrahman

12524050

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

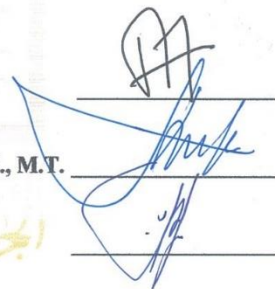
Pada tanggal: 27 April 2018

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Tito Yuwono, S.T., M.Sc.

Anggota Penguji 1: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 2: Ida Nurcahyani, S.T., M.Eng.



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 27 April 2018

Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

025200526

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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, 19 Februari 2018


Fiqqi/Abdurrahman

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh,

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Desain Antena *Microstrip Rectangular* Untuk Wifi Pada Frekuensi 2,462 GHz Dan 5,52 GHz”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shalallahu ‘Alaihi wa Salam, beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafa’atnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis dan keluarga tercinta atas semua bantuan, dukungan, doa serta ridho yang mereka berikan.
2. Bapak Tito Yuwono, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan laporan ini.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T dan Bapak Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Firdaus, Bapak Yusuf Aziz A, Bapak Alvin Sahroni, Ibu Hj. Budi Astuti, Ibu Dwi Ana Ratna W, Bapak Medilla K serta seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro UII yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Mba Puji, Mas Heri, Mas Agus, Mas Handri dan Mas Dian selaku staf Teknik Elektro UII yang telah memberikan bantuan selama menempuh studi ini.
6. Keluarga Elektro 2012 yang telah banyak membantu penulis selama menempuh studi ini.
7. Kawan - kawan seperjuangan UII yang berasal dari Sumbawa dengan segala bantuan dan semangatnya terutama Manjus, Dime, Doper, Paga, Arin, Uzlah.
8. Kawan – kawan lainnya yang berasal dari Sumbawa Fahmot, Hendra, Riska, Bil, Shandi, Yandi.
9. Kawan-kawan KKN unit 183 Hendri, Dimas, Khalid, Galuh, Putri, Nabila, Mira serta segala pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, untuk itu penulis meminta kritik dan saran yang bersifat membangun untuk pengembangan lebih lanjut. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, April 2018

Fiqqi Abdurrahman

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

w_p	: Lebar <i>patch</i>
l_p	: Panjang <i>patch</i>
w_{pl}	: Lebar <i>slot</i>
l_{pl}	: Panjang <i>slot</i>
W_g	: Lebar <i>substrate</i> atau lebar <i>ground plane</i>
L_g	: Panjang <i>substrate</i> atau lebar <i>ground plane</i>
l_{sl}	: Lebar <i>stripline</i>
p_{sl}	: Panjang <i>stripline</i>
w_i	: Lebar <i>insert feed</i>
l_i	: Panjang <i>insert feed</i>
c	: Kecepatan cahaya
ϵ_r	: Karakteristik permitivitas relatif
f	: Frekuensi kerja
ϵ_{reff}	: Konstanta dielektrik
Δl	: Merupakan pertambahan dari panjang <i>patch</i> (L)
h	: Ketebalan <i>substrate</i>
B	: Besar impedansi pada saluran
Z_0	: Impedansi beban
λ_0	: Panjang gelombang
Γ	: Koefisiensi refleksi tegangan
L_{eff}	: Panjang elemen peradiasi aktif

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sebuah antenna *dual-band* dengan *slot* berbentuk *rectangular* yang didapatkan setelah melakukan optimasi sehingga antenna dapat di aplikasikan pada WiFi dengan frekuensi kerja 2,462 GHz dan 5,52 GHz. Bahan *substrate* yang digunakan ialah FR-4 (*lossy*) yang memiliki nilai permitivitas relatif sebesar 4,3. Untuk mendapatkan desain antenna dasar perlu dilakukan perhitungan pada setiap parameter antenna, sehingga dapat melakukan simulasi pada CST studio 2017. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka hasil desain antenna dengan formula memiliki ukuran 37,429 mm × 31,882 mm untuk ukuran *patch* antenna dan ukuran *slot* antenna 16,693 mm × 13,905 mm. Hasil dari simulasi antenna formula pada frekuensi 2,462 GHz memiliki nilai *return loss* = -1,6067 dB, nilai VSWR = 10,844, dan memiliki *gain* antenna 6,035 dB. Sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz memiliki nilai *return loss* = -3,83 dB, nilai VSWR = 4,609 dan memiliki *gain* antenna 10,13 dB. Setelah melakukan optimasi pada antenna, hasil berbeda dengan yang didapatkan antenna formula, yaitu memiliki ukuran *patch* antenna 61,54 mm × 38,4262 mm dan ukuran *slot* antenna 30 mm × 12,846 mm. Sedangkan hasil dari simulasi antenna pada frekuensi 2,462 GHz didapatkan nilai *return loss* = -9,39993 dB, nilai VSWR = 2,0252, dan memiliki *gain* antenna 6,335 dB. Sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan nilai *return loss* = -15,044 dB, nilai VSWR = 1,4299, *gain* antenna 11,42 dB dan *bandwidth* 202,1 MHz. Dapat disimpulkan bahwa antenna yang bekerja sesuai dengan spesifikasi hanya pada frekuensi 5,52 GHz karena menurut ketentuan nilai VSWR ≤ 2 dan *s-parameter* ≤ -10 dB.

Kata kunci : *Microstrip*, *Dual Band*, WiFi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Antena Microstrip.....	4
2.2.2 Microstrip Slot Antenna (MSA).....	5
2.2.3 Antena Dual Band.....	6
2.2.4 Teknik Pencantuan Antena.....	6
2.2.5 Antena Patch Rectangular.....	8
2.2.6 Parameter Antena <i>Microstrip</i>	10
2.2.7 WiFi	12
BAB 3 METODOLOGI.....	14
3.1 Tahap Perancangan	14

3.2 Perhitungan Pada Dimensi Antena	16
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Perancangan dan Hasil Antena Menggunakan Formula.....	21
4.2 Perancangan dan Hasil Antena Setelah Melakukan Optimasi.....	23
4.3 Analisis Perancangan.....	26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Antena <i>microstrip</i> umum.....	4
Gambar 2.2 Gambar umum <i>microstrip slot</i>	5
Gambar 2.3 Pencatuan <i>probe coaxial</i>	7
Gambar 2.4 Pencatuan <i>microstrip line</i>	7
Gambar 2.5 Pencatuan <i>single feed proximate</i>	7
Gambar 2.6 <i>Insert feed</i>	8
Gambar 2.7 <i>Rectangular patch</i>	8
Gambar 2.8 Pola radiasi antena.....	11
Gambar 3.1 Alur diagram pelaksanaan penelitian.....	15
Gambar 4.1 Desain antena <i>microstrip</i> berdasarkan formula.....	21
Gambar 4.2 Parameter antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz	21
Gambar 4.3 VSWR antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz.....	22
Gambar 4.4 Pola radiasi antena pada frekuensi 2,462 GHz.....	22
Gambar 4.5 Pola radiasi antena pada frekuensi 5,52 GHz.....	22
Gambar 4.6 <i>Gain</i> antena pada frekuensi 2,462 GHz.....	23
Gambar 4.7 <i>Gain</i> antena pada frekuensi 5,52 GHz.....	23
Gambar 4.8 Desain antena <i>microstrip</i> setelah melakukan optimasi	24
Gambar 4.9 Parameter antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz	24
Gambar 4.10 VSWR antena pada frekuensi 4,62 GHz dan 5,52 GHz.....	24
Gambar 4.11 <i>Bandwidth</i> antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz.....	25
Gambar 4.12 Pola radiasi antena pada frekuensi 2,462 GHz.....	25
Gambar 4.13 Pola radiasi antena pada frekuensi 5,52 GHz.....	25
Gambar 4.14 <i>Gain</i> antena pada frekuensi 2,462 GHz.....	26
Gambar 4.15 <i>Gain</i> antena pada frekuensi 5,52 GHz.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Channel frekuensi 2,4 GHz	12
Tabel 2.2 Channel frekuensi 5 GHz	13
Tabel 3.1 Dimensi antena <i>microstrip</i> Dari Formula	20
Tabel 4.1 Dimensi antena <i>microstrip</i> yang didapatkan dari formula antena.....	26
Tabel 4.2 Dimensi antena <i>microstrip</i> setelah melakukan optimasi.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Telekomunikasi adalah hal yang sangat penting pada saat ini, era teknologi informasi sekarang menuntut adanya komunikasi yang cepat, *realtime*, dimana saja dan kapan saja. Sistem komunikasi *wireless* merupakan sistem komunikasi dengan media transmisi berupa propagasi gelombang elektromagnetik tanpa harus terkoneksi dengan kabel. Contoh aplikasi dari sistem ini adalah WiFi yang menggunakan standar IEEE 802.11.

WiFi "*Wireless Fidelity*" merupakan salah satu standar komunikasi nirkabel yang paling populer di pasaran, teknologi ini banyak digunakan baik di perkantoran, pusat perbelanjaan, kampus maupun tempat umum lainnya. Dalam penerapannya, antena adalah salah satu perangkat yang digunakan untuk mengakses WiFi, antena berfungsi sebagai suatu piranti yang digunakan untuk mengirimkan dan menerima gelombang radio atau gelombang elektromagnetik yang diradiasikan dalam medium bebas untuk dipancarkan.

Antena *microstrip* adalah suatu konduktor *metal (patch)* yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena *microstrip* diatur oleh bentuknya. Antena *microstrip* merupakan salah satu antena yang paling populer saat ini, hal ini disebabkan karena antena *microstrip* sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran, selain itu antena *microstrip* mudah dibuat, mudah untuk diinstalasi, biaya yang rendah, tetapi antena *microstrip* juga memiliki kerugian diantaranya *bandwidth* yang sempit. Hal ini dapat diatasi karena *bandwidth* antena dapat ditingkatkan dengan berbagai metode seperti meningkatkan ketebalan *substrate* dengan nilai dielektrik konstan yang rendah, dengan *probe feeding* memotong *slot*, serta dengan mencoba antena dengan bentuk-bentuk yang berbeda.

