

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA HELICAL  
FREKUENSI 2,4 GHz DENGAN ROTATOR SEBAGAI  
PENGATUR AZIMUTH DAN ELEVASI**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :  
**KARINA IKA DEVINADIA**  
NIM. 0910632012-63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2012**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA HELICAL FREKUENSI  
2,4 GHz DENGAN ROTATOR SEBAGAI PENGATUR AZIMUTH DAN  
ELEVASI**

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**KARINA IKA DEVINADIA**

**NIM. 0910632012-63**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Erfan Achmad Dahlan, Ir., MT.**  
**NIP. 19530714 198203 1 003**

**Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT.**  
**NIP. 19720630 200003 1 002**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA HELICAL FREKUENSI 2,4  
GHz DENGAN ROTATOR SEBAGAI PENGATUR AZIMUTH DAN ELEVASI**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

**KARINA IKA DEVINADIA  
NIM. 0910632012-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
Pada tanggal 4 Juli 2012

**Majelis Penguji**

**Rudy Yuwono, ST., M.Sc**  
**NIP. 19710615 199802 1 003**

**M. Fauzan Edy P., ST., MT.**  
**NIP. 19710609 200002 1 001**

**Gagak Asmungi, ST.MT**

**NIP. 19670271998021001**

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.**  
**NIP. 19580728 198701 1 001**

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Perencanaan Dan Pembuatan Antena Helical Frekuensi 2,4 GHz Dengan Rotator Sebagai Pengatur Azimuth Dan Elevasi”**.

Dengan kesungguhan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir.H.Erfan Dahlan, MT dan Bapak Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing telah memberikan saran, konsultasi, motivasi, dan waktu selama penyelesaian skripsi ini. Tidak terkecuali, ucapan terima kasih penulis kepada :

1. Bapak Sholeh Hadi P., DR., Ir., MS. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Azis Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dosen dan Keahlian Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak, Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua orang tua, Nanang Sulistyono dan Triyas Puspito Rini yang telah memberikan dukungan, doa, perhatian, kasih sayang, motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Keluarga senggani 27 yang telah memberikan semangat baik dalam suka dan duka.
7. Fakhriy Hario P., ST., MT yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi.
8. Muchamad Aji Prasetyo yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi dengan penuh kasih sayang.
9. Bapak Koesmariyanto selaku Kepala Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

10. Nanang Aji Hermanto dan Nizar Ghozali Habibar yang telah sama-sama berjuang dan saling memberikan dukungan satu sama lain.
11. Teman-teman SAP angkatan 2009 dan 2010 yang telah memberikan semangat dan doa.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih ada kekurangannya, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran yang bersifat membangun agar dalam penulisan ini menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juni 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>ABSTRAKSI</b> .....	x
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
 <b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Konsep Dasar Antena .....	5
2.2 Parameter Dasar Antena .....	5
2.2.1 Polaradiasi ( <i>Radiation Pattern</i> ) .....	6
2.2.2 Keterarahan ( <i>Directivity</i> ) .....	13
2.2.3 Polarisasi .....	14
2.2.4 <i>Gain</i> .....	17
2.2.5 <i>Bandwidth</i> .....	18
2.2.6 Impedansi input .....	19
2.2.7 Koefisien Pantul .....	20
2.2.8 <i>Return Loss (RL)</i> .....	20
2.2.9 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i> .....	21
2.3 Antena Dipole .....	21
2.4 Antena <i>Helical</i> .....	21
2.4.1 Mode Normal .....	24
2.4.2 Mode <i>Axial</i> .....	25
2.5 Rotator .....	30
2.6 Tripod .....	31

**BAB III METODOLOGI**

3.1	Studi Literatur .....	32
3.2	Desain Antena .....	32
3.3	Pembuatan Antena <i>Helical</i> .....	32
3.4	Pemasangan Antena <i>Helical</i> menggunakan Rotator .....	32
3.5	Pengukuran Antena <i>Helical</i> .....	33
3.5.1	Pengukuran <i>Return Loss</i> , Koefisien Pantul dan VSWR .....	33
3.5.2	Pengukuran <i>Gain</i> Antena .....	33
3.5.3	Pengukuran Polaradiasi.....	33
3.5.3	Pengukuran Polarisasi .....	33
3.6	Analisis Hasil Pengukuran Antena <i>Helical</i> .....	34
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	34
3.8	Diagram Alir .....	34

**BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

4.1	Tinjauan Umum .....	36
4.2	Spesifikasi Rotator .....	36
4.3	Perencanaan Antena <i>Helical</i> .....	37
4.4	Perencanaan Keseluruhan Desain Antena <i>Helical</i> .....	38
4.4.1	Tripod .....	39
4.4.2	Rotator .....	40
4.4.3	Tiang Penopang .....	41
4.4.4	Pemasangan Antena <i>Helical</i> .....	42

**BAB V PENGUKURAN DAN ANALISIS**

5.1	Tinjauan Umum .....	43
5.2	Pengukuran <i>Return Loss</i> , Koefisien Pantul dan VSWR .....	43
5.2.1	Tujuan .....	43
5.2.2	Peralatan yang Digunakan.....	44
5.2.3	Prosedur Pengukuran .....	44
5.2.4	Hasil Pengukuran.....	45
5.2.4.1	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 3.125 cm ) .....	46
5.2.4.2	Antena <i>Helical</i> ( n = 15; s = 3.125 cm ) .....	48
5.2.4.3	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 5 cm ) .....	51
5.3	Pengukuran <i>Gain</i> .....	53



5.3.1	Tujuan .....	53
5.3.2	Peralatan yang Digunakan.....	53
5.3.3	Prosedur Pengukuran .....	54
5.3.4	Hasil Pengukuran .....	55
5.3.4.1	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 3.125 cm ) .....	55
5.3.4.2	Antena <i>Helical</i> ( n = 15; s = 3.125 cm ) .....	57
5.3.4.3	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 5 cm ) .....	59
5.4	Pengukuran Polaradiasi .....	60
5.4.1	Tujuan .....	60
5.4.2	Peralatan yang Digunakan.....	61
5.4.3	Prosedur pengukuran .....	61
5.4.4	Hasil Pengukuran.....	62
5.4.4.1	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 3.125 cm ) .....	62
5.4.4.2	Antena <i>Helical</i> ( n = 15; s = 3.125 cm ) .....	64
5.4.4.3	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 5 cm ) .....	66
5.5	Pengujian Polarisasi .....	68
5.5.1	Tujuan .....	68
5.5.2	Peralatan yang Digunakan.....	68
5.5.3	Prosedur Pengukuran .....	68
5.5.4	Hasil Pengukuran .....	69
5.5.4.1	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 3.125 cm ) .....	70
5.5.4.2	Antena <i>Helical</i> ( n = 15; s = 3.125 cm ) .....	72
5.5.4.3	Antena <i>Helical</i> ( n = 10; s = 5 cm ) .....	73
 <b>BAB VI PENUTUP</b>		
6.1	Kesimpulan .....	75
6.2	Saran .....	76
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>77</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola medan radiasi antenna.....	7
Gambar 2.2 Pola daya radiasi antenna.....	7
Gambar 2.3 Polaradiasi isotropis .....	9
Gambar 2.4 Polaradiasi <i>directional</i> .....	10
Gambar 2.5 Polaradiasi <i>omnidirectional</i> .....	11
Gambar 2.6 Pembagian daerah medan radiasi antenna .....	11
Gambar 2.7 Bentuk polaradiasi dalam menghitung nilai <i>directivity</i> .....	14
Gambar 2.8 Jenis polarisasi.....	15
Gambar 2.9 Polarisasi linier .....	15
Gambar 2.10 Polarisasi <i>circular</i> .....	16
Gambar 2.11 Polarisasi elips.....	17
Gambar 2.12 Antena dalam mode transmisi .....	19
Gambar 2.13 Distribusi linier antena <i>dipole</i> $\lambda/2$ .....	22
Gambar 2.14 Antena <i>helical</i> dengan <i>ground plane</i> .....	23
Gambar 2.15 Mode radiasi .....	24
Gambar 2.16 Rangkaian ekivalen mode normal .....	26
Gambar 2.17 Rangkaian ekivalen mode <i>axial</i> .....	28
Gambar 2.18 Bentuk fisik rotator antena .....	31
Gambar 2.19 Tripod.....	31
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur pengerjaan skripsi .....	34
Gambar 4.1 Design antena <i>helical</i> .....	37
Gambar 4.2 Keseluruhan sistem pada antena <i>helical</i> .....	38
Gambar 4.3 Tripod.....	38
Gambar 4.4 Rotator azimuth .....	39
Gambar 4.5 Rotator elevasi .....	39
Gambar 4.6 Tiang penopang .....	40
Gambar 4.7 Pemasangan antena <i>helical</i> .....	41
Gambar 5.1 Konfigurasi pengukuran <i>return loss</i> .....	42

Gambar 5.2 Data pengukuran *return loss* antenna referensi ..... 43

Gambar 5.3 Pengukuran antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 44

Gambar 5.4 Nilai *return loss* antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 44

Gambar 5.5 Pengukuran antenna *helical* ( $n = 15$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 46

Gambar 5.6 Nilai *return loss* antenna *helical* ( $n = 15$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 47

Gambar 5.7 Pengukuran antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 5$  cm) ..... 49

Gambar 5.8 Nilai *return loss* antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 5$  cm) ..... 49

Gambar 5.9 Rangkaian pengukuran *gain* antenna referensi ..... 52

Gambar 5.10 Rangkaian pengukuran *gain* antenna *helical* ..... 52

Gambar 5.11 Rangkaian pengukuran polaradiasi antenna *helical* ..... 60

Gambar 5.12 Polaradiasi antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 61

Gambar 5.13 Polaradiasi antenna *helical* ( $n = 15$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 63

Gambar 5.14 Polaradiasi antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 5$  cm) ..... 65

Gambar 5.15 Rangkaian pengukuran polarisasi antenna *helical* ..... 67

Gambar 5.16 Polarisasi antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 69

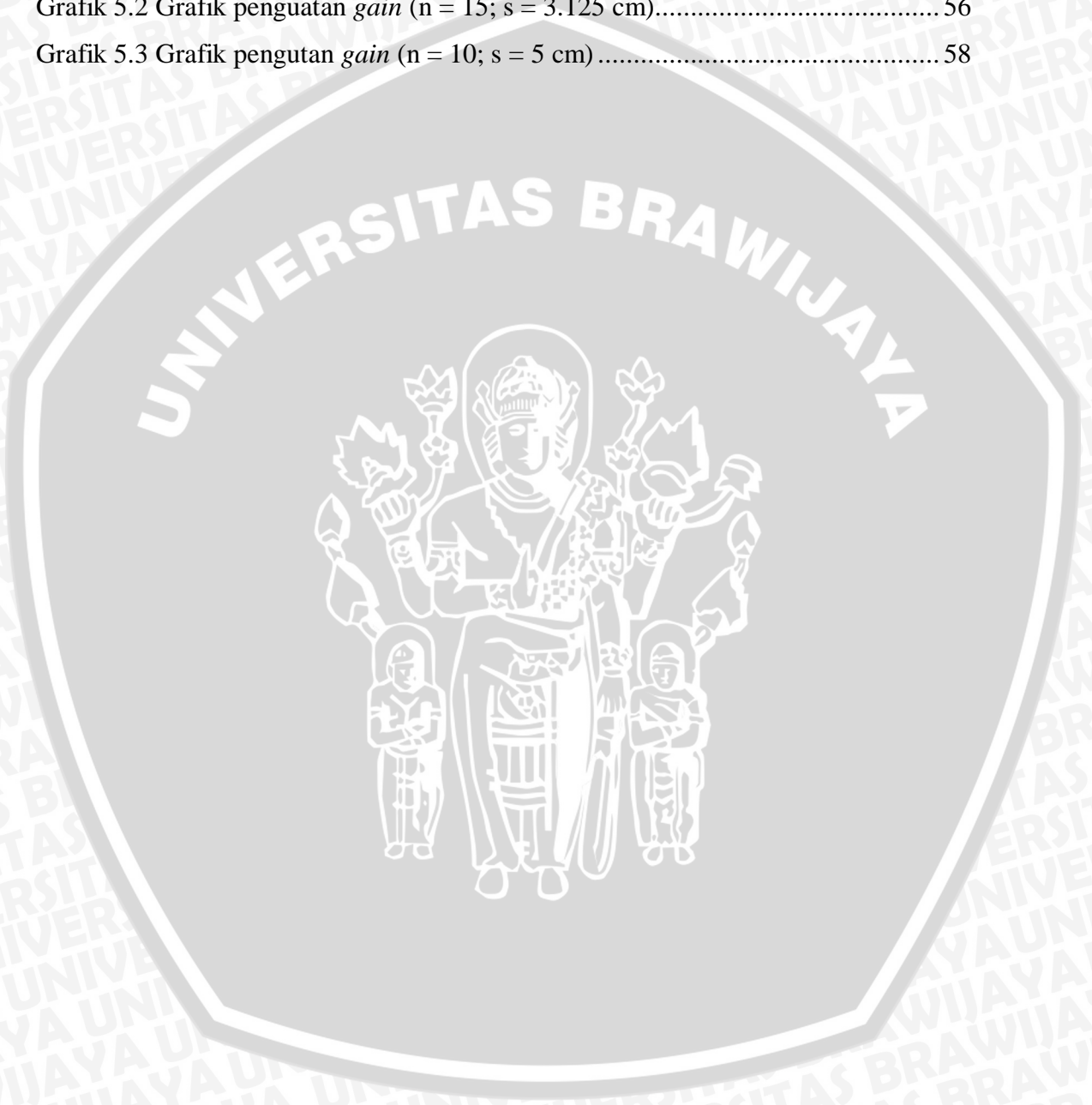
Gambar 5.17 Polarisasi antenna *helical* ( $n = 15$ ;  $s = 3.125$  cm) ..... 70

