

**RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN UNTUK
JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHZ**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

Dulce Pascoal Brandão Soares

NIM : 09.12.715

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

LEMBAR PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN UNTUK
JARINGAN WIRELESS LAN 2.4 GHz
SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :
DULCE PASCOAL BRANDÃO SOARES
0912715

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I



Sotyahadi, ST
NIP.Y. 1039700300

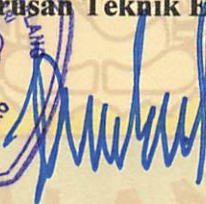
Dosen Pembimbing II



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dulce Pascoal Brandão Soares
NIM : 09.12.715
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari terdapat pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 08 Juli 2016

Yang membuat Pernyataan,



Dulce Pascoal Brandão Soares

NIM : 0912715

RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHZ

**Dulce Pascoal Brandão Soares
(0912715)**

Dosen Pembimbing:

Sotyohadi, ST

M. Ibrahim Ashari, ST,MT

**Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jln. Perusahaan Gang III No.22 Karanglo Malang
E-mail :**

ABSTRAK

Pada umumnya pancaran dan jangkauan suatu jaringan internet yang bekerja pada frekuensi WLAN 2,4 GHz terbatas . Jika ada yang mengakses diluar jangkauan area akses point atau area hotspot maka akan mengalami kesulitan untuk terhubung dengan jaringan internet. Sehingga untuk bisa menjangkau titik akses point atau area hotspot tersebut diperlukan suatu antenna yang dapat bekerja dengan jangkauan yang luas, sehingga area radiasi yang dipancarkan dapat terjangkau dengan baik. Salah satu antenna yang mampu menjangkau jarak yang jauh adalah antenna yagi. Sehingga pada penelitian ini akan dirancang antenna yagi dengan 16 elemen menggunakan software simulasi M-Managal dengan hasil simulasi VSWR sebesar 1, gain sebesar 11.1 dB. Dari hasil pengukuran gain yang dilakukan pada frekuensi 2,4 GHz memiliki nilai 4.26 dB dan pola radiasinya berbentuk direksional. Harapannya antenna yagi tersebut dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 2,4 GHz dengan memiliki pola radiasi yang luas dan jangkauannya lebih jauh.

Kata kunci: Yagi, Wlan, Gain, Return Loss, Pola Radiasi.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang dengan segala Kasih dan Anugerah-Nya, telah memberikan kekuatan, kesabaran, bimbingan dan perlindungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul: RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2.4 GHz.

Pembuatan skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata I di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan baik moril maupun materiil, saran dan dorongan semangat dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA.. selaku rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT.selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT.selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Bapak Dr. Eng. I komang Somawirata, ST, MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Sotyohadi, ST. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT.selaku Dosen Pembimbing II.
7. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan skripsi ini penulis membuat kesalahan secara tidak sengaja maupun sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan Skripsi i

Surat Pernyataan Orisinalitas..... ii

Abstrak..... iii

Kata Pengantar iv

Daftar Isi v

Daftar Gambar viii

Daftar Tabel x

Daftar Grafik..... xi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar belakang 1

1.2. Rumusan Masalah..... 1

1.3. Tujuan 1

1.4. Batasan masalah..... 2

1.5. Metodologi..... 2

1.6. Sistematika pembahasan 2

BAB II LANDASAN TEORI..... 4

2.1 Antena..... 4

2.2 Jenis Antena 4

2.2.1 Antena Omnidirectional 4

2.2.2 Antena Directional 5

2.3 Prinsip kerja antena yagi..... 5

2.4 Bentuk pola radiasi antena yagi..... 5

2.5 Antena Yagi-Uda 6

2.5.1 Elemen Reflector..... 7

2.5.2 Elemen Driven 7

2.5.3. Elemen Director 8

2.5.4 Boom 9

2.5.5 Balun (Balanced Unbalanced).....10

2.6	Parameter dasar antenna	10
2.6.1	Gain antenna.....	10
2.6.2	Directivity (Keterarahan)	11
2.6.3	Pola radiasi antenna.....	12
2.6.4	Polarisasi antenna	15
2.6.5	Bandwidth Antena.....	15
2.6.6	Impedansi Input.....	16
2.6.7	Voltage standing wave ratio (VSWR).....	16
2.6.8	Return Loss	18
2.7	Spektrum analyzer	19
2.8	Kabel coaxial	19
2.9	Kabel Pigtail	22
2.10	Konektor Antena.....	22
BAB III PERANCANGAN ANTENA		24
3.1	Desain Sistem	24
3.2	Perangkat yang digunakan	26
3.2.1	Perangkat keras (Hardware).....	26
3.2.2	Perangkat lunak software.	26
3.3	Langkah –langkah pembuatan antenna.....	26
3.4	Menghitung balun antenna	35
3.5	Fabrikasi antenna	35
BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISA.....		37
4.1	Hasil Simulasi Parameter-parameter antenna yagi	37
4.1.1	VSWR antenna yagi 2,4 GHz	37
4.1.2	Hasil simulasi Return Loss antenna yagi 2,4 GHz.....	38
4.1.3.	Hasil simulasi Gain antenna yagi 2.4 GHz	39
4.1.4	Hasil Simulasi Polaradiasi antenna yagi 2.4 GHz.....	40
4.2	Hasil Pengukuran antenna yagi	42
4.2.1	VSWR	43

4.2.2 Return loss.....	43
4.2.3 Smith chart	44
4.2.4 Gain	44
4.2.5 Pola radiasi antenna.....	45
4.3 Perbandingan hasil simulasi parameter antenna dan hasil pengukuran	46
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola pancaran antenna yagi.....	5
Gambar 2.2 Dimensi dan konstruksi antenna Yagi-Uda	6
Gambar 2.3 Antena <i>Dipole</i> atau <i>Driven</i>	7
Gambar 2.4 Susunan <i>Reflektor</i> dan <i>Driven</i>	8
Gambar 2.5 Pola radiasi yang ditimbulkan oleh pengaruh reflector.....	8
Gambar 2.6 Susunan <i>Driven</i> dan <i>Direktor</i>	9
Gambar 2.7 Balun <i>Dipole</i> Antena Yagi.....	10
Gambar 2.8 Daerah – daerah medan antenna	13
Gambar 2.9 Pola radiasi antenna	14
Gambar 2.10 Polarisasi antenna	15
Gambar 2.11 Rentang Frekuensi Yang Menjadi Bandwidth.....	15
Gambar 2.12 SWR dan Power Meter.....	18
Gambar 2.13 Spektrum Analyzer	19
Gambar 2.14 Kabel koaksial untuk antenna yagi	20
Gambar 2.15 Kabel pigtail.....	22
Gambar 2.16 Konektor N-Female	23
Gambar 2.17 Konektor N-Male.....	23
Gambar 2.18 Konektor SMA Female.....	23
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Antena Yagi 16	25
Gambar 3.2 Perhitungan Jarak Setiap Elemen Menggunakan Software <i>Yagi Calculator</i>	31
Gambar 3.3 Hasil Pemotongan Boom	35
Gambar 3.4 Hasil Pemotongan Setiap Elemen.....	35
Gambar 3.5 Hasil realisasi Antena Yagi 2,4 GHz.....	36

Gambar 4.1 Hasil pengukuran VSWR pada frekuensi 2360.802 MHz..... 43

Gambar 4.2 Hasil pengukuran return loss antenna Yagi 2360.820 MHz..... 43

Gambar 4.3 Hasil smith chart 44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Hasil perhitungan panjang elemen antenna yagi	30
Tabel 3.2 Jarak Antara Elemen Antena secara manual	34
Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi VSWR (Voltage Standing Wave Ratio).....	38
Tabel 4.2 Data hasil simulasi Return Loss	39
Tabel 4.3 Data Hasil simulasi Gain antenna yagi 2.4 GHz	40
Tabel 4.4 Data Hasil simulasi pola radiasi antenna yagi 2.4 GHz	41
Tabel 4.1 Hasil pengukuran pola radiasi antenna yagi 2.4 GHz	45

DAFTAR GRAFIK

Gambar 4.1 Grafik VSWR antenna yagi hasil simulasi	37
Gambar 4.2 Grafik return loss antenna yagi Hasil simulasi	38
Gambar 4.3 Grafik Gain antenna yagi hasil simulasi	39
Gambar 4.4 Pola Radiasi antenna yagi hasil simulasi	40
Gambar 4.1 Grafik Hasil pengukuran pola radiasi antenna Yagi 2.4 GHz	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Jaringan internet yang menggunakan WLAN 2,4 GHz yang dipancarkan oleh perangkat akses point sebagai area hotspot umumnya terbatas jangkauannya. Jika ada yang mengakses diluar jangkauan area akses point atau area hotspot maka mengalami kesulitan untuk terhubung dengan jaringan internet. Suatu cara untuk bisa menjangkau titik akses point atau area hotspot dari luar area radiasinya dapat menggunakan antena yang memiliki kemampuan gain yang besar dapat menjangkau jarak yang lebih jauh. Salah satu antena yang sesuai dengan kriteria tersebut adalah antena yagi uda. Antena yagi uda merupakan jenis antena directional secara point to point yang memiliki bandwidth yang jauh lebih sempit sehingga memiliki gain yang tinggi dan sangat cocok digunakan untuk hubungan jarak jauh sehingga sangat baik untuk terhubung dengan internet dengan menggunakan titik akses hotspot yang jaraknya cukup jauh. Antena yagi uda mempunyai penguatan 20 dBi dan bandwidth horisontol kira-kira 20 derajat sehingga menghasilkan keterarahan yang tinggi dengan VSWR $< 2,0$.

Pada penelitian skripsi ini penulis bermaksud untuk MERANCANG DAN MEMBUAT ANTENA YAGI 16 ELEMEN UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz, yang harapannya antenna yagi tersebut dapat bekerja dengan optimal dan memiliki gain yang baik sehingga terurn loss yang terjadi sangat kecil dan dapat digunakan untuk berkomunikasi jarak jauh dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik (akses internet) dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan beberapa permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana merancang antena yagi 16 elemen ?
2. Bagaimana membuat atau memfabrikasikan antena yagi 16 elemen?
3. Bagaimana mengukur parameter antena?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah terealisasinya antena yagi 16 elemen yang bisa digunakan untuk mengakses wireless lan 2,4 GHz.

1.4 Batasan masalah

Untuk lebih mengarahkan tujuan penelitian sesuai dengan permasalahan, maka pembatasan di batasi dengan beberapa hal sbb:

1. Frekuensi resonansi antenna yang dirancang 2,4 GHz
2. Jumlah elemen antenna 16.
3. Parameter-parameter yang diukur
 - a. VSWR (voltage standing wave Ratio)
 - b. Gain Antena
 - c. Return loss
 - d. Pola radiasi antenna
 - e. Bandwidth

1.5 Metodologi

Untuk mencapai tujuan diatas maka langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Mempelajari literature yang berkaitan dengan pembuatan antenna.
2. Mendisain antenna yagi 16 elemen menggunakan perumusan yang ada serta software bantuan.
3. Merealisasikan pembuatan antenna yagi 16 elemen dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.
4. Pengujian antenna yagi 16 elemen tersebut.
5. Penulisan laporan tentang perencanaan alat yang dibuat.

1.6 Sistematika pembahasan

Bab ini merupakan dasar penyusunan laporan skripsi yang di dalamnya berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan skripsi, batasan masalah, metodologi pengembangan sistem dan sistematika pembahasan skripsi.

BAB I : Pendahuluan

Bab ini merupakan dasar penyusunan laporan skripsi yang di dalamnya berisitentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan skripsi, batasan masalah, metodologi pengembangan sistem dan sistematika pembahasan skripsi.

BAB II : Dasar Teori

Bab ini berisi tentang permasalahan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan pada skripsi ini.

BAB III : Desain Sistem

Berisi perancangan hardware sesuai dengan data yang didapatkan.