Dalam tugas akhir ini ada beberapa jenis antena *microstrip* yang bisa di desain untuk memenuhi kebutuhan dari teknologi WiFi, perancangan ini menggunakan bentuk *rectangular* dan mencari formula antena *microstrip* yang dibutuhkan oleh teknologi WiFi sehingga akan dirancang antena *microstrip rectangular* untuk WiFi 802.11 bekerja pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz diaplikasikan sebagai *receiver* pada laptop yang akan diletakkan pada layar monitor.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana merancang pada CST antenna *microstrip rectangular* untuk WiFi 802.11 yang dapat bekerja pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz.
- 2) Bagaimana cara menguji dan mengukur parameter antenna.
- 3) Bagaimana menganalisa parameter hasil pengukuran antenna yang dibuat terhadap parameter yang diinginkan.
- 4) Bagaimana melakukan optimasi hasil rancangan antenna agar didapat hasil yang sesuai dengan parameter.

1.3 Batasan Masalah

- 1) Antena yang digunakan pada perancangan ini adalah antenna *microstrip* atau *plannar*.
- 2) Antena yang dirancang menggunakan bantuan *software* CST 2017.
- 3) Antena diimplementasikan pada teknologi WiFi yang menggunakan standar IEEE 802.11 dengan dua frekuensi kerja yaitu 2,462 GHz dan 5,52 GHz.
- 4) Sistem antenna yang dirancang adalah antenna *microstrip* yang dapat bekerja pada dua frekuensi dengan menjadikan frekuensi 5,52 sebagai ukuran *slot*.

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Menghasilkan rancangan pada CST antenna *microstrip rectangular* untuk WiFi 802.11 yang dapat bekerja pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz.
- 2) Menguji dan mengukur parameter antenna yang telah dibuat.
- 3) Menganalisa parameter hasil pengukuran antenna yang dibuat terhadap parameter yang diinginkan.
- 4) Mengoptimasi hasil rancangan antenna agar didapat hasil yang sesuai dengan spesifikasi.

1.5 Manfaat Penelitian

- 1) Menjadi acuan dalam pengembangan di bidang antenna *microstrip*.
- 2) Dapat menganalisis perubahan parameter-parameter antenna serta pengaruh terhadap frekuensi kerja antenna.
- 3) Memahami frekuensi kerja antenna dan *channel* kerja dengan jelas yang sudah menjadi standar 802.11.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang antenna telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan Yosefariko [1], penelitian ini mendesain sebuah antenna dengan dua frekuensi kerja yang digunakan adalah 2,4 GHz dan 3,6 GHz. Antenna memiliki ukuran lebar patch 25,53 mm dan panjang patch 25,53 mm. Hasil dari penelitian ini pada frekuensi 2,4 GHz didapatkan batas bawah dengan frekuensi 2,382 GHz dan batas atas dengan frekuensi 2,434 GHz dengan nilai VSWR 1,567 dan bandwidth 119 MHz sedangkan pada frekuensi 3,6 didapatkan batas bawah dengan frekuensi 3,563 GHz dan batas atas dengan frekuensi 3,638 dengan nilai VSWR 1,337 dan bandwidth 124 MHz.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Angga Budiawan Adipurnama [2], yang membahas tentang bagaimana antenna yang direalisasikan memiliki ukuran panjang patch 13,4899 mm dan lebar patch 17,8860 mm. Penelitian ini menghasilkan sebuah antenna dengan nilai VSWR 1,2251, bandwidth 130 MHz dan dapat bekerja pada frekuensi 5,180 - 5,220 GHz.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Wayan Bayu Ariswara dkk [3], Pada penelitian ini dirancang, disimulasi dan direalisasikan sebuah antenna untuk mendukung teknologi *broadband wireless access* khususnya aplikasi WIMAX. Hasil dari penelitian ini didapatkan ukuran antenna dengan panjang patch 18,473 mm dan lebar patch 20 mm, dengan range frekuensi kerja 3300 MHz – 3700 MHz dan didapat nilai VSWR 1,42 dan bandwidth 380 MHz.

Penelitian ini merancang sebuah antenna *microstrip rectangular* dengan ukuran *patch* antenna 61,54 mm × 38,4262 mm dan ukuran *slot* antenna 30 mm × 12,846 mm. Dapat bekerja pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz yang dapat di aplikasikan pada WiFi dengan standar 802.11. Hasil dari simulasi antenna pada frekuensi 2,462 GHz didapatkan nilai *return loss* = -9,39993 dB, nilai VSWR = 2,0252, dan memiliki *gain* antenna 6,335 dB. Sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan nilai *return loss* = -15,044 dB, nilai VSWR = 1,4299, *gain* antenna 11,42 dB dan *bandwidth* 202,1 MHz. Dapat disimpulkan bahwa antenna yang bekerja sesuai dengan spesifikasi hanya pada frekuensi 5,52 GHz karena menurut ketentuan nilai VSWR ≤ 2 dan *s-parameter* ≤ -10 dB.

2.2 Tinjauan Teori

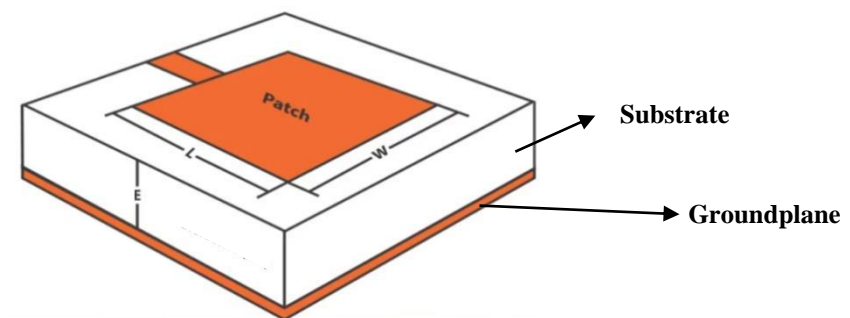
Antena berfungsi sebagai pemancar atau penerima gelombang elektromagnetik dalam sistem komunikasi. Dalam penjarannya dari suatu pemancar menuju penerima yang jauh jaraknya menyebabkan gelombang elektromagnetik mengalami pengurangan energi, sehingga ketika diterima oleh penerima, kekuatan sinyal sudah berkurang. Untuk dapat diterima dengan baik oleh penerima maka diperlukan suatu antena yang mempunyai faktor pola radiasi, polarisasi, penguatan *gain* tinggi dan direktivitas yang lebar [4].

2.2.1 Antena Microstrip

Ada beberapa jenis antena *microstrip* berdasarkan bentuk *patch*-nya [5]:

- Antena *microstrip patch* persegi panjang (*rectangular*)
- Antena *microstrip patch* persegi (*square*)
- Antena *microstrip patch* lingkaran (*circular*)
- Antena *microstrip patch elips* (*elliptical*)
- Antena *microstrip patch* segitiga (*triangular*)
- Antena *microstrip patch circular ring*

Berdasarkan gambar 2.1 Antena *microstrip* merupakan suatu antena yang mempunyai bentuk seperti lempengan tipis. *Conducting patch*, *dielectric substrate*, dan *groundplane* adalah beberapa lapisan *substrate* dimana antena *microstrip* dapat dibuat [6].



Gambar 2.1 Antena *microstrip* umum [6]

Beberapa lapisan pada *substrate* sebagai berikut:

a) *Conducting Patch*

Conducting patch atau *patch* adalah bagian paling atas dari lapisan *substrate* antena *mikrostrip*. *Patch* terbuat dari bahan konduktor. Pada lapisan ini dapat dibentuk sesuai dengan antena yang diinginkan berdasarkan bentuk *patch*-nya, seperti lingkaran, *rectangular*, segitiga, ataupun berbentuk *circular ring* [7].

b) *Dielectric substrate*

Dielectric substrate merupakan lapisan yang terdapat di bagian tengah *substrate* yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*. Bahan dielektrik adalah bahan yang digunakan pada bagian ini dengan permitivitas relatif tertentu sesuai dengan kebutuhan perancangan [7].

c) *Groundplane*

Bagian terakhir atau bagian paling bawah dari substrat adalah *groundplane* biasanya terbuat dari bahan *konduktor* yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan [7].

Keuntungan antenna mikrostrip adalah:

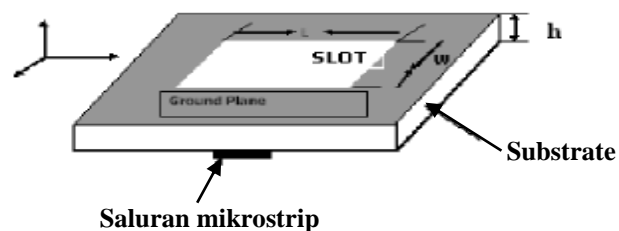
- Mempunyai penampang yang tipis
- Ukuran yang kecil dan ringan,

Kelemahan antenna mikrostrip adalah :

- *Gain* yang rendah dan efisiensi yang rendah.
- *Bandwidth* yang sempit.

2.2.2 Microstrip Slot Antenna (MSA)

Slot adalah salah satu variasi konfigurasi dari antenna *microstrip* dimana pada lapisan *groundplane* diberikan *slot* atau celah seperti yang terlihat pada gambar 2.2. Mempunyai kelebihan dalam hal efisiensi bahan merupakan salah satu keunggulan dari konfigurasi antenna *slot microstrip*, karena hanya menggunakan dua buah lapisan konduktor dimana kedua lapisan mempunyai peran masing-masing yaitu lapis bawah berfungsi sebagai saluran catu dan lapis atas berfungsi sebagai radiator sekaligus *groundplane* [3].



Gambar 2.2 Gambar umum *microstrip slot* [3]

Antena *slot microstrip* merupakan adaptasi dari antenna *slot dipole*. Pola radiasi yang dimiliki antenna *slot* dan antenna *dipole* adalah sama. Akan tetapi, ada beberapa perbedaan yang dimiliki keduanya. Pertama, medan *electric* dan *magnetic* keduanya saling bertukar. Ketika antenna *dipole* yang memiliki arah *electric horizontal* dan medan *magnetic* membentuk

loop searah *vertical*, maka antenna *slot* memiliki arah *magnetic horizontal* dan arah *electric* yang *vertical*. Sehingga, *polarisasi* yang dihasilkan oleh antenna *slot horizontal* adalah *vertical* [3].

2.2.3 Antena Dual Band

Antena *dual-band* merupakan teknik yang digunakan untuk merancang antenna sehingga dapat difungsikan sebagai antenna *dual-band* dan masih banyak lagi teknik lainnya untuk merancang suatu antenna, teknik ini diantaranya menggabungkan dua *patch* antenna *microstrip* yang mempunyai ukuran berbeda sehingga dapat menjadi satu buah antenna, atau dapat juga menambahkan beban reaktif pada bagian *patch* antenna. Selain itu, penambahan *slot* atau irisan di dalam *patch* merupakan salah satu solusi sehingga antenna tersebut dapat dikonfigurasi menjadi antenna *dual-band* [8].

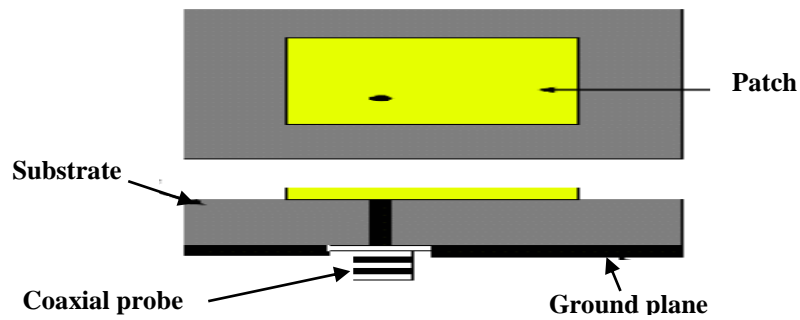
Akan tetapi cara-cara di atas mempunyai kesulitan atau kerumitan yang cukup tinggi, baik secara perhitungan maupun dengan melihat material yang dibutuhkan. Pada penelitian ini cara tersebut dipilih dimana pada antenna menambahkan *slot* pada *patch* antenna, cara ini dipilih karena dinilai paling sederhana dalam membentuk antenna *dual-band*, dan mudah dalam melakukan proses optimasi serta membutuhkan ukuran material yang kecil [8].

2.2.4 Teknik Pencatutan Antena.

Adapun teknik dalam melakukan pencatutan antenna dibagi dua yaitu pencatutan secara langsung dan tidak langsung. Pencatutan secara langsung dapat menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*, sedangkan untuk pencatutan secara tidak langsung yaitu menggunakan *coupling electromagnetic*, dimana tidak ada kontak *metallic* langsung antara *feed line* dan *patch*. Secara keseluruhan teknik pencatutan pada antenna mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antenna [9].

a) Teknik Pencatutan *Probe Coaxial*.

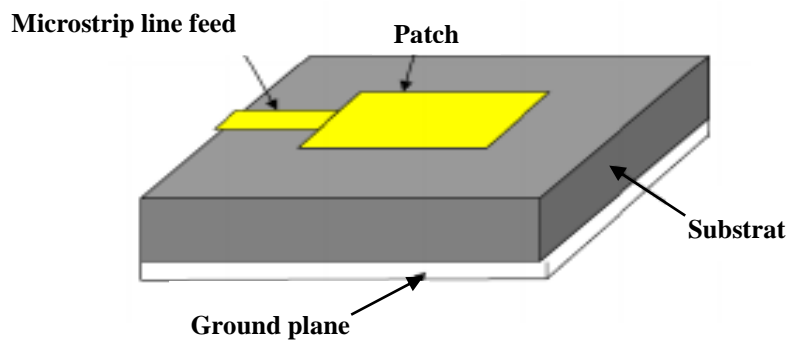
Seperti yang terlihat pada gambar 2.3 teknik pencatutan ini dilakukan dengan cara menyatukan konduktor dari kabel *coaxial* ke *patch* antenna secara langsung. Teknik ini memiliki keuntungan yaitu konduktor dapat ditempelkan pada titik manapun yang diinginkan, teknik ini mudah dalam proses pabrikasi. Akan tetapi teknik ini mempunyai kelemahan yaitu perlunya pengeboran pada *substrate* untuk mencatu bagian *patch* dari bawah dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan cukup tinggi karena besar lubang akan mempengaruhi kinerja pada antenna [7].



Gambar 2.3 Pencatuan *probe coaxial* [7]

b) Teknik Pencatuan *Microstrip line feed*

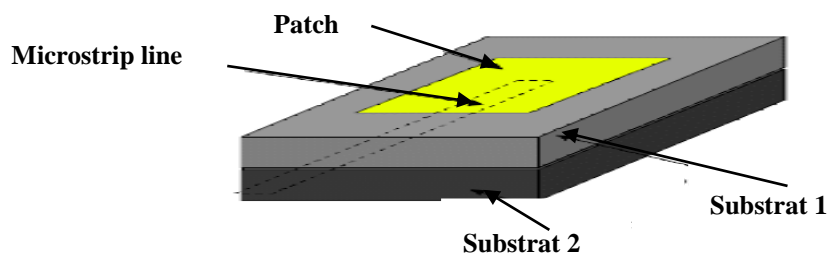
Pada teknik pencatuan *microstrip line feed* lebih mudah dalam proses pabrikasi karena *feed line* dan elemen paradiasi dicetak pada *substrate* yang sama. Penyepadanan impedansi pada teknik ini juga lebih sederhana jika dibandingkan dengan teknik pencatuan lain. Seperti yang terlihat pada gambar 2.4 *patch* antenna dicatu pada bagian tepinya sehingga yang harus diperhatikan adalah impedansi pada tepi *patch* harus *match* dengan impedansi dari saluran agar terjadi transfer daya maksimum [7].



Gambar 2.4 Pencatuan *microstrip line* [7]

c) Teknik Pencatuan *Single Feed Proximity*

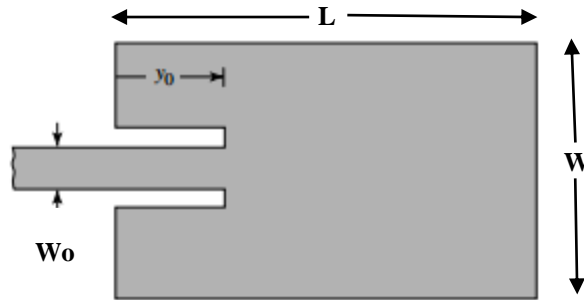
Berdasarkan gambar 2.5 teknik pencatuan ini terletak diantara dua layar dielektrik, *substrate 1* dan *2*. *Substrate* memiliki permitivitas dan ketebalan yang dapat bervariasi dan menjadi parameter desain. *Coupling electromagnetic* antara *microstripline* dan *patch* dapat menghasilkan pencatuan pada antenna. Ketebalan *substrate* yang memisahkan antara *patch* dan *ground* didapatkan dengan menambahkan dua lapis *substrate* yang akan menambahkan *bandwidth* apabila dibandingkan dengan konfigurasi lapis tunggal [7].



Gambar 2.5 Pencatuan *single feed proximate* [7]

d) Teknik Pencatuan *Insert feed*

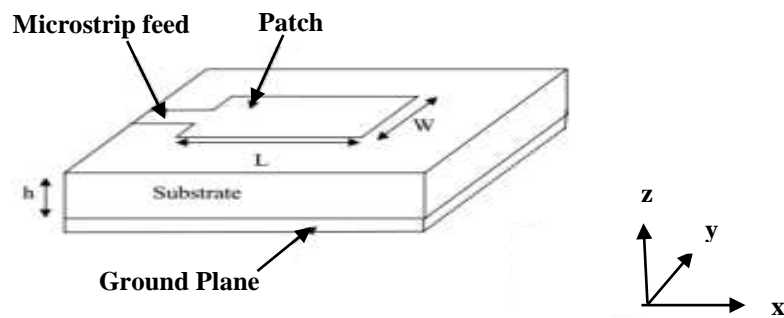
Pada *microstrip line* dapat diubah dengan menambahkan *insert feed*, Seperti yang terlihat pada gambar 2.6 sebuah celah menjorok dari *microstrip line* ke dalam *patch*. Teknik ini dapat digunakan secara efektif untuk penyepadanan *patch* antena menggunakan *microstrip line* [2].



Gambar 2.6 *Insert feed* [2]

2.2.5 Antena Patch Rectangular.

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.7 antena *patch rectangular* adalah salah satu antena dimana mudah dalam proses pabrikasi dan banyak digunakan dalam perancangan antena. Karena ketebalan *substrate* lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *rectangular patch* dianggap sebagai bidang *plannar* dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam analisa, *patch rectangular* menghasilkan polarisasi *linier* [4].



Gambar 2.7 *Rectangular patch* [7]

Rectangular patch, W bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi *patch*. Sedangkan L harus $< \lambda/2$, dimana λ adalah panjang gelombang medium dielektrik. Untuk menghitung lebar *patch* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 [5]:

$$W = \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- W = Lebar *patch* (mm)
c = Kecepatan cahaya (m/s)
f = Frekuensi kerja (Hz)
 ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

Dimana λ_0 adalah panjang gelombang ruang hampa dan ϵ_{reff} adalah konstanta dielektrik efektif *patch*. Nilai ϵ_{reff} dapat diperoleh dari persamaan 2.2 [4]:

$$VSWR = \frac{V \max}{V \min} = \frac{1 + |\Gamma(z)|}{1 - |\Gamma(z)|} \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan :

- Γ = Koefisiensi refleksi tegangan
h = Ketebalan *substrate* (mm)

Sedangkan untuk mencari panjang L (panjang *patch*) dapat menggunakan persamaan 2.4 [5]:

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.3)$$

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (2.4)$$

Keterangan :

- ΔL = Pertambahan dari panjang *patch* (L) (mm)
 L_{eff} = Panjang elemen paradiasi aktif (mm)
 f_0 = Frekuensi kerja (Hz)
 ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik

Groundplane sama dengan ukuran *substrate*, menggunakan rumus 2.5 dan 2.6 [6]:

$$W_g = 6h + W_{patch} \quad (2.5)$$

$$L_g = 6h + L_{patch} \quad (2.6)$$

- L_g = Panjang *groundplane* (mm) W_g = Lebar *groundplane* (mm)

Untuk menghitung W *stripline* (lebar *stripline*) dapat menggunakan persamaan 2.8, sebelum menghitung W_s (Lebar *stripline*) perlu dihitung nilai B (besar impedansi pada saluran) dengan nilai impedansi beban 50Ω seperti pada persamaan 2.7 [10]:

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} ; Z_0:50 \Omega \text{ (impedansi beban)} \quad (2.7)$$

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

Keterangan :

h = ketebalan *substrate* (mm)

Z_0 = Impedansi beban (ohm)

B = Besar impedansi pada saluran (ohm)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

Sedangkan untuk menghitung L *stripline* (lebar *stripline*) dapat menggunakan persamaan 2.9 [10]:

$$\lambda g = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.9)$$

Keterangan :

λg = Panjang gelombang (m)

c = Kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

2.2.6 Parameter Antena *Microstrip*

Parameter Antena adalah hal yang paling penting dalam melakukan perancangan dan analisis pada sebuah antena dikarenakan parameter antena juga sebagai tolak ukur dari performansi antena itu sendiri. Ada beberapa parameter antena *microstrip* antara lain, yaitu [4]:

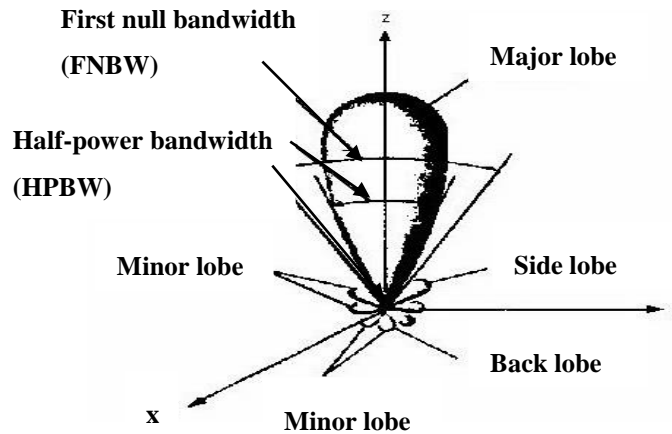
a) *Gain* Antena (G)

Gain (*directive gain*) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti *watt*, *ohm*, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk *gain* adalah *decibel* [4].

b) Pola Radiasi Antena

Pola radiasi sebuah antena didefinisikan sebagai gambaran grafis dari sifat-sifat pancaran antena sebagai fungsi dari koordinat ruang. Pada koordinat bola, sebuah titik

radiasi merupakan fungsi dari r , T dan F . Komponen-komponen yang terdapat dalam gambaran pola radiasi adalah *main lobe*, *side lobe*, dan *back lobe*. Dari *main lobe* bisa dilihat parameter-parameter HPBW (*Half Power Beamwidth*) dan FNBW (*First Null Beamwidth*) [4].



Gambar 2.8 Pola radiasi antenna [4]

Adapun pola radiasi antenna dibedakan menjadi 3 yaitu:

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

c) VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

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

$\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.

$\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *match* sempurna.

$\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

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

Dimana :

$\Gamma(z)$ = Koefisien refleksi

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($VSWR = 1$), yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk fabrikasi antena adalah $VSWR \leq 2$ [4].

d) *Bandwidth*

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan berapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar. *Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.10 [10]:

$$BW = (f_2 - f_1) / f_c \times 100\% \quad (2.10)$$

Keterangan :

f_2 = Frekuensi atas (GHz) f_c = Frekuensi tengah (GHz)
 f_1 = Frekuensi bawah (GHz) BW = Bandwidth (MHz)

2.2.7 WiFi

WiFi merupakan kependekan dari *Wireless Fidelity* yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. WiFi menggunakan standar komunikasi IEEE 802.11, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. 802.11 adalah standar IEEE untuk W-LAN *indoor* [11].

Standard IEEE 802.11 memiliki beberapa varian IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11y, IEEE 802.11ac dan lain-lain. Pada tugas akhir ini menggunakan frekuensi kerja di 2,462 GHz yang digunakan pada standar IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n dan frekuensi 5,52 GHz yang digunakan pada standar IEEE 802.11a, 802.11n. Berikut ini adalah tabel *channel* frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz [11]:

Tabel 2.1 *Channel* frekuensi 2,4 GHz [11]

Chanel Identifier	Center Frekuensi (MHz)	Regulatory Domains				
		America (-A)	EMEA (-E)	Japan (-P)	China (-C)	Australia (-N)
1	2412					
2	2417	X	X	X	X	X
3	2422	X	X	X	X	X
4	2427	X	X	X	X	X
5	2432	X	X	X	X	X

Chanel Identifier	Center Frekuensi (MHz)	Regulatory Domains				
		America (-A)	EMEA (-E)	Japan (-P)	China (-C)	Australia (-N)
6	2437	X	X	X	X	X
7	2442	X	X	X	X	X
8	2447	X	X	X	X	X
9	2452	X	X	X	X	X
10	2457	X	X	X	X	X
11	2462	X	X	X	X	X
12	2467	X	X	X	X	X
13	2472	-	X	X	X	X
14	2484	-	X	X	X	-

Tabel 2.2 Channel frekuensi 5 GHz [11]

Chanel Identifier	Center Frequency (MHz)	Regulatory Domains				
		North America (-A)	EMEA (-E)	Japan (-P)	China (-C)	Australia (-N)
34	5170	-	-	-	-	-
36	5180	X	X	X	-	X
38	5190	-	-	-	-	-
40	5200	X	X	X	-	X
42	5210	-	-	-	-	-
44	5220	X	X	X	-	X
46	5230	-	-	-	-	-
48	5240	X	X	X	-	X
52	5260	X	X	X	-	X
56	5280	X	X	X	-	X
60	5300	X	X	X	-	X
64	5320	X	X	X	-	X
100	5500	-	X	-	-	-
104	5520	-	X	-	-	-
108	5540	-	X	-	-	-
112	5560	-	X	-	-	-
116	5580	-	X	-	-	-
120	5600	-	X	-	-	-
124	5620	-	X	-	-	-
128	5640	-	X	-	-	-
132	5660	-	X	-	-	-
136	5680	-	X	-	-	-
140	5700	-	X	-	-	-
149	5745	X	-	-	X	X
153	5765	X	-	-	X	X
157	5785	X	-	-	X	X
161	5805	X	-	-	X	X

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tahap Perancangan

Dalam melakukan desain antenna *microstrip slot* berbentuk *rectangular*, ada beberapa langkah yang akan di lakukan seperti yang di bawah ini, yaitu:

1. Menentukan spesifikasi antenna

Antena yang akan di desain pada tugas akhir ini ialah antenna *microstrip slot rectangular* yang bekerja pada frekuensi menurut standar dari IEEE 802.11. Berikut spesifikasi yang diharapkan dari antenna ini adalah:

- Frekuensi : 2,462 GHz dan 5,52 GHz
- VSWR : ≤ 2
- *S – Parameter* : ≤ -10 dB
- Bahan *patch* : *Copper Annaled*
- Bahan *substrate* : FR4 (*lossy*)

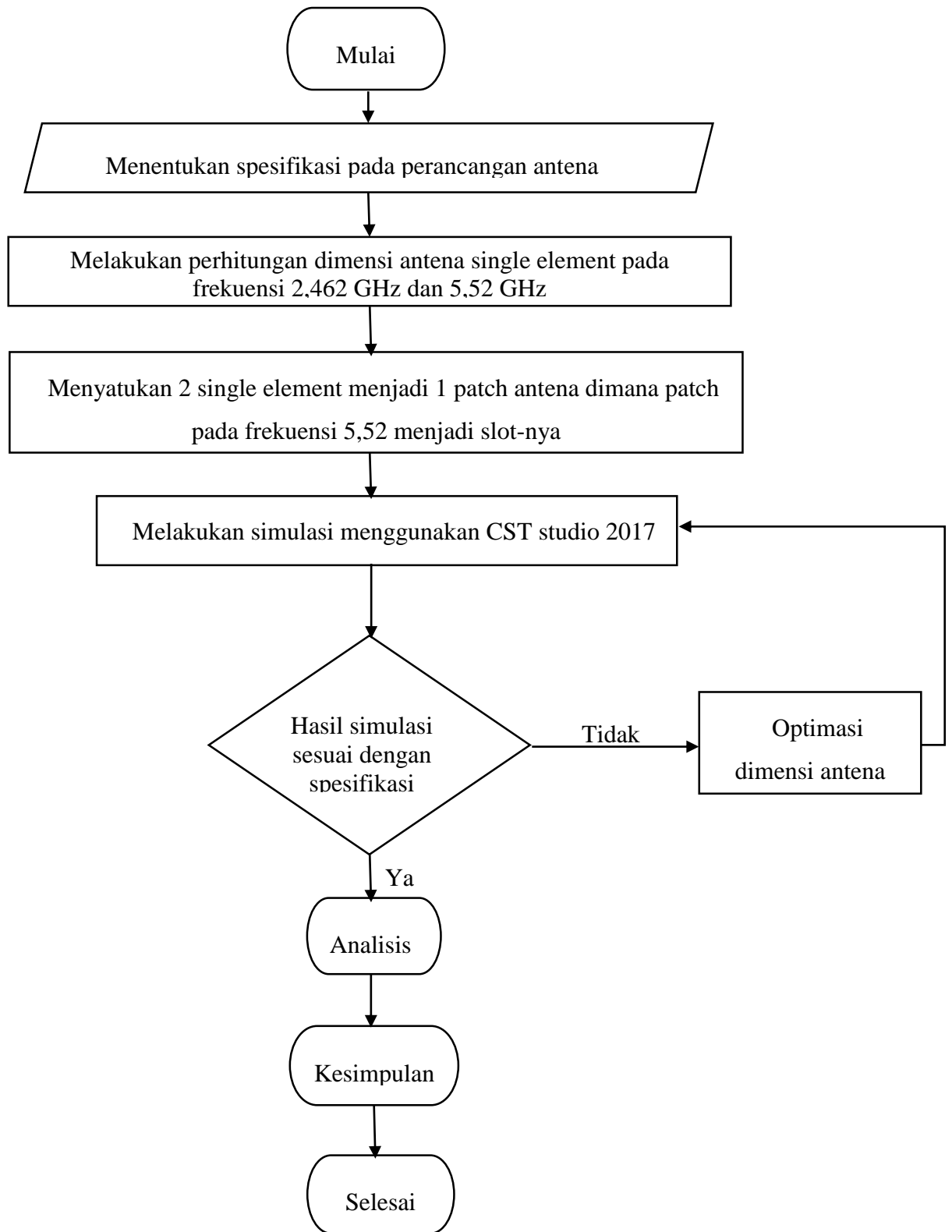
2. Perhitungan dimensi antenna

Perhitungan pada dimensi antenna dibutuhkan perancangan yang sistematis, sehingga mendapatkan nilai pada setiap parameter antenna. Simulasi dilakukan pada *software* CST, sebelum melakukan optimasi perlu dilakukan perhitungan pada masing-masing frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz sebagai acuan ukuran awal, kemudian ukuran dimensi frekuensi 5,52 dijadikan ukuran *slot* pada antenna.

3. Perancangan dilakukan dengan menggunakan *software* CST *studio* 2017

Setelah melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai pada setiap parameter antenna barulah perancangan akan dilakukan, perancangan bertujuan dapat memvisualisasi dan mensimulasikan. Visualisasi berupa gambar tiga dimensi dengan spesifikasi ukuran, jenis bahan dan letak pencatutan agar dapat melakukan simulasi. Hasil dari simulasi yang menggunakan CST *studio* 2017 berupa parameter-parameter antenna, VSWR, yang akan di tampilkan dalam bentuk grafik, selanjutnya akan melakukan analisis untuk mengetahui karakteristik dan kinerja antenna.

Dari tahap perancangan di atas maka di buat alur diagram sebagai berikut :



Gambar 3.1 Alur diagram pelaksanaan penelitian

3.2 Perhitungan Pada Dimensi Antena

Spesifikasi antena

Frekuensi : 2,462 GHz dan 5,52 GHz

ϵ_r FR-4 *lossy* : 4,3

Ketebalan *substrate* : 1,6 mm

- Menghitung W (lebar *patch*) pada frekuensi 2,462 GHz dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$\begin{aligned}W &= \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,462 \times 10^9 \sqrt{\frac{(4,3 + 1)}{2}}} = 0,037429m = 37,429mm\end{aligned}$$

Keterangan:

c = Kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

W = Lebar *patch* (m)

f atau f_0 = Frekuensi kerja (Hz)

Diproleh W (lebar *patch*) = 37,429 mm

- Menghitung W (lebar *patch*) pada frekuensi 5.52 GHz dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$\begin{aligned}W &= \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 5,52 \times 10^9 \sqrt{\frac{(4,3 + 1)}{2}}} = 0,016693m = 16,693mm\end{aligned}$$

Keterangan:

c = Kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

W = Lebar *patch* (m)

f atau f_0 = Frekuensi kerja (Hz)

Diproleh W (lebar *patch*) = 16,693 mm

- Menghitung L (panjang *patch*) pada frekuensi 2,462 GHz menggunakan persamaan 2.4, sebelum menghitung L terlebih dahulu mencari nilai dari ϵ_{reff} (konstanta dielektrik) seperti pada persamaan 2.2 dan Δl seperti pada persamaan 2.3:

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

$$\epsilon_{reff} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \left[\left(1 + \frac{12 \times 1,6}{37,429} \right)^{-1/2} \right] = 3,495$$

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

$$\Delta l = 0,412 \left(\frac{3,495 + 0,3}{3,495 - 0,258} \right) \left(\frac{\frac{37,429}{1,6} + 0,264}{\frac{37,429}{1,6} + 0,8} \right) = 0,754 \text{ mm}$$

Maka,

$$L = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2 \Delta l$$

$$= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 2,462 \times 10^9 \sqrt{3,495}} - 2 \times 0,754$$

$$= 0,03259 \text{ m} - 1,508 \text{ mm}$$

$$= 32,59 \text{ mm} - 1,508 \text{ mm} = 31,082 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan, diperoleh L (panjang *patch*) = 31,082 mm

Keterangan:

L = Panjang *patch* antenna (m)

ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik efektif

ΔL = Pertambahan dari panjang *patch* (L) (mm)

h = Ketebalan *substrate* (mm)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

f_0 = Frekuensi kerja (Hz)

c = Kecepatan cahaya (m/s)

- Menghitung L (panjang *patch*) pada frekuensi 5,52 GHz menggunakan persamaan 2.4, sebelum menghitung L terlebih dahulu mencari nilai dari ϵ_{reff} (konstanta dielektrik) seperti pada persamaan 2.2 dan Δl seperti pada persamaan 2.3:

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

$$\epsilon_{reff} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \left[\left(1 + \frac{12 \times 1,6}{16,693} \right)^{-1/2} \right] = 2,924$$

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

$$\Delta l = 0,412 \left(\frac{3,495 + 0,3}{3,495 - 0,258} \right) \left(\frac{\frac{16,693}{1,6} + 0,264}{\frac{16,693}{1,6} + 0,8} \right) = 0,993 \text{ mm}$$

Maka,

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta l$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,462 \times 10^9 \sqrt{2,924}} - 2 \times 0,993$$

$$= 0,015891 \text{ m} - 1,986 \text{ mm}$$

$$= 15,891 \text{ mm} - 1,986 \text{ mm} = 13,905 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan, diperoleh L (panjang *patch*) = 31,082 mm

Keterangan:

L = Panjang *patch* antenna (m)

ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik efektif

ΔL = Pertambahan dari panjang *patch* (L) (mm)

h = Ketebalan *substrate* (mm)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

f_0 = Frekuensi kerja (Hz)

c = Kecepatan cahaya (m/s)

- Menghitung $W_{groundplane}$ (lebar *groundplane*) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5, Nilai W_{patch} yang digunakan adalah ukuran lebar *patch* pada frekuensi 2,462 GHz sehingga:

$$W_g = 6h + W_{patch}$$

$$W_g = 6(1,6) + 37,429 = 47,029\text{mm}$$

Keterangan :

h = Ketebalan *substrate* (mm)

W_g = Lebar *groundplane* (mm)

W_{patch} = Lebar *patch* (mm)

- Menghitung $L_{groundplane}$ (panjang *groundplane*) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6, nilai L_{patch} yang digunakan adalah ukuran panjang *patch* pada frekuensi 2,462 GHz sehingga :

$$L = 6(h) + L_{patch}$$

$$L = 6(1,6) + 31,082 = 40,682\text{mm}$$

Keterangan :

h = Ketebalan *substrate* (mm)

L = Panjang *groundplane* (mm)

L_{patch} = Panjang *patch* (mm)

- Untuk menghitung $W_{stripline}$ (lebar *stripline*) dapat menggunakan rumus 2.8, sebelum menghitung $W_{stripline}$ terlebih dahulu menentukan nilai B menggunakan persamaan 2.7 :

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad Z_0 = 50\Omega \text{ (impedansi beban)}$$

$$= \frac{377 \times 3,14}{2 \times 50 \sqrt{4,3}} = 5,71$$

Didapat $B = 5,71$, sehingga :

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

$$\frac{2 \times 1,6}{3,14} \left(5,71 - 1 - \ln(2 \times 5,71 - 1) + \frac{4,3 - 1}{2 \times 4,3} \right) \ln(5,71 - 1) + 0,39 + \frac{0,61}{4,3}$$

$$= 5,828 \text{ mm}$$

Keterangan:

h = ketebalan *substrate* (mm)

Z_0 = Impedansi beban (ohm)

B = Besar impedansi pada saluran

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

- Menghitung L *stripline* (panjang *stripline*) dapat menggunakan persamaan 2.9:

$$L_{stripline} : \frac{\pi}{4}, \text{ dengan } \lambda = \lambda_g$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2,462 \times 10^9 \sqrt{4,3}} = 0,058765m = 58,765mm$$

Keterangan :

λ_g = Panjang gelombang (m)

c = Kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

Dari perhitungan-perhitungan yang sudah dilakukan di atas maka dapat diperoleh parameter-parameter antenna sebagai berikut:

Tabel 3.1 Dimensi antenna *microstrip* dari formula

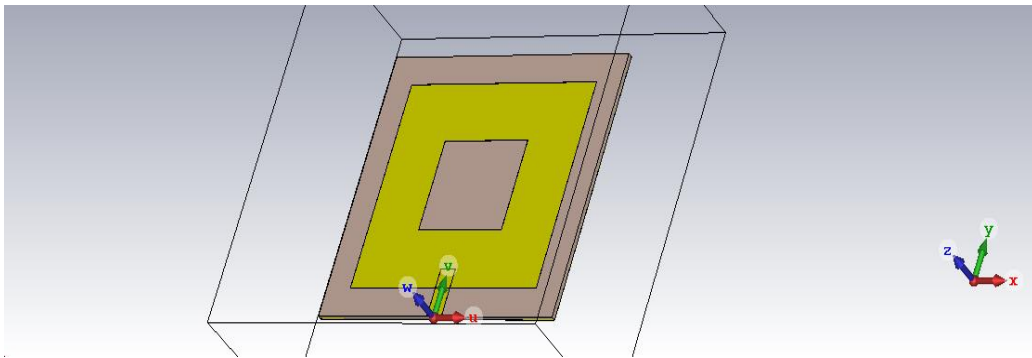
Parameter	Nilai (mm)	Nama Parameter
W (lebar <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	37,429	Wp
L (panjang <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	31,882	Lp
W (lebar <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	16,693	Wpl
L (panjang <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	13,905	Lpl
W <i>Groundplane</i> = W <i>Substrate</i>	47,029	Wg
L <i>Groundplane</i> = L <i>Substrate</i>	40,682	Lg
W <i>Stripline</i>	5,828	Lsl
L <i>Stripline</i>	14,691	Psl

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

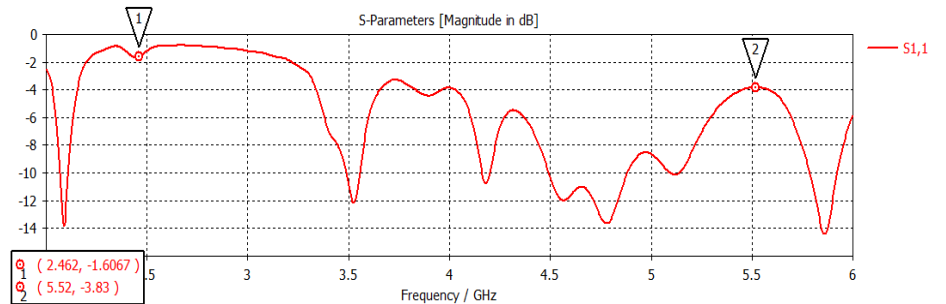
4.1 Perancangan dan Hasil Antena Menggunakan Formula

Pada tahap ini dilakukan perancangan berdasarkan nilai yang diperoleh dari formula desain antena *microstrip* sehingga menghasilkan satu buah *basic* antena, misalkan panjang *patch*, lebar *patch*, panjang *slot*, lebar *slot*, panjang *microstrip line*, lebar *microstrip line*, panjang dan lebar *substrate* adalah parameter-parameter yang didapatkan dari melakukan perhitungan menggunakan formula desain antena *microstrip*. Bentuk asli antena yang didapatkan dari formula:



Gambar 4.1 Desain antena *microstrip* berdasarkan formula

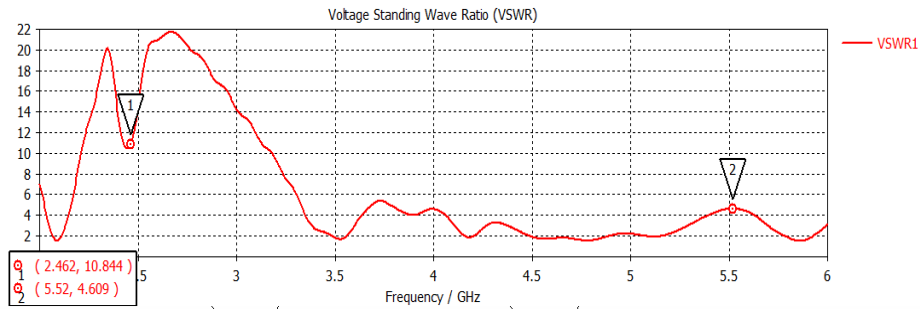
- *S-Parameter* Antena



Gambar 4.2 Parameter antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz

Berdasarkan gambar 4.2 hasil dari antena formula pada frekuensi 2,462 GHz memiliki nilai *return loss* -1,6067 dB dan pada frekuensi 5,52 GHz memiliki nilai *return loss* -3,83 dB.

- VSWR Antena



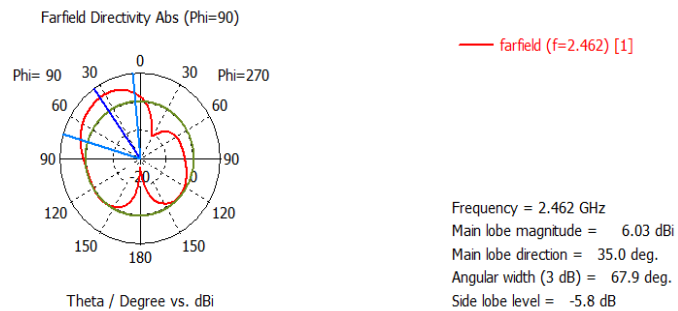
Gambar 4.3 VSWR antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz

Pada gambar 4.3 adalah nilai VSWR dari antena formula, pada frekuensi 2,462 GHz memiliki nilai VSWR 10,844 dan pada frekuensi 5,52 GHz dengan nilai VSWR 4,609.

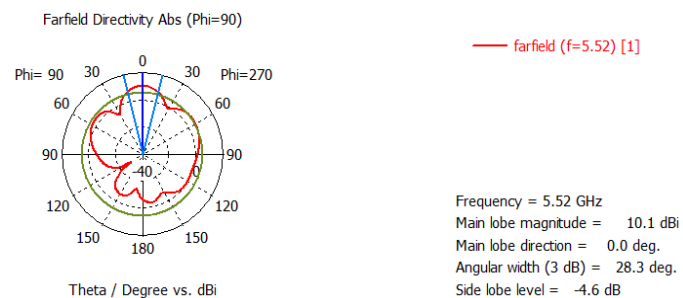
- Bandwidth Antena

Tidak bisa menghitung *bandwidth* antena karena parameter dan VSWR tidak memenuhi spesifikasi atau standar frekuensi kerja antena.

- Pola Radiasi Antena



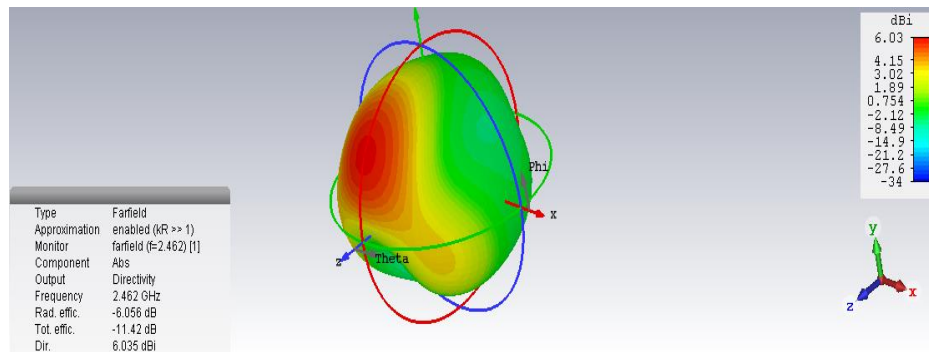
Gambar 4.4 Pola radiasi antena pada frekuensi 2,462 GHz



Gambar 4.5 Pola radiasi antena pada frekuensi 5,52 GHz

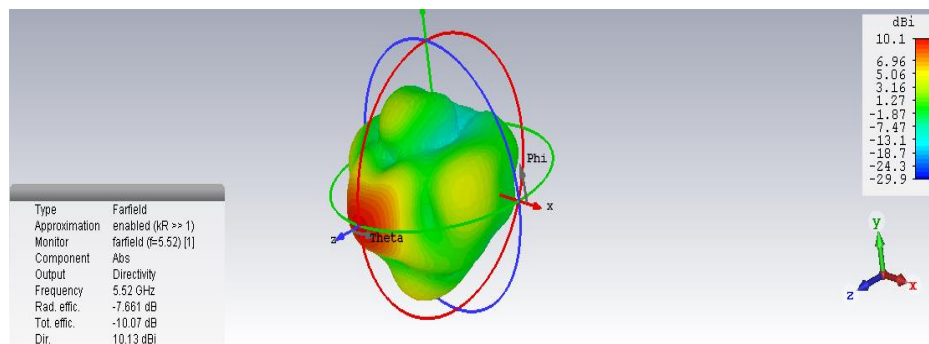
Pada gambar 4.4 dan 4.5 adalah pola radiasi dari antena formula, pada frekuensi 2,462 GHz dan pada frekuensi 5,52 GHz.

- *Gain* Antena



Gambar 4.6 *Gain* antena pada frekuensi 2,462 GHz

Berdasarkan gambar 4.6 antena formula pada frekuensi 2,462 GHz memiliki nilai *gain* 6,035 dB.

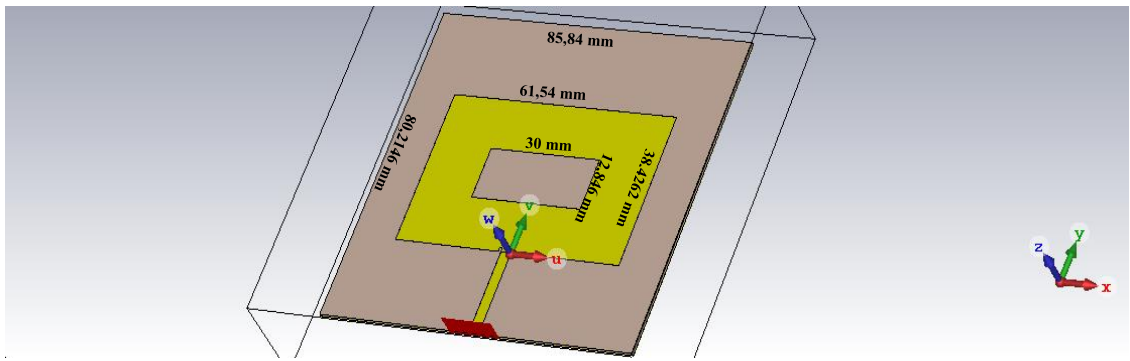


Gambar 4.7 *Gain* antena pada frekuensi 5,52 GHz

Sedangkan pada gambar 4.7 antena formula pada frekuensi 5,52 GHz memiliki nilai *gain* 10,13 dB. Dapat disimpulkan bahwa antena yang berdasarkan pada formula atau rumus belum tentu memenuhi spesifikasi frekuensi kerja pada antena, maka dari itu perlu dilakukan optimasi pada beberapa parameter antena yaitu panjang *patch*, lebar *patch*, panjang *slot*, lebar *slot*, panjang *microstrip line*, lebar *microstrip line*, panjang dan lebar *substrate*.

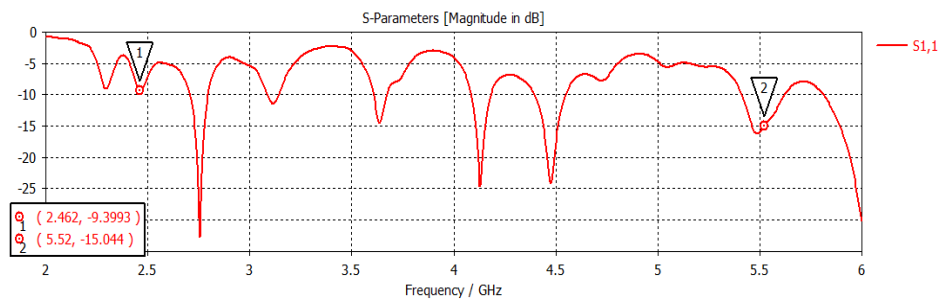
4.2 Perancangan dan Hasil Antena Setelah Melakukan Optimasi

Pada perancangan tahap ini perlu melakukan optimasi untuk mendapatkan parameter-parameter antena yang sesuai dengan spesifikasi awal, antena adalah satu kesatuan, apabila ukuran dirubah atau salah satu parameter dihilangkan maka akan sangat berpengaruh pada parameter-parameter yang ada, beberapa parameter antena yaitu panjang *patch*, lebar *patch*, panjang *slot*, lebar *slot*, panjang *microstrip line*, lebar *microstrip line*, panjang dan lebar *substrate*. Bentuk antena setelah melakukan optimasi sebagai berikut:



Gambar 4.8 Desain antenna *microstrip* setelah melakukan optimasi

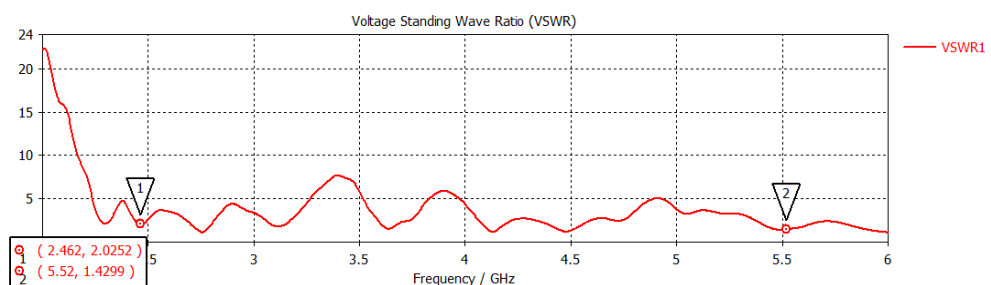
- *S-Parameter Antena*



Gambar 4.9 Parameter antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz

Dari gambar 4.9 pada frekuensi 2,462 GHz didapatkan nilai *return loss* -9,39993 dB, masih belum memenuhi spesifikasi karena nilai parameter yang memenuhi spesifikasi ≤ -10 . Sedangkan untuk frekuensi 5,52 didapatkan nilai *return loss* -15,044 dB, sudah memenuhi spesifikasi dari antena.

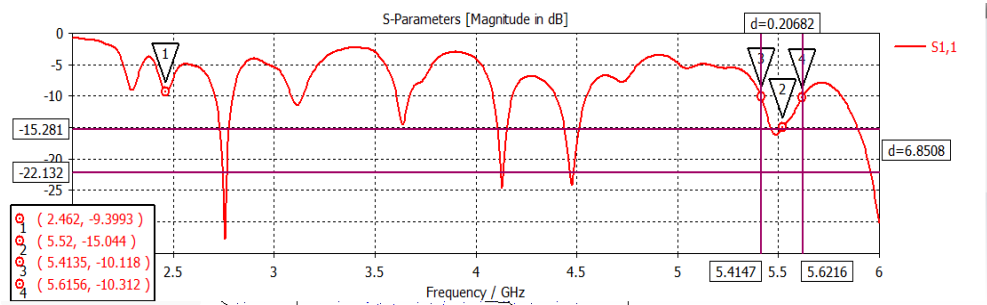
- *VSWR Antena*



Gambar 4.10 VSWR antena pada frekuensi 4,62 GHz dan 5,52 GHz

Dari gambar 4.10 didapatkan nilai VSWR 2,0252 dari frekuensi 2,462, masih belum memenuhi spesifikasi karena nilai VSWR yang diminta ≤ 2 , sedangkan untuk frekuensi 5,52 sudah memenuhi spesifikasi yaitu 1,4299.

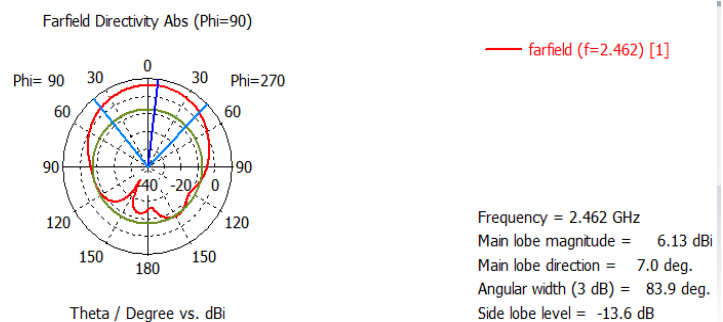
- *Bandwidth* Antena



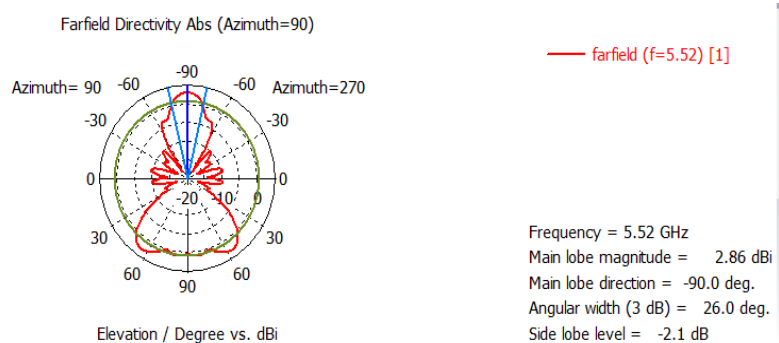
Gambar 4.11 *Bandwidth* antena pada frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz

Pada frekuensi 2,462 GHz nilai *bandwidth* masih belum bisa dihitung karena nilai dari parameter antena pada frekuensi 2,462 GHz masih ≥ -10 , sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan batas atas dan batas bawah yaitu 5,4135 GHz (-10,118 dB) untuk batas bawah dan 5,6156 GHz (-10,312 dB) untuk batas atas, dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi 5,52 GHz bekerja pada *channel* 64, 100, 104, 108, 112, 116, dan 120 dan memiliki *bandwidth* 202,1 MHz.

- Pola Radiasi Antena

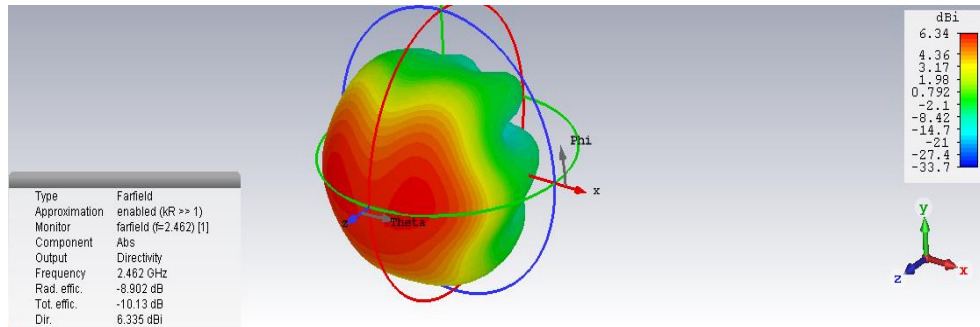


Gambar 4.12 Pola radiasi antena pada frekuensi 2,462 GHz

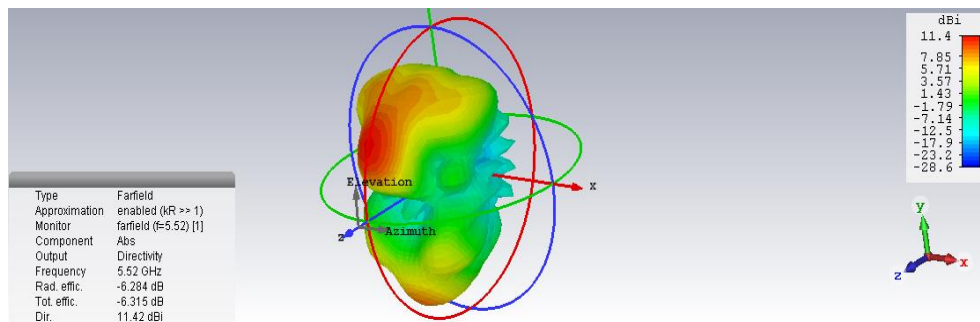


Gambar 4.13 Pola radiasi antena pada frekuensi 5,52 GHz

- Gain Antena



Gambar 4.14 Gain antena pada frekuensi 2,462 GHz



Gambar 4.15 Gain antena pada frekuensi 5,52 GHz

Pada gambar 4.14 didapatkan *gain* antena untuk frekuensi 2,462 GHz yaitu 6,335 dB sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz seperti pada gambar 4.15 didapatkan *gain* dengan nilai 11,42 dB. Untuk *gain* antena kedua frekuensi memenuhi spesifikasi antena yang diinginkan karena syarat dari *gain* adalah $\geq 2,5$ dB.

4.3 Analisis Perancangan

Tabel 4.1 Dimensi antena *microstrip* yang didapatkan dari formula antena

Parameter	Nilai (mm)	Nama Parameter
W (lebar <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	37,429	wp
L (panjang <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	31,882	lp
W (lebar <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	16,693	wpl
L (panjang <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	13,905	lpl
W <i>Groundplane</i> = W <i>Substrate</i>	47,029	Wg
L <i>Groundplane</i> = L <i>Substrate</i>	40,682	Lg
W <i>Stripline</i>	5,828	lsl
L <i>Stripline</i>	14,691	psl

Dari hasil tabel di atas dapat disimpulkan bahwa nilai atau hasil yang didapatkan dari formula antenna *microstrip* berbeda jauh dengan nilai yang didapatkan setelah melakukan optimasi pada antenna. Ini disebabkan karena pada tahap perancangan optimasi banyak melakukan perubahan-perubahan parameter antenna yaitu perubahan pada panjang *patch*, lebar *patch*, panjang *slot*, lebar *slot*, panjang *microstrip line*, lebar *microstrip line*, panjang *substrate*, lebar *substrate* dan ada penambahan parameter *insert feed* seperti w_i (lebar *insert feed*) dan l_i (panjang *insert feed*).

Pada tahap melakukan optimasi ini membutuhkan waktu yang cukup lama, selain menunggu hasil dari simulasi adapun beberapa parameter-parameter antenna yang dirubah untuk mendapat hasil yang diinginkan dari antenna. Berikut beberapa rangkuman selama melakukan proses optimasi antenna :

- Pengaruh perubahan lebar *patch* (w_p)

Saat nilai $w_p = 63,54$ mm, $l_p = 38,4262$ mm, $w_{pl} = 30$ mm, $l_{pl} = 12,846$ mm, $l_{sl} = 5,5$ mm, $psl = 36,7884$ mm, $W_g = 80,84$ mm, dan $L_g = 75,2146$ mm, hasil parameter untuk frekuensi 2,462 GHz dengan nilai *return loss* yaitu -3,2669 dB dan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan nilai *return loss* yaitu -10,316 dB. Saat $w_p = 63,54$ mm diperbesar menjadi 65,54 mm hasilnya semakin tidak mendekati spesifikasi, bahkan untuk frekuensi 5,52 GHz nilai *return loss* menjadi -8,6389 dB.

Saat nilai $w_p = 63,54$ mm diperkecil menjadi $w_p = 61,54$ mm didapatkan parameter untuk frekuensi 2,462 GHz dengan nilai *return loss* -7,982 dB dan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan nilai *return loss* -11,70654 dB, semakin mendekati spesifikasi yang diinginkan karena untuk frekuensi 2,462 GHz ada penurunan nilai *return loss* dari -3,2669 dB menjadi -7,982 dB. Akan tetapi saat nilai w_p diperkecil menjadi 60,54 mm nilai *return loss* pada frekuensi 5,52 menjadi -9,4926 dB (tidak memenuhi spesifikasi). Sejah ini dapat disimpulkan bahwa perancangan mengalami kemajuan saat nilai w_p diperkecil.

- Pengaruh perubahan pada panjang *patch* (l_p) dan panjang *stripline* (psl)

Parameter l_p dan psl merupakan satu kesatuan, saat nilai l_p diperkecil dari 38,4262 mm menjadi 37,4262 mm maka nilai psl dari 36,7884 mm diperbesar menjadi 37,7884 mm, itu karena psl (panjang *stripline*) adalah penghubung antara *port* antenna dengan bagian tengah antenna *patch* (w_p dan l_p) jadi saat l_p diperkecil maka nilai psl diperbesar dan sebaliknya. Hasil dari perubahan pada l_p dan psl pada frekuensi 2,462 GHz yaitu didapatkan parameter dengan nilai *return loss* -8,6041 dB dan pada frekuensi 5,52 dengan nilai *return loss* -6,99 dB, dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan percobaan sebelumnya untuk frekuensi 2,462 GHz mengalami kemajuan yaitu dari nilai *return loss* -

7,892 dB menjadi -8,6041 dB namun pada frekuensi 5,52 GHz mengalami kemunduran yaitu dari nilai *return loss* -11,70654 dB menjadi -6,99 dB (percobaan gagal).

- Pengaruh perubahan pada lebar *substrate* (W_g) dan panjang *substrate* (L_g)

Pada tahap ini hanya merubah pada bagian *substrate* yaitu dari $W_g = 80,84$ mm menjadi $W_g = 85,84$ dan $L_g = 75,2146$ mm menjadi $L_g = 80,2146$ mm, *substrate* adalah suatu perantara antara *ground* dan *patch* yang dimana ketika merubah bagian bawah pada *patch* maka *psl* (panjang *stripline*) juga berubah yaitu dari $psl = 36,7884$ menjadi $psl = 41,7884$, didapatkan hasil parameter untuk frekuensi 2,462 GHz dengan nilai *return loss* -9,39993 dB dan untuk frekuensi 5,52 GHz dengan nilai *return loss* -15,044 dB. Hasil ini adalah hasil yang paling mendekati spesifikasi hanya kurang 0,6111 dB untuk frekuensi 2,462 GHz.

Tabel 4.2 Dimensi antenna *microstrip* setelah melakukan optimasi

Parameter	Nilai (mm)	Nama Parameter
W (lebar <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	61,54	wp
L (panjang <i>patch</i>) frek 2,462 GHz	38,4262	lp
W (lebar <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	30	wpl
L (panjang <i>slot</i>) frek 5,52 GHz	12,846	lpl
W <i>Groundplane</i> = W <i>Substrate</i> (Lebar)	85,84	W_g
L <i>Groundplane</i> = L <i>Substrate</i> (Panjang)	80,2146	L_g
W <i>Stripline</i>	5,5	lsl
L <i>Stripline</i>	41,7884	psl
<i>Insert width</i> (lebar <i>insert feed</i>)	1,5	wi
<i>Insert length</i> (panjang <i>insert feed</i>)	2	li

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari proses penelitian yang sudah dilakukan dalam perancangan antenna *microstrip* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Simulasi dilakukan menggunakan CST 2017, sebelum melakukan proses simulasi perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan parameter-parameter antenna yang diinginkan.
2. Setelah melakukan perhitungan pada setiap dimensi antenna barulah proses simulasi dilakukan, jika hasil dari simulasi antenna yang diperoleh dari perhitungan tidak memenuhi spesifikasi maka perlu dilakukan proses optimasi untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan antenna berdasarkan peraturan IEEE dengan nilai s -parameter ≤ -10 dan nilai $VSWR \leq 2$.
3. Penambahan *insert feed* dan *slot* pada proses perancangan hampir berhasil bekerja pada frekuensi *dual-band*, hanya saja pada frekuensi 2,462 GHz yang mempunyai nilai $VSWR$ 2,0252, lebih 0,0848 untuk mendapatkan nilai $VSWR \leq 2$, sedangkan pada frekuensi 5,52 GHz dengan nilai $VSWR$ 1,4299 memenuhi spesifikasi karena nilai $VSWR \leq 2$.
4. Pada frekuensi 2,462 GHz didapatkan nilai s -parameter -9,39993 dB, masih belum memenuhi spesifikasi karena nilai parameter yang memenuhi spesifikasi ≤ -10 . Sedangkan untuk frekuensi 5,52 didapatkan nilai *return loss* -15,044 dB, sudah memenuhi spesifikasi dari antenna.
5. Untuk *bandwidth* pada frekuensi 2,462 masih belum bisa dihitung karena masih belum memenuhi spesifikasi sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan batas atas dan batas bawah yaitu 5,4135 GHz (-10,118 dB) untuk batas bawah dan 5,6156 GHz (-10,312 dB) untuk batas atas, dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi 5,52 GHz bekerja pada *channel* 64, 100, 104, 108, 112, 116, dan 120 dan memiliki *bandwidth* 202,1 MHz.
6. *Gain* antenna untuk frekuensi 2,462 GHz yaitu 6,335 dB sedangkan untuk frekuensi 5,52 GHz didapatkan nilai 11,42 dB, untuk *gain* antenna kedua frekuensi memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan karena syarat dari *gain* adalah $\geq 2,5$ dB.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi yang cukup baik pada antena, maka ada beberapa saran, antara lain :

1. Lebih teliti dalam melakukan percobaan mengganti nilai panjang dan lebar pada parameter-parameter antena, karena antena merupakan satu kesatuan, melakukan penambahan 1-2 mm saja pada simulasi cukup mempengaruhi karakteristik yang diperoleh.
2. Lebih selektif dalam pemilihan bahan *substrate* karena setiap bahan *substrate* berbeda nilai permitivitas relatif.
3. Karena kelemahan dari antena *microstrip* adalah *bandwidth* yang sempit maka sebaiknya perlu mendapatkan teknik pencatuan yang lain agar mendapat *bandwidth* yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yosefariko, T. A. Riza, and Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Dual Band Menggunakan Slot Berbentuk U Untuk Aplikasi Wifi," *EProceedings Eng.*, vol. 2, no. 2, 2015.
- [2] A. B. Adipurnama, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena Mimo 4x4 Mikrostrip Patch Persegi Panjang 5, 2 Ghz Untuk Wifi 802.11 n," *EProceedings Eng.*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [3] W. B. Ariswara and Y. W. Heroe Wijanto, "Perancangan dan Implementasi Antena Mikrostrip Slot Rectangular Array Untuk Aplikasi WIMAX Pada Range Frekuensi 3, 3–3, 7 GHz," 2009.
- [4] A. Constantine Balanies, "Antenna Theory Analysis and Design," 1982.
- [5] D. M. Pozar and D. H. Schaubert, *Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays*. John Wiley & Sons, 1995.
- [6] P. Akila, P. Akshaya, L. Aparna, and J. M. S. Mol, "Design and Analysis of Microstrip Patch Antenna Using Alumina and Paper Substrate for WiFi Application," 2018.
- [7] K. Wong, "Compact Circularly Polarized Microstrip Antennas," *Compact Broadband Microstrip Antennas*, pp. 162–220, 2002.
- [8] D. Kurniawan, : "Perancangan dan Implementasi Antena Mikrostrip Linier ARRAY 6 Elemen"," *Fak. Elektro Dan Komun. IT Telkom Bdg.*, 2010.
- [9] P. S. Nakar, "Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices," 2004.
- [10]A. Faroqi, F. Zaelani, R. Kariadinata, and M. Ramdhani, "On The Design of Array Microstrip Antenna with S-Band Frequency for Radar Communication," presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, vol. 288, p. 012006.
- [11]E. Authors'Addresses Stephen, "Deering Cisco Systems, Inc. 170 West Tasman Drive San Jose, CA 95134-1706 USA Brian D," *Zill Microsoft Res. One Microsoft Way Redmond WA*, pp. 98052–6399.