Gambar 5.18 Polarisasi antenna *helical* ( $n = 10$ ;  $s = 5$  cm) ..... 72



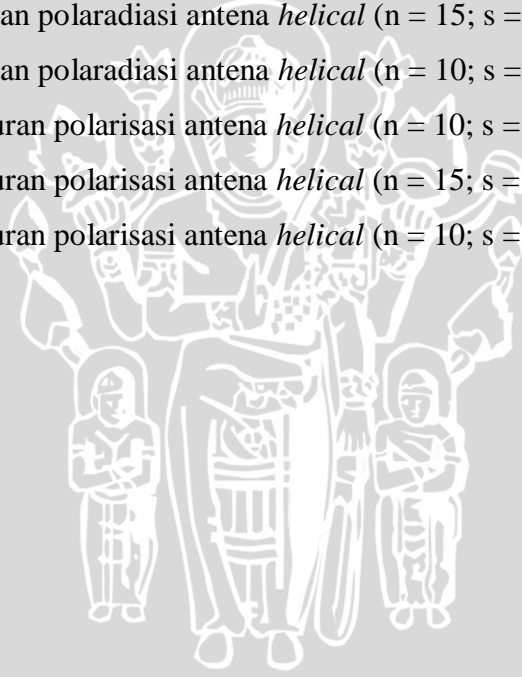
## DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Grafik penguatan <i>gain</i> (n = 10; s = 3.125 cm) .....	54
Grafik 5.2 Grafik penguatan <i>gain</i> (n = 15; s = 3.125 cm).....	56
Grafik 5.3 Grafik penguatan <i>gain</i> (n = 10; s = 5 cm) .....	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi rotator kopek AR-1002.....	36
Tabel 5.1 Data hasil pengukuran <i>return loss</i> (n = 10; s = 3.125 cm) .....	45
Tabel 5.2 Nilai <i>return loss</i> antena <i>helical</i> (n = 15; s = 3.125 cm).....	47
Tabel 5.3 Data hasil pengukuran <i>return loss</i> (n = 10; s = 5 cm).....	50
Tabel 5.4 Data pengukuran <i>gain</i> antena <i>helical</i> (n = 10; s = 3.125 cm).....	53
Tabel 5.5 Data pengukuran <i>gain</i> antena <i>helical</i> (n = 15; s = 3.125 cm).....	55
Tabel 5.6 Data pengukuran <i>gain</i> antena <i>helical</i> (n = 10; s = 5 cm).....	57
Tabel 5.7 Data pengukuran polaradiasi antena <i>helical</i> (n = 10; s = 3.125 cm).....	60
Tabel 5.8 Data pengukuran polaradiasi antena <i>helical</i> (n = 15; s = 3.125 cm).....	62
Tabel 5.9 Data pengukuran polaradiasi antena <i>helical</i> (n = 10; s = 5 cm).....	64
Tabel 5.10 Data pengukuran polarisasi antena <i>helical</i> (n = 10; s = 3.125 cm).....	68
Tabel 5.11 Data pengukuran polarisasi antena <i>helical</i> (n = 15; s = 3.125 cm).....	70
Tabel 5.12 Data pengukuran polarisasi antena <i>helical</i> (n = 10; s = 5 cm).....	71



## ABSTRAK

**KARINA IKA DEVINADIA, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2012, Perancangan dan Pembuatan Antena Helical Frekuensi 2,4 GHz dengan Rotator Sebagai Pengatur Azimuth dan Elevasi, Dosen Pembimbing : Erfan Achmad Dahlan, Ir., MT. dan Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT.**

*Dengan berkembangnya sistem komunikasi saat ini untuk mempermudah komunikasi jarak jauh menggunakan teknologi wireless. Jaringan komunikasi wireless menggunakan antena helical beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Sebelum menggunakan antena helical perlu diketahui spesifikasi dari antena. Sistem pengukuran antena helical dengan menggunakan rotator azimuth dan elevasi yang sangat membantu dalam pengukuran antena yang bisa mencakup parameter-parameter dasar dari sebuah antena.*

*Tujuan pembuatan skripsi ini adalah merancang dan merealisasikan sistem pengukuran antena dengan menggunakan rotator azimuth dan elevasi, serta melakukan prosedur pengukuran terhadap antena helical frekuensi 2,4 GHz dengan parameter return loss, VSWR, gain, polarisasi, polarisasi.*

*Hasil pengujian dari ketiga jenis antena helical dengan menggunakan rotator azimuth dan elevasi mempunyai masing-masing nilai dari antena helical ( $n=10$ ;  $s=3,125$ ) return loss  $-14,8$  dB; VSWR 1,44; gain 4,15 dB. Antena helical ( $n=15$ ;  $s=3,125$ ) return loss  $-14,6$  dB; VSWR 1,47; gain 2,05 dB. Antena helical ( $n=10$ ;  $s=5$ ) return loss  $-13,7$  dB; VSWR 1,53; gain 2,95 dB.*

*Kesimpulan yang dapat diambil dari pengukuran antena helical 2,4 GHz adalah design yang sesuai dengan perhitungan yaitu antena helical ( $n=10$ ;  $s=3,125$ ) nilai return loss  $-14,8$  dB, nilai VSWR 1,44 serta nilai gain 4,15. Polarisasi circular dan polarisasi directional.*

**Kata kunci:** Antena Helical, Rotator Azimuth, Rotator Elevasi, 2,4 GHz

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, pertukaran informasi telah menjadi bagian yang sangat penting. Salah satunya adalah tentang *Wireless Local Area Network* (WLAN) atau lebih dikenal dengan *Wireless Fidelity* (WIFI). *Wireless LAN* merupakan salah satu cara komunikasi data yang tidak menggunakan penghubung kawat melainkan melalui udara. WLAN adalah jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi data. WLAN sering disebut jaringan *wireless* atau nirkabel yang berfungsi untuk menjangkau wilayah LAN yang sulit dicapai dengan kabel tembaga biasa. Pada jaringan komputer, untuk memudahkan konektivitas antara satu jaringan dengan jaringan komputer yang lain menggunakan teknologi *wireless*. Dengan peran antena yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz pada sisi jaringan sangat berguna untuk komunikasi *wireless* yang terpadu, frekuensi tersebut sudah banyak digunakan di seluruh dunia karena frekuensi 2.4 GHz merupakan standar dari protokol IEEE 802.11 b/g untuk *Wireless-LAN*.

Antena adalah bagian penting dari sistem telekomunikasi yang mempunyai fungsi memancarkan atau menerima gelombang radio. Dengan kata lain antena adalah suatu media transisi antara ruang bebas (*free space*) dengan saluran transmisi yang berbentuk garis *coaxial* atau pipa berlubang (*waveguide*) dan digunakan untuk mengirim gelombang elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena, atau dari antena ke penerima (Balanis, 2005:1).

Antena selain dipakai untuk teknologi *wireless* ada beberapa aplikasi yang lain seperti untuk komunikasi *broadcast* pada penyiaran radio, untuk komunikasi satelit, untuk pesawat ruang angkasa tergantung jenis antena yang dipakai. Teknologi *wireless* banyak digunakan oleh masyarakat karena harganya yang sangat terjangkau dan menghemat dana untuk biaya penarikan kabel, selain itu teknologi ini sangat praktis dan efisien. Dengan antena *helical*, maka sinyal dapat dipancarkan kearah yang diinginkan dan aplikasi yang dibutuhkan antena tersebut, dapat

digunakan untuk komunikasi data pada jaringan *wireless* LAN, antena ini diharapkan dapat digunakan untuk menghubungkan suatu jaringan dan dapat menjadi suatu penghubung antar jaringan. Kelebihan yang lain pada antena *helical* dapat digunakan sebagai antena *broadband*. Antena *helical* mempunyai struktur geometri yang mirip dengan pegas, dengan diameter lilitan dan jarak antar lilitan berukuran tertentu. Dengan struktur geometri yang sedemikian rupa, pembuatan antena *helical* dapat dijadikan pengganti antena *omnidirectional* sebagai transmisi sinyal *wifi* pada internet.

Pada pengukuran antena dengan menggunakan azimuth dan elevasi yang sementara ini diputar secara manual dan belum otomatis sehingga posisi antena tidak efektif. Hal ini dapat menyebabkan ketidakakuratan pengukuran karena posisi antena yang tidak tepat. Metode baru yang digunakan untuk pengukuran dengan memasang sebuah rotator untuk mengatur sistem pengukuran azimuth dan elevasinya, yang berfungsi untuk menentukan sudut ideal antena. Diharapkan alat ini lebih efektif dalam mengukur keakuratan antena sudut hasil yang lebih baik.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada latar belakang, disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat, menghitung, dan mengukur antena *helical* dengan parameter-parameter yang ada meliputi polarisasi, polaradiasi, *gain*, *return loss* (RL), dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) ?
2. Bagaimana merealisasikan kinerja rotator sebagai alat pengukur sudut azimuth dan elevasi pada antena *helical* ?
3. Bagaimana pengaruh pengukuran penambahan parameter fisik seperti jumlah lilitan dan jarak antar lilitan yang mempengaruhi kinerja antena *helical* ?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, agar pembahasan terfokus pada pokok pembahasan, maka masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan berdasarkan teori secara umum dan dilakukan perhitungan dengan rumus yang terkait.
2. Pengukuran pada ruang yang tidak bebas pantulan.
3. Pembahasan perhitungan parameter antena *helical* dan antena *dipole* sebagai referensi meliputi pengukuran *gain*, polarisasi, polaradiasi, *return loss* (RL) dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR).

### 1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan :

Merancang dan membuat antena *helical* dengan menggunakan rotator azimuth dan elevasi, serta melakukan prosedur pengukuran pada frekuensi 2,4 GHz.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

#### BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

#### BAB II DASAR TEORI

Membahas teori-teori yang mendukung seperti pengertian dasar antena, parameter-parameter dasar antena, pengertian antena *helical*, parameter yang mendukung pembuatan suatu antena *helical*.

#### BAB III METODOLOGI

Menjelaskan tentang langkah-langkah perencanaan antena *helical*.



**BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

Membahas tentang perancangan dan pembuatan keseluruhan antenna *helical*.

**BAB V PENGUKURAN DAN ANALISIS**

Membahas tentang hasil dan analisis pengukuran antenna *helical* secara keseluruhan.

**BAB V PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang terkait dengan penelitian tersebut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Konsep Dasar Antena

Antena merupakan sebagai media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi yang digunakan untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau antena ke penerima. Berdasarkan hal ini maka antena dapat dibedakan menjadi dua yaitu antena pemancar dan antena penerima (Balanis,2005:1). Antena mempunyai banyak jenis yang sesuai dengan fungsinya. Antena yang dapat bekerja di alokasi frekuensi *band* adalah *very high frequency* (VHF), *low frequency* (LF), *high frequency* (HF). *Very high frequency* (VHF) dan *ultra high frequency* (UHF) jenis antena kawat (*wire antena*) sering digunakan. Contohnya antena *dipole*  $\lambda/2$ , antena *monopole* dengan *ground plane*, antena *loop*, antena Yagi-Uda *array*, dan lain sebagainya. Antena-antena jenis tersebut dimensi fisiknya disesuaikan dengan panjang gelombang dimana sistem akan bekerja. Apabila semakin tinggi frekuensi kerjanya, maka semakin pendek panjang gelombangnya dan semakin pendek panjang dari fisik suatu antena.

Jenis antena yang tersedia bisa bermacam-macam sesuai dengan keperluannya. Antena-antena VHF (*Very High Frequency*) – UHF (*Ultra High Frequency*) adalah yang dirancang untuk bias bekerja sesuai dengan besar frekuensi bidang VHF-UHF. Yang termasuk jenis antena ini adalah *omnidirectional*, antena berbentuk *heliks* dan antena *periodic log* juga termasuk jenis antena ini. Sedangkan antena terompet (*horn antena*) dan antena dengan *reflector paraboloid* adalah termasuk antena gelombang mikro. Antena-antena jenis ini umumnya mempunyai ukuran panjang yang kecil karena dioperasikan pada frekuensi tinggi atau sangat tinggi. Antena rombik (*rhombik antena*), antena V, dan antena-antena bukan resonansi. Hal ini karena berdasarkan arus yang terdapat pada gelombang berjalan (*traveling wave*).

## 2.2 Parameter Dasar Antena

Parameter-parameter dasar antena sangat diperlukan dalam suatu perancangan antena, yaitu sebagai dasar untuk menentukan bentuk fisik antena. Untuk mengetahui performa atau karakteristik suatu antena, maka diperlukan pengetahuan akan parameter-parameter dasar antena. Beberapa parameter penting yang akan dibahas antara lain adalah polaradiasi, keterarahan (*directivity*), *gain*, *return loss* (RL), *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), impedansi input, *bandwidth*, polarisasi.

### 2.2.1 Polaradiasi (*Radiation Pattern*)

Polaradiasi antena didefinisikan sebagai gambaran secara grafis dari sifat-sifat radiasi suatu antena sebagai fungsi koordinat ruang. Polaradiasi ditentukan pada medan jauh dan digambarkan sebagai koordinat arah. Sifat-sifat radiasi ini mencakup intensitas radiasi, kekuatan medan (*field strength*) dan polarisasi (Balanis,2005:27). Polaradiasi ditentukan pada pola daerah medan jauh dan digambarkan sebagai fungsi koordinat sepanjang radius konstan dan digambarkan dalam koordinat ruang. Sifat-sifat radiasi meliputi intensitas radiasi, kuat medan, sudut fasa dan polarisasi. Polaradiasi juga menggambarkan daya yang diradiasikan per satuan sudut ruang (*solid angle*). Pada antena isotropis daya dipancarkan kesegala arah dengan intensitas yang sama. Jika daya yang diradiasikan oleh antena isotropis adalah  $P$ , kemudian daya dipancarkan sejauh  $r$  maka besarnya kerapatan dayanya adalah :

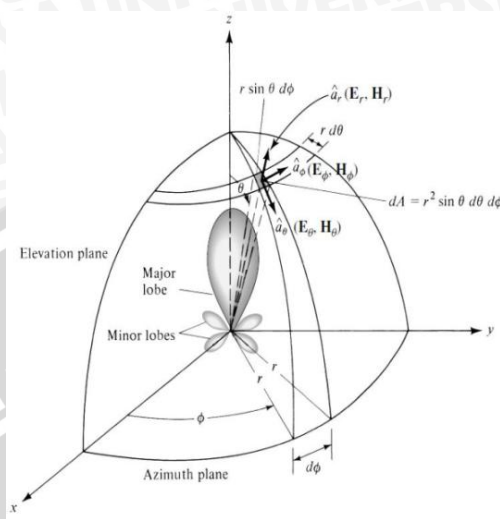
$$S = \frac{P}{\text{area}} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2-1)$$

Sehingga besarnya intensitas radiasi  $U_i$  untuk antena isotropis adalah :

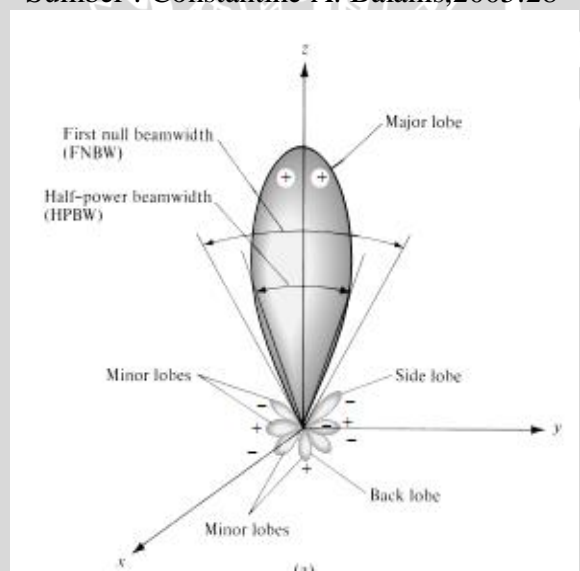
$$U_i = r^2 S = \frac{P}{4\pi} \quad (2-2)$$

Polaradiasi disebut juga sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan dan disebut pola daya (*power pattern*) apabila yang digambarkan *pointing vector*. Polaradiasi berbentuk tiga dimensi. Namun jika penggambarannya sulit, dapat dijadikan menjadi dua dimensi.

Secara umum bentuk pola medan radiasi dan pola daya radiasi dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Pola medan radiasi antenna  
 Sumber : Constantine A. Balanis,2005:28



Gambar 2.2 Pola daya radiasi antenna  
 Sumber : Constantine A. Balanis,2005:30

Bagian-bagian polaradiasi adalah sebagai berikut :

- *Half Power Beamwidth (HPBW)* dapat didefinisikan sebagai sudut yang terbentuk oleh titik setengah daya *main lobe*.

- *Main lobe* : Bagian dari daerah radiasi dengan arah radiasi antenna maksimum.
- *Minor lobe* : Bagian ini menyatakan daerah radiasi yang tidak diinginkan.
- *Back lobe* : Bagian dari *minor lobe* yang berlawanan dengan *main lobe*.
- *Side lobe* : Bagian dari *minor lobe* yang bersebelahan dengan *main lobe*.

Polaradiasi antenna dapat dihitung dengan perbandingan antara daya pada sudut nol derajat (radiasi daya maksimum) dengan daya pada sudut tertentu. Maka besarnya intensitas radiasi ( $P$ ) dinyatakan dengan Persamaan (2-3) dan Persamaan (2-4):

$$P(dB) = 10 \log \frac{P_0}{P_T} (dB) \quad (2-3)$$

$$P(dB) = 10 \log P_0 - 10 \log P_T \quad (2-4)$$

dengan :

$P$  = Intensitas radiasi antenna pada sudut tertentu ( $\frac{dB}{\text{sudut ruang}}$ )

$P_0$  = Daya yang diterima pada sudut 0 derajat (watt)

$P_T$  = Daya yang diterima pada sudut tertentu (watt)

Ukuran yang menyatakan berapa besar daya yang terkonsentrasi pada *main lobe* dibanding daya pada *side lobe* disebut *side lobe level*, yang merupakan perbandingan besar puncak *side lobe* dengan puncak *main lobe*. Atau dapat dinyatakan dