



**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP METODE
PLANAR ARRAY 4 ELEMEN PATCH SEBAGAI
PENGUAT SINYAL WI-FI**

SKRIPSI

Oleh

Denis Darmawan

NIM 101910201008

PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP METODE
PLANAR ARRAY 4 ELEMEN PATCH SEBAGAI
PENGUAT SINYAL WI-FI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah syarat
Untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Denis Darmawan

NIM 101910201008

PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

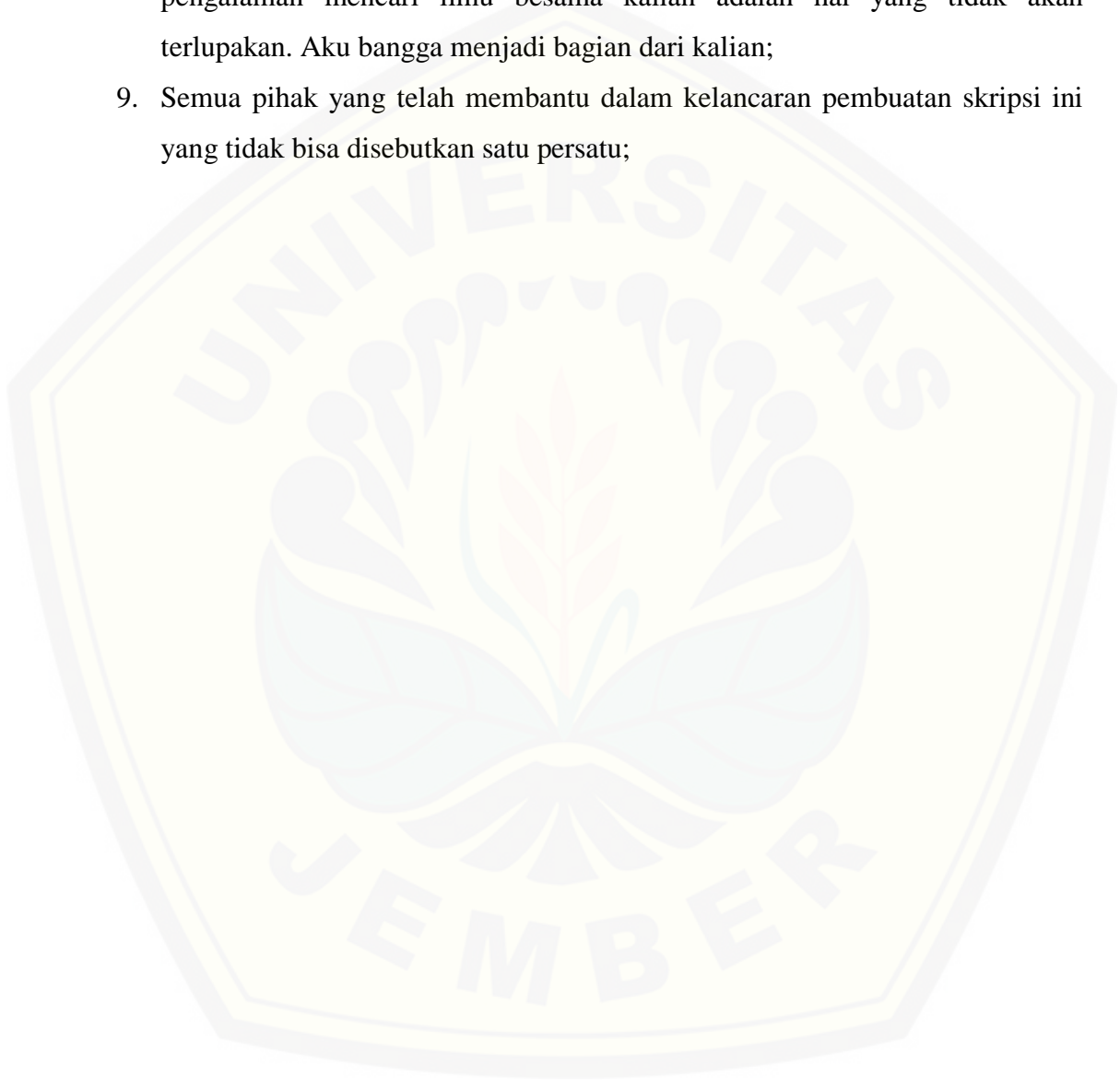
2016

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah yang sangat luar biasa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam kita haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang membimbing kita dari jaman jahiliyah menuju jalan yang terang benderang dengan kehidupan yang lebih baik yakni agama islam. Skripsi ini merupakan karya yang tidak pernah ternilai dan terlupakan bagi penulis yang selain sebagai syarat menyelesaikan program studi juga untuk kemajuan umat manusia agar lebih baik. Oleh itu karya ini ingin saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, karena perlindungan, pertolongan, dan ridho-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik serta Nabi Besar Muhammad SAW;
2. Kedua orang tuaku, Ayahanda Imam Nawawi dan Ibunda Erdiana, Adikku Fery Kurniawan terima kasih dukungan, bantuan, serta doa restunya hingga selesainya studi ini;
3. Kerabat dan sanak keluarga, dan semua keluargaku yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doa;
4. Dosen pembimbing skripsiku, Ike Fibriani, S.T.,M.T. selaku DPU dan Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM. selaku DPA yang bersedia meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesainya skripsi ini;
5. Dosen penguji 1, Bapak M. Agung Prawira N, S.T., M.T. dan Dosen penguji 2, Bapak Catur Suko Sarwono S.T. yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran guna memberikan pengarahan demi kemajuan dan terselesainya penulisan skripsi ini dengan baik;
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing selama kurang lebih empat tahun ini. Penulis sampaikan banyak terima kasih atas semua ilmu, didikan, dan pengalaman yang sangat luar biasa;

7. Sahabat-sahabatku semua, yang telah menemani, mengenalkan Jember serta membuat hidup di Jember lebih berwarna dari awal masuk kuliah sampai semester akhir ini.
8. Teman-teman elektro yang telah berjuang bersama di almamater tercinta, pengalaman mencari ilmu bersama kalian adalah hal yang tidak akan terlupakan. Aku bangga menjadi bagian dari kalian;
9. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran pembuatan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu;



MOTTO

“Life is Simple

You make choices and you don't look back”

(Han - Fast Furious Tokyo Drift)

“Kebohongan menyelamatkanmu sementara
tapi
menghancurkanmu selamanya”

(L Lawliet – Death Note)

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat)
kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku),
maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”

(QS. Ibrahim : 7)

Sing penting wani disek.

(Elektro 2010)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Denis Darmawan

NIM : 101910201008

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode *Planar Array* 4 Elemen *Patch* Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung Tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Oktober 2016

Yang menyatakan,

Denis Darmawan

NIM 101910201008

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP METODE
PLANAR ARRAY 4 ELEMEN PATCH SEBAGAI
PENGUAT SINYAL WI-FI**

Oleh

Denis Darmawan

NIM 101910201008

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ike Fibriani, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrosrip Metode *Planar Array* 4 Elemen *Patch* Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Jumat, 18 November 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ike Fibriani, S.T.,M.T.

NIP. 198002072015042001

Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM

NIP. 196312011994021002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

M. Agung Prawira N, S.T., M.T.

NIP 198712172012121003

Catur Suko Sarwono, S.T.

NIP. 196801191997021001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.

NIP. 19661215199503 2001

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP METODE PLANAR
ARRAY 4 ELEMEN PATCH SEBAGAI PENGUAT SINYAL WI-FI**

Denis Darmawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Telekomunikasi sebagai alat penyalur informasi bagi manusia telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Diperkirakan akan terjadi peningkatan kebutuhan komunikasi data dalam beberapa tahun mendatang. Komunikasi secara nirkabel juga sering dilakukan melalui media Wi-Fi. Salah satu cara mengatasi meningkatnya kebutuhan komunikasi data secara nirkabel melalui Wi-Fi adalah dengan melakukan perbaikan peningkatan perangkat komunikasi seperti antenna. Pada penelitian ini dibuat sebuah antenna mikrostrip dengan metode *planar array* dengan 4 elemen peradiasi berbentuk *rectangular*, dengan tujuan sebagai penguat penerima sinyal Wi-Fi. Pada penelitian ini, pengujian hasil parameter – parameter antenna secara simulasi membuktikan bahwa hasil dari parameter – parameter untuk antenna 4 *patch* metode *planar array* mengalami optimasi dibandingkan dengan antenna 1 *patch*. Diperoleh hasil untuk parameter antenna mikrostrip 4 elemen *patch* yaitu *return loss* = - 31,5980 dB, *VSWR* = 0,5471, *gain* = 3,0591, dan *bandwith* = 183 MHz. Sementara hasil uji implementasi antenna mikrostrip didapatkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan antenna yang terdapat pada laptop, dengan jangkauan maksimal antenna mikrostrip yaitu sejauh 21 meter dan kualitas sinyal 16% masih mampu menangkap sinyal *strenght* sebesar -88 dBm sedangkan untuk antenna laptop didapat jangkauan maksimal sejauh 17 meter dan *quality* sinyal sebesar 34% mampu menangkap sinyal *strenght* sebesar -87 dBm.

Kata kunci: *Antena mikrostrip, Penguat sinyal Wi-Fi, Planar array*

*BUILDING DESIGN OF MIKROSTRIP ANTENA USE PLANAR ARRAY 4
ELEMEN PATCH FOR REINFORCEMENT WI-FI SIGNAL*

Denis Darmawan

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Jember University*

ABSTRACT

Telecommunication as a means of channeling information for the people have undergo development which is very fast. Is expected to increase the data communication in the next few years .Communication wirelessly also often done through the wi-fi .One way to overcome the increasing demand of data communication wirelessly through wi-fi is to repair increased communications like antennae. To research is made an antenna mikrostrip with the methods planar array to 4 elements peradiasi shaped rectangular , for the purpose your recipients signals wi-fi .In this study , examining fish parameter antennae in simulation prove that results from parameter to antennae 4 patches method planar array experienced optimize compared to antennae 1 patches .The results for parameter antennae mikrostrip 4 elements patches namely return loss = -31,5980 db , vswr = 0,5471 , the gain = 3,0591 , and bandwidth = 183 mhz . While the test antenna mikrostrip get better results compared with an antenna that there are in laptop , to reach an antenna the maximum mikrostrip as far as 21 yards and quality signal 16 % still be able to catch a signal strenght of -88 dbm the laptop antenna obtained range maximum as far as 17 meters and quality signal of 34 % to absorb signal strenght of -87 dbm .

Key Words. *Mikrostrip Antenna, Planar array, Wi-Fi Signal Amplifier*

RINGKASAN

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode *Planar Array* 4 Elemen *Patch* Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi; Denis Darmawan, 101910201008; 2016; 76 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Telekomunikasi merupakan salah satu yang berperan penting untuk kebutuhan manusia. Dengan telekomunikasi manusia dapat saling bertukar informasi antara satu sama lain. Diperkirakan akan terjadi peningkatan kebutuhan komunikasi data daripada komunikasi pada layanan suara pada beberapa tahun mendatang. Pengembangan yang dilakukan untuk mengatasi permintaan kebutuhan telekomunikasi nirkabel adalah dengan melakukan pengembangan pada antena yang digunakan sebagai alat penunjang pengiriman dan penerima komunikasi data. Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara (Balanis 2005). Antena juga digunakan dalam teknologi *wireless fidelity* (Wi-Fi). Hal tersebut yang menjadi landasan dari perancangan antena ini, diharapkan dengan adanya penelitian perancangan antena ini, antena ini dapat menjadi penguat sinyal Wi-Fi. Antena mikrostrip adalah pilihan antena yang dapat memenuhi kebutuhan sistem Wi-Fi, karena mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi.

Pada penelitian akhir ini akan di buat sebuah desain rancang bangun Antena mikrostrip penerima sinyal Wi-Fi. Dimana antena yang dirancang dapat digunakan sebagai penguat penerima sinyal Wi-Fi, yang disusun dari 4 *patch rectangular*. Dirancang menggunakan 4 *patch* untuk memenuhi target *gain* yang dapat dicapai oleh antena yaitu ≥ 3 dBi. *Patch* antena juga disusun secara *planar* diharapkan lebih mudah untuk menentukan pola radiasi dari antena tersebut. Antena yang dirancang juga harus memenuhi nilai standart parameter lain yang telah ditentukan yaitu nilai VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*), *return loss*, *bandwidth* dan *gain* agar antena mencapai performa yang terbaik. Spesifikasi dari ukuran antena *planar array* yaitu lebar *patch* 28,755 mm, panjang *patch* 53,79 mm, lebar *feed* 4,5 mm, panjang *feed* 15,4 mm, lebar *T-Junction* 9 mm, panjang *T-Junction* 20,6 mm jarak 2 elemen *patch* samping 62,3 mm dan jarak elemen *patch* atas bawah 45,6 mm.

Dari hasil pengujian secara simulasi menggunakan *software* Ansoft HFSS diperoleh parameter antenna *planar array* yang dirancang telah memenuhi spesifikasi antenna yang ditentukan, yaitu dengan nilai *return loss* -31,5980 dB, *bandwidth* 183 Mhz, VSWR 0,4571 dB dan *gain* 3,5091 dBm. Hasil dari parameter antenna *array* tersebut juga mengalami optimasi dari antenna 1 elemen *patch* ke antenna 4 *patch*. Pada pengujian antenna mikrostrip *array* 4 elemen *patch* menggunakan alat ukur *Network Analyzer* (NA) Anritsu MS2034B, didapatkan parameter-parameter yang tidak memenuhi spesifikasi frekuensi antenna 2400 Mhz yang diinginkan dan berbeda dengan hasil simulasi yang didapatkan yaitu *return loss* = -14,37 dB dan VSWR = 1,47 dB, hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu dari faktor konektor dan pencatu antenanya, karena konektor dan pencatu pada antenna yang memiliki rugi-rugi berlebihan karena pencatuan konektor masih menggunakan kabel. Sedangkan untuk uji fungsi antenna, antenna *planar array* yang dirancang memiliki performa yang lebih bagus jika dibandingkan dengan antenna bawaan dari laptop. Karena antenna mikrostrip yang dibuat dapat menerima sinyal Wi-Fi lebih baik pada kondisi jarak terjauh yaitu 21 meter dan kualitas sinyal yang lebih lemah hanya sebesar 16% antenna mikrostrip masih dapat mempertahankan kekuatan sinyal yang didapat sebesar -88 dBm, sehingga antenna mikrostrip dapat mencapai jarak yang lebih jauh antenna laptop karena antenna laptop sudah mencapai jarak maksimal pada jarak 17 meter ketika kualitas sinyal masih 34%. Jadi selisih jarak yang didapat antenna mikrostrip dan antenna laptop adalah sejauh 4 meter.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode *Planar Array* 4 Elemen *Patch* Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi ”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dosen penguji 1, Bapak M. Agung Prawira N, S.T., M.T. dan Dosen penguji 2, Bapak Catur Suko Sarwono S.T. yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran guna memberikan pengarahan demi kemajuan dan terselesainya penulisan skripsi ini dengan baik;
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Ayahanda Imam Nawawi dan Ibunda Erdiana, Adikku Feri Kurniawan terima kasih dukungan, bantuan, kasih sayang serta do'a restunya;
5. Teman-Teman ELEKTRO 10 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan Skripsi ini;
6. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 14 Oktober 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN	xi
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Antena	6
2.1.1 Besaran Antena	6
2.1.2 Antena Mikrostrip	17
2.1.3 Struktur Dasar Antena Mikrostrip.....	18
2.1.4 Antena Mikrostrip <i>Patch</i> Segi Empat	20
2.1.5 Antena <i>Array</i>	21
2.1.6 Teknik Pencatuan	22

2.1.7 Dimensi Antena <i>Rectangular</i>	25
2.1.8 Dimensi Saluran Mikrostrip	26
2.1.9 Impedansi <i>Matching</i>	27
2.2 Software Ansoft HFSS v12.....	29
2.3 Software <i>Wi-Fi Scanner</i>	29
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Tempat Penelitian	30
3.2 Tahap Perencanaan	30
3.3 Alat dan Bahan.....	31
3.4 Menentukan Karakteristik Antena	31
3.5 Perancangan Antena.....	32
3.6 Pemilihan Jenis Substrat	34
3.7 Perancangan 4 Elemen Peradiasi <i>Rectangular</i>	35
3.8 Perancangan Dimensi Antena.....	36
3.9 Hasil Perancangan Secara Simulasi	40
3.10 Fabrikasi Antena.....	48
3.11 Pengambilan Data	49
BAB 4. HASIL PEMBAHASAN.....	54
4.1 Pengujian Antena Secara Simulasi.....	54
4.1.1 Pengujian Parameter Antena 1 <i>Patch</i> Simulasi	57
4.1.2 Pengujian Parameter Antena 2 <i>Patch</i> Simulasi	61
4.1.3 Pengujian Parameter Antena 4 <i>Patch</i> Simulasi	67
4.1.4 Optimasi Hasil Simulasi Parameter Antena Mikrostrip.....	64
4.2 Analisa Pengukuran Antena	68
4.2.1 Pengujian Parameter Antena.....	66
4.2.2 Pengujian Implementasi Antena	70
BAB 5. PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rentang Frekuensi <i>Bandwith</i>	11
2.2 Polarisasi Linier	15
2.3 Polarisai <i>Elips</i>	16
2.4 Polarisasi Melingkar.....	17
2.5 Struktur Antena Mikrostrip	19
2.6 Jenis-Jenis Elemen Peradiasi.....	19
2.7 Antena Mikrostrip <i>Patch</i> Segi Empat	20
2.8 <i>Coaxial Feeding</i>	22
2.9 <i>Microstrip Line Feeding</i>	23
2.10 <i>Proximity Coupled Feeding</i>	24
2.11 <i>Aperture Coupled Feeding</i>	24
2.12 Desain <i>T-Junction</i>	28
3.1 Flowchart Perancangan Antena 4 Elemen <i>Patch</i>	34
3.2 Desain 4 <i>Patch</i> Antena dengan <i>T-Junction</i>	35
3.3 Tampilan Program TXLine 2003 untuk Dimensi <i>T-Junction</i>	39
3.4 Antena 1 <i>Patch</i> Simulasi.....	41
3.5 Simulasi Antena 2 <i>Patch Array</i>	43
3.6 Simulasi Antena 4 <i>Patch Array</i>	46
3.6 Prototipe Antena 4 Elemen <i>Patch</i>	48
3.8 Tampilan Awal NA	50
3.9 Tampilan Menu NA	50
3.10 Tampilan Awal Setelah Dipilih Menu NA.....	50
3.11 Tampilan Awal Kalibrasi	51
3.12 Konfigurasi Pengukuran Antena	51
3.13 Tampilan <i>Range</i> Frekuensi	52
3.14 Menu <i>Return Loss</i>	52
3.15 Menu VSWR.....	53
3.16 <i>Port</i> USB Sebagai Media Penyimpan	51
4.1 <i>Validation check</i> yang gagal	55