BAB IV : Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi tentang tahap implementasi yaitu identifikasi untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi berdasarkan teori pada bab I dan bab III bab ini juga berisi hasil pengujian sistem.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penyusunan laporan skripsi yang telah disusun.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Antena

Antena merupakan sebuah transducer, yaitu alat yang mengubah satu besaran listrik ke besaran listrik yang lain. Dalam hal ini mengubah besaran medan listrik menjadi besaran medan magnetik. Antena berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, lalu meradiasikannya (Pelepasan energy elektromagnetik ke udara/ruang bebas) dan sebaliknya. Antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Kekuatan dalam mengkonsentrasi dan memfokuskan sinyal radio, satuan ukurnya adalah Watt. Jadi ketika daya dalam Watt bertambah, maka jangkauan jarak yang bisa ditempuh pun bertambah. Jenis antena yang akan dipasang harus sesuai dengan sistem yang akan kita bangun, juga disesuaikan dengan kebutuhan penyebaran sinyalnya, atau dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

2.2 Jenis Antena

Antena yang sering kita lihat atau yang biasa di pasang di tempat yang tinggi sesuai kebutuhannya. Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Antena pada umumnya dibagi menjadi dua jenis:

1. Antena Omnidirectional
2. Antena Directional

2.2.1 Antena Omnidirectional

Antena Omnidirectional adalah antena yang arah radiasi gelombang elektromagnetik menyebar kesegala arah. Bentuk pola pancarnya seperti roda sepeda. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, gain dari antena omnidirectional harus memfokuskan dayanya secara horizontal mendatar, dengan mengabaikan pola pemancaran ke atas dan ke bawah, sehingga antena dapat di letakan di tengah-tengah base station. Dengan demikian, keuntungan dari antena jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak. Namun, kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi. Salah contoh dari antena Omnidirectional yang sering digunakan dalam komunikasi adalah antena omni $\frac{1}{4} \lambda$

2.2.2 Antena Directional

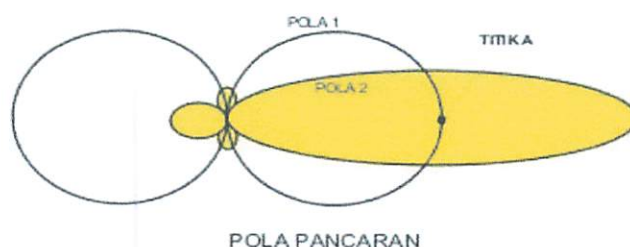
Antena Directional adalah antena yang arah sebaran gelombang elektromagnetiknya mengarah pada satu sisi antena yang diinginkan. Antena ini idealnya digunakan sebagai penghubung antara gedung atau untuk daerah (konfigurasi Point to Point) yang mempunyai konfigurasi cakupan area yang kecil seperti pada lorong-lorong yang panjang. Antena jenis ini merupakan jenis antena dengan narrow beamwidth, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, antena directional mengirim dan menerima sinyal radio hanya pada satu arah, umumnya pada fokus yang sangat sempit, dan biasanya digunakan untuk koneksi point to point, atau multiple point, macam antena direksional seperti antena grid, dish "parabolic", yagi, dan antena sectoral. (Muhammad Teddy Yudihanto, 2009).

2.3 Prinsip kerja antena yagi

Antena yagi dipakai untuk mengirim dan menerima sinyal radio. Antena yagi hanya bisa mengirim atau menerima sinyal pada satu arah atau bersifat directional dan mempunyai gain sekitar 3 – 20 dB. (<http://informasisosiall.blogspot.co.id/2014/01/antena-yagi-uda.html>)

2.4 Bentuk pola radiasi antena yagi

Antena memiliki karakter yang disebut bentuk radiasi. Bentuk radiasi antena yagi *directional*. Dilihat pada gambar dibawah: pola 1 adalah pola pancaran antena dipole. Bila pada antena dipole diberikan sebuah reflektor dan director, maka akan diperoleh pola pancaran seperti tergambar pada sebagai pola 2. Pancaran ke satu arah akan menjadi lebih jauh sedangkan pancaran ke jurusan lainnya akan menjadi jauh lebih kecil. Semakin besar direktivitas maka lebar berkas antena semakin sempit dan semakin sempit direktivitasnya maka titik pancaran akan terfokus dan gain akan semakin besar. (Ivan Nurizal Sakti, 2013)

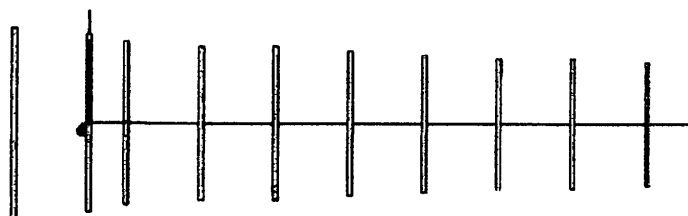


Gambar 2.1 Pola pancaran antena yagi

Sumber: Tito Tuwono, ST, M.Sc, 2008

2.5 Antena Yagi-Uda

Sejak ditemukan oleh S. Uda dan H. Yagi di universitas Tohoku pada tahun 1926, antena Yagi yang lebih tepat disebut antena Yagi – Uda banyak dibahas secara percobaan dan teori. Antena ini banyak sekali digunakan pada komunikasi radio amatir, dan kemudian sebagai antena penerima televisi, karena kemampuan kerjanya yang prima dan toleransinya terhadap variasi serta kesalahan konstruksi bila kinerja optimum bukan suatu tuntutan. Antena Yagi – Uda merupakan antena susun parasitik dari antena dipole. Antena ini umumnya terdiri dari sebuah reflektor, sebuah driven, dan beberapa direktor. Hal ini bermuara pada berbagai bentuk elemen antena Yagi – Uda seperti yang dapat dilihat di pasaran. Pada Gambar ini memperlihatkan dimensi serta konstruksi dari antena yagi. (Wibisono Gunawan dkk. 2008)



Gambar 2.2 Dimensi dan konstruksi antenna Yagi-Uda

Antena Yagi–Uda yang termasuk dalam jenis antena – antena kanal gelombang berjalan, dalam bentuk bakunya terdiri dari sejumlah antena kawat dipole yang diletakkan sejajar dalam suatu bidang. Satu diantaranya merupakan dipole aktif, sedangkan yang lainnya adalah pasif. Satu dari dipole pasif ini berada dibelakang dipole aktif dan berfungsi sebagai pemantul, dipole pasif lainnya terletak di depan dipole aktif sebagai pengarah. Dalam konfigurasi ini arah depan merupakan arah pancaran antena. Diketahui dari teori – teori dipole gandeng bahwa dipole pasif akan berfungsi sebagai pemantul bila tahanan reaktifnya adalah induktif. Karena itu panjang pemantul lebih besar dari setengah panjang gelombang. Dipole pasif akan berlaku sebagai pengarah kalau tahananannya kapasitif, karena itu panjangnya kurang dari setengah panjang gelombang. Biasanya satu dipole cukup sebagai pemantul karena pemantul tambahan tidak banyak pengaruhnya terhadap pola pancaran antena. Sebaliknya karena arah pancar antena sesuai dengan kedudukan pengarah, eksitasi intensif secara seri yang membentuk kanal gelombang berjalan ditunjang oleh jumlah pengarah, sehingga jumlah pengarahnya antara 2 hingga 14 merupakan hal yang umum. Adapun elemen-elemen antena adalah sebagai berikut:

2.5.1 Elemen *Driven*

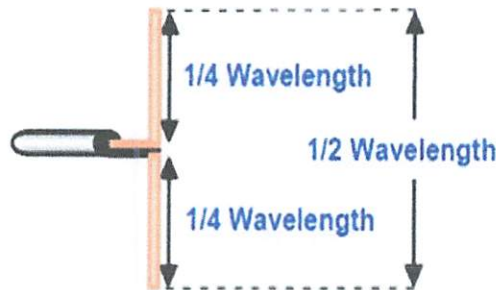
Driven adalah satu titik dari kabel antenna, panjang driven adalah (0.5λ) dari frekuensi radio yang dipancarkan atau di terima. *Driven* adalah bagian paling penting dari sebuah antenna yagi karena melalui elemen inilah yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan dipancarkan. Untuk menjadi sebuah driven yang akan menghantarkan radiasi dengan baik. Elemen *Driven* atau dipole dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$L = 0.5 \times K \times \lambda \quad (2.1)$$

Keterangan: L = Panjang *Driven Element*

K = *Velocity factor* (pada aluminium 0,95)

λ = Panjang gelombang (m)



Gambar 2.3 Antena Dipole atau Driven

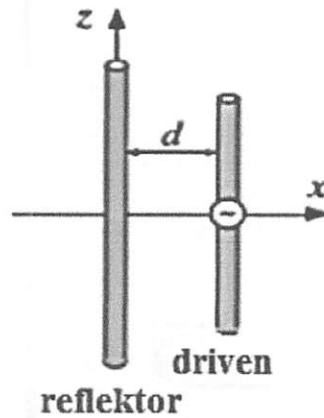
Sumber: Tito Tuwono, ST, M.Sc, 2008

2.5.2 Elemen *Reflector*

Elemen *reflector* merupakan elemen pemantul sinyal yang ditempatkan di bagian belakang elemen driven dan dibuat lebih panjang daripada panjang driven atau dipole. Elemen *reflector* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$L \times 7\% + L \quad (2.2)$$

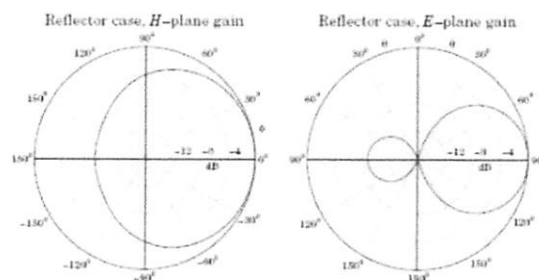
Keterangan: L = Panjang *Driven Elemen*



Gambar 2.4 Susunan Reflektor dan Driven

Sumber: Tito Tuwono, ST, M.Sc, 2008

Tujuan utama dari penempatan reflektor di belakang adalah untuk membatasi radiasi agar tidak melebar ke belakang namun kekuatan pancarannya akan diperkuat ke arah sebaliknya. Reflektor juga bersifat menjadikan antena lebih induktif. Ukuran panjang reflektor 7% dari elemen driven. (Tito Tuwono, ST, M.Sc, 2008)



Gambar 2.5 Pola radiasi yang ditimbulkan oleh pengaruh reflektor

2.5.3 Elemen Director

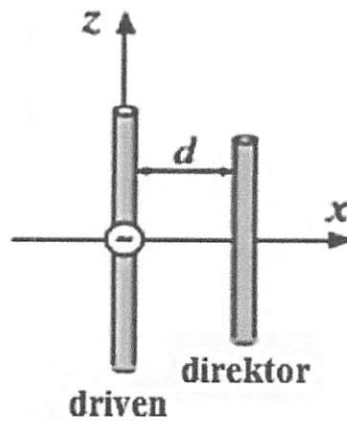
Elemen *director* merupakan elemen pengarah yang diletakkan di depan driven, elemen director akan memaksakan radiasi dari driven ke satu arah. Elemen ini juga kadang disebut dengan elemen parasitic. Ukuran panjang director 5% lebih pendek dari driven.

Pada antena yang jumlah elemen mempengaruhi gain antena tersebut semakin banyak elemen maka semakin tinggi juga gain yang dimilikinya. Sampai sekarang antena yang sangat dikenal, terdapat banyak pembahasan mengenai realisasi antena tersebut, yang membedakan adalah jarak sejumlah director, jarak antara elemen dan tingginya masing-masing elemen. Pada kebanyakan kasus, jumlah elemen, jarak dan tinggi dibedakan berdasarkan percobaan. Elemen director dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$L \times 5\% - L$$

(2.3)

Keterangan: L = Panjang *Driven Element*



Gambar 2.6 Susunan Driven dan Direktor

Sumber :Ivan Nurizal Sakti, 2013

Director dan *Reflector* mengatur radiasi antenna. Antena yagi uda banyak dipakai sebagai antenna penerima TV dan memiliki directivity yang baik dan struktur yang sederhana. Antena Yagi Uda termasuk jenis antenna yang banyak digunakan karena memiliki gain yang tinggi, biaya pembuatannya murah dan proses pembuatannya juga sedikit lebih mudah. Antena Yagi Uda terdiri atas sebuah driven yang disusun dengan beberapa elemen parasitic, dimana terdapat dua macam elemen parasitic tersebut adalah:

1. *Reflector* fungsinya memantulkan radiasi dari driven
2. Satu atau beberapa *director* fungsinya untuk mengarahkan radiasi driven ke arah tertentu.

Pada antenna Yagi Uda jumlah elemen mempengaruhi gain pada antenna. Semakin banyak elemen maka semakin tinggi pula gain yang dimilikinya. Saat ini antenna Yagi sangat dikenal, terdapat banyak pembahasan tentang realisasi antenna tersebut, yang dibedakan adalah jarak sejumlah director, jarak antara elemen antenna dan panjang elemen antenna. (Ivan Nurizal Sakti. 2013)

2.5.4 Boom

Boom antenna berfungsi untuk diletakkannya driven, reflektor, dan direktor. Antena yagi mempunyai jarak antara elemen jaraknya sama, 0.1λ frequency.

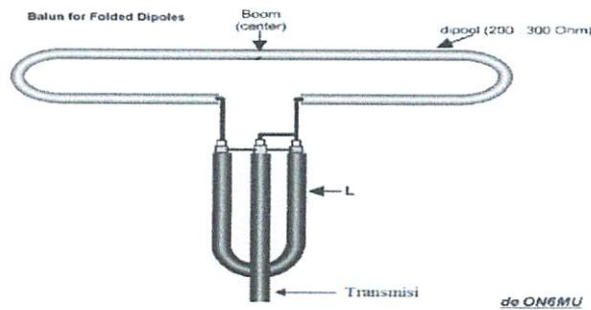
2.5.5 Balun (Balanced Unbalanced)

Dimana balanced berarti kedua ujung dari pencatutan harus memiliki level tegangan yang sama terhadap ground, jika tidak maka dapat dikatakan unbalanced. Balun adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara antena dengan coaxial cable, dalam hal ini digunakan untuk menghubungkan antara feeder line yang unbalanced misalnya coaxial cable dengan antena yang balance misalnya antena dipole. (Ivan Nurizal Sakti, 2013). Balun dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$L = 0,5 \times V \times \lambda \quad (2.4)$$

Keterangan: V = Velocity factor (0.95)

λ = Panjang gelombang



Gambar 2.7 Balun Dipole Antena Yagi

Sumber: <http://www.2wijaya.com/Antena.htm>

2.6 Parameter dasar antena

Parameter antena dasar digunakan untuk menguji atau mengukur performa antena yang akan digunakan. Berikut penjelasan beberapa parameter antena yang sering digunakan yaitu gain antena, pola radiasi antena, bandwidth antena, VSWR antena dan return loss. (Firdaus, Ratna Dewi, Rikki Vitria, Lifwarda. 2012)

2.6.1 Gain antena

Gain antena adalah perbandingan daya pancar suatu antena terhadap daya pancar antena referensi atau pertambahan daya diradiasikan pada arah tertentu. Dari antena yang dibandingkan ada daya yang diradiasikan pada arah yang sama oleh antena referensi. Gain dapat dihitung dengan membandingkan kerapatan daya maximum antena yang diukur (antena under test) dengan antena referensi yang diketahui gainnya

Gain antenna bisa didapat dengan mengukur power pada main lobe dan membandingkan power pada antenna referensi. Gain antenna diukur dalam decibel, bisa dalam dBd. “d” di sini adalah dipole, bila gain antenna diukur relative pada antenna dipole. Bila antenna referensi adalah isotropic, gain antenna diukur relatif pada antenna isotropic.

Gain dihitung dengan membandingkan daya maksimal antenna yang diukur dengan antenna referensi yang mengetahui gainnya. Maka dapat dituliskan pada persamaan:

$$G = \frac{P_{\max}(\text{antenayangdiukur})}{P_{\max}(\text{antenareferensi})} \times \text{Gainantenareferensi}$$

Atau jika dihitung dalam nilai logaritmik dirumuskan:

$$G_{\text{out}}(\text{dB}) = (P_{\text{out}}(\text{dBm}) - P_{\text{ref}}(\text{dBm})) + G_s(\text{dB})$$

Dimana : G_{out} = Gain total antenna

P_{out} = Daya yang dipancarkan (dBm)

P_{ref} = Daya yang dipancarkan (dBm)

G_s = Gain antenna referensi

Decibel adalah satuan gain antenna. Decibel ditetapkan dengan dua cara yaitu :

a. Ketika menunjukan pada pengukuran daya.

$$X_{\text{dB}} = 10 \log 10 \left(\frac{P_{\text{antenadiukur}}}{P_{\text{antenareferensi}}} \right)$$

b. Ketika mengacu pada pengukuran tegangan.

$$X_{\text{dB}} = 20 \log 20 \left(\frac{P_{\text{antenadiukur}}}{P_{\text{antenareferensi}}} \right)$$

2.6.2 Directivity (Keterarahan)

Petunjuk sebuah antenna telah ditegaskan sebagaiperbandingan daya kuatradiasi pada arah yang telah diberikan dari antenna ke daya kuat radiasi rata-ratadiseluruh arah”. Dengan kata lain, petunjuk sumber nonisotropik adalahseimbang ke perbandingan daya kuat radiasi pada arah yang telah diberikan, padasumber isotropik.(Nurdiansyah, 2009)

$$D = \frac{U}{U_i} = \frac{4\pi U}{P} \quad (2.5)$$

Dimana: D adalah petunjuk arah antenna
 U adalah daya kuat antenna pada antenna
 U_i adalah daya kuat radiasi pada sumber isotropik
 P adalah jumlah akhir kekuatan radiasi

Terkadang, arah pada petunjuk tidak tepat. Dalam hal ini, arah daya kuatradiasi maksimal tidak langsung disebutkan.

$$D_{\max} = \frac{U_{\max}}{U_i} = \frac{4\pi U_{\max}}{P} \quad (2.6)$$

Dimana: D max adalah petunjuk maksimal.
 U max adalah daya kuat radiasi maksimum

Petunjuk adalah jumlah tak terbatas, karena merupakan perbandingan duadaya kuat radiasi. Oleh karena itu, biasanya disebut dengan dBi. Petunjuk antenadapat dengan mudah diperkirakan dari pola radiasi antenna. Sebuah antenna yangmemiliki cabang utama yang sempit bisa mendapat petunjuk yang lebih baik, dariyang memiliki cuping utama yang besar, sehingga dapat menjadi lebih terarah.

2.6.3 Pola radiasi antenna

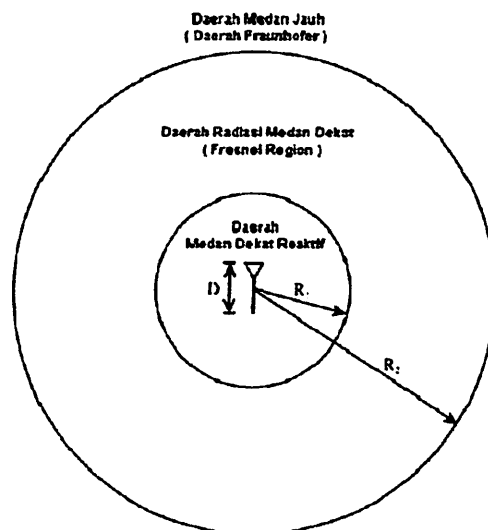
Pola radiasi antenna merupakan sebuah gambar grafik yang melambangkan perangkat radiasi antenna sebagai sebuah fungsi posisi pada koordinat spheris (koordinat bola). Jenis – jenis umum pola radiasi antenna berupa pola daya yangmenggambarkannormalisasi daya terhadap posisi koordinat spheris dan polamedan yang menggambarkan normalisasi medan $|E|$ dan $|H|$ terhadap posisi koordinat spheris.

Jenis – jenis Medan Antena:

- Medan Reaktif yang merupakan bagian karakteristik medan antenna akibat gelombang berdiri yang melambangkan energi yang tersimpan.
- Medan Radiasi yang merupakan bagian karakteristik medan antenna akibat radiasi gelombang (propagasi) yang melambangkan energi dipancarkan oleh antenna.

Daerah – daerah medan antenna :

- Daerah medan dekat reaktif yang merupakan daerah yang berada disekitar antenna dimana medan reaktif sangat dominan (energi tersimpan gelombang berdiri).
- Daerah medan dekat Fresnel yang merupakan daerah antara medan dekat reaktif dan medan jauh dimana radiasi medan sangat dominan dan distribusi medan tergantung jarak dari antenna.
- Daerah medan jauh Fraunhofer merupakan daerah paling terjauh dari antenna dimana distribusi medan secara esensial berdiri sendiri dari jarak antenna sumber (propagasi gelombang).



Gambar 2.8 Daerah – daerah medan antenna

Untuk D = Dimensi maksimum antenna

R_1 = Daerah Radiasi Medan dekat

R_2 = Daerah Medan Jauh

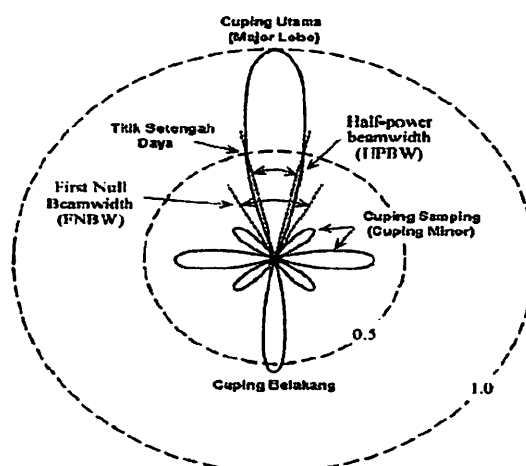
Definisi – definisi pola radiasi antenna.

- Pola isotropis adalah pola sebuah antenna didefinisikan sebagai radiasis erba sama ke segala arah, pola ini dibentuk oleh sebuah radiator isotropis (sumber titik, sebuah antenna non-fisik yang tidak mempunyai arah).
- Pola keterarahan merupakan sebuah pola dikarakterisasi oleh beberapa radiasi yang efisien dalam satu arah dibandingkan arah lainnya (secara fisik antenna yang dapat direalisasikan adalah antenna pengarah saja).

- c. Pola omnidirectional merupakan sebuah pola yang serba sama dalam pemberian ruang radiasinya.
- d. Pola bidang utama yaitu pola bidang E dan bidang H dari sebuah polarisasilinier antenna. Bidang E adalah bidang yang terdiri vektor medan elektrik dan arah radiasinya maksimum. Bidang H adalah bidang yang terdirivektor medan magnetik dan arah radiasinya maksimum.

Parameter – parameter Pola radiasi Antena:

- a. Cuping radiasi (Radiation lobe) merupakan puncak intensitas radiasi tertinggi disekitar daerah intensitas radiasi terendah.
- b. Cuping Utama (Main Lobe) merupakan cuping radiasi pada arah radiasi maksimum.
- c. Cuping Minor (Minor Lobe) merupakan cuping radiasi lainnya dari pada cuping utama.
- d. Cuping Sisi (Side Lobe) merupakan sebuah cuping radiasi dalam arah lainnya daripada arah radiasi yang dipusatkan.
- e. Cuping Belakang (Back Lobe) merupakan kebalikan daripada cupingradiasi terhadap cuping utama.
- f. Half Power Beamwidth (HPBW) merupakan lebar sudut berkas utama pada titik setengah daya antenna.
- g. First Null Beamwidth (FNBW) merupakan lebar sudut antara bagian null (kosong) pertama pada sisi lain berkas utama.

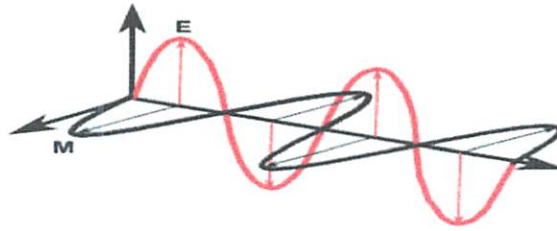


Gambar 2.9 Pola radiasi antenna

Sumber: Nurdiansyah, 2009

2.6.4 Polarisasi antenna

Polarisasi antenna merupakan orientasi perambatan radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu antenna dimana arah elemen antenna terhadap permukaan bumi sebagai referensi arah. Dalam jaringan wireless, polarisasi dipilih dan digunakan untuk mengoptimalkan penerimaan sinyal yang diinginkan dan mengurangi derau dan interferensi dari sinyal yang tidak diinginkan. Ada empat macam polarisasi antenna yaitu polarisasi vertikal, polarisasi horizontal, polarisasi circular dan polarisasi cross.