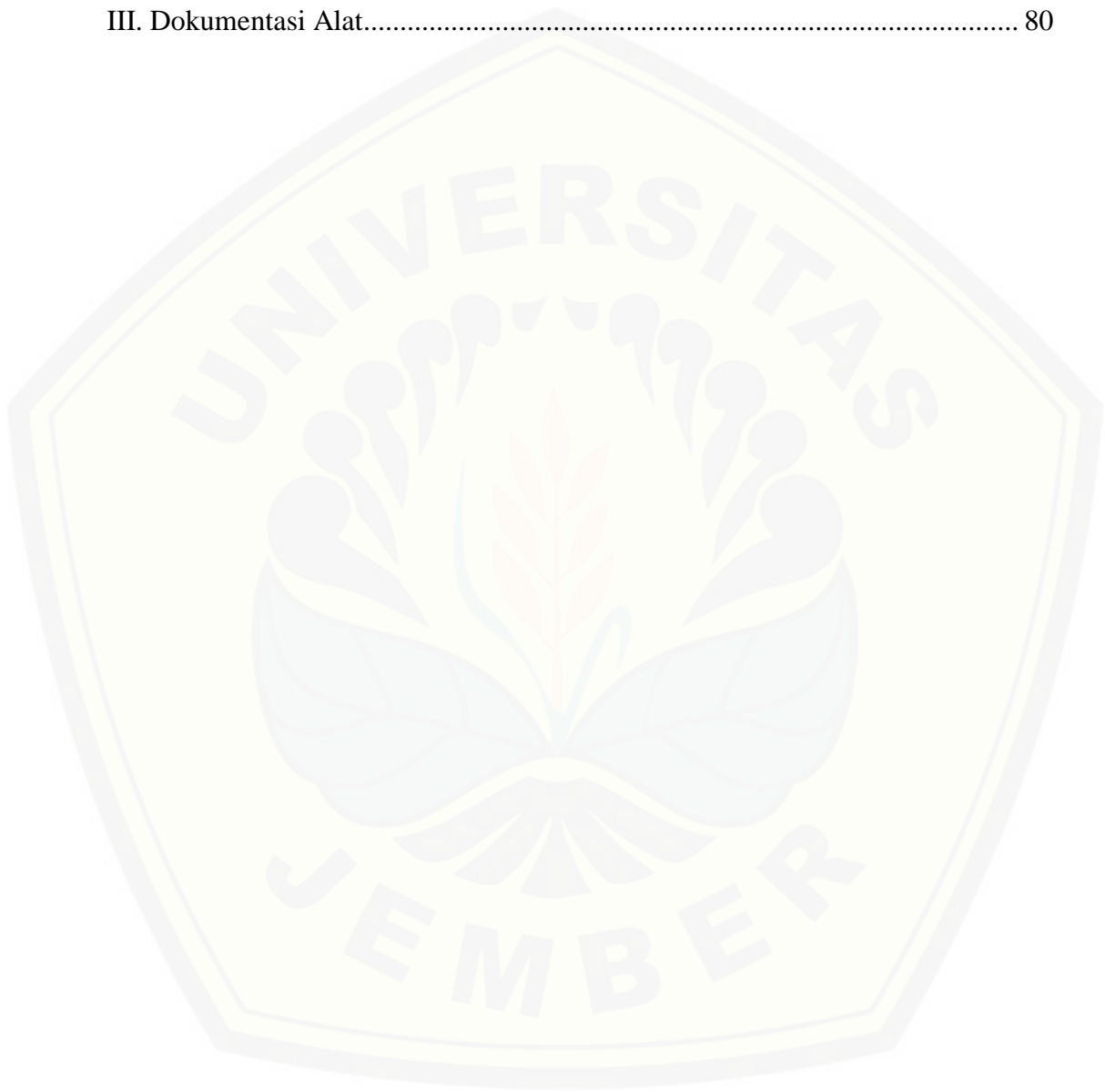
4.2 <i>Validation check</i> yang berhasil	55
4.3 <i>Analysis Add Solution Setup</i>	55
4.4 <i>Edit Sweep</i>	56
4.5 <i>Result, Create Modal Solution Data Report</i>	56
4.6 <i>Rectangular Plot</i>	57
4.7 <i>Create Far Fields Report</i>	57
4.8 Hasil Uji <i>Return Loss</i> Antena 1 <i>Patch</i>	58
4.9 Hasil Uji <i>VSWR</i> Antena 1 <i>Patch</i>	58
4.10 Hasil Uji <i>Gain</i> Antena 1 <i>Patch</i>	59
4.11 Hasil Uji Pola Radiasi Antena1 <i>Patch</i>	60
4.12 Hasil Uji <i>Bandwith</i> Antena 1 <i>Patch</i>	61
4.13 Hasil Uji <i>Return Loss</i> Antena 2 <i>Patch</i>	62
4.14 Hasil Uji <i>VSWR</i> Antena 2 <i>Patch</i>	62
4.15 Hasil Uji <i>Gain</i> Antena 2 <i>Patch</i>	63
4.16 Hasil Uji Pola Radiasi Antena 2 <i>Patch</i>	63
4.17 Hasil Uji <i>Bandwith</i> Antena 2 <i>Patch</i>	64
4.18 Hasil Uji <i>Return Loss</i> Antena 4 <i>Patch</i>	64
4.19 Hasil Uji <i>VSWR</i> Antena 4 <i>Patch</i>	65
4.20 Hasil Uji <i>Gain</i> Antena 4 <i>Patch</i>	65
4.21 Hasil Uji Pola Radiasi Antena 4 <i>Patch</i>	66
4.22 Hasil Uji <i>Bandwith</i> Antena 4 <i>Patch</i>	66
4.23 Hasil Pengujian <i>Return Loss</i>	68
4.24 Hasil Uji <i>VSWR</i> Antena 4 <i>Patch</i>	69
4.25 Hasil Uji Implementasi Antena Laptop Pada Jarak 1 m	72
4.26 Hasil Uji Implementasi Antena Laptop Pada Jarak 18 m	72
4.27 Hasil Uji Implementasi Antena Mikrostrip Pada Jarak 1 m	72
4.28 Hasil Uji Implementasi Antena Mikrostrip Pada Jarak 22 m	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Spesifikasi Substrat FR4 <i>Epoxy</i>	35
3.2 Spesifikasi Ukuran Dimensi Antena 1 <i>Patch</i> Berdasarkan Perhitungan.....	42
3.3 Hasil Proses Iterasi Antena 1 <i>Patch</i>	42
3.4 Spesifikasi Ukuran Dimensi Antena 2 <i>Patch</i> Berdasarkan Perhitungan Dan Iterasi.	44
3.5 Hasil Proses Iterasi Antena 2 <i>Patch</i>	44
3.6 Spesifikasi Ukuran Dimensi Antena 4 <i>Patch</i> Berdasarkan Perhitungan Dan Iterasi	46
3.7 Spesifikasi Ukuran Dimensi Antena 4 <i>Patch</i> Berdasarkan Perhitungan Dan Iterasi	47
3.8 Spesifikasi Ukuran Dimensi Antena 4 <i>Patch</i> Berdasarkan Perhitungan Dan Iterasi	49
4.1 Optimasi Parameter Antena Mikrostrip 1 <i>Patch</i> ke 2 <i>Patch</i>	67
4.2 Optimasi Parameter Antena Mikrostrip 1 <i>Patch</i> ke 2 <i>Patch</i>	67
4.3 Hasil Uji Implementasi Antena.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
I. Hasil Pengujian Antena Menggunakan <i>Network Analyzer</i>	78
II. Hasil Pengujian Implementasi Antena Menggunakan <i>Wi-Fi Scanner</i>	79
III. Dokumentasi Alat.....	80





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat, salah satunya di bidang teknologi komunikasi tanpa kabel. Telekomunikasi merupakan salah satu yang berperan penting untuk kebutuhan manusia. Dengan telekomunikasi manusia dapat saling bertukar informasi antara satu sama lain. Diperkirakan akan terjadi peningkatan kebutuhan komunikasi data dari pada komunikasi pada layanan suara pada beberapa tahun mendatang. Pengembangan yang dilakukan untuk mengatasi permintaan kebutuhan telekomunikasi nirkabel adalah dengan melakukan pengembangan pada antena yang digunakan sebagai alat penunjang pengiriman dan penerima komunikasi data. Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara (Balanis 2005). Antena juga digunakan dalam teknologi *wireless fidelity* (Wi-Fi). Semakin banyaknya permintaan penggunaan Wi-Fi dikalangan pengguna jaringan internet maka semakin banyak pula penyedia layanan Wi-Fi gratis maupun berbayar. Semakin besar kecepatan Wi-Fi yang digunakan maka semakin banyak pengguna yang menggunakan layanan tersebut. Sehingga akan terjadi penumpukan jumlah pelanggan di area Wi-Fi tersebut, karena pada dasarnya semakin dekat pengguna terhadap pemancar jaringan Wi-Fi maka koneksi terhadap jaringan akan semakin kuat dan stabil. Hal tersebut yang menjadi landasan dari perancangan antena ini, diharapkan dengan adanya penelitian perancangan antena ini, antena ini dapat menjadi penguat sinyal Wi-Fi yang diterima tanpa harus mendekati ke sumber pemancar sinyal Wi-Fi tersebut.

Desain antena harus di buat secara fleksibel, praktis dan tetap berkualitas karena kinerja antena yang baik akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima. Antena mikrostrip adalah pilihan antena yang dapat memenuhi kebutuhan sistem Wi-Fi, karena mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi. Antena mikrostrip mengalami perkembangan sejak tahun 1970-an dan masih terus dikembangkan hingga saat ini. Agar antena jenis mikrostrip dapat mendukung sebagai penerima jaringan Wi-Fi, antena harus bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.

Menurut Constantiene A. Balanis (2005: 812), antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik. Agar memenuhi permintaan yang tinggi terhadap layanan komunikasi nirkabel, sebuah antena haruslah memiliki *gain* yang tinggi sehingga *coverage* layanan semakin luas. Beberapa cara untuk meningkatkan *gain* yaitu dengan merancang antena yang mempunyai *patch* lebih dari 1 karena diharapkan dapat memberikan hasil *gain* yang lebih besar. Cara lain untuk mendukung peningkatan *gain* antena mikrostrip yaitu dengan mengganti substratnya. Semakin rendah konstanta dielektrik, semakin tinggi *gain*nya, begitu juga sebaliknya. Substrat yang digunakan untuk penelitian adalah FR4 dengan nilai konstanta dielektrik bervariasi dari 4,3-4,9. Variasi dari jenis substrat yang memiliki konstanta dielektrik rendah antara lain seperti jenis roger(2,2), arlon(2,5), duroid RT 5880(2,2) dll. Tetapi jenis substrat tersebut memiliki harga yang mahal dan sulit di dapat di Indonesia. Untuk pola radiasi antena yang disusun secara *planar array* karena teknik *planar array* memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi (Silalahi 2013). Antena mikrostrip memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki ukuran yang kecil dan ringan, mudah dalam pembuatannya, dapat beroperasi pada *single* ataupun *dual* band, dan dapat dibuat untuk *dual* atau *triple* frekuensi. Walaupun memiliki banyak kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan. Beberapa kekurangannya adalah *bandwidth* yang sempit, efisiensi yang rendah, serta *gain* yang kecil untuk satu *patch* (Hardiati dkk 2011).

Penelitian sebelumnya tentang antena mikrostrip yang digunakan sebagai penerima sinyal Wi-Fi yang dilakukan oleh M. Darsono dalam jurnalnya yang berjudul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dua Elemen Patch Persegi Untuk Aplikasi Wireless Fidelity” dengan menggunakan 2 *patch* antena mikrostrip berbentuk persegi, penelitian tersebut menghasilkan nilai *gain* sebesar 9,377 dB, dan radiasi terpolarisasi linier ke arah vertikal. Hasil dari penelitian tersebut sudah cukup baik dengan di dapat kan nilai *gain* yang cukup besar yaitu diatas 9 dB. Nilai *gain* besar tersebut didapatkan dari pemilihan substrat yang memiliki nilai

konstanta dielektrik yang rendah yaitu substrat duroid RT 5880 dengan konstanta dielektrik 2,2. Tetapi substrat jenis ini sulit di cari dan memiliki harga yang terbilang cukup mahal di Indonesia. Pada penelitian akhir ini akan di buat sebuah desain rancang bangun Antena mikrostrip penerima sinyal Wi-Fi. Dimana antena yang dirancang dapat digunakan sebagai penguat penerima sinyal Wi-Fi, dengan nilai *gain* yang sama atau lebih dari penelitian sebelumnya dan memiliki harga pembuatan yang lebih murah serta pola radiasi yang lebih mudah diatur serta bentuk *patch* yang sama yaitu persegi atau *rectangular*. Agar harga pembuatan antena jadi lebih murah maka substrat dari antena akan menggunakan substrat jenis FR4, dengan konstanta dielektrik sebesar 4,3. Sedangkan untuk mengatasi penurunan *gain* pada perancangan antena maka antena yang di rancang disusun dari 4 *patch* mikrostrip *rectangular*. Target *gain* yang dapat dicapai oleh antena yaitu ≥ 3 dBi. *Patch* antena juga disusun secara *planar* diharapkan lebih mudah untuk menentukan pola radiasi dari antena tersebut. Antena yang dirancang juga harus memenuhi nilai standart parameter lain yang telah ditentukan yaitu nilai VSWR(*Voltage Standing Wave Ratio*), *return loss* dan *bandwith* agar antena mencapai performa yang terbaik. Dari hasil penelitian akhir yang dilakukan di harapkan penelitian ini menjadi acuan dari pembuatan antena mikrostrip penerima sinyal Wi-Fi dengan peradiasi *rectangular patch*.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang di angkat pada tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat antena mikrostrip dengan Metode *Planar Array* 4 Elemen *Patch* yang akan digunakan sebagai penguat antena penerima sinyal Wi-Fi?
2. Bagaimana menganalisa hasil pengukuran berdasarkan parameter antena pada simulasi dan uji laboratorium?
3. Bagaimana hasil optimasi antena dari 1 *patch* ke 4 *patch*?
4. Bagaimana hasil uji implementasi antena mikrostrip yang dibuat?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah dari tugas akhir ini, maka akan dibatasi sejumlah hal agar studi terkait tetap terarah.

1. Antena mikrostrip *planar array* yang dibuat digunakan pada frekuensi 2,4 Ghz dengan menggunakan perangkat lunak *Software HFSS v12* sebagai simulator antena.
2. Parameter yang dianalisa meliputi *gain*, *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, dan pola radiasi pada frekuensi 2,4 Ghz menggunakan simulasi HFSS v12.
3. Uji laboratorium pada antena menggunakan *network analyzer*.
4. Pengambilan data dengan menggunakan modem *portable* hanya sebagai implementasi antena mikrostrip *planar array* sebagai penguat sinyal Wi-Fi.

1.4 Tujuan

1. Membuat antena penerima penguat sinyal Wi-Fi dengan peradiasi *rectangular patch* susun 4 elemen secara *planar* menggunakan *software HFSS v12*.
2. Mengetahui hasil optimasi antena dari 1 *patch* ke 4 *patch*.
3. Mengetahui hasil nyata dari uji laboratorium parameter antena yang dirancang.
4. Mengetahui hasil implementasi antena.

1.5 Manfaat

1. Antena yang dirancang dapat digunakan menjadi Antena penerima sinyal *Wireless Fidelity* (Wi-Fi).
2. Dari hasil pengukuran yang di dapat penelitian yang dilakukan bisa menjadi acuan agar penelitian yang akan dilakukan selanjutnya memiliki hasil yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Merupakan bab yang membahas tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan , manfaat , dan sistematika penulisan tugas akhir

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab yang membahas tentang landasan teori mengenai tugas akhir yaitu Antena mikrostrip dengan metode *planar array* sebagai penguat sinyal Wi-Fi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan bab yang membahas tentang tempat dan waktu penelitian, objek penelitian, alat dan bahan penelitian, perancangan dan pembuatan antena dengan metode *planar array*, dan diagram alir penelitian.

BAB 4. PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil analisa penelitian tugas akhir yaitu analisa hasil pengujian parameter antena dengan menggunakan simulasi dan melakukan pengujian hasil laboratorium

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari uraian keseluruhan isi bab serta saran yang perlu dikemukakan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab Tinjauan Pustaka ini, diulas berbagai publikasi resmi yang berhubungan dengan konsep perancangan antena dan mencakup aspek masalah dan penjelasan faktor-faktor yang diduga berkaitan dengan studi ini. Seluruh teori dan konsep pada Tinjauan Pustaka ini pada akhirnya nanti akan digunakan untuk menunjang analisis pembahasan terhadap hasil penelitian yang dilakukan. Berikut ini adalah teori dan konsep yang berhubungan dengan masalah studi analisis yang akan dibahas.

2.1 Antena

Antena adalah suatu piranti yang digunakan untuk merambatkan dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik. Pemancaran merupakan satu proses perpindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antena pemancar. Sedangkan penerimaan adalah satu proses penerimaan gelombang radio atau elektromagnetik dari ruang bebas melalui antena penerima. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan saluran pencatunya (Adiyanto : 2008).

2.1.1 Besaran Antena

Antena memiliki besaran-besaran penting yang digunakan sebagai penilaian kualitas. Besaran ini digunakan untuk menentukan antena yang dibuat atau diteliti layak / cocok digunakan atau tidak. Beberapa parameter umum dijelaskan sebagai berikut (Pratama : 2013).

2.1.1.1 Pola Radiasi

Pola radiasi adalah representasi grafis sifat-sifat pemancaran antena sebagai fungsi dari koordinat ruang.

Ada dua jenis pola radiasi, yaitu:

a) Mutlak

Pola radiasi mutlak ditampilkan dalam satuan-satuan mutlak kekuatan atau daya medan.

b) Relatif

Pola radiasi relatif merujuk pada satuan – satuan relatif kekuatan atau daya medan. Kebanyakan ukuran pola radiasi relatif kepada antenna *isotropic* dan metode transfer *gain* dipergunakan untuk menentukan *gain* mutlak antenna.

Pola radiasi didaerah dekat antenna tidaklah sama seperti pola radiasi pada jarak jauh. Istilah medan dekat merujuk pada pola medan yang berada dekat antenna, sedangkan istilah medan jauh merujuk pada pola medan yang berada di jarak jauh. Medan jauh juga disebut sebagai medan radiasi, dan merupakan hal yang diinginkan. Biasanya, daya yang dipancarkan adalah yang kita inginkan, dan oleh karena itu pola antenna biasanya diukur di daerah medan jauh. Untuk pengukuran pola sangatlah penting untuk memiliki jarak yang cukup besar untuk berada di medan jauh diluar medan dekat. Jarak dekat minimum yang diperbolehkan bergantung pada dimensi antenna berkaitan dengan panjang gelombang.

2.1.1.2 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Bila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver* maka akan timbul daya refleksi (*reflected power*) pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (*forward power*). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (*standing wave*) yang besarnya bergantung pada daya refleksi. VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum $|V|_{\max}$ dengan minimum $|V|_{\min}$. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan V_0^+ dan tegangan yang direfleksikan V_0^- . Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

V_0^- = Tegangan yang direfleksikan

V_0^+ = Tegangan yang dikirimkan

Γ = Koefisien refleksi tegangan

Z_L = Impedansi beban

Z_0 = Impedansi saluran

Dimana Z_L adalah impedansi beban (*load*) dan Z_0 adalah impedansi saluran (*lossless*). Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang mempresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. 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 *matched* sempurna.

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

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah :

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

S = Nilai VSWR

V_{\max} = Amplitudo gelombang berdiri maksimum

V_{\min} = Amplitudo gelombang berdiri minimum

Γ = Koefisien refleksi tegangan

2.1.1.3 Return Loss

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dibandingkan dengan gelombang yang dikirim (V_0^+). *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

V_0^- = Tegangan yang direfleksikan

V_0^+ = Tegangan yang dikirimkan

Γ = Koefisien refleksi tegangan

Z_1 = Impedansi beban

Z_0 = Impedansi saluran

2.1.1.4 Gain

Gain adalah perbandingan antara rapat daya persatuan unit antenna terhadap rapat daya antenna referensi dalam arah dan daya masukan yang sama. Gain suatu antenna berlainan dengan gain kutub empat, gain diperhatikan daya masukan ke terminal antenna. Gain didapat dengan menggunakan persamaan :

$$G = \eta \times D \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

G = Gain

η = Rapat daya

D = Rapat daya antenna referensi

Ada dua jenis parameter penguatan (Gain) yaitu absolute gain dan relative gain. Absolute gain pada sebuah antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antenna teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara tropik sama dengan daya yang diterima oleh antenna (P_{in}) dibagi 4π . Absolute gain ini dapat dihitung dengan rumus :

$$Gain = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Selain *absolute gain* juga ada *relative gain*. *Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama diantara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ($P_{in} (lossless)$). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in} (lossless)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

$U(\theta, \phi)$ = Perolehan daya pada arah tertentu

P_{in} = Daya yang diterima oleh antenna

$P_{in} (lossless)$ = Daya yang diterima oleh antenna isotropik

2.1.1.5 Directivity

Pengarahan (*directivity*) adalah sebagai perbandingan antara rapat daya maksimum pada berkas utama terhadap rapat daya rata – rata yang diradiasikan

$$D = \frac{U_{max}}{U_0} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

D = *Directivity*

U_{max} = Rapat daya maksimum

U_0 = Rapat daya rata-rata

Intensitas radiasi rata – rata sama dengan jumlah daya yang diradiasikan oleh antenna dibagi dengan 4π . Jika arah tidak ditentukan, arah intensitas radiasi maksimum merupakan arah yang dimaksud. *Directivity* ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

D = Keterarahan (*Directivity*)

D_0 = Keterarahan maksimum

U = Intensitas radiasi

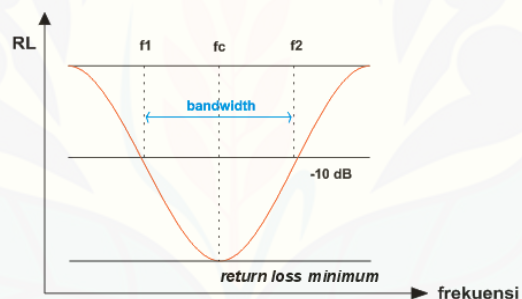
U_{\max} = Intensitas radiasi maksimum

U_0 = Intensitas radiasi pada sumber isotropik

P_{rad} = Daya total radiasi

2.1.1.6 Bandwidth

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth axial ratio*) memenuhi spesifikasi *standard*. Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Rentang Frekuensi Yang Menjadi *Bandwidth* Dengan Standar $RL \leq -10$ dB
(Sumber : Zulkifli, 2008)

Dalam menentukan *bandwidth* antenna penting untuk menspesifikasikan kriteria apa saja yang digunakan karena tidak terdapat definisi yang baku dari *bandwidth*. Jadi *bandwidth* suatu antenna ditentukan oleh parameter apa yang digunakan. Beberapa definisi dari *bandwidth* yang berhubungan dengan antenna mikrostrip adalah :

- a. *Impedance Bandwidth* adalah rentang frekuensi tertentu dimana *patch* antenna *matching* dengan saluran catunya. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna (*patch* dan saluran catu) bervariasi nilainya menurut frekuensi. Kondisi *matching* dari suatu elemen antenna dapat dilihat dari *return loss* atau VSWR. Pada umumnya nilai *return loss* yang diminta < -9.54 dB atau

$VSWR < 2$, namun pada beberapa sistem ada yang meminta *return loss* < -15 dB atau $VSWR < 1,5$.

- b. *Pattern bandwidth* adalah rentang frekuensi dengan *beamwidths*, *sidelobe*, atau *gain* memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus kita tentukan sehingga besarnya *bandwidth* dapat ditentukan. Seperti properti antenna lainnya, *beamwidths*, *sidelobe*, dan *gain* juga bervariasi menurut frekuensi.
- c. *Axial ratio bandwidth* (ARBW) adalah rentang frekuensi dimana polarisasi (*linier* atau *melingkar*) masih terjadi. Dengan menentukan nilai maksimum dari *cross-polarization* atau *axial ratio*, maka *bandwidth* antenna dengan polarisasi *linier* atau *melingkar* dapat ditentukan. Pada umumnya nilai batas frekuensi ARBW < 3 . Nilai ARBW yang semakin mendekati 1 menunjukkan polarisasi antenna yang semakin *melingkar*. *Bandwidth* (BW) antenna biasanya ditulis dalam bentuk persentase *bandwidth* karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi dan dirumuskan sebagai:

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

$$f_c = \frac{f_h - f_l}{2} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan:

f_h = frekuensi tertinggi dalam *band* (GHz)

f_l = frekuensi terendah dalam *band* (GHz)

f_c = frekuensi tengah dalam *band* (GHz)

2.1.1.7 Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah impedansi pada antenna yang terukur pada titik-titik terminal masukan antenna atau perbandingan antara tegangan dan arus pada sepasang terminal masukan antenna. Dengan kata lain, impedansi masukan

merupakan total impedansi dari impedansi karakteristik (saluran transmisi) Z_0 , dan impedansi beban (antena) Z_L , yang dapat dirumuskan dengan persamaan :

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta l}{Z_0 + jZ_L \tan \beta l} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_g} \text{ dengan } \beta \text{ adalah konstanta propagasi.} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

- Z_{in} = Imedansi masukan
- Z_0 = Impedansi karakteristik
- Z_L = Impedansi beban
- B = Konstanta propagasi

2.1.1.8 Impedansi Karakteristik Saluran Mikrostrip

Pada prinsipnya antenna mikrostrip mempunyai kesamaan dengan saluran mikrostrip. Dengan memperhatikan adanya kesamaan sifat yang dimiliki sebagai komponen pasif, maka dalam menentukan impedansi karakteristik antenna dapat dilakukan dengan menggunakan analisis saluran transmisi dalam bentuk mikrostrip. Tujuan penentuan impedansi karakteristik antenna adalah untuk menentukan lebar saluran atau elemen radiasinya. Secara matematik besarnya nilai impedansi karakteristik unutm saluran antenna mikrostrip dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Z_0 = \frac{337h}{\sqrt{\epsilon_r W}} (\Omega) \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

- Z_0 = impedansi karakteristik (Ω)
- ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)
- W = lebar elemen radiasi (mm)
- h = tinggi bahan substrat (mm)

Impedansi karakteristik merupakan salah satu parameter yang penting dalam merancang antena mikrostrip, karena apabila impedansi saluran yang tidak *matching* dengan impedansi masukan antena akan menyebabkan beberapa masalah, antara lain timbulnya sinyal pantul, distorsi dan interferensi antar alur rangkaian .

2.1.1.9 Polarisasi Antena

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi dari arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda .

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan daerah dari magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Selain itu, polarisasi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang yang diradiasikan dan diterima oleh antena pada suatu arah tertentu.

Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linier (linier)*, *circular (melingkar)*, atau *elliptical (elips)*.

1. Polarisasi *Linier*

Polarisasi *linier* terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu di titik ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi :

- a. Hanya ada satu komponen, atau
- b. 2 komponen yang saling tegak lurus secara *linier* yang berada pada perbedaan fasa waktu atau 180 derajat atau kelipatannya.

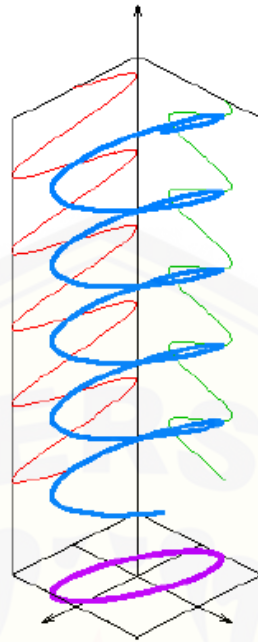


Gambar 2.2 Polarisasi *linier*
(Sumber : Pratama, 2013)

2. Polarisasi *Elips*

Polarisasi *elips* terjadi jika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan *elips* pada ruang. Kondisi yang harus terpenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai dua komponen *linier orthogonal*
- Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0 derajat atau kelipatan 180 derajat (karena akan menjadi *linier*). Jika kedua komponen berada pada *magnitudo* yang sama, maka perbedaan fasa diantara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari 90 derajat (karena akan menjadi lingkaran).



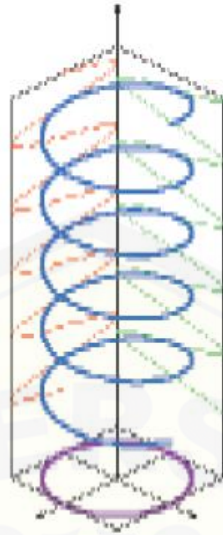
Gambar 2.3 Polarisasi *elips*
(Sumber : Pratama, 2013)

3. Polarisasi Melingkar

Polarisasi melingkar terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut suatu titik memiliki vektor medan elektrik atau magnet pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus *linier*
- Kedua komponen tersebut harus memiliki magnitudo yang sama
- Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90 derajat.

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Handed Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Handed Circular Polarization* (RHCP). LHCP terjadi ketika, sebaliknya RHCP terjadi ketika



Gambar 2.4 Polarisasi Melingkar
(Sumber : Pratama, 2013)

Polarisasi melingkar saat ini sangat penting dalam industri desain antena, diantaranya dapat menghilangkan pentingnya orientasi antena dalam bidang tegak lurus terhadap arah propagasi, lalu memberikan fleksibilitas lebih banyak sudut antara transmisi dan penerima antena. Polarisasi melingkar saat ini digunakan dalam banyak aplikasi komersial dan militer. Namun sulit untuk mendesain antena dengan polarisasi melingkar yang baik. Antena mikrostrip pada awalnya tidak menghasilkan polarisasi melingkar, kemudian beberapa perubahan harus dilakukan untuk antena *patch* untuk dapat menghasilkan polarisasi melingkar.

2.1.2 Antena Mikrostrip

Menurut Constantiene A. Balanis (2005: 812), Antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik. Pengembangan antena mikrostrip berawal dari ide dasar bagaimana menggunakan *printed circuit technology* tidak hanya untuk komponen rangkaian dan saluran transmisi pada sistem elektronika, tetapi bisa juga digunakan sebagai elemen peradiasi. Antena mikrostrip mendapat perhatian yang cukup besar yaitu ditahun 1970an meskipun

ide dasar pembuatannya yaitu tahun 1933 dan mendapatkan hak paten tahun 1935. Antena mikrostrip merupakan antena kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak diatas substrat.

Beberapa keuntungan dari antena mikrostrip antara lain :

1. *Low profile* yakni berdimensi kecil dan ringan dan dapat dibuat konformal
2. Biaya fabrikasi murah
3. Polarisasi *linear* maupun melingkar dapat dimungkinkan hanya dengan catu sederhana
4. Memungkinkan untuk dibuat *dual-frequency* dan *dual-polarization*
5. Dapat diintegrasikan dengan rangkaian *microwave* lainnya dengan mudah
6. *Feed line* dan *matching network* dapat difabrikasi pada struktur antena sekaligus

Akan tetapi, terdapat beberapa kekurangan dari antena mikrostrip itu sendiri, diantaranya:

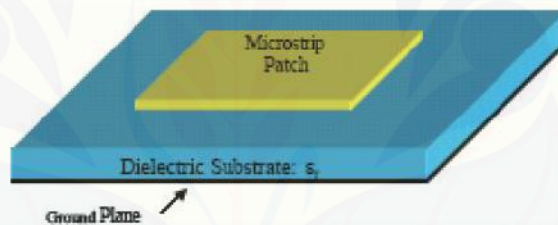
1. *Bandwidth* yang sempit
2. Memiliki *gain* yang rendah
3. Rugi-rugi *ohmic* yang tinggi pada struktur *feed* untuk bentuk antena susun
4. Untuk antena mikrostrip susun diperlukan struktur *feed* yang kompleks
5. Kemurnian polarisasi sulit dicapai
6. Beberapa radiasi yang tidak diinginkan dapat muncul dari pencatu atau sambungan
7. Hanya mampu menangani daya yang rendah
8. Munculnya gelombang permukaan
9. Konsekuensi atas *cross-polarization* atau *mutual coupling* pada antena susun pada penurunan kualitas *gain* dan efisiensi

2.1.3 Struktur Dasar Antena Mikrostrip

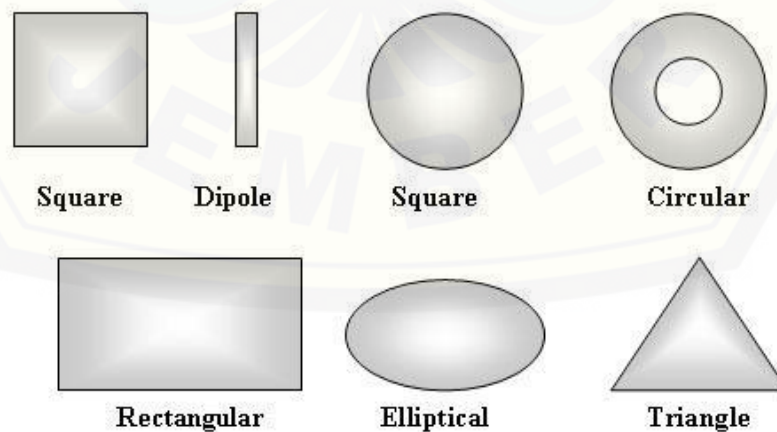
Suatu antena mikrostrip sederhana memiliki bagian elemen peradiasi menunjukkan penampang dari sebuah antena mikrostrip, yang terdiri dari tiga bagian yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat dan elemen pertanahan (*ground*)

plane) ditunjukkan pada gambar 2.5. Mikrostrip antenna sering disebut juga sebagai *patch* antenna. Elemen peradiasi dan *transmission line* biasanya di *photoched* diatas permukaan substrat dielektrik. Elemen peradiasi terbuat dari bahan metal yang mempunyai ketebalan yang sangat tipis. Elemen ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Besar, panjang, lebar maupun radius dari elemen *patch* sangat mempengaruhi frekuensi kerja antenna (Pratama: 2013).

Elemen peradiasi dapat dibuat dalam berbagai macam bentuk, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 Elemen peradiasi terbuat dari bahan konduktor biasanya berupa tembaga. Elemen peradiasi ini dapat berbentuk segiempat, lingkaran, segitiga, ring serta beberapa bentuk elemen modifikasi. Tiap- tiap bentuk tersebut memiliki karakteristik yang berbeda yang digunakan sesuai kebutuhannya.



Gambar 2.5 Struktur Antena Mikrostrip
(Sumber : Zulkifli, 2008)

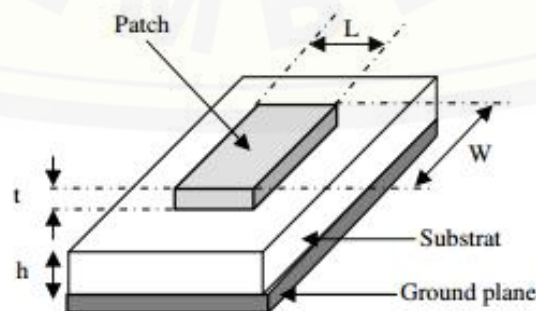


Gambar 2.6 Jenis - jenis Elemen Peradiasi
(Sumber : Pratama, 2013)

Substrat merupakan bagian yang membatasi elemen peradiasi dan pertanahan. Bagian ini memiliki konstanta dielektrik (ϵ_r), faktor disipasi dielektrik ($\tan \delta$) dan ketebalan (h) tertentu, ketiga nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth* dan efisiensi antena yang akan dibuat. Ketebalan substrat jauh lebih besar dari ketebalan *patch* atau elemen peradiasi. Semakin tebal substrat, maka *bandwidth* akan semakin meningkat, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan. Sedangkan elemen pertanahan (*ground*) berfungsi sebagai pembumihan bagi sistem antena mikrostrip. Elemen pertanahan ini juga pada umumnya memiliki elemen yang sama dengan elemen peradiasi, yaitu berupa lempengan tembaga.

2.1.4 Antena Mikrostrip *Patch* Segi Empat

Bentuk dari *patch* antena mikrostrip sangat beragam. *Patch* ini dapat berbentuk persegi, persegi panjang, *dipole*, lingkaran, segitiga, *elips* dan lain sebagainya. Akan tetapi *patch* yang berbentuk Segi Empat dan lingkaran merupakan bentuk *patch* yang paling populer karena kemudahan dalam analisis, proses fabrikasi yang sederhana dan karakteristik radiasi yang atraktif. *Patch* segi empat sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan. *Patch* segi empat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk persegi pada proses *etching* antena ini dapat dibuat. Bentuk dari antena mikrostrip *patch* segi empat dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Antena Mikrostrip *Patch* Segi Empat

(Sumber: Denny, 2013)

Secara umum antena mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu *patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak di bagian paling bawah. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik, sedangkan *ground plane* berfungsi sebagai reflektor yang terbuat dari tembaga atau perak.

2.1.5 Antena Array

Biasanya antena elemen tunggal memiliki pola radiasi yang sangat lebar, dan setiap elemen tersebut menghasilkan keterarahan dan perolehan (*gain*) yang rendah. Pada banyak aplikasi diperlukan antena dengan keterarahan yang baik dan perolehan (*gain*) yang tinggi. Contoh aplikasi yang membutuhkan karakteristik tersebut antara lain adalah radar, penginderaan jauh, komunikasi satelit, dan banyak lagi. Kebutuhan karakteristik ini dapat dipenuhi dengan menyusun antena dengan beberapa konfigurasi. Antena susunan ini sering disebut sebagai antena *array*.

Antena *array* adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam antena mikrostrip *patch*, yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*. Medan total dari antena *array* ditentukan oleh penjumlahan vektor dari medan yang diradiasikan oleh elemen tunggal. Untuk membentuk pola yang memiliki keterarahan tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen *array* berinterferensi secara konstruktif pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara destruktif pada arah yang lain. Pada antena *array* dengan elemen yang identik, terdapat lima kontrol yang dapat digunakan untuk membentuk pola antena, yaitu :

- a. konfigurasi geometri (*linier*, melingkar, *rectangular*, *spherical*, dll)
- b. pemindahan relatif antara elemen
- c. amplitudo eksitasi dari setiap elemen
- d. fasa eksitasi dari setiap elemen
- e. pola relatif dari setiap elemen

Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, di antaranya: *linear*, *planar*, dan *circular*. Masing-masing konfigurasi memiliki keuntungan, misalnya *linear array* memiliki kelebihan dalam perhitungan yang tidak terlalu rumit, sedangkan *planar*

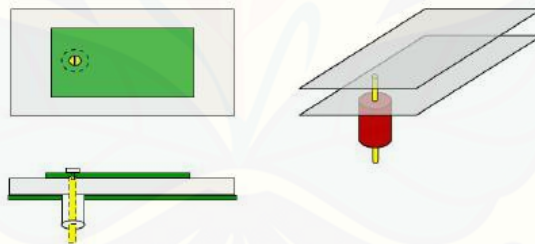
array memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi. Pada penelitian ini dirancang antenna *linear array*. Pada antenna *array* terdapat *Array Factor* (AF) yang merupakan vektor pengali dari medan *elektrik* dari elemen tunggal. *Array factor* inilah yang menentukan bagaimana pola radiasi dan seberapa besar tingkat daya yang diradiasikan oleh antenna tersebut.

2.1.6 Teknik Pencatuan

Terdapat beberapa macam teknik pencatuan, antara lain *coaxial feed*, *microstrip feed*, *proximity coupled microstrip feed* dan *aperture-coupled microstrip feed* (Pratama : 2013).

2.1.6.1 Coaxial Feeding

Coaxial Feeding adalah salah satu teknik dasar yang digunakan dalam pencatuan antenna mikrostrip. Kabel koaksial terhubung ke antenna sehingga konduktor bagian luarnya terhubung pada bagian *ground*, sementara konduktor dalam disolder ke bagian *patch*.

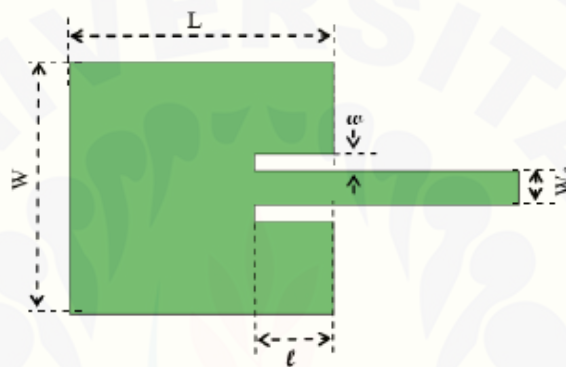


Gambar 2.8 *Coaxial Feeding*
(Sumber : Pratama, 2013)

Coaxial feeding cukup mudah untuk didesain, cukup mudah dalam fabrikasinya. Namun pencatuan *coaxial feeding* memiliki kelemahan, yaitu membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam penyolderan. *Coaxial feeding* biasanya memberikan *bandwidth* yang sempit dan ketika pabrikan menggunakan substrat yang tebal, *probe* yang lebih lebar akan dibutuhkan untuk meningkatkan *power* permukaan dan induktansi dari *feeding*.

2.1.6.2 Microstrip line feed

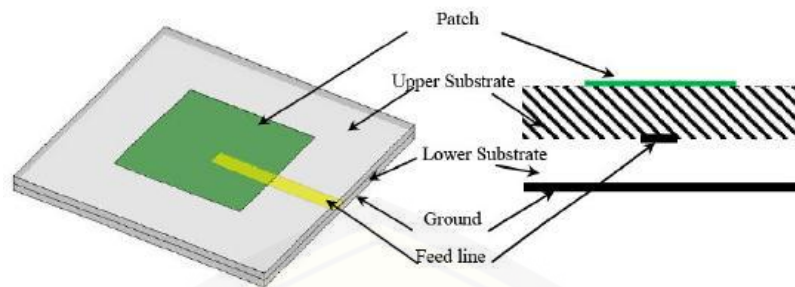
Dalam pencatuan jenis ini, *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang diletakan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*. *Microstrip line feed* sangat mudah didesain, dihubungkan, dan di fabrikasi. Pencatuan jenis ini adalah pilihan yang baik jika digunakan untuk mencatu antenna *array*. Bagaimanapun juga, pencatuan jenis ini juga memiliki kelemahan, yaitu menghasilkan *bandwidth* yang sempit. Gambar 2.9 menunjukkan teknik pencatuan secara *line feed*.



Gambar 2.9 Microstrip line feeding
(Sumber : Pratama, 2013)

2.1.6.3 Proximity Coupled Feeding

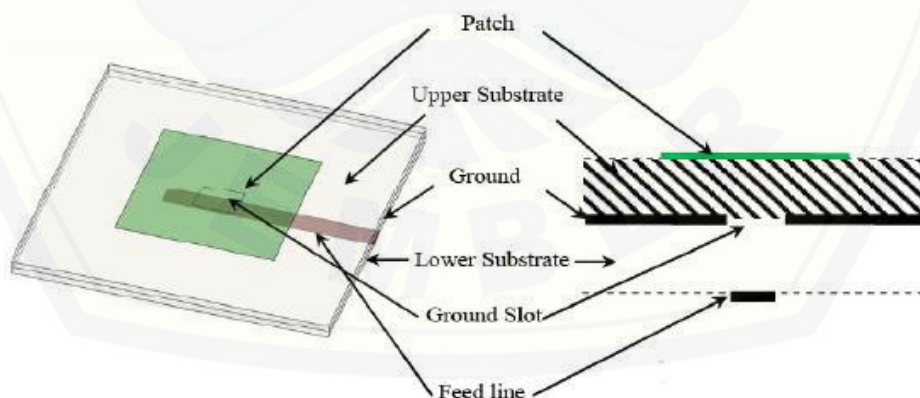
Proximity coupled feeding terdiri dari 2 *layer* atau tumpukan substrat dielektrik. *Patch* dari antenna mikrostrip terletak dibagian atas atau tumpukan atas substrat pertama dan jalur *feeding* atau pencatuannya terletak di bagian atas di *layer* kedua atau tumpukan bawah dari substrat. Jadi pencatuannya dikopel secara elektromagnetis oleh bagian *feeding* secara tidak langsung yang dibatasi oleh substrat dielektrik. Pencatuan jenis ini mengurangi radiasi yang tidak dibutuhkan dan memperluas *bandwidth*. Kelemahannya yaitu dibutuhkan ketepatan dalam mendesain bagian atas dan bawah *layer*, agar energi dapat terkopel dengan baik.



Gambar 2.10 *Proximity coupled feeding*
(Sumber : Pratama, 2013)

2.1.6.4 Aperture Coupled Feeding

Pencatuan jenis ini hampir sama dengan teknik pencatuan *proximity coupled feeding*, yaitu terdiri dari 2 layer substrat dengan bagian *ground* yang terletak bagian tengah diantara kedua substrat tersebut. *patch* dari mikrostip terletak di bagian atas dari *layer* teratas substrat, dan jalur *feeding* terletak di bagian bawah dari *layer* terbawah substrat, dimana pada bagian *ground* diberikan *slot* yang sama dengan ukuran *feed line* agar energi dapat terkopel kebagian *patch*. Keuntungan dari teknik pencatuan ini adalah akan memperluas *bandwidth* dari antenna dan meningkatkan ketepatan polarisasi yang diinginkan dan mengurangi polarisasi yang menyilang. Tetapi memiliki tingkat kesulitan yang sama dengan *proximity coupled feeding* dimana pabrikasinya membutuhkan 2 *layer* substrat.



Gambar 2.11 *Aperture Coupled Feeding*
(Sumber : Pratama, 2013)

2.1.7 Dimensi Antena *Rectangular*

Untuk mencari dimensi antena mikrostrip, harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal substrat (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), tebal konduktor (t) dan rugi-rugi bahan. Panjang antena mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang, *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena mikrostrip (W) impedansi *input* juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena mikrostrip dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Pramono : 2011)

$$W = \frac{c}{2 f_o \sqrt{\epsilon_r + 1}} \dots\dots\dots (2.14)$$

- Dimana, W : lebar konduktor
 ϵ_r : konstanta dielektrik
 c : kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)
 f_o : frekuensi kerja antena

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* antena (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dirumuskan dengan :

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) (\frac{w}{h} + 0,264)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) (\frac{w}{h} + 0,8)} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana h merupakan tinggi substrat atau tebal substrat, dan ϵ_{reff} adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan dengan :

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan panjang *patch* (L) dirumuskan dengan:

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana L_{eff} merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

- ΔL = Pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect*
- ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik relatif
- L = Panjang *patch*
- L_{eff} = Panjang *patch* efektif
- c = Kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)
- f_o = Frekuensi kerja antena
- ϵ_r = Konstanta dielektrik
- h = Tinggi substrat

2.1.8 Dimensi Saluran Mikrostrip (*feed line*)

Saluran mikrostrip merupakan hal yang sangat penting bagi antena mikrostrip. Pemilihan saluran pencatu dengan saluran mikrostrip adalah karena kemudahan dalam hal fabrikasi dan penentuan *matching* dari saluran mikrostrip dapat dengan mudah dilakukan. Saluran mikrostrip dapat mempengaruhi *matching* pada antena mikrostrip. Untuk *me-matching*-kan antena, hal yang perlu dilakukan adalah dengan marubah-rubah ukuran dari elemen pencatu dengan memberikan stub dan mengubah-ubah posisinya terhadap *patch*.

Lebar saluran mikrostrip (W) tergantung dari impedansi (Z_0) karakteristik yang diinginkan. Adapun rumus untuk menghitung lebar saluran mikrostrip yaitu sebagai berikut :

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln (2B - 1) + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2\epsilon_r} \left[\ln (B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.20)$$

a. Karakteristik Saluran Mikrostrip (*Microstrip Line*) untuk $W/h < 1$

Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff})

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} + 0,04 \left(1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (2.21)$$

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \ln \left(\frac{8h}{w} + \frac{w}{4h} \right) \dots\dots\dots (2.22)$$

b. Karakteristik Saluran Mikrostrip (*Microstrip Line*) untuk $W/h > 1$

Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff})

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \dots\dots\dots (2.23)$$

$$Z_0 = \frac{120\pi / \sqrt{\epsilon_{reff}}}{w/h + 1,393 + 2/3 \ln(w/h + 1,44)} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

Z_0 = Karakteristik saluran mikrostrip

ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik relatif

c = Kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)

ϵ_r = Konstanta dielektrik

h = Tinggi substrat

2.1.9 Impedansi *Matching*

Perancangan suatu antenna tidak terlepas dari penyesuaian impedansi (*impedance matching*). Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi $Z_0 = Z_L$ atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang

terjadi pada ujung saluran beban. Z_0 merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50 ohm. Z_L merupakan impedansi beban. Beban dapat berupa antena atau rangkaian lain yang mempunyai impedansi ekuivalen Z_L . Karena kegunaan utama saluran transmisi adalah untuk *mentransfer* daya secara sempurna, maka beban yang *matched* sangat diperlukan.

Metode pencatutan secara langsung sulit untuk mencapai kondisi *matching*. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara untuk mendapatkan kondisi yang *matching*, yaitu dengan cara menambahkan *transformator* $\lambda/4$, pemberian *single stub*, dan *double stub*.

2.1.9.1 T - Junctions

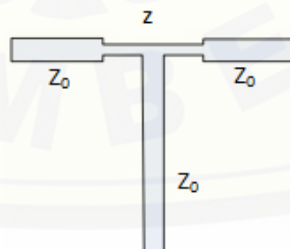
Untuk mendesain antena mikrostrip *array* maka dibutuhkan suatu saluran yang dapat menghubungkan *patch* yang ada. Bentuk awal dari saluran tersebut berupa *T-Junction* yang merupakan saluran pencatu yang memiliki percabangan seperti pada gambar 2.12 dimana Z_0 merupakan impedansi karakteristik dan Z adalah impedansi *transformer* $\frac{1}{4} \lambda$. Nilai dari Z dapat dihitung dengan menggunakan metode *wilkinson*, hasil perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Z = Z_0 \sqrt{N} = 50 \sqrt{2} = 70,7106 \Omega \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

Z = impedansi *transformer* $\frac{1}{4} \lambda$

Z_0 = impedansi karakteristik



Gambar 2.12 Desain *T-Junction*
(Sumber : Pradipta dkk, 2012)

2.2 Software Ansoft HFSS v12

HFSS yaitu kependekan dari *HighFrequency Structure Simulator*. Ansoft merupakan *software* pelopor yang menggunakan *Finite Element Method* (FEM) untuk simulasi elektromagnetik dengan mengembangkan serta menerapkan teknologi seperti *tangential vector finite elements*, *adaptive meshing*, dan *Adaptive Lanczos-Pade Sweep (ALPS)*. Dimana HFSS adalah simulator gelombang elektromagnetik penuh dengan performa yang baik untuk pemodelan benda 3 dimensi yang memiliki *volume* yang berubah-ubah. HFSS ini menyatukan proses simulasi, visualisasi, dan proses pemodelan ke dalam suatu bentuk yang mudah untuk dipelajari. Simulator ini dapat dimanfaatkan untuk menghitung parameter seperti S parameter, frekuensi resonansi, dan medan. HFSS ini simulator interaktif yang elemen dasar *mesh*-nya adalah *tetrahedron*. Dimana hal ini membuat kita dapat menyelesaikan persoalan yang berhubungan dengan bentuk geometri 3 dimensi yang berubah-ubah khususnya yang memiliki bentuk dan kurva yang kompleks.

2.3 Software Wi-Fi Scanner

Wi-fi *scanner* adalah aplikasi yang mudah digunakan untuk menentukan sinyal Wi-Fi di seluruh wilayah dan menentukan kekuatan sinyal dan menganalisis jaringan wifi di sekitar. Wi-fi *scanner* memungkinkan untuk menganalisis jaringan Wi-Fi sebelum bergabung jaringan. Wi-fi *scanner* memberikan informasi rinci dari sinyal Wi-Fi dan sifat mereka. Wi-fi *scanner* dapat menunjukkan grafik kekuatan sinyal sehingga dapat menentukan *router* Wi-Fi yang terdekat dan dengan kekuatan sinyal yang terbaik untuk dihubungkan ke perangkat.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini tempat penelitian dilakukan di Laboraturium Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Jember dan di Laboraturium Telekomunikasi PENS (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya).

3.2 Tahap Perencanaan

a. Studi Literatur

Studi literatur dimaksudkan agar penulis dapat menyelesaikan masalah yang ada pada saat penyusunan skripsi. Melalui studi literatur inilah penulis mendapatkan beberapa sumber referensi yang dapat digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah-masalah yang timbul saat proses penyusunan skripsi.

b. Perancangan antena secara simulasi

Sebelum memfabrikasi antena, penulis merancang antena dengan melakukan perhitungan secara matematis, kemudian hasil perhitungan ini dimasukkan ke dalam simulasi dengan menggunakan *software* komputer. Hal ini dimaksudkan agar perancangan menjadi lebih efektif dan efisien serta didapatkan hasil yang maksimal. *Software* yang digunakan untuk perancangan simulasi antena adalah Ansoft HFSS v12.

c. Pembuatan *Hardware*

Setelah proses perancangan secara simulasi selesai dan didapatkan hasil yang maksimal, maka dibuatlah antena mikrostrip *planar array* 4 elemen *patch* dengan dimensi sesuai dengan simulasi. Antena yang akan dibuat adalah antena mikrostrip dengan menggunakan PCB yang bekerja di frekuensi 2.4 GHz. Antena ini berfungsi sebagai penguat penerima sinyal Wi-Fi.

d. Pengujian dan Analisis

Penulis melakukan pengujian dengan cara menguji dengan menggunakan alat ukur antena yang dinamakan *Network Analyzer*. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan mengukur hasil beberapa parameter antena mikrostrip yang meliputi *gain*, *return loss*, dan VSWR. Hasil dari pengujian parameter *return loss* dan

VSWR antenna menggunakan *Network Analyzer* akan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari perancangan antenna melalui simulasi menggunakan *software* komputer. Sedangkan pengujian *gain* didapatkan melalui uji fungsi antenna dimana antenna akan diimplementasikan pada laptop dan digunakan sebagai antenna penerima, hasil dari uji fungsi dapat dilihat dengan menggunakan *software* Wi-Fi *Scanner*

e. Pembuatan Laporan

Pembuatan Laporan digunakan untuk memenuhi syarat telah dilakukannya tugas akhir (skripsi). Laporan juga merupakan bukti fisik bahwa pembuatan dan penelitian mengenai antenna mikrostrip *planar array* 4 elemen *patch* 2.4 GHz sudah pernah dilakukan.

3.3 Alat dan Bahan

Perancangan antenna mikrostrip dengan metode *planar array* ini menggunakan beberapa alat dan bahan antara lain :

1. *Printed Circuit Board* (PCB) *FR4*
2. *SMA Connector* 50 Ω
3. *Software* HFSS v12
4. *Network Analyzer*
5. *Soldering Tool* dan Timah
6. Kabel *Coaxial* 50 ohm
7. *Personal Computer* (PC)
8. *Wi-Fi Scanner*

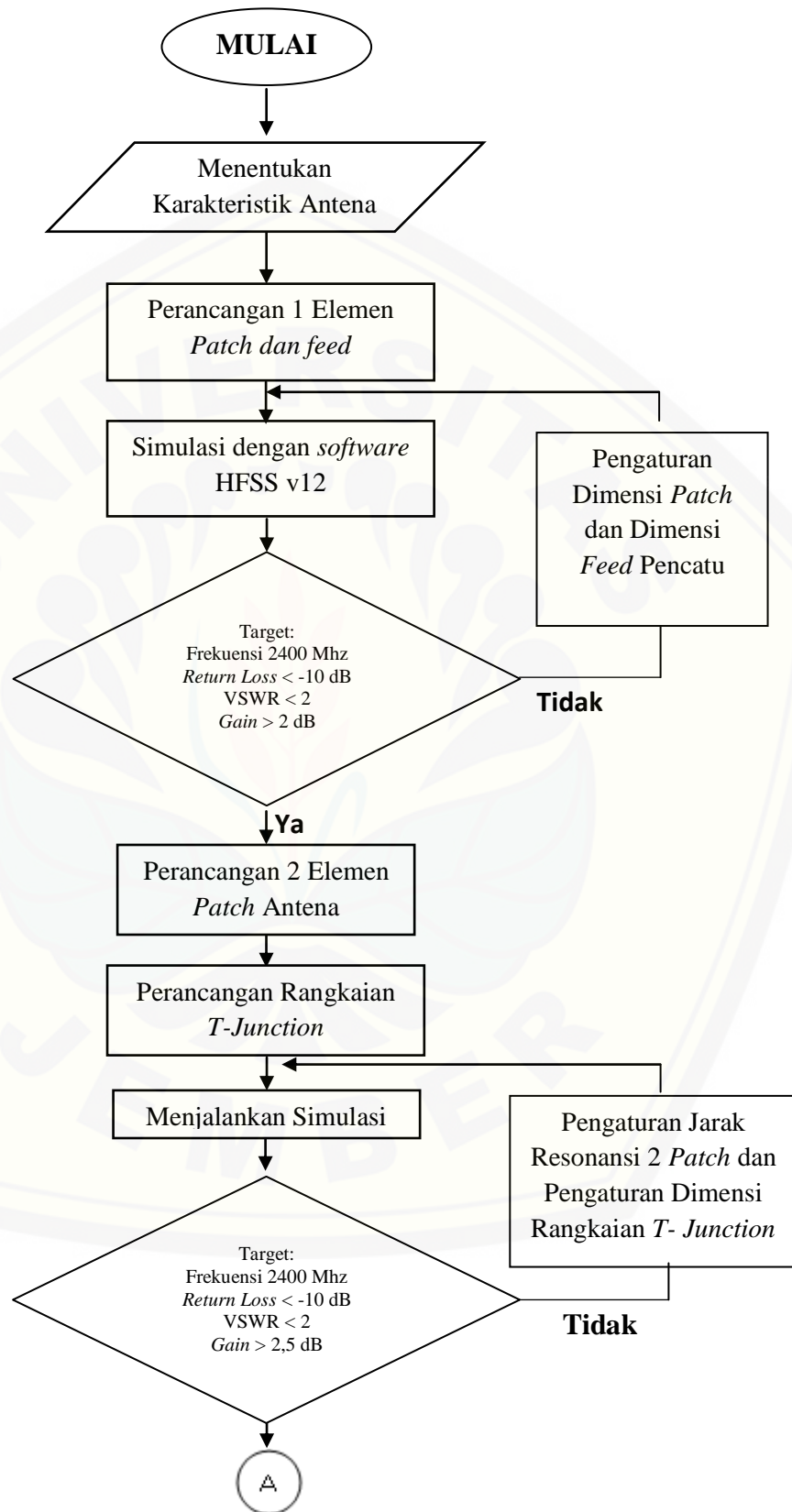
3.4 Menentukan Karakteristik Antena

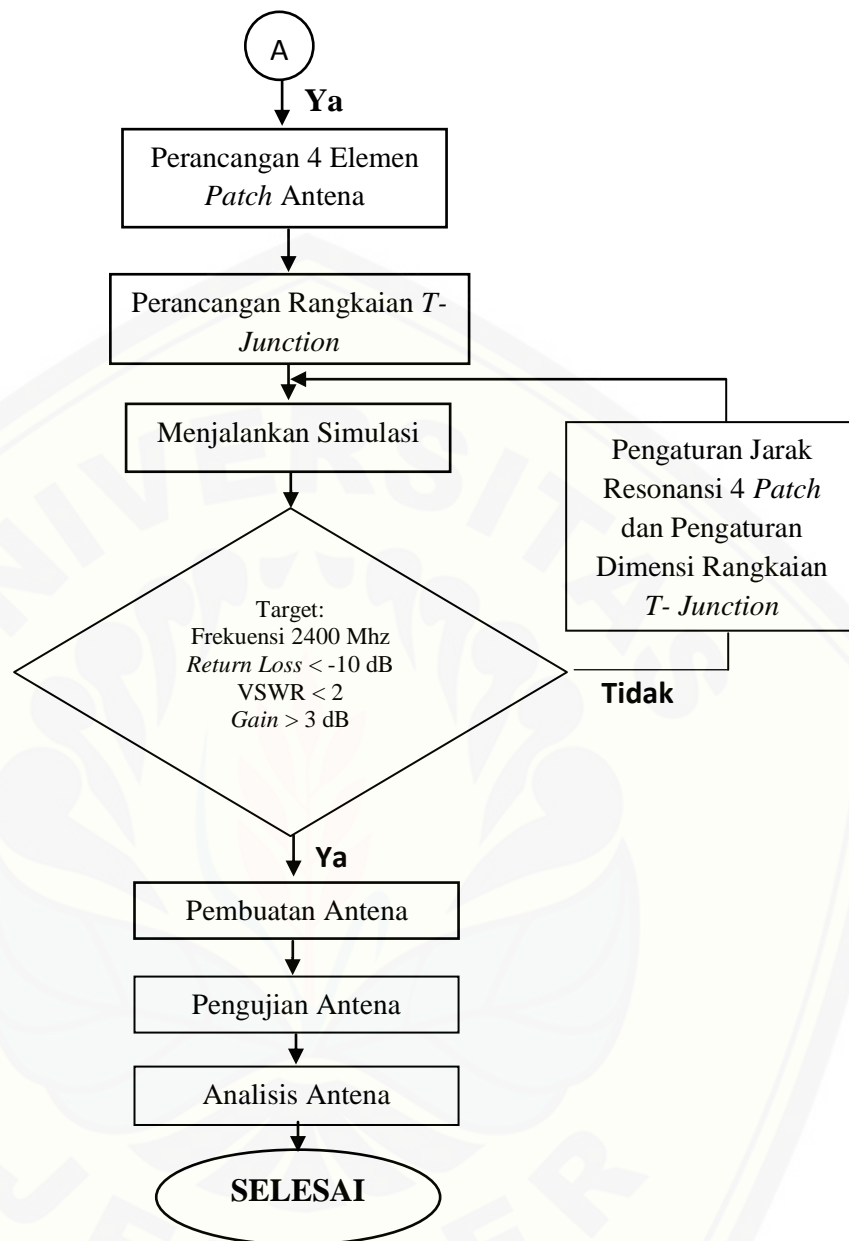
Sebelum perancangan antenna dilakukan, perlu diketahui terlebih dahulu parameter yang ingin dicapai pada antenna ini. Parameter yang ingin dicapai yaitu:

1. Frekuensi Kerja : 2,4 GHz
2. *Return Loss* : < -10 dB
3. VSWR : < 2
4. *Gain* : > 3 dB
5. Elemen Peradiasi : *Rectangular Patch*

3.5 Perancangan Antena

Perancangan antena yang pertama yaitu menentukan jenis substrat yang digunakan yaitu substrat jenis FR4 dengan ketebalan 1,6 mm. Langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis elemen peradiasi dan dimensi antena, elemen peradiasi menggunakan jenis *rectangular* sedangkan untuk dimensi antena didapatkan dengan cara perhitungan. Pencatuan elemen peradiasi menggunakan pencatuan *line feeding*. Setelah melakukan perhitungan hasil dari perhitungan tersebut diterapkan melalui simulasi menggunakan *software* HFSS v12. Perhitungan pertama dilakukan untuk antena 1 *patch* yakni menghitung dimensi *patch* dan dimensi *feed*, setelah didapatkan hasil perhitungan maka hasil tersebut di simulasikan melalui HFSS, jika hasil simulasi yang didapatkan tidak memenuhi parameter yang ditentukan maka dilakukan proses iterasi dalam perancangan. Jika memenuhi parameter yang ditentukan selanjutnya dilakukan dengan perhitungan dimensi untuk antena 2 *patch*. Untuk antena 2 *patch* perhitungan yang dilakukan meliputi dimensi *T-Junction* dan jarak resonansi antar *patch*, sedangkan untuk dimensi *patch* dan *feed* sama dengan ukuran dimensi pada antena 1 *patch*. Setelah didapat hasil perhitungan *T-Junction* dan jarak resonansi kemudian dilakukan simulasi dengan HFSS v12. Jika hasil dari simulasi tidak memenuhi parameter maka hal yang sama dilakukan seperti simulasi pertama yaitu melakukan proses iterasi, sampai didapat hasil yang sesuai dengan parameter yang ditentukan. Setelah itu di lanjutkan perancangan untuk antena 4 *patch* yaitu melakukan perhitungan *T-junction* dan jarak resonansi, sedangkan untuk ukuran antena sama dengan ukuran antena 2 *patch* dan di gandakan jumlahnya menjadi 4 *patch* antena. Setelah didapat hasil perhitungan *T-junction* dan jarak resonansi, sama seperti langkah pembuatan antena 1 dan 2 *patch*, yaitu melakukan simulasi menggunakan HFSS v12. Simulasi dilakukan dengan masukan data sesuai perhitungan yang dilakukan, pada saat melakukan simulasi terlihat apakah dimensi antena sudah memenuhi target perancangan yang diinginkan, jika tidak maka akan dilakukan perhitungan ulang untuk mempresisikan dimensi antena. Parameter yang menjadi target yaitu frekuensi *center* antena 2,4 Ghz , *Return Loss* < -20 dB, dan *VSWR* < 2.





Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Antena 4 Elemen Patch

3.6 Pemilihan Jenis Substrat

Substrat merupakan bahan dielektrik yang memiliki nilai konstanta dielektrik relatif, dielektrik *loss tangent* dan ketebalan (h) tertentu. Ketiga nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja *bandwidth*, dan juga efisiensi antena yang akan dibuat. Semakin kecil konstanta dielektrik, maka ukuran elemen peradiasi dan saluran pencatu mikrostrip yang dibutuhkan akan semakin luas, karena

ukuran elemen peradiasi dan saluran mikrostrip berbanding terbalik dengan konstanta dielektrik. Ketebalan substrat jauh lebih besar dari ketebalan konduktor metal peradiasi.

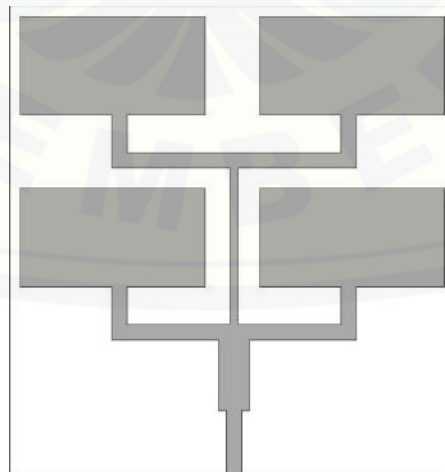
Semakin tebal substrat maka *bandwidth* akan semakin meningkat, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Begitu juga sebaliknya, semakin tipis substrat maka efek gelombang permukaan semakin kecil sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja antenna seperti *gain*, efisiensi, dan *bandwidth*. Pada penelitian ini digunakan substrat FR4 epoxy dengan spesifikasi yang tertera pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Substrat FR4 Epoxy

Konstanta dielektrik (ϵ_r)	4,4
Dielektrik <i>loss tangent</i> ($\tan \delta$)	0,02
Ketebalan substrat (h)	1,6 mm

3.7 Perancangan 4 Elemen Peradiasi *Rectangular*

Rancangan antenna susun dengan empat elemen *patch* merupakan bentuk luasan dari struktur antenna terlihat pada gambar 3.2. Pada gambar 3.2 memperlihatkan bentuk rancangan antenna susun 4 elemen *patch* Secara struktur dengan penambahan baru pada sisi rangkaian saluran transmisi yaitu sebuah rangkaian *transformer* $1/4\lambda$.



Gambar 3.2 Desain 4 Patch Antena Dengan *T-Junction*

3.8 Perancangan Dimensi Antena

Antena yang dirancang disini bekerja pada frekuensi 2400 Mhz. Perancangan dimensi antena meliputi *patch*, saluran pencatu (*feed line*) dan *T-Junction*.

3.8.1 Perancangan *Patch*

Patch antena yang digunakan pada penelitian ini yaitu berbentuk *rectangular* atau persegi panjang. Untuk mendapatkan hasil antena yang akurat dengan segala parameternya suatu *patch* harus baik pengukurannya. Perhitungan meliputi lebar (w) dan panjang (l) pada *patch* antena.

Spesifikasi bahan:

Frekuensi : 2.4 GHz

h : 1,6 mm

c : $3 \cdot 10^8$ m/s

ϵ_r : 4,4

Perhitungan lebar (w)

$$\begin{aligned} W &= \frac{c}{2 f_o \sqrt{\epsilon_r + 1}} \\ &= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 24 \cdot 10^8 \sqrt{4,4 + 1}} \\ &= 0,05379 \text{ m} = 53,79 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan nilai efektif dielektrik konstan (ϵ_{reff})

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{reff}} &= \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \\ &= \frac{(4,4 + 1)}{2} + \frac{(4,4 - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \cdot \frac{1,6}{53,79}}} \right) \\ &= 4,15 \end{aligned}$$

Perhitungan *Effective length* (L_{eff})

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 24 \cdot 10^8 \sqrt{4,15}}$$

$$= 0,0306 \text{ m} = 30,6 \text{ mm}$$

Perhitungan *length extension* (ΔL)

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

$$= 0,412 h \frac{(4,15 + 0,3) \left(\frac{53,79}{1,6} + 0,264\right)}{(4,15 - 0,258) \left(\frac{53,79}{1,6} + 0,8\right)}$$

$$= 0,7228 \text{ mm}$$

Perhitungan panjang *patch* (L)

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L$$

$$= 30,2 - 2 \times 0,7228$$

$$= 28,755 \text{ mm}$$

3.8.2 Perancangan Saluran Pencatu

Pencatuan yang digunakan pada antena yang dirancang pada penelitian ini menggunakan teknik pencatuan secara langsung (*microstrip feed line*). Dalam perancangan pencatu antena mikrostrip perlu impedansi masukan (Z_{in}) 50 Ω . Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar dan panjang dari saluran pencatu.

Perhitungan lebar saluran pencatu (w)

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

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{70 \sqrt{4,4}}$$

$$B = 4,02$$

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

$$W = \frac{2 \cdot 1,6}{3,14} \left\{ 4,02 - 1 - \ln(2 \cdot 4,02 - 1) + \frac{(4,4 - 1)}{2 \cdot 4,4} \left[\ln(4,02 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \right\}$$

$$W = 1,6289 \text{ mm}$$

Perbandingan lebar saluran mikrostrip dengan tebal substrat W/h

$$W/h = \frac{1,6289}{1,6} = 1,018 > 1$$

Karena $W/h > 1$ maka rumus konstanta dielektrik efektif menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{reff}} &= \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \\ &= \frac{(4,4 + 1)}{2} + \frac{(4,4 - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \cdot \frac{1,6}{1,6289}}} \right) \\ &= 3,18 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.28 diperoleh

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{24 \cdot 10^8} = 0,125$$

$$\lambda_g = \frac{0,125}{\sqrt{3,18}} = 0,0702$$

Maka panjang saluran pencatu (l)

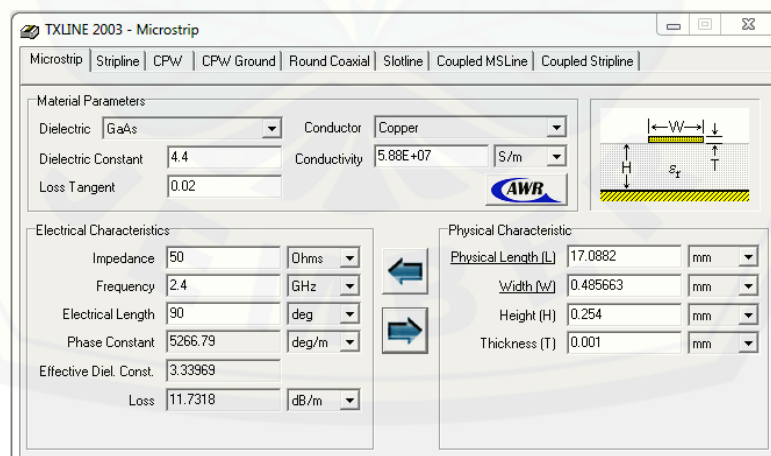
$$l = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$l = \frac{0,0702}{4} = 0,01755 \text{ m} = 17,55 \text{ mm}$$

Jadi secara perhitungan didapatkan dimensi untuk pencatutan antenna yaitu lebar (w) = 1,6289 mm dan panjang (l) = 17,55 mm.

3.8.3 Perancangan *T-Junction*

Pada antenna mikrostrip *array* dibutuhkan suatu saluran yang dapat menghubungkan rangkaian *patch* antenna dengan *port*. Saluran tersebut dinamakan saluran *power divider transformer* jenis *T-Junction*. Saluran ini memiliki fungsi sebagai pembagi terhadap impedansi saluran transmisi. Struktur *power divider* jenis *T-Junction* terdiri dari satu saluran *input* 50Ω dan dua saluran *output* masing-masing 50Ω, melalui TXLine 2003 diperoleh lebar (w) 0,485 mm dan panjang (l) 17.0882 mm. Terlihat pada gambar 3.3 tampilan perhitungan *T-Junction* menggunakan TXLine 2003.



Gambar 3.3 Tampilan Program TXLine 2003 untuk Dimensi *T-Junction*
(Sumber: Txline 2003)

3.8.4 Perancangan Jarak Antar Elemen *Patch*

Jarak antara elemen pada perancangan antenna mikrostrip *array* perlu diatur agar sesama elemen yang berdekatan tidak saling tumpang tindih. Apabila jarak antara kedua elemen terlalu dekat dikhawatirkan akan terjadi *electromagnetically coupled*. Sebaliknya jika jarak terlalu jauh maka akan banyak rugi-rugi dan kurang efisien penggunaan dimensi *substrate*. Untuk itu jarak antar elemen diatur dengan baik agar tidak mengurangi kinerja antenna *planar array*. Jarak antar elemen diatur dari titik pusat elemen 1 dengan elemen 2.

Perhitungan jarak antar elemen *patch* berdasarkan rumus

$$d = \frac{L}{2f_0}$$

$$\begin{aligned} d &= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 24 \cdot 10^8} \\ &= 0,0625 \text{ m} \\ &= 62,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi setelah melakukan perhitungan didapatkan hasil untuk jarak antar pusat elemen *patch* adalah 62,5 mm.

3.9 Hasil Perancangan Antena Secara Simulasi

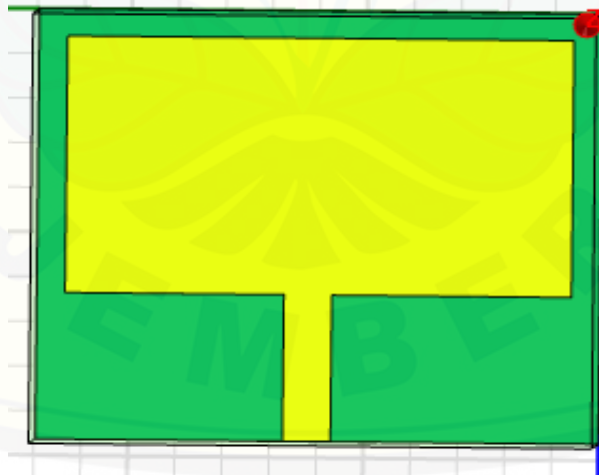
Dalam proses perancangan antenna sebelumnya telah ditentukan terlebih dahulu spesifikasi antenna yang akan di buat. Perancangan antenna kali ini akan dibuat antenna *planar array* 4 elemen *patch* dengan elemen peradiasi berbentuk *rectangular* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Hasil dari perancangan antenna sangat dipengaruhi oleh dimensi dari antenna, agar mendapatkan hasil parameter yang maksimal maka dimensi antenna harus ditentukan dengan baik.

Antena yang dirancang akan di implementasikan untuk bekerja di frekuensi 2,4 GHz dan menggunakan material PCB FR4 dengan ketebalan 1,6 mm sebagai substrat antenna. Setelah melakukan perhitungan untuk dimensi antenna dan agar didapatkan hasil antenna yang maksimal maka langkah selanjutnya adalah mensimulasikan hasil perhitungan tersebut ke dalam *software* HFSS milik Ansoft.

Perangkat lunak tersebut dibuat untuk memudahkan perancangan dalam pembuatan antenna secara simulasi agar di dapatkan hasil yang maksimal.

3.9.1 Hasil Perancangan Antena 1 *Patch* Simulasi

Hasil dari perhitungan sebelumnya didapatkan nilai dari dimensi antenna yang akan di simulasikan menggunakan perangkat lunak HFSS Ansoft terlihat pada tabel 3.2. Setelah didapatkan ukuran dimensi antenna maka langkah selanjutnya yaitu memasukkan hasil tersebut kedalam simulasi. Perancangan antenna tidak bisa terlepas dari penyesuaian impedansi (*imedance matching*). Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi $Z_0 = Z_L$ atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang terjadi pada ujung saluran beban. Z_0 merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50Ω . Z_L merupakan imedansi beban. Pencatuan yang digunakan yaitu pencatuan *feed line*. Dalam pencatuan jenis ini *patch* dari mikrostrip yang di catu dengan jalur konduktor yang diletakkan di sisi yang sama pada elemen *patch*. Dimana hasil yang didapatkan dari perhitungan dimensi dari *feed* (saluran pencatu) antenna yaitu lebar (w) 1.6289 mm dan panjang (l) 17,55 mm.



Gambar 3.4 Antena 1 *Patch* Simulasi

Tabel 3.2 Spesifikasi ukuran dimensi antenna 1 *patch* berdasarkan perhitungan.

Dimensi	Ukuran (mm)
Tebal substrat FR4 (<i>h</i>)	1,6
Lebar <i>patch</i> (<i>w</i>)	28,755
Panjang <i>patch</i> (<i>l</i>)	53,79
Lebar <i>feed</i> (<i>w</i>)	1,6289
Panjang <i>feed</i> (<i>l</i>)	17,55
Jarak tepi	3

Hasil perhitungan yang ada pada tabel 3.2 kemudian dimasukkan ke dalam simulasi HFSS dan di dapatkan hasil -5,3699 untuk nilai *return loss*, 10,4682 untuk nilai VSWR dan 3,0007 dBm untuk nilai *gain*. Hasil dari simulasi belum sepenuhnya memenuhi target dari perancangan antenna yaitu *return loss* yang kurang dari -10 dBm, $VSWR \leq 2$ dan $gain \geq 2$ dBm. Karena nilai dari *return loss* dan VSWR belum memenuhi target maka dilakukan proses iterasi pada simulasi perancangan antenna. Proses iterasi dilakukan agar hasil dari simulasi lebih maksimal, proses iterasi dilakukan dengan cara merubah dimensi antenna pada simulasi secara manual. Proses iterasi yang dilakukan dalam perancangan antenna kali ini adalah mengubah ukuran dari pencatu antenna tanpa mengubah ukuran dari *patch* antenna. Hasil dari proses iterasi perancangan 1 *patch* antenna dapat dilihat dari tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil proses iterasi antenna 1 *patch*

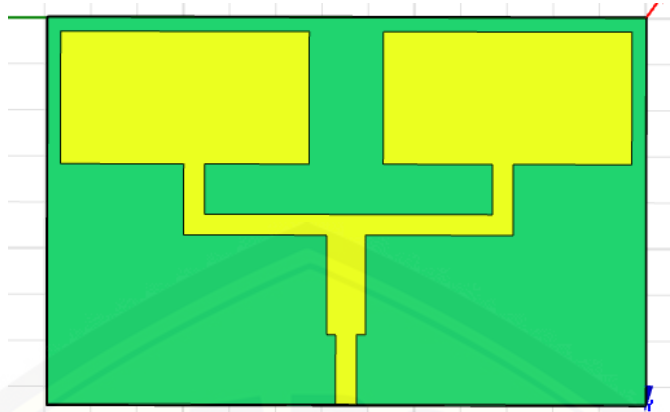
Panjang Patch (<i>l</i>) (mm)	Lebar Patch (<i>w</i>) (mm)	Return Loss (dBm)	VSWR	Gain (dBm)
17,55	1,6289	-5,3699	10,4682	3,0007
16	2	-7,4168	5,1978	2,76
13,4	5,1	-13,536	3,752	2,34
14,4	5,1	-16,380	1,629	2,96
15,4	7	-16,3893	1.3572	2,7
13,4	7	-12,6101	1.6115	2,5

Panjang Patch (<i>l</i>) (mm)	Lebar Patch (<i>w</i>) (mm)	Return Loss (dBm)	VSWR	Gain (dBm)
16,4	5,1	-29,2593	0,5985	2,9
19,4	6,1	-21,349	0,946	2,6
18,4	5,1	-19,349	0,482	2,84
20,4	6,1	-12,746	1,894	2,53

Setelah proses iterasi dilakukan di dapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi antenna yang ditentukan dengan ukuran antenna dan *feed* yaitu lebar *patch* (*w*) 28,755 mm panjang *patch* (*l*) 53,79 mm lebar *feed* (*w*) 5,1 mm dan panjang *feed*(*l*) 16,4 mm, didapatkan nilai *return loss* -29,2593 dBm, VSWR 0,5985, *gain* 2,9 dBm.

3.9.2 Hasil Perancangan Antena 2 Patch Simulasi

Perancangan antenna secara simulasi dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu menambah jumlah *patch* antenna menjadi 2 *patch*. Antena tambahan di susun secara *array* dengan menambahkan *patch* dengan ukuran yang identik yang ditempatkan pada jarak resonansi frekuensi operasi tertentu yang di hubungkan dengan sebuah rangkaian transformator. Bentuk awal dari saluran tersebut berupa *T-Junction* yang merupakan saluran pencatu yang memiliki percabangan dimana Z_0 merupakan impedansi karakteristik dan Z adalah impedansi transformer $\frac{1}{4} \lambda$. Perhitungan dimensi Z melalui TXLine 2003 didapatkan hasil lebar(*w*) 0,485 mm dan panjang (*l*) 17.0882 mm. Perhitungan jarak resonansi antara 2 elemen *patch* didapatkan hasil 62,5 mm antara titik pusat *patch*. Hasil simulasi antenna 2 elemen *patch* terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Simulasi antenna 2 patch array

Tabel 3.4 Spesifikasi ukuran dimensi antenna 2 patch berdasarkan perhitungan dan iterasi.

Dimensi	Ukuran (mm)
Tebal substrat FR4 (h)	1,6
Lebar patch (w)	28,755
Panjang patch (l)	53,79
Lebar feed (w)	5,1
Panjang feed (l)	16,4
Jarak antar patch	62,5
Lebar T-Junction	0,485
Panjang T-Junction	17,0882

Hasil data spesifikasi antenna yang ada pada tabel 3.4 kemudian dimasukkan ke dalam simulasi HFSS dan di dapatkan hasil $-2,371$ untuk nilai *return loss*, $22,3286$ untuk nilai *VSWR* dan $2,031$ dBm untuk nilai *gain*. Karena hasil dari simulasi belum memenuhi target sama seperti awal perancangan antenna 2 patch, maka dilakukan proses iterasi pada simulasi perancangan antenna. Proses iterasi yang dilakukan dalam perancangan antenna kali ini adalah mengubah ukuran dari pencatu antenna, ukuran *T-Junction*, dan mengubah jarak antara patch antenna tanpa mengubah ukuran dari patch antenna. Hasil dari proses iterasi perancangan 1 patch antenna dapat dilihat dari tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil proses iterasi antenna 2 patch

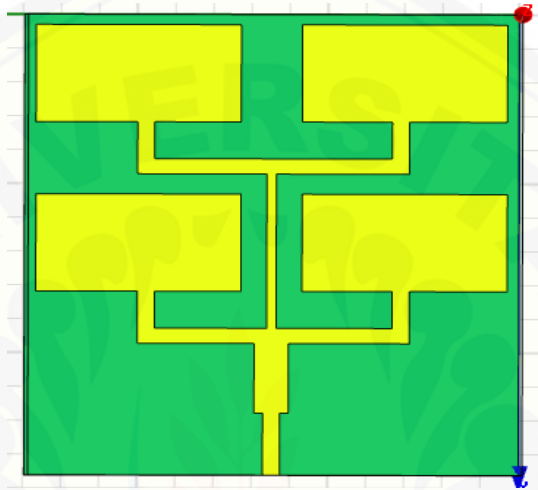
Jarak <i>Patch</i>	Dimensi <i>T-Junction</i>		Dimensi <i>Feed</i>		<i>Return Loss</i> (dBm)	VSWR	<i>Gain</i> (dBm)
	Panjang (<i>l</i>) (mm)	Lebar (<i>w</i>) (mm)	Panjang (<i>l</i>)	Lebar (<i>w</i>)			
62,5	17,0882	0,485	16,4	5,1	-2,3961	12,740	1,072
62,5	18	4	15,4	5,1	-8,2830	4,8325	2,67
62,5	19	6	13,4	4,5	-12,386	2,384	2,64
62,5	20	7	14,4	4,5	-11,353	3,669	2,03
62,5	20,5	7,5	15,4	4,5	-12,475	4,269	1,94
62,4	21	7,7	15,4	7	-12,6101	1,6115	2,5
62,4	21,3	8	14,4	5,1	-21,4553	0,7985	2,6
62,3	21,6	8,4	15,4	4,5	-27,0696	0,7703	3,2
62,3	21,5	8,2	15,4	4,6	-8,419	1,786	2,14
62,3	21,3	8,4	15	4,5	-12,746	1,894	2,44

Dari proses iterasi yang dilakukan dengan mengubah dimensi *T-Junction*, *feed* dan jarak antar *patch* di dapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi antenna yang ditentukan dengan yaitu jarak antar *patch* 62,3 mm, lebar *patch* (*w*) 28,755 mm panjang *patch* (*l*) 53,79 mm lebar *feed* (*w*) 4,5 mm dan panjang *feed*(*l*) 15,4 mm, panjang *T-Junction* 21,6 mm dan lebar *T-Junction* 8,4 mm didapatkan nilai *return loss* -27,0696 dBm, VSWR 0,7703, *gain* 3,2 dBm.

3.9.3 Hasil Perancangan Antena 4 Patch Simulasi

Proses terakhir dari simulasi perancangan antenna 4 *patch* yaitu melanjutkan simulasi 2 *patch* menjadi simulasi antenna 4 *patch*. Dengan langkah-langkah yang hampir sama dengan proses simulasi sebelumnya yaitu menambahkan 2 elemen *patch* yang identik yang dihasilkan pada simulasi sebelumnya dan diletakkan pada jarak resonansi tertentu dan ditambahkan sebuah

rangkaian transformator. Bentuk awal dari saluran tersebut berupa *T-Junction* yang merupakan saluran pencatu yang memiliki percabangan dimana Z_0 merupakan impedansi karakteristik dan Z adalah impedansi transformator $\frac{1}{4} \lambda$. Dari hasil simulasi sebelumnya didapatkan hasil lebar *T-Junction* 21,6 mm dan lebar *T-Junction* 8,4 mm. Dan jarak resonansi antar *patch* 62,3 mm. Hasil simulasi antena 4 elemen *patch* terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Simulasi antena 4 *patch array*

Tabel 3.6 Spesifikasi ukuran dimensi antena 4 *patch* berdasarkan perhitungan dan iterasi.

Dimensi	Ukuran (mm)
Tebal substrat FR4 (h)	1,6
Lebar <i>patch</i> (w)	28,755
Panjang <i>patch</i> (l)	53,79
Lebar <i>feed</i> (w)	4,5
Panjang <i>feed</i> (l)	15,4
Jarak antar <i>patch</i>	62,3
Lebar <i>T-Junction</i>	8,4
Panjang <i>T-Junction</i>	21,6

Hasil data spesifikasi antena yang ada pada tabel 3.6 kemudian dimasukkan ke dalam simulasi dan didapatkan hasil -4,703 untuk nilai *return loss*,

5,047 untuk nilai VSWR dan 1,934 dBm untuk nilai *gain*. Karena hasil dari simulasi belum memenuhi target sama seperti awal perancangan antenna 4 *patch*, maka dilakukan proses iterasi pada simulasi perancangan antenna. Proses iterasi yang dilakukan dalam perancangan antenna kali ini adalah mengubah ukuran dari *T-Junction*, dan mengubah jarak antara *patch* antenna atas dan bawah tanpa mengubah ukuran dari *patch* dan *feed* antenna. Perubahan jarak antenna atas dan bawah mengikuti perubahan iterasi yang dilakukan pada *feed* penghubung antenna atas dan bawah. Hasil dari proses iterasi perancangan 4 *patch* antenna dapat dilihat dari tabel 3.7.

Tabel 3.7 Spesifikasi ukuran dimensi antenna 4 *patch* berdasarkan perhitungan dan iterasi.

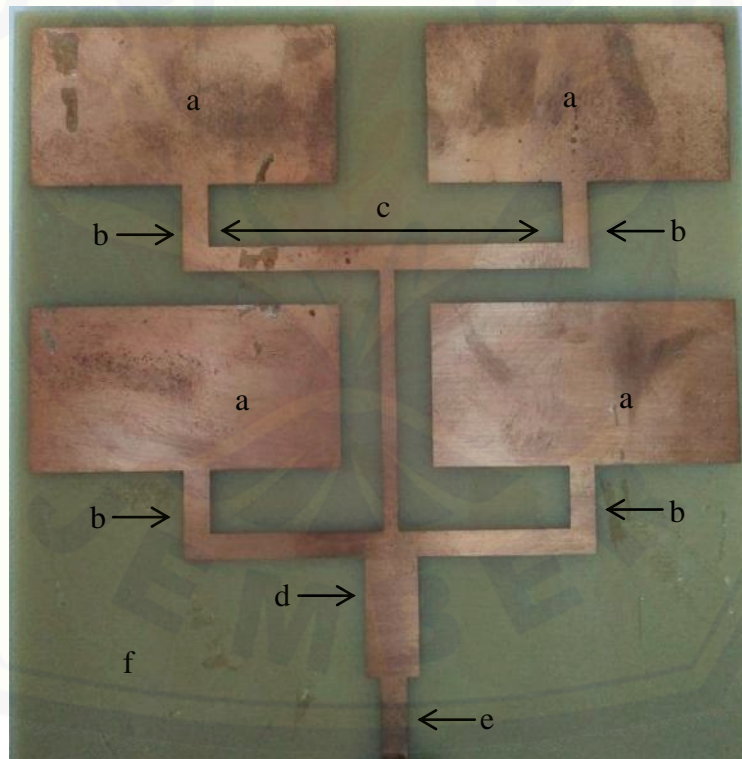
Dimensi <i>T-Junction</i>		Dimensi <i>Feed</i> Tengah		<i>Return Loss</i> (dBm)	VSWR	<i>Gain</i> (dBm)
Panjang (<i>l</i>) (mm)	Lebar (<i>w</i>) (mm)	Panjang (<i>l</i>)	Lebar (<i>w</i>)			
21,6	8,4	62,3	4,5	-4,703	5,047	1,934
20,6	8,5	60,3	4,5	-5,035	4,969	1,98
20,6	8,6	55,3	3,5	-12,683	2,504	2,14
22,6	9	50,4	3,5	-11,353	1,669	2,33
22,6	9	45,6	3	-2,475	2,79	1,95
20,6	7	40,6	3	-12,011	1,6115	2,58
21,6	8	45,6	3,5	-18,4553	1,7985	2,651
19,6	8	45,4	2,5	-27,0696	0,7703	3,220
20,6	9	45,6	2,5	-31,5980	0,4571	3,5091
21,6	8,4	50,6	3	-16,746	1,294	2,79

Dari proses iterasi yang dilakukan dengan mengubah dimensi *T-Junction*, *feed* penghubung *patch* atas dan bawah yang diikuti perubahan jarak antar *patch* di dapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi antenna yang ditentukan dengan yaitu jarak antar *patch* atas dan bawah 45,6 mm, lebar *feed* penghubung atas dan

bawah 2,5 mm, lebar *patch* (w) 28,755 mm panjang *patch* (l) 53,79 mm lebar *feed* (w) 4,5 mm dan panjang *feed*(l) 15,4 mm, panjang *T-Junction* 20,6 mm dan lebar *T-Junction* 9 mm didapatkan nilai *return loss* -31,5980 dBm, VSWR 0,4571, *gain* 3,5091 dBm.

3.10 Fabrikasi Antena

Setelah perancangan antena 4 *patch planar array* secara simulasi, telah didapatkan hasil dari parameter-parameter sudah memenuhi kriteria spesifikasi antena yang telah ditentukan maka langkah selanjutnya yaitu antena akan dicetak dengan menggunakan mesin cetak PCB, sesuai ukuran antena pada simulasi antena 4 *patch*, ukuran antena dapat dilihat pada tabel 3.8 dan bentuk antena 4 *patch planar array* dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Prototipe Antena 4 elemen *Patch Planar Array*

Keterangan :

a = *Patch* Antena

b = *Feed*

c = Jarak Antena

d = *T-Junction*

e = *Feed Bawah*

Tabel 3.8 Spesifikasi ukuran dimensi antena 4 *patch* berdasarkan perhitungan dan iterasi simulasi

Dimensi	Ukuran (mm)
Tebal substrat FR4 (h)	1,6
Lebar <i>patch</i> (w)	28,755
Panjang <i>patch</i> (l)	53,79
Lebar <i>feed</i> (w)	4,5
Panjang <i>feed</i> (l)	15,4
Jarak antar <i>patch</i>	62,3
Lebar <i>T-Junction</i>	9
Panjang <i>T-Junction</i>	20,6
Lebar <i>feed</i> tengah (w)	2,5
Panjang <i>feed</i> tengah (l)	45,6

3.11 Pengambilan Data

Setelah proses perancangan antena 4 *patch* selesai di simulasikan menggunakan *software* HFSS v12, proses selanjutnya yaitu fabrikasi antena. Setelah proses fabrikasi antena, tahap selanjutnya yaitu pengujian antena menggunakan alat ukur *Network Analyzer* (NA) Aritsu MS 2034B. Data yang diperoleh dari pengujian antena menggunakan *Network Analyzer* yaitu parameter *return loss*, dan VSWR. Sebelum melakukan pengukuran antena, ada beberapa prosedur yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut.

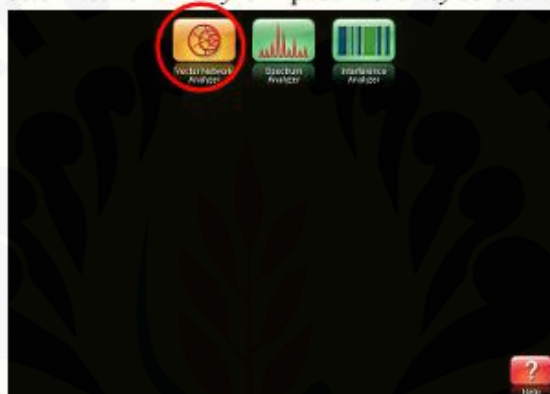
A. Setting awal *Network Analyzer*

1. Mempersiapkan alat kelengkapan *Network Analyzer* yang dibutuhkan, seperti kabel *power*, beban yang digunakan saat proses kalibrasi, kabel koaksial, dan *flash disk* untuk menyimpan hasil pengukuran.
2. Menyalakan *Network analyzer* dengan menekan tombol *power*, sehingga muncul tampilan seperti gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Tampilan Awal NA

- A. Memilih menu “*Vector Network Analyzer*” pada menu *key screen* NA.



Gambar 3.9 Tampilan Menu NA

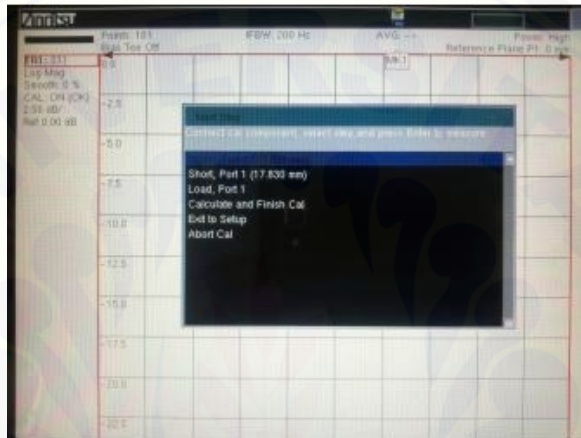
Tekan tombol menu > tekan tab *Vector Network Analyzer* pada layar, kemudian akan muncul tampilan seperti gambar. Memilih *Tab vector Network Analyzer* bertujuan untuk mengetahui karakteristik suatu antena seperti *VSWR* dan *Return Loss*.



Gambar 3.10 Tampilan Awal Setelah Dipilih Menu NA

B. Melakukan kalibrasi pada *Network Analyzer* sebelum melakukan pengukuran. Cara mengkalibrasi *Network Analyzer* adalah sebagai berikut.

1. Memilih menu *calibration* dengan menekan tombol *shift+calibrate*
2. Meghubungkan *probe* 50 Ω pada port 1
3. Melakukan *setting* pada NA dengan port 1 pada komponen kalibrasi. Kemudian menghubungkan *probe* dengan beban.
4. Tekan *start call* sehingga muncul tampilan seperti gambar 3.11 dibawah.

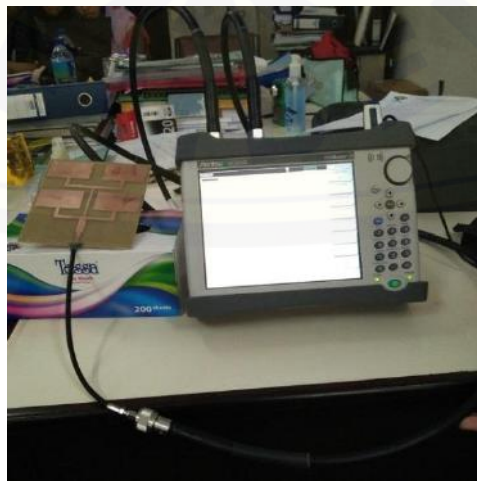


Gambar 3.11 Tampilan Awal Kalibrasi

C. Melakukan pengukuran karakteristik antena menggunakan NA.

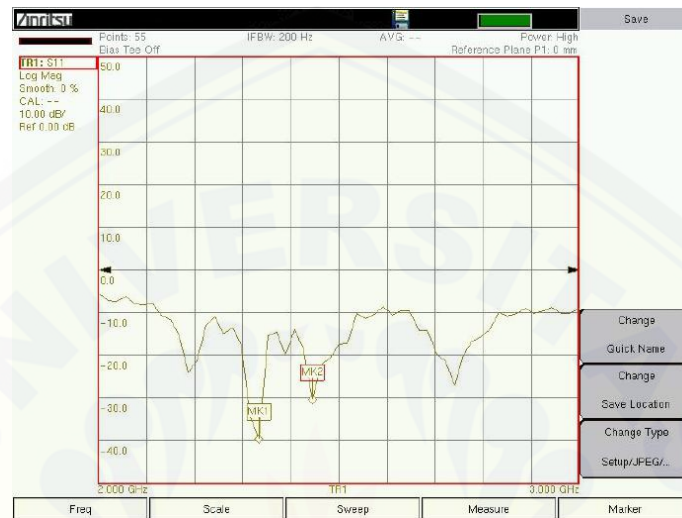
Pada kondisi ini, antena yang diukur adalah antena jenis mikrostrip dengan frekuensi kerja di 2,4 GHz.

1. Setelah melakukan proses kalibrasi, antena dihubungkan pada port 1 NA melalui *feedernya* seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Konfigurasi Pengukuran Antena

2. Mengatur *range* frekuensi pengujian dengan cara tekan tap *frequency* kemudian atur *start* dan *stop frequency* yang diinginkan. Pada kondisi ini digunakan *start freq* = 2 GHz dan *stop freq* = 3 GHz terlihat seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Tampilan *Range* Frekuensi

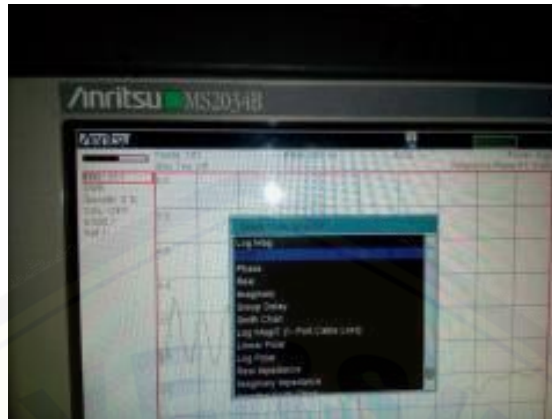
3. Memilih parameter yang akan diukur seperti *return loss* yang diwakili menu “*log mag*” dan VSWR yang diwakili menu “*SWR*” yang ditunjukkan pada gambar dibawah. Menu tersebut dapat diakses melalui menu “*tap measure*” lalu pilih “*graph type*”.

1. *Return Loss*



Gambar 3.14 Menu *Return Loss*

2. VSWR



Gambar 3.15 Menu VSWR

4. Dokumentasi grafik-grafik hasil pengukuran yang menunjukkan beberapa parameter antenna disimpan pada sebuah *flash disk* yang terhubung melalui *port* USB pada bagian atas NA seperti pada gambar 3.16, dengan cara menekan “*shift + file*” lalu menekan “*save*”.



Gambar 3.16 Port USB Sebagai Media Penyimpan

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian antena mikrostrip *planar array* 4 elemen *patch* yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian antena mikrostrip 4 *patch planar array* secara simulasi yaitu *return loss* sebesar -31,5980 dB, VSWR sebesar 0,4571, *bandwidth* sebesar 183 MHz dan *gain* sebesar 3,5091 dB.
2. Hasil optimasi pengujian simulasi antena *planar array* 4 elemen *patch* dibandingkan dengan simulasi antena 1 *patch* yaitu *return loss* = 7,9% dB, *bandwith* = 7,33%, VSWR = 23,6% dan *gain* = 19%.
3. Hasil pengujian antena mikrostrip *planar array* 4 elemen *patch* pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan alat ukur *Network Analyzer* didapatkan hasil parameter yang berbeda dengan simulasi yaitu *return loss* sebesar -14,37dB dan VSWR sebesar 1,47, sementara hasil dari simulasi yaitu *return loss* sebesar -31,5980 dan VSWR sebesar 0,4571. Meskipun berbeda tapi hasil pengujian tersebut masih memenuhi target dari karakteristik antena yang ditentukan.
4. Hasil uji implementasi antena didapatkan bahwa antena mikrostrip memiliki performa lebih baik dari pada antena yang terdapat pada laptop. Hal ini dapat dilihat dari jarak maksimal yang dapat dicapai oleh antena mikrostrip meskipun antena mikrostrip memiliki kualiatas sinyal yang lebih buruk yaitu dengan jarak sejauh 21 meter dengan sinyal *strength* sebesar -88 dB dan *quality* sinyal sebesar 16%. Hasil tersebut lebih jauh 4 meter dan memiliki *signal strength* yang hampir sama dengan antena laptop yang dapat mencapai 17 meter dengan sinyal *strength* sebesar -87 dB dan *quality* sinyal sebesar 34%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan secara simulasi dan pengujian yang telah dilakukan. Terdapat beberapa saran untuk lebih menyempurnakan hasil penelitian ini atau untuk dikembangkan lebih lanjut.

1. Merubah bentuk *patch* antena yang digunakan, misal merubah bentuk persegi menjadi segitiga atau bentuk lain yang memiliki hasil yang lebih baik.
2. Didalam pengujian menggunakan *Network Analyzer* diharapkan menggunakan *port* dengan pencatutan langsung ke antena tanpa menambahkan kabel koaksial, sehingga tidak terjadi rugi-rugi tambahan.
3. Menggunakan substrat dengan konstanta elektrik yang lebih rendah agar didapat dimensi antena yang lebih efisien.

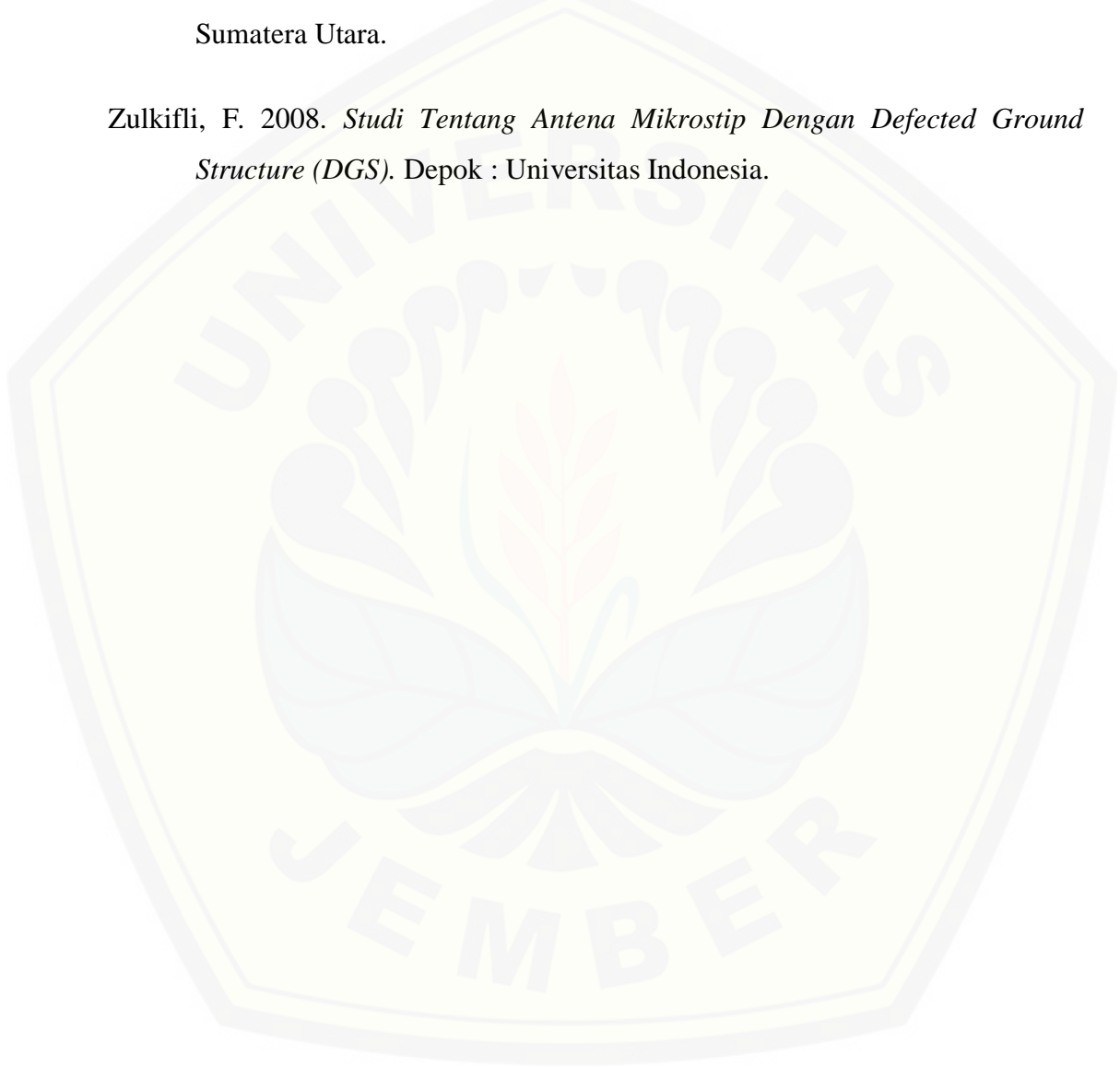
DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, Molin. 2008. *Pembuatan Antena Wajanbolic*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Angela, Dina dan Agustinus Kristono. 2013. *Design of 2.4 GHZ Rectangular Patch Antena Using EMC Feeding*.
- Balanis, A. Constantiene. 2005. *Antenna Theory Analisis and Design*. Canada: Wiley Interscience.
- Darsono, M. 2012. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dua Elemen Patch Persegi Untuk Aplikasi Wireless Fidelity*. Jakarta : Universitas Darma Persada.
- Hardiati, dkk. 2011. *Antena Array 4 Patch Mikrostrip Sirkular Pada Frekuensi 2300-2400 MHz*. Bandung : PPET-LIPI.
- Pelawi, Denny Osmond dan Ali Hanafiah Rambe. 2013. *Studi Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Tipe Polarisasi Melingkar Menggunakan Ansoft*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Pradipta, dkk. 2012. *Desain Antena Array Mikrostrip Tapered Peripheral Slits Pada Frekuensi 2,4 Ghz Untuk Satelit Nano*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 1, No. 1 :Surabaya.
- Pramono, Sigit. 2011. *Rancang Bangun Linear Tapered Slot Antena Dengan Pencatuan Microstrip Line untuk Aplikasi WRAN 802.22*. Tesis. Depok.

Pratama, I. 2013. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Untuk Penerima Pada Aplikasi GPS (Global Positioning System)*. Depok : Universitas Indonesia.

Silalahi, Maria Natalia dan Ali Hanafia Rambe. 2013. *Analisis Antena Mikrostrip Patch Segiempat dengan Teknik Planar Array*. Medan : Universitas Sumatera Utara.

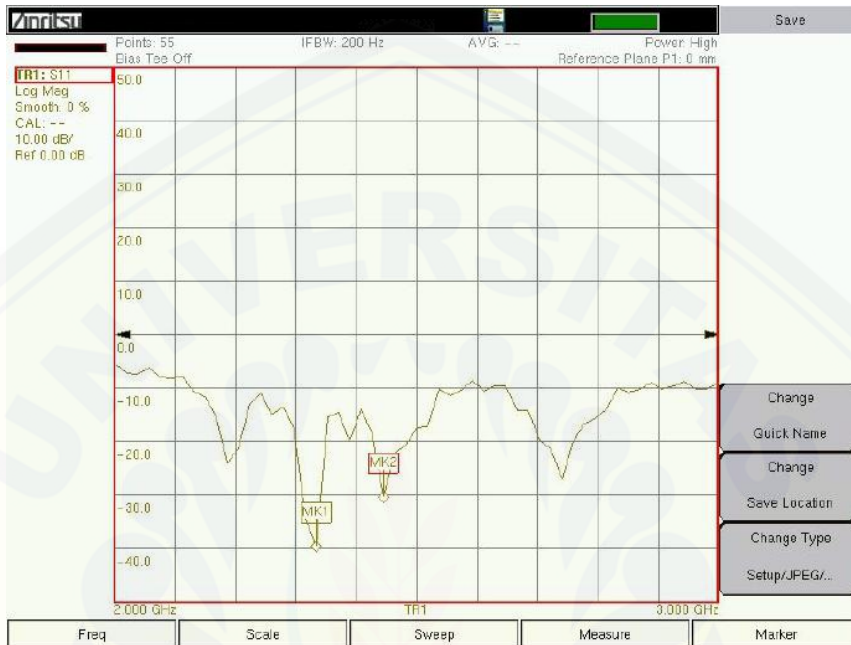
Zulkifli, F. 2008. *Studi Tentang Antena Mikrostrip Dengan Defected Ground Structure (DGS)*. Depok : Universitas Indonesia.



LAMPIRAN

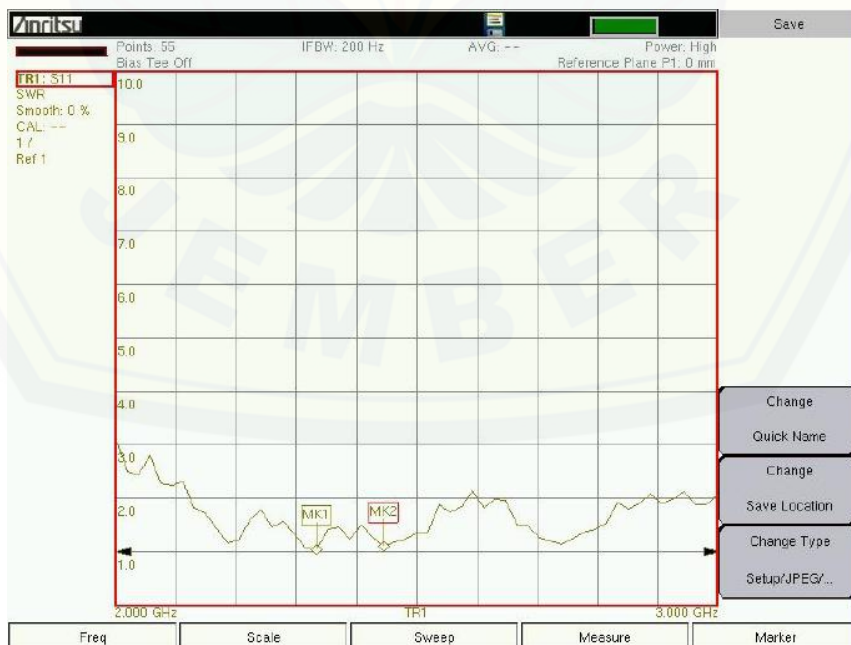
I. Hasil Pengujian Antena Menggunakan *Network Analyzer*

a. Pengujian *Return Loss*



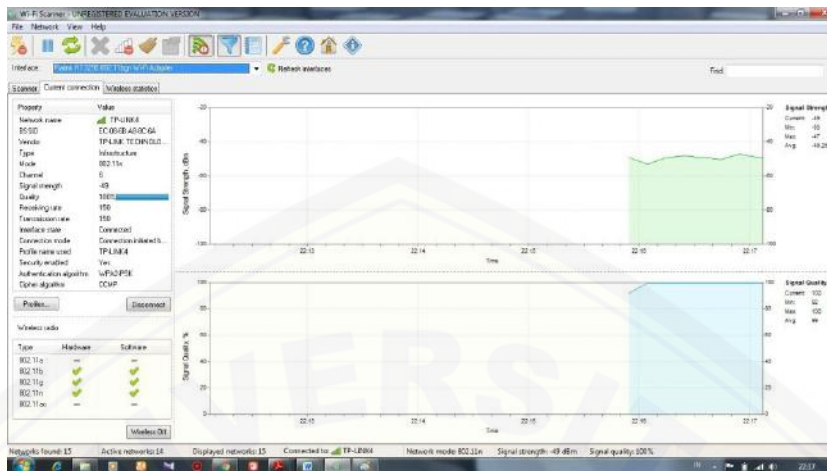
1. Grafik *Return Loss* pada Frekuensi 2,4 Ghz

b. Pengujian VSWR

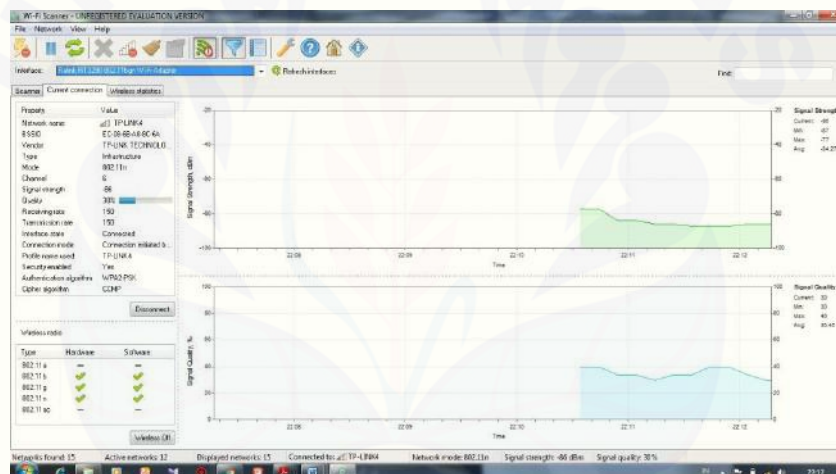


2. Grafik VSWR pada Frekuensi 2,4 GHz

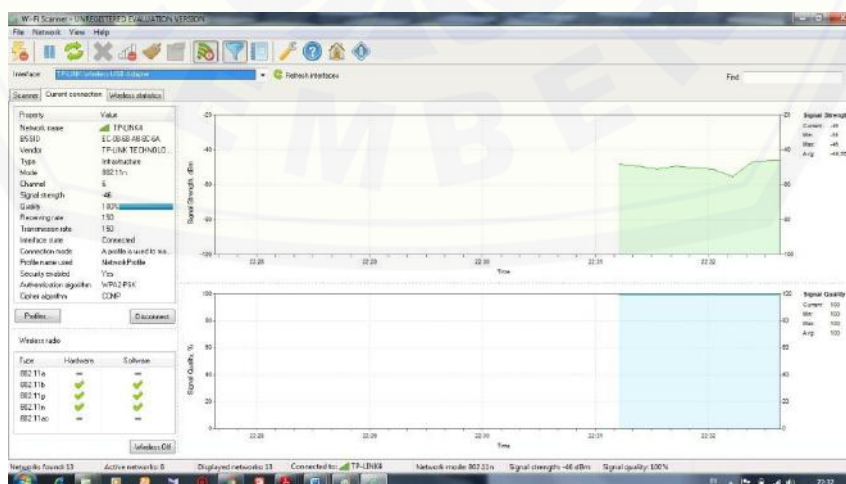
II. Hasil Pengujian Implementasi Antena Menggunakan Wi-Fi Scanner



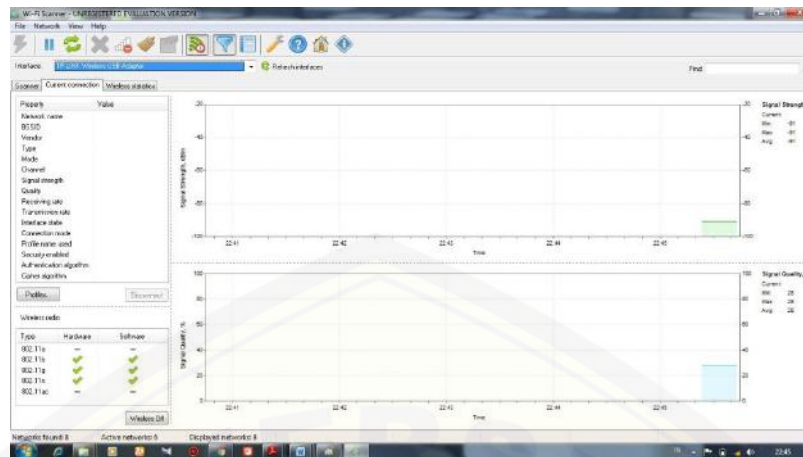
1. Hasil Uji Implementasi Antena Laptop Pada Jarak 1 m



2. Hasil Uji Implementasi Antena Laptop Pada Jarak 18 m



3. Hasil Uji Implementasi Antena Mikrostrip Pada Jarak 1 m



4. Hasil Uji Implementasi Antena Mikrostrip Pada Jarak 22 m

III. Dokumentasi Alat



1. Alat Ukur *Network Analyzer*



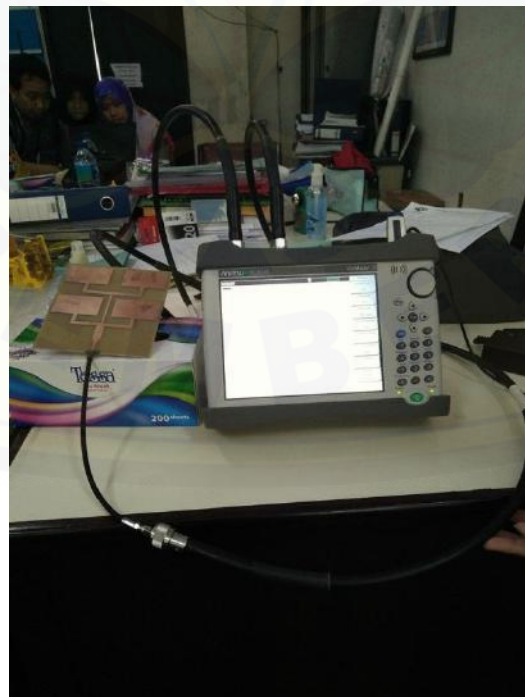
2. Kabel Koaksial RG-58



3. SMA Konektor (Male)



4. Modem *Receiver* Sinyal Wi-Fi



5. Pengambilan Data



6. Pengujian Implementasi Antena