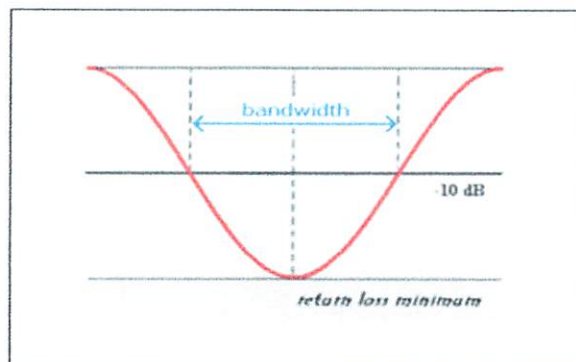


Gambar 2.10 Polarisasi antenna

Sumber: Alaydrus, Mudrik. 2011

2.6.5 BandwidthAntena

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai jangkauan frequency yang berada dalam performa antenna tersebut, dengan berhubungan dengan beberapa sifat yang sesuai dengan standar yang telah ada. (Herudin¹, M. Abdurahman Amir², Alimuddin, 2014)



Gambar 2.11 Rentang Frekuensi Yang Menjadi Bandwidth

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \% \quad (2.7)$$

Dimana: f_2 = Frekuensi tertinggi

f_1 = Frekuensi rendah

F_c = Frekuensi tengah

2.6.6 Impedansi Input

Impedansi input adalah impedansi yang diukur pada titik catu pada terminal antenna yang merupakan perbandingan tegangan dan arus pada titik tersebut. Impedansi input selain ditentukan oleh letak titik catu antenna, juga dipengaruhi oleh antenna lain atau benda-benda yang berada disekitar antenna serta frekuensi kerjanya. Impedansi input antenna dinyatakan dalam bentuk kompleks yang memiliki bagian real dan bagian imajiner. Bagian real merupakan resistansi (tahanan) masukan yang menyatakan daya yang diradiasikan oleh antenna pada medan jauh. Sedangkan bagian imajiner merupakan reaktansi masukan yang menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna, atau dapat ditulis dengan:

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \quad (2.8)$$

Impedansi input dapat dihitung dengan rumus:

$$Z_{in} = V/I \quad (2.9)$$

Dimana:

Z_{in} = Impedansi Input (Ohm)

V = Tegangan terminal input (Volt)

I = Arus terminal input (A)

Impedansi antenna penting untuk pemindahan daya dari pemancar ke antenna dan dari antenna ke penerima. Sebagai contoh untuk mamaksimumkan perpindahan daya dari antenna ke penerima, impedansi antenna harus conjugate match. Jika ini tidak dipenuhi maka akan terjadi pemantulan energy yang dipancarkan atau diterima.

2.6.7 Voltage standing wave ratio (VSWR)

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 disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ).

$$\Gamma = \frac{V^-_0}{V^+_0} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.10)$$

Keterangan :

Γ = Koefisien refleksi

V^-_0 = Tegangan yang dikirim

V^+_0 = tegangan yang direfleksikan

Z_L = Impedansi beban (load)

Z_0 = Impedansi saluran lossless

Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai complex yang merepresentasikan besarnya magnitude dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari adalah nol, maka:

- $\Gamma = -1$: refleksi negative 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.

Rumus untuk mencari nilai VSWR dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.11)$$

Keterangan :

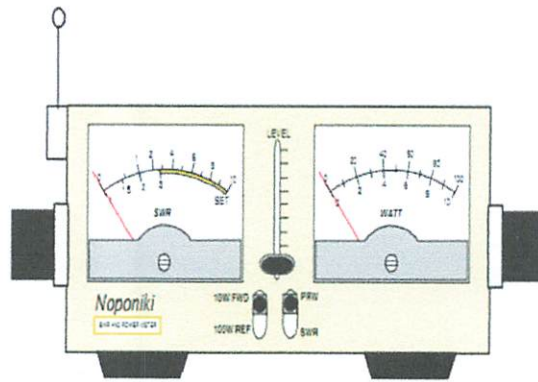
S = VSWR

$|V|_{\max}$ = Tegangan maksimum

$|V|_{\min}$ = Tegangan minimum

Γ = Koefisien refleksi

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($S=1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah $VSWR \leq 2$. (Firdaus, Ratna Dewi, Rikki Vitria, Lifwarda, 2012)



Gambar 2.12 SWR dan Power Meter

Sumber: Sunarto - YBØUSJ

Bila impedansi saluran transmisi tidak pas dengan transceiver maka akan terjadi reflected power pada saluran yang berinterferensi dengan forward power. Interferensi ini menghasilkan standing wave ratio yang besarnya tergantung pada besarnya daya refleksi.

2.6.8 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^+) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^-). Return loss dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antenna). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (mismatched), besarnya return loss bervariasi tergantung pada frekuensi.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2.12)$$

$$Return Loss = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2.13)$$

Dengan menggunakan nilai $VSWR \leq 2$ maka diperoleh nilai return loss yang dibutuhkan adalah di bawah -9,54 dB. Dengan nilai ini, dapat dikatakan bahwa nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah dapat dianggap matching. Nilai parameter ini dapat menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah mampu bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak. (Herudin¹, M. Abdurahman Amir², Alimuddin).

2.7 Spektrum analyzer

Spektrum analyzer merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui distribusi energi dari suatu spektrum frekuensi pada sebuah sinyal yang diukur. Dengan mengetahui distribusi energi sepanjang spektrum frekuensi, maka akan diperoleh informasi yang lainnya seperti: lebar bidang frekuensi (bandwidth), efek berbagai jenis modulasi, pembangkit sinyal yang palsu. Spektrum analyzer juga sangat penting dalam perencanaan dan pengujian rangkaian radio frekuensi. Spektrum analyzer biasanya menampilkan informasi sinyal yang belum diproses seperti voltage, power, period, waveshape, sidebands dan frequency.



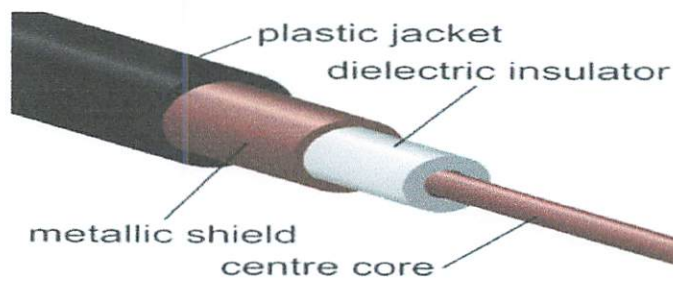
Gambar 2.13 Spektrum Analyzer

Sumber: (<http://alatukurpabrik.com/kualitas-spectrum-analyzer>)

2.8 Kabel koaxial

Coaxial Cable Adalah suatu jenis kabel yang menggunakan dua buah konduktor. Pusatnya berupa inti kawat padat yang dilingkupi oleh sekantong yang kemudian dililiti lagi oleh kawat berselaput konduktor. Jenis kabel ini biasa digunakan untuk jaringan dengan bandwidth yang tinggi. Kabel coaxial mempunyai pengalir tembaga di tengah (centre core). Lapisan plastik (dielectric insulator) yang mengelilingi tembaga berfungsi sebagai penutup di antara tembaga dan “metal shielded”. Lapisan metal berfungsi untuk menghalang sembarang gangguan luar dari lampu kalimantang, motors, and peralatan elektronik lain. Lapisan paling luar adalah lapisan plastik yang disebut Jacket plastic. Lapisan ini berfungsi seperti jaket yaitu sebagai pelindung bagian terluar.

Kabel koaksial biasa disebut juga BNC (Bayonet Naur Connector) atau COAX kabel ini sering digunakan untuk kabel antenna tv dan sering juga digunakan pada jaringan LAN. (Agus Hadi Wijaya. (2015).



Gambar 2.14 Kabel koaksial untuk antenna yagi

Sumber: <http://irfan-arlima.blogspot.co.id/>

- **Kabel tembaga (centre core)**

Kabel tembaga (centre core) yang terletak di tengah-tengah ini berfungsi sebagai media konduktor listrik.

- **Lapisan plastik (dielectric insulator)**

Lapisan plastik (dielectric insulator) ini berfungsi sebagai pemisah antara kabel tembaga dan lapisan metal (metallic shield) yang melingkupinya.

- **Lapisan metal (metallic shield)**

Lapisan metal (metallic shield) ini berfungsi sebagai pelindung terhadap gangguan interferensi elektromagnetik yang berasal dari sekeliling kabel.

- **Lapisan plastik (plastic jacket)**

Lapisan plastik (plastic jacket) ini berfungsi sebagai pelindung bagian terluar dari kabel itu sendiri.

Kabel koaksial atau lebih di kenal dengan transmission line, adalah sebuah kabel listrik dengan konduktor dalam dikelilingi oleh tubular, lapisan isolasi fleksibel, dikelilingi oleh perisai tabung. Istilah koaksial konduktor berasal dari dalam dan luar perisai berbagi sumbu geometris yang sama. Kabel koaksial diciptakan oleh insinyur Inggris dan matematika Oliver Heaviside , yang pertama kali dipatenkan pada tahun 1880 desain kabel koaksial ini, sangat populer pada era tahun 1940 atau masa masa perang dunia ke II adalah jenis *open wire*, yaitu dua kabel terbuka yang secara sejajar dengan jarak tertentu mengalirkan RF (Radio Frekuensi) menuju *feed point* antenna. *Open Wire* cukup baik sebagai *transmission line*, namun *open wire* di rentang dengan jarak kedua kabel sejajar dan tidak boleh berubah, kondisi penempatan harus jauh dari metal dan tidak dapat fleksibel seperti *coax* terbungkus rapi seperti *transmission line* masa kini, namun *open wire* akan menimbulkan masalah jika dipergunakan untuk antenna jenis pengarah, Antenna harus selalu dapat berputar sesuai arah

yang diinginkan pengguna, dalam hal ini open wire kurang dapat fleksibel dan agak rumit untuk memakainya.

Kabel koaksial atau lebih di kenal dengan transmission line, adalah sebuah kabel listrik dengan konduktor dalam dikelilingi oleh tubular, lapisan isolasi fleksibel, dikelilingi oleh perisai tabung. Istilah koaksial konduktor berasal dari dalam dan luar perisai berbagi sumbu geometris yang sama. Kabel koaksial diciptakan oleh insinyur Inggris dan matematika Oliver Heaviside, yang pertama kali dipatenkan pada tahun 1880 desain kabel koaksial ini, sangat populer pada era tahun 1940 atau masa masa perang dunia ke II adalah jenis *open wire*, yaitu dua kabel terbuka yang secara sejajar dengan jarak tertentu mengalirkan RF (Radio Frekuensi) menuju *feed point* antenna. *Open Wire* cukup baik sebagai *transmission line*, namun *open wire* di rentang dengan jarak kedua kabel sejajar dan tidak boleh berubah, kondisi penempatan harus jauh dari metal dan tidak dapat fleksibel seperti *coax* terbungkus rapi seperti *transmission line* masa kini, namun *open wire* akan menimbulkan masalah jika dipergunakan untuk antenna jenis pengarah, Antenna harus selalu dapat berputar sesuai arah yang diinginkan pengguna, dalam hal ini open wire kurang dapat fleksibel dan agak rumit untuk memakainya.

Kabel *Coax (transmission line)* jika terlalu panjang bisa menyebabkan *losses power* energi yang di pancarkan ke antenna, radio frekuensi yang disalurkan terhambat, sebaiknya lebih teliti dalam memilih *type coax* terutama merk dan pastikan jenis material kabel (kandungan metal yang dipergunakan), diameter *coax* (Jarak *inner* dan *outer coax* serta *coaxial jacket*), panjang *coax* yang dipergunakan, jenis *connector*, korosi yang disebabkan cuaca dan lainnya. *Losses power* akan berkurang jika *transmitter*, kabel dan antenna *match* impedansinya, *losses* akan bertambah jika SWR lebih besar dari 1:1. Setiap energi yang disalurkan melalui *coax* dari *transmitter* ke antenna (*load*) dan kembali ke *transmitter* dinamakan *reflected power* dan selalu mengakibatkan *Losses* pada Power yang di transmisikan, efeknya arus gelombang balik (SWR) akan membesar nilai perbandingan *current*, *voltage* dan frekuensi menghambat aliran gelombang dari *transmitter* untuk dilepaskan ke antenna.

Kabel *coaxial* digunakan sebagai jalur transmisi untuk frekuensi radio sinyal, dalam aplikasi seperti menghubungkan radio pemancar dan penerima dengan antenna mereka, jaringan komputer (*internet*) koneksi, dan mendistribusikan sinyal televisi kabel. Satu keuntungan nya adalah bahwa dalam sebuah kabel *coaxial* ideal medan elektromagnetik membawa sinyal hanya ada di ruang antara bagian dalam dan luar konduktor . Hal ini

memungkinkan kabel koaksial berjalan untuk diinstal di samping benda logam seperti talang tanpa rugi daya yang terjadi dalam jalur transmisi lain, dan memberikan perlindungan dari sinyal dari eksternal gangguan elektromagnetik. Kabel *coaxial* berbeda dari yang lain yaitu, digunakan untuk membawa sinyal frekuensi yang lebih rendah seperti sinyal audio, dalam dimensi kabel dikendalikan untuk menghasilkan konduktor *repeatable* dan dapat diprediksi jarak diperlukan untuk berfungsi secara efisien sebagai radio frekuensi saluran transmisi. (Agus Hadi Wijaya. (2015).

2.9 Kabel Pigtail

Adalah kabel penghubung AP ke Antena Eksternal. Alat ini diperlukan untuk menghubungkan antara antena eksternal dengan access point. Pada kedua ujung kabel terdapat konektor dimana type konektor disesuaikan dengan konektor yang melekat pada access point. Kebanyakan Pigtail di pasaran adalah : RP- SMA to N-Type Male dan RP-TNC to N-Type Male.



Gambar 2.15. Kabel pigtail

2.10 Konektor Antena

Sambungan antara peralatan WLAN, coax dan antenna menjadi sangat penting artinya karena konektor merupakan peredaman daya jika instalasinya kurang baik. Paling tidak konektor yang baik akan memakan daya 0.3 – 0.5 dB. Konektor N dan SMA yang dirancang untuk bekerja pada frekuensi tinggi. Ada beberapa tipe konektor yang digunakan untuk instalasi WLAN, yaitu:

1. N-Female biasanya digunakan pada sisi antena atau anti petir.



Gambar 2.16 Konektor N-Female

2. N-male sambungan dikabel coax yang akan menghubungkan ke antena.



Gambar 2.17 Konektor N-Male

3. Konektor SMA female right hand polarization biasanya terpasang pada card WLAN.



Gambar 2.18 Konektor SMA Female

Untuk menyambung card WLAN yang terpasang konektor SMA untuk coax kecil, ke kabel coax LMR atau heliax yang diameter-nya lebih besar. Biasanya dibuatkan kabel penghubung dengan konektor yang berbeda (N & SMA). Kabel ini dikenal sebagai pigtail.

(<http://alfinyusroni.blogspot.co.id/2013/01/antena-wifi-kabel-coaxial.html>)

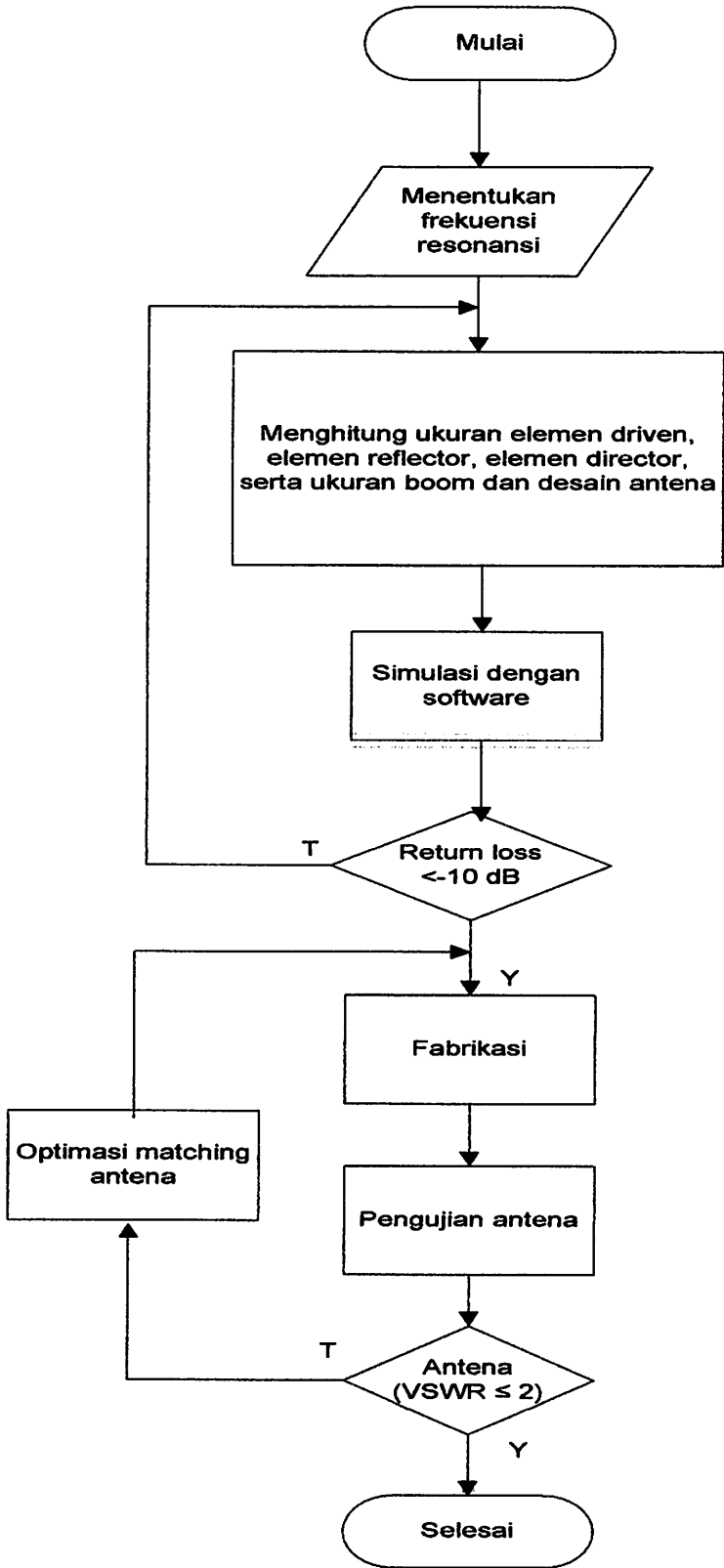
BAB III

PERANCANGAN ANTENA

Pada skripsi ini antenna yang di rancang adalah antenna yagi 16 elemen yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Dimana satu buah elemen digunakan sebagai pencatu (*Driven*), satu buah elemen digunakan sebagai *Reflector*, dan empat belas buah elemen sebagai Direktor. Untuk mencari dimensi-dimensi antenna tersebut dapat menggunakan persamaan-persamaan yang telah didapatkan melalui referensi-referensi yang didapat. Tahapan pembuatan antenna yang pertama adalah menghitung dimensi-dimensi antenna, kemudian melakukan simulasi menggunakan 2 software yaitu *software M-managal* dan *Yagi Calculator Version 2.6.18*. *Software M-managal* digunakan untuk mensimulasikan parameter antenna (*Return loss, VSWR, Gain, dan pola radiasi*) sedangkan *Yagi calculator Version 2.6.18* digunakan untuk mencari panjang tiap elemen, setelah semua hasil simulasi sesuai dengan yang di harapkan maka, tahap selanjutnya adalah pembuatan antenna secara nyata (*Fabrikasi*) agar antenna tersebut dapat diukur secara nyata untuk melihat parameter-parameter antenna seperti : *Return loss, VSWR, Gain dan pola radiasi antenna*. Guna untuk di jadikan perbandingan hasil simulasi menggunakan software dengan hasil pengukuran secara nyata.

3.1 Desain Sistem

Pada saat melakukan rancang bangun antenna dapat digambarkan dalam suatu diagram alir atau flowchart perancangan untuk membantu proses merancang bangun antenna Yagi-Uda seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Flowchart Perancangan Antena Yagi 16

3.2 Perangkat yang digunakan.

Perancangan antenna yagi 16 elemen menggunakan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), perangkat keras digunakan untuk fabrikasi dan pengukuran sedangkan perangkat lunak (software) digunakan untuk mendisain dan mensimulasikan kinerja suatu antenna guna untuk mengetahui karakter-karakter antenna yang telah di rancang.

3.2.1 Perangkat keras (Hardware).

1. Pipa Alumunium, sebagai bahan antenna Yagi.
2. Kabel Coaxial 50 ohm, di gunakan untuk pengukuran.
3. N-Conektor
4. Conector N-female
5. Spectrum Analyzer, digunakan untuk mengukur (VSWR, Gain Return loss, dan pola radiasi)

3.2.2 Perangkat lunak software.

1. M-managal, di gunakan untuk mensimulasikan antenna yagi yang telah didisain serta dapat melihat parameter-parameter antenna hasil perancangan.
2. Yagi Calculator Version 2.6.18, softwer ini membantu dalam pencarian jarak dan panjang elemen.
3. Microsoft word, digunakan untuk mengolah data dan laporan.

3.3 Langkah –langkah pembuatan antena.

1. Menentukan frekuensi resonansi antenna

Tahapan yang pertama kali dilakukan adalah menentukan frekuensi dan karakteristik antenna yang diinginkan, karakteristik yang dimaksud adalah, bandwith, VSWR, Gain,dan return loss sebagai berikut

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| a. VSWR | = < 2 |
| b. Gain | = < 20 |
| c. Return loss | = < -20 |
| d. Frekuensi | = 2,4 GHz (2400 MHz) |
| e. Impedansi Terminal | = 50 ohm |

2. Menghitung Panjang Gelombang.

Perhitungan panjang gelombang digunakan untuk menghitung panjang tiap elemen antenna dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{c}{f} \\ &= \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.4 \times 10^9 \text{ GHz}} = 0.125 \text{ m} \\ &= 12.5 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dimana: λ = Panjang Gelombang

c = Kecepatan cahaya di udara (3×10^8 m/s)

f = Frekuensi yang digunakan (2.4 GHz)

3. Menghitung dimensi antenna

Perhitungan panjang tiap-tiap elemen antenna digunakan untuk mengetahui panjang dari *Reflector*, *Driven* dan *Director*. Perhitungan panjang tiap-tiap elemen antenna menggunakan persamaan berikut ini.

a. Menghitung Panjang Reflektor

Reflector adalah elemen pemantul sinyal yang ditempatkan di bagian belakang elemen driven dan dibuat 7% lebih panjang dari panjang driven. Untuk mencari panjang reflector persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Pref} &= L \times 7\% + L \\ &= 5.9 \times 0.07 + 5.9 \\ &= 6.3 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dimana: L = panjang driven.

b. Menghitung Panjang Driven.

Driven adalah titik catu dari kabel antena, biasanya panjang fisik driven adalah setengah panjang gelombang dari frekuensi yang di pancarkan atau diterima. Perhitungan panjang driven dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L &= 0.5 \times K \times \lambda \\ &= 0.5 \times 0.95 \times 12.5 \\ &= 5.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dimana: L = Panjang elemen driven
 K = Velocity factor (pada logam aluminium 0,95)
 λ = Panjang Gelombang (m)

c. Menghitung Panjang Direktor

Direktor adalah bagian antenna yang berfungsi sebagai pengarahantena. Panjang suatu Director dibuat 5 % lebih pendek dari elemen Driven. Maka untuk mencari panjang director antenna dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{direktor}} &= L \times 5\% - L \\ &= 5.9 \times 0.05 - 5.9 \\ &= 5.6 \text{ cm} \end{aligned}$$

1. Director 1

$$D1 = 5.6 \text{ cm}$$

2. Director 2

Panjang Director 2 di buat 5% lebih pendek dari Director 1.

$$\begin{aligned} D2 &= 0.95 \times 5.6 \\ &= 5.3 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Director 3

Panjang Director 3 di buat 5% lebih pendek dari Director 2.

$$\begin{aligned} D3 &= 0.95 \times 5.3 \\ &= 5.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Director 4

Panjang Director 4 dibuat 5% lebih pendek dari Director 3.

$$\begin{aligned} D4 &= 0,95 \times 5.0 \\ &= 4.75\text{cm} \end{aligned}$$

5. Director 5

Panjang Director 5 dibuat 5% lebih pendek dari Director 4.

$$\begin{aligned} D5 &= 0,95 \times 4.75 \\ &= 4.51 \text{ cm} \end{aligned}$$

6. Director 6

Panjang Director 6 dibuat 5% lebih pendek dari Director 5.

$$\begin{aligned} D6 &= 0,95 \times 4.51 \\ &= 4.28 \text{ cm} \end{aligned}$$

7. Director 7

Panjang Director 7 dibuat 5% lebih pendek dari Director 6.

$$\begin{aligned} D7 &= 0,95 \times 4.28 \\ &= 4.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

8. Director 8

Panjang Director 8 dibuat 5% lebih pendek dari Director 7.

$$\begin{aligned} D8 &= 0,95 \times 4.0 \\ &= 3.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

9. Director 9

Panjang Director 9 dibuat 5% lebih pendek dari Director 8.

$$\begin{aligned} D9 &= 0,95 \times 3.8 \\ &= 3.61 \text{ cm} \end{aligned}$$

10. Director 10

Panjang Director 10 dibuat 5% lebih pendek dari Director 9.

$$\begin{aligned} D10 &= 0,95 \times 3.61 \\ &= 3.42 \text{ cm} \end{aligned}$$

11. Director 11

Panjang Director 11 dibuat 5% lebih pendek dari Director 10.

$$\begin{aligned} D11 &= 0,95 \times 3.42 \\ &= 3.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

12. Director 12

Panjang Director 12 dibuat 5% lebih pendek dari Director 11.

$$D_{12} = 0,95 \times 3.24$$

$$= 3.0 \text{ cm}$$

13. Director 13

Panjang Director 13 dibuat 5% lebih pendek dari Director 12.

$$D_{13} = 0,95 \times 3.0$$

$$= 2.85 \text{ cm}$$

14. Director 14

Panjang Director 14 dibuat 5% lebih pendek dari Director 13.

$$D_{14} = 0,95 \times 2.85$$

$$= 2.7 \text{ cm}$$

Tabel 3.1. Hasil perhitungan panjang elemen antenna yagi

No.	Elemen Antena	Panjang Elemen Antena
1	Reflector	6.3 cm
2	Driven	5.9 cm
3	Director 1	5.6 cm
4	Director 2	5.3 cm
5	Director 3	5.0 cm
6	Director 4	4.75cm
7	Director 5	4.51 cm
8	Director 6	4.28 cm
9	Director 7	4.0 cm
10	Director 8	3.8 cm

11	Director 9	3.61 cm
12	Director 10	3.42 cm
13	Director 11	3.24 cm
14	Director 12	3.0 cm
15	Director 13	2.85 cm
16	Director 14	2.10 Cm

d. Perhitungan Jarak Antara Tiap Elemen Antena.

Jarak setiap elemen sangat mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima oleh antena. Untuk itu diperlukan jarak antar elemen antenna yang baik dan ideal tujuannya agar antenna tersebut dapat menerima sinyal dengan baik. Menghitung suatu jarak antar elemen antenna ini dibantu dengan menggunakan software *Yagi Calculator*. Hasil dari perhitungan jarak setiap elemen antena dengan menggunakan software yagi calculator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

REFLECTOR

70.9 mm long at boom position = 30 mm (IT = 28.0 mm)

RADIATOR

Single dipole 55.0 mm tip to tip, spaced 25 mm from reflector at boom posn 55 mm (IT = 20.0 mm)

Folded dipole 68.1 mm tip to tip, spaced 25 mm from reflector at boom posn 55 mm (IT = 26.5 mm)

DIRECTORS

Dir (no.)	Length (mm)	Spaced (mm)	Boom position (mm)	IT (mm)	Gain (dBd)	Gain (dBi)
1	59.9	9.4	64.4	22.5	4.8	6.9
2	59.0	22.5	86.8	22.0	6.5	8.6
3	58.2	26.9	113.7	21.5	7.8	9.9
4	57.4	31.2	144.9	21.0	8.9	11.0
5	56.7	35.0	179.9	21.0	9.8	11.9
6	56.0	37.5	217.4	20.5	10.5	12.7
7	55.4	39.3	256.7	20.0	11.2	13.3
8	54.9	41.2	297.9	20.0	11.7	13.9
9	54.4	43.1	341.0	19.5	12.2	14.4
10	53.9	45.0	386.0	19.5	12.7	14.9
11	53.4	46.8	432.8	19.0	13.1	15.3
12	53.0	48.1	480.9	19.0	13.5	15.7
13	52.6	48.7	529.7	19.0	13.8	16.0
14	52.3	49.3	579.0	18.5	14.2	16.3

Gambar 3.2 Perhitungan Jarak Setiap Elemen Menggunakan Software *Yagi Calculator*

Selain dibantu oleh perhitungan jarak menggunakan software yagi Calculator, perhitungan manual pun diperoleh dari persamaan-persamaan yang telah ada. Perhitungan manual dapat di lakukan seperti berikut :

$$1. R - DE = 0.25 \times \lambda$$

$$= 0.25 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 3.125 \text{ cm}$$

$$2. DE - Direktor1 = 0.15 \times \lambda$$

$$= 0.15 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 1.875 \text{ cm}$$

$$3. Direktor1 - Direktor2 = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$4. Direktor2 - Direktor3 = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.25 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$5. Direktor3 - Direktor4 = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$6. Direktor 4 - Direktor5 = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$7. Direktor 5 - Direktor 6 = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$8. \text{ Direktor6} - \text{Direktor7} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$9. \text{ Direktor7} - \text{Direktor8} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$10. \text{ Direktor8} - \text{Direktor9} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$11. \text{ Direktor9} - \text{Direktor10} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$12. \text{ Direktor10} - \text{Direktor11} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$13. \text{ Direktor11} - \text{Direktor12} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$14. \text{ Direktor12} - \text{Direktor13} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$15. \text{Direktor}_{13} - \text{Direktor}_{14} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$16. \text{Direktor}_{14} - \text{Direktor}_{15} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

$$17. \text{Direktor}_{15} - \text{Direktor}_{16} = 0.2 \times \lambda$$

$$= 0.2 \times 12.5 \text{ cm}$$

$$= 2.5 \text{ cm}$$

Tabel 3.2 Jarak Antara Elemen Antena secara manual

No.	Elemen	Jarak setiap elemen
1	Reflektor- Driven	3.125 cm
2	Driven – Direktor 1	1.875 cm
3	Direktor 3- Direktor 14	2.5 Cm

4. Membuat *BOOM* dan Elemen-Elemen Antena.

Dalam proses pembuatan *BOOM* dan elemen-elemen antena ukuran dan bahan yang digunakan yaitu alumunium harus sesuai dengan hasil yang telah di dapat dan sesuai dengan desain yang sudah dibuat sebelumnya.

Sebelum pembuatan *BOOM* dan elemen-elemen antena, terlebih dahulu perancang mempersiapkan alat dan bahan dalam membuat antena.

3.4 Menghitung balun antenna

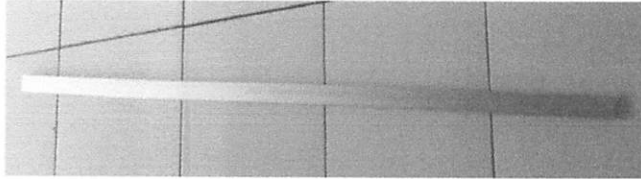
Balun adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara antenna dengan coaxial cable, dalam hal ini digunakan untuk menghubungkan antara feeder line yang unbalance misalnya coaxial cable dengan antenna yang balance misalnya antenna dipole. Balun ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= 0,5 \times V \times \lambda \\ &= 0.5 \times 0.95 \times 12.5 \\ &= 5.93 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.5 Fabrikasi antenna

1. Pemotongan *BOOM* Antena

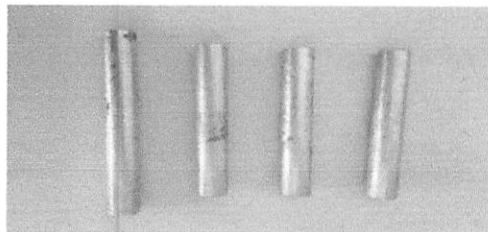
Pemotongan Boom disesuaikan dengan ukuran yang sudah ada. Boom antenna berfungsi untuk menahan elemen-elemen antenna dan juga memberi bentuk pada antenna. Hasil dari pembuatan Boom bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Hasil Pemotongan Boom

2. Memotongan Elemen Antena.

Sama halnya dengan pemotongan boom, pemotongan elemen antenna harus disesuaikan dengan ukuran yang sudah ada. Pada boom diberi sekrup dengan tujuan agar elemen antenna bisa sesuai dengan hasil perumusan yang ada.



Gambar 3.4 Hasil Pemotongan Setiap Elemen

3. Pemasangan tiap elemen

Pemasangan elemen-elemen antenna yang telah dirancang dan disimulasikan mulai dari elemen reflector, elemen driven, dan elemen-elemen director disusun secara sejajar pada boom antenna. Untuk Proses pematchingan menggunakan balun agar antenna tersebut pada saat pemancaran suatu gelombang elektromagnetik bekerja dengan sempurna (matching). Proses ini dilakukan agar tiap elemen tersebut bisa saling terhubung dan dapat menghasilkan gelombang elektromagnetik yang pola radiasinya terfokus pada satu arah. Antena yang sudah dirakit akan diukur pada saat pengukuran . Hasil dari perakitan antenna seperti ditunjukkan pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Hasil realisasi Antena Yagi 2,4 GHz

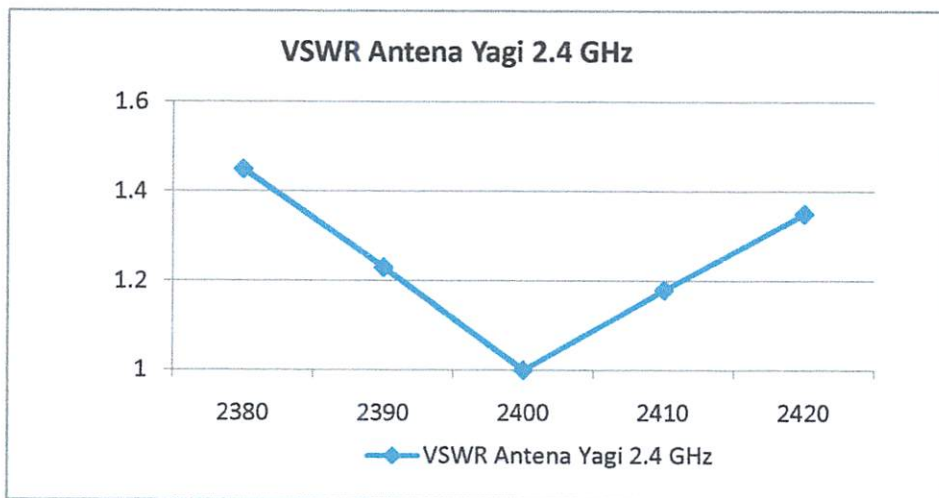
BAB IV

HASIL SIMULASI DAN ANALISA

Pada bab ini akan membahas tentang beberapa parameter yang telah ditentukan dalam perancangan antenna yagi 2,4 GHz. Tujuan pengukuran antenna yagi 2,4 GHz ini untuk mengetahui nilai-nilai pada saat pengukuran. Pengukuran ini meliputi beberapa parameter yang telah ditentukan yaitu pengukuran Gain antenna, pengukuran polaradiasi, pengukuran voltage standing wave ratio dan pengukuran return loss.

4.1 Hasil Simulasi Parameter-parameter antenna yagi.

4.1.1 VSWR antenna yagi 2,4 GHz



Gambar 4.1 Grafik VSWR antenna yagi Hasil simulasi

Pada hasil simulasi VSWR antenna yagi 2.4 GHz mulai dari frekuensi 2380 MHz sampai dengan 2420 MHz mendapatkan nilai yang berbeda. Untuk frekuensi 2.4 GHz mendapatkan hasil simulasi sebesar 1 karena pada simulasi tidak mendapatkan lossis.

Tabel 4.1 Data Hasil Simulsi VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

No.	Frekuensi	SWR
1	2380.0	1,45
2	2390.0	1,23
3	2400.0	1
4	2410.0	1,18
5	2420.0	1,35

4.1.2 Hasil simulasi Return Loss antenna yagi 2,4 GHz.



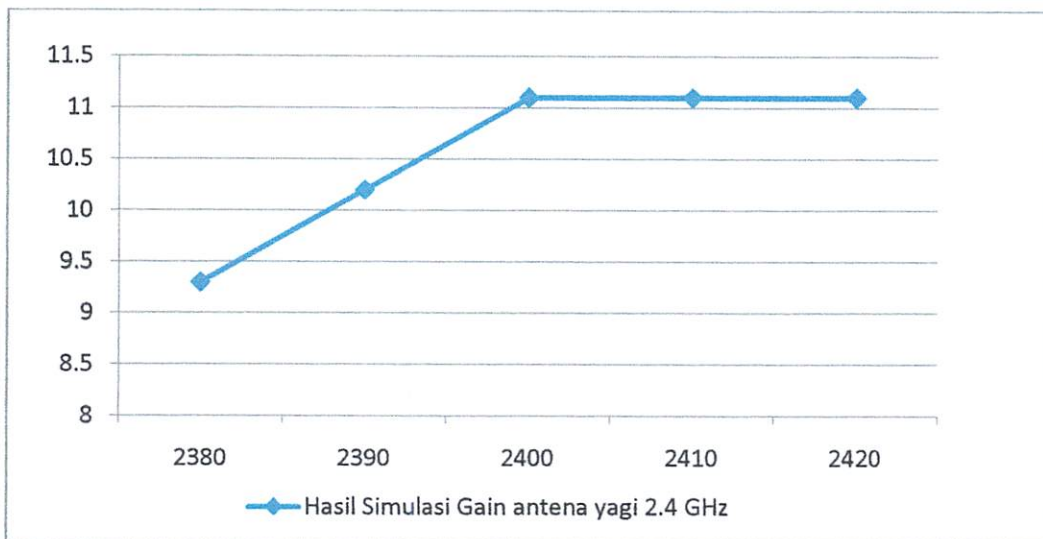
Gambar 4.2 Grafik Return loss antenna yagi hasil simulasi

Hasil simulasi return loss pada frekuensi 2.4 GHz mendapatkan nilai sebesar -40 dB. Dikarenakan nilai VSWR semakin kecil maka nilai return loss semakin kecil pula.

Tabel 4.2 Data hasil simulasi Return Loss

No.	Frekuensi	Return loss (dB)
1	2380.0	-15
2	2390.0	-20
3	2400.0	-40
4	2410.0	-22
5	2420.0	-17

4.1.3 Hasil simulasi Gain antenna yagi 2.4 GHz



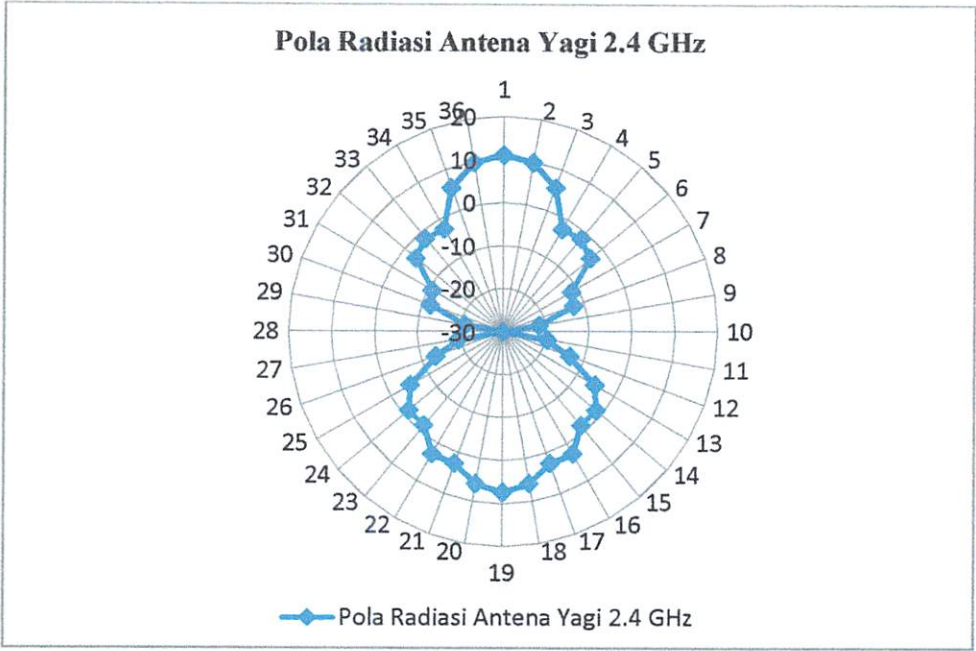
Gambar 4.3 Grafik Gain antenna yagi hasil simulasi

Pada simulasi gain menunjukan nilai penguatan yang berbeda-beda frekuensi yang disimulasikan mulai dari 2380 MHz sampai dengan 2420 MHz dengan nilai sebesar 11.1 dB pada frekuensi yang telah di tentukan yaitu 2.4 GHz.

Tabel 4.3. Hasil simulasi Gain antenna yagi 2.4 GHz

No.	Frekuensi	Level (dBi)
1	2380.0	9.3
2	2390.0	10.2
3	2400.0	11.1
4	2410.0	11.1
5	2420.0	11.1

4.1.4 Hasil Simulasi Polaradiasi antenna yagi 2.4 GHz



Gambar 4.4 Grafik Pola radiasi antenna yagi hasil simulasi

Tabel 4.4. Hasil simulasi pola radiasi antenna yagi 2.4 GHz

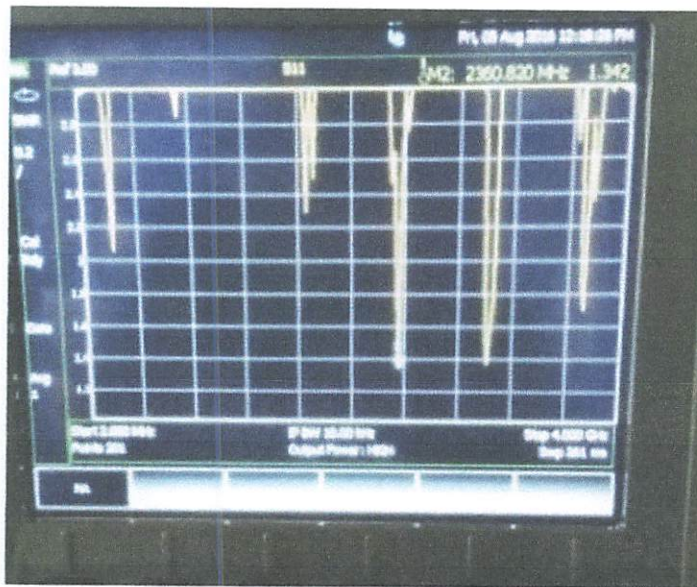
No	Sudut elevasi	Level terima
1.	0	11.1
2.	10	9.9
3.	20	5.6
4.	30	-2.5
5.	40	-1.8
6.	50	-3.5
7.	60	-11.6
8.	70	-12.5
9.	80	-21.4
10.	90	-30
11.	100	-19.5
12.	110	-13.4
13.	120	-5.2
14.	130	-1.6
15.	140	-1.6
16.	150	2.8
17.	160	2.6
18.	170	5.9
19.	180	7.4
20.	190	5.9

21.	200	2.6
22.	210	2.8
23.	220	-1.6
24.	230	-1.6
25.	240	-5.2
26.	250	-13.4
27.	260	-19.5
28.	270	-30
29.	280	-21
30.	290	-12
31.	300	-11
32.	310	-3.5
33.	320	-1.8
34.	330	-2.5
35.	340	5.6
36.	350	9.9

4.2 Hasil pengukuran antenna yagi

Setelah realisasi antenna yagi yang dirancang untuk spesifikasi frekuensi 2.4 GHz pada tahap selajutnya melakukan pengukuran yang real menggunakan perangkat RF Vector Network Analyzer N9923A 4GHz untuk mengukur VSWR, return loss, bandwidth dan impedansi antenna. Perangkat Handheld Spectrum Analyzer 3 GHz untuk mengukur gain antenna dan Rotator Antena Trainer untuk menentukan posisi antenna sesuai sudut putar pola radiasi. Berikut adalah hasil pengukuran VSWR, return loss, impedansi, gain dan pola radiasi.

4.2.1 VSWR



Gambar 4.1 Hasil pengukuran VSWR pada frekuensi 2360.802 MHz

Dari pengukuran VSWR yang dilakukan pada frekuensi 2,4 GHz ternyata ada pergeseran frekuensi, jatuh pada frekuensi rendah 2360.820 MHz dengan nilai VSWR 1.342 kemungkinan disebabkan oleh dimensi antenna, losses kabel dan konektor.

4.2.2 Return Loss

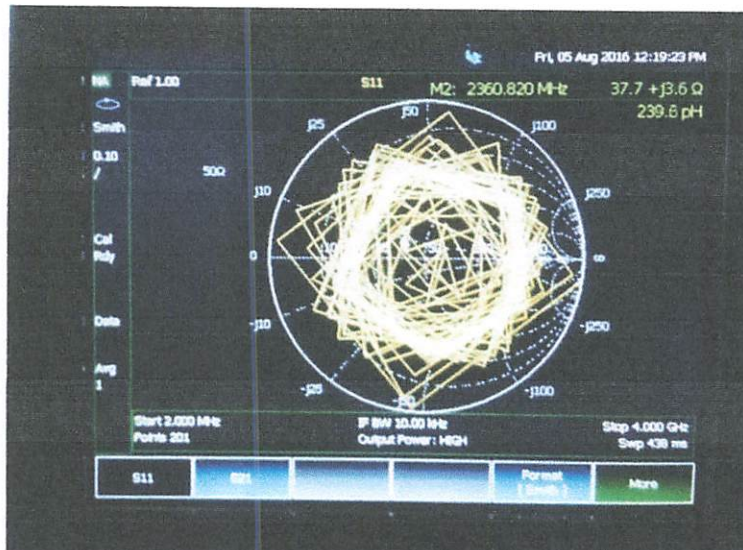


Gambar 4.2 Hasil pengukuran return loss antenna Yagi 2360.820 MHz

Pada pengukuran return loss yang dilakukan pada frekuensi 2360.820 MHz memiliki nilai return loss sebesar -16,67 dB.

4.2.3 Smith Chart

Bentuk dari smithchart yang ditampilkan di VNA ini sebagai petunjuk untuk mengetahui impedansi pada antenna yang dirancang.



Gambar 4.3 Hasil pengukuran impedansi antenna

Dilihat pada gambar diatas nilai impedansi yang terukur pada frekuensi 2360.820 MHz adalah $37.7 + j3.6 \Omega$

4.2.4 Gain

Untuk menentukan nilai gain terlebih dahulu mengetahui daya terima dari antenna yang dirancang dan nilai daya terima dari antenna referensi sehingga nilai gain dapat dihitung secara matematis dengan perumusan seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 G_{AUT} &= G_{ref} + 10 \log \frac{W_{AUT}}{W_{ref}} = \frac{-48.18 \text{ dBm}}{-18 \text{ dBm}} \\
 &= 2 \text{ dBi} + 10 \log 2.67 \\
 &= 2 \text{ dBi} + 4.265 \\
 &= 6.3 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

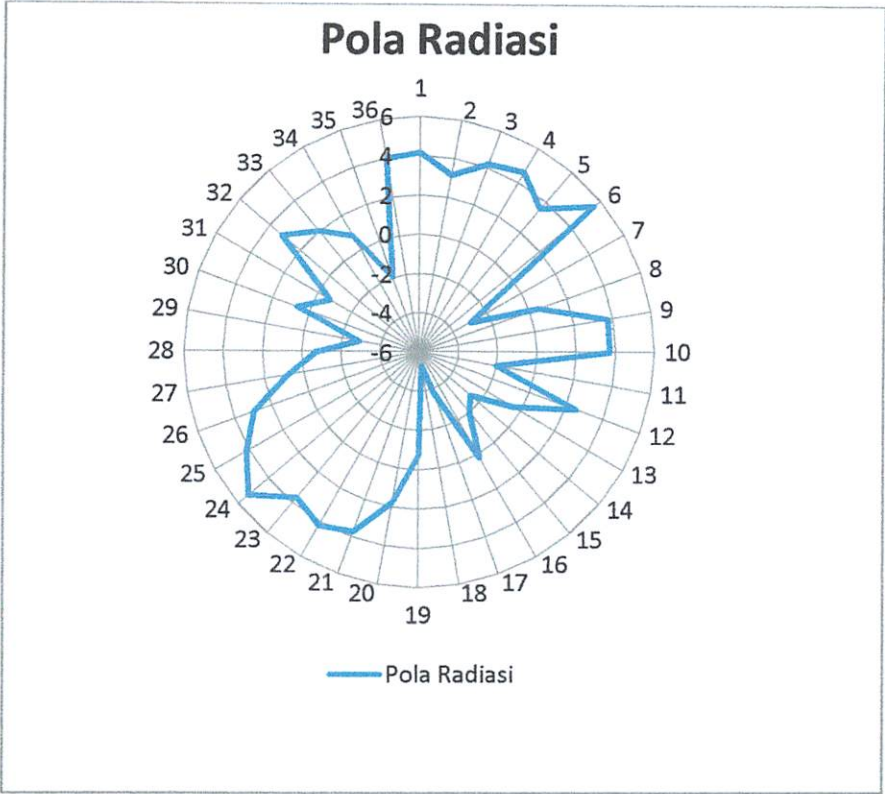
4.2.5 Pola radiasi

Dari hasil pengukuran pola radiasi yang dilakukan pada frekuensi 2.4 GHz diukur dari sudut 0° sampai dengan sudut 360° . Dari pengukuran pola radiasi ini antenna yang dirancang akan diputar menggunakan rotator antenna mulai dari sudut 0° sampai 350° untuk mengetahui level daya terima setiap sudut yang diukur terhadap antenna pemancar sehingga dapat mengetahui bentuk dari pola radiasi antenna yagi yang dirancang tersebut.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran pola radiasi antenna yagi 2.4 GHz

Sudut	Daya terima	Sudut Ternormalisasi
0	-48.18	4.14
10	-51.6	3.14
20	-43.99	4.19
30	-43.59	4.59
40	-44.62	3.56
50	-42.6	5.58
60	-44.04	-3
70	-47.69	0.49
80	-44.42	3.76
90	-44.47	3.71
100	-44.42	-2
110	-45.63	2.55
120	-48.6	-0.42
130	-50.75	-2.57
140	-50.16	-1.98
150	-47.99	0.19
160	-51.97	-3.79
170	-53.49	-5.31
180	-48.93	-0.75
190	-46.41	1.77
200	-44.48	3.7
210	-44	4.18
220	-44.51	3.67
230	-42.87	5.31
240	-44.04	4.14
250	-45.25	2.93
260	-47.38	0.8
270	-48.9	-0.72
280	-51.07	-2.89
290	-47.53	0.65

300	-48.91	-0.73
310	-44.99	3.19
320	-46.17	2.01
330	-47.37	0.81
340	-50.14	-1.96
350	-50.4	4



Gambar 4.1 Grafik Hasil pengukuran pola radiasi antenna Yagi 2.4 GHz

4.3 Perbandingan hasil simulasi parameter antenna dan hasil pengukuran.

Setelah mendapatkan hasil pengukuran parameter antenna, berikutnya akan membandingkan hasil tersebut dengan hasil simulasi menggunakan software M-Managal. Adapun tabel untuk nilai perbandingan hasil simulasi dan pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran

No	Parameter antena	Hasil simulasi	Hasil pengukuran
1.	VSWR	1	1,342
2.	Return loss	-40	-16,67 dB
3.	Gain	11.1 dBi	6.3 dBi

Dari hasil perbandingan parameter pada tabel diatas hasil parameter yang baik adalah hasil dari simulasi dengan nilai VSWR adalah 1, Return loss adalah -40dB, Gain adalah 11.1 dBi. Dari hasil pengukuran nilai parameter pada VSWR naik adalah 1,342, nilai Return Loss adalah -16,67 dB dan nilai gainnya adalah 6.3 dBi. Dikarenakan pada saat melakukan pengukuran frekuensi resonansinya geser pada frekuensi 2360.802 MHz.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada perancangan antenna yagi untuk frekuensi 2.4 GHz dapat disimpulkan untuk hasil simulasi dan pengukuran sebagai berikut:

1. Hasil simulasi nilai VSWR, return loss, gain, dan pola radiasi pada frekuensi 2.4 GHz dengan masing- masing nilai VSWR adalah 1, return loss adalah -40 dB, gain adalah 11.1 dBi dan pola radiasinya berbentuk direksional.
2. Hasil pengukuran VSWR pada frekuensi 2360.820 MHz mendapatkan nilai sebesar 1,342. Dipengaruhi oleh dimensi antenna pada saat pembuatan antenna
3. Hasil pengukuran return loss pada frekuensi 2360.820 MHz mendapatkan nilai sebesar -16.67 dB. Dan ada juga beberapa factor yang mempengaruhi nilai return loss seperti losses pada saluran transmisi dan konektor.
4. Hasil pengukuran gain pada frekuensi 2.4 GHz adalah 6.3 dBi.
5. Pola radiasi berbentuk direksional.

5.2 Saran

Untuk perancangan antenna yagi 16 elemen ini beberapa kesimpulan yang telah diambil, maka dapat beberapa saran untuk pengembangan antenna yagi ini untuk selanjutnya.

1. Menggunakan software yang lain untuk simulasi antenna yagi 16 elemen.
2. Dapat menggunakan bahan-bahan yang nilai konduktivitasnya lebih baik untuk setiap elemen antenna yagi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nurdiansyah. Pola Radiasi Antena Yagi Uda 3 Elemen frekuensi 144 Mhz Menggunakan Anechoic Chamber, Jakarta 2009
- [2]. Firdaus, Ratna Dewi, Rikki Vitria, Lifwarda, Penguatan Sinyal Global System For Mobile Ommunication (Gsm) Menggunakan Antena Yagi 14 Elemen . 2012
- [3]. Herudin¹, M. Abdurahman Amir², Alimuddin, Rancang Bangun Antena Mikrostrip Biquad Ganda Untuk Aplikasi Wi-Fi 2014
- [4]. Muhammad Teddy Yudihanto, Rancang Bangun Antena Eksternal Payungbolik 2,4 Ghz Untuk Komunikasi Wireless Lan (Wlan), 2009.
- [5]. Tito Tuwono,ST, M.Sc. Yagi Antenna Design For Wireless Lan 2,4 Ghz, 2008
- [6]. Ivan Nurizal Sakti. Modifikasi Antena Televisi Jenis Yagi Sebagai Penguat Sinyal Modem Menggunakan Sistem Induksi, 2013
- [7]. Lesmana, Y. -R. (N.D.). Antena Yagi Untuk 2 M Band. 2.
- [8]. Friska Simangunsong, Nirma Yanti Munthe. Politeknik Negeri Medan 2013
- [9]. Constantine A. Balanis. (1997). Antenna Theory Analisis and Design.USA: John Willeyand Sons.
- [10]. Sunarto - YBØUSJ. Antena Yagi, Jakarta, Mei 1998.
- [11]. Abi Royen. Antena yagi (pengertian, elemen, desain dan matching), 3 April 2014.
- [12]. <http://www.2wijaya.com/Antena.htm>
- [13]. (<http://alatukurpabrik.com/kualitas-spectrum-analyzer>)
- [14]. (<http://informasisosiall.blogspot.co.id/2014/01/antena-yagi-uda.html>)
- [15]. Agus Hadi Wijaya. (2015). Definisi dan Fungsi Kabel Jaringan Coaxial
- [16]. Budi Pratama¹, Lita Lidyawati², Arsyad Ramadhan D³. Perancangan Dan Implementasi Antena Yagi 2.4 GHz Pada Aplikasi WIFI (Wireless Fidelity), 2013.



LAMPIRAN

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi :

Tanggal :

1.	NIM	09.12.713
2.	Nama	DULCE PASCOAL B. SOARES
3.	Judul yang diajukan	Rancang Bangun Antena 2,4 GHz untuk Jaringan Wireless LAN.
4.	Disetujui /Ditolak *	
5.	Catatan:	Segera Konsultasi dgn dsn pembimbing utk judul skripsi krn sama dgn judul skripsi mhs lain di perguruan tinggi lain.
6.	Pembimbing yang diusulkan:	
	1.	Sotyohadi, ST
	2.	Dr. Ariyuan SST, MT M. Ibrahim Abhari, ST, MT
Menyetujui		
1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian		
		
SOTYOHADI, ST		

* : Coret yang tidak perlu



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Dulce Pascoal Brandao Soares
NIM : 0912715
Semester : 13
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-I
Konsentrasi : ~~TEKNIK ENERGI LISTRIK~~
~~TEKNIK ELEKTRONIKA~~
~~TEKNIK KOMPUTER~~
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
Alamat : Jl. Raya Perusahaan no.2 Karanglo

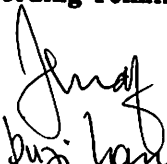
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro S-I


(.....)
(Puzi Handayani)

Malang,201
Pemohon


(Dulce P. B. Soares)



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik / Teknik Elektronika / Teknik Komputer & Informatika

Telekomunikasi

1.	Nama Mahasiswa:	Nim:		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan			Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Rancangan Bangun antenna yang 16 elemen untuk jaringan wireless (AW) 2,4 GHz		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6.	Catatan:	Pelajari Papan pengalangan rumus dan pagernan. Pelajari kembali loss pada flowchart		
	Catatan:	Belajar lagi!		
7.	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
	M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P. 1030100358	 M. Ibrahim Ashari		

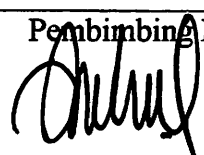
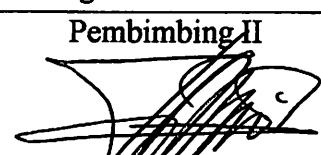
Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

KONSENTRASI		T. Telekomunikasi			
1.	Nama Mahasiswa	Dulce Pascoal Brandao Soares		NIM	912715
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu		Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	23 - MEI - 2016	09.45		III 1.5
3.	Judul Skripsi	Rancang Bangun Antena Yagi 16 Elemen Untuk Jaringan Wireless Lan 2,4 GHz			
4.	Perubahan Judul				
5.	Catatan : ~ Dlm flow chart tpt simulasi dgn softu? Belum dibalekkan rencana softu utk simulasi M-MANAGAL. ~ Simulasi ant dgn single dan folded dipole. ~ Menghitung matching impedance antara dipole dengan koaxial 50 Ω (BALUN). 				
6.	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Dosen Pembimbing			
		Pembimbing I	Pembimbing II		
	 M. Ibrahim Ashari, ST, MT	 M. Ibrahim Ashari, ST, MT	 Sptyohadi, ST		



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **DULCE PASCOAL BRANDAO SOARES**
NIM : **0912715**
Jurusan : **TeknikElektro S-1**
Kosentrasi : **Teknik Telekomunikasi**
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2015-2016**
JudulSkripsi : **RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN**

UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz

DipertahankandihadapanMajelisPengujiSkripsiJenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Agustus 2016

Nilai : 80,25 (A)

PanitiaUjianSkripsi

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Sekertaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.Y. 1030100361

AnggotaSkripsi

DosenPenguji I

Dr.Eng. Aryanto Soetodjo, ST, MT
NIP.Y. 1030800417

DosenPenguji II

Dr.Eng. I KomangSomawirata, ST, MT
NIP.Y. 1030100361



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA
NIM

Dulca Poscoal
0912715

Perbaikan meliputi

- Latar belakang + diperjelas / dikembangkan (ditambah survey peralatan fts pemeliharaan sejenis).
- Ditambah analisa pengujian

Malang, 11/8/16

()
Aryu arbi



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jejang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh:

Nama : DULCE PASCOAL BRANDAO SOARES

NIM : 0912715

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Latarbelakang diperjelas/dikembangkan (ditambah survey pustaka tentang peralatan sejenis).	
2.	Ditambah analisa pengujian	

Dosen Penguji I


Dr.Eng.Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.P. 1030800417

Dosen Pembimbing I


Sotyo Hadi, ST
NIP.Y. 1039700300

Dosen Pembimbing II


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jejang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh:

Nama : DULCE PASCOAL BRANDAO SOARES

NIM : 0912715

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.		

Dosen Penguji II



Dr.Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.Y. 1030100361

Dosen Pembimbing I



Sotyohadi, ST
NIP.Y. 1039700300

Dosen Pembimbing II



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1****FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Dulce Pascoal Brandão Soares
NIM : 0912715
Nama Pembimbing : Sotyohadi, ST
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHZ

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Selasa 12/4 2016	7.00	Bab II. Bab III	
2	Selasa 19/4 2016	9.00	Revisi Bab II	
3	Kamis 21/4 2016	9.00	Revisi Bab II	
4	Selasa 3/5 2016	9.00	Bab II	
5	Kamis 5/5 2016	9.30	Bab III	
6	Selasa 19/7 2016	10.00	Revisi Bab I. II. III. IV	
7	Kamis 4/8 2016	10.30	Rev Bab I s/d V	

Malang,

Pembimbing

Sotyohadi, ST

NIP. Y. 1039700300

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1****FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Dulce Pascoal Brandão Soares
NIM : 0912715
Nama Pembimbing : Sotyohadi
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	12 mei 2016	08.00	Revisi Bab <u>II</u> acc Bab <u>II</u>	f
9	13 mei 2016	09.30	acc makalah progress	f
10	16 juli 2016	10.00	acc Bab <u>III</u>	f
11	25 juli 2016	07.00	konultasi Bab <u>IV</u>	f
12	29 juli 2016	07.30	Revisi Bab <u>IV</u>	f
13	2 Agustus 2016	09.45	Acc Bab <u>IV</u>	f
14	8 agust 2016	10.30	acc makalah compre	f

Malang,

Pembimbing

Sotyohadi, ST
NIP.Y. 1039700300



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : Dulce Pascoal Brandão Soares
NIM : 0912715
Nama Pembimbing : M. Ibrahim Ashari, ST, MT
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHz

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	12 Mei 2016	12.10 - 12.15	Revisi Bab I.	
2	13 Mei 2016	13.10 - 13.20	Acc Bab I	
3	26 Mei 2016	13.00 - 13.10	Revisi Bab II.	
4	27 Mei 2016	09.00 - 09.20	Acc Bab II	
5	29 Mei 2016	09.50 - 09.55	Revisi Bab II	
6	30 Mei 2016	11.00 - 11.15	Acc makalah progress	
7	5 Juli 2016	11.15 - 11.20	Acc Bab III	

Malang, 5 Juli 2016
Pembimbing

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : Dulce Pascoal Brandão Soares
NIM : 0912715
Nama Pembimbing : M. Ibrahim Ashari, ST, MT
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 16 ELEMEN
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN 2,4 GHZ

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	12 mei 2016	8.30 8.45	revisi bab I acc Bab II Bab III revisi, dilanjutkan	
9	13 mei 2016	14.30 14.40	acc makalah progress	
10	16 jul. 2016	09.00 09.10	acc Bab V Bab IV lanjut progress	
11	25 jul 2016	09.00 09.10	turnbalicer kaluar Pd Bab IV	
12	29 jul 2016	10.00 10.10	turnbalicer kaluar. Pd bab IV	
13	2 agust 2016	11.30 11.45	Acc Bab V	
14	8 agust	12.20 12.30	Acc makalah lengkap	

Malang,

Pembimbing

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP. P. 1030100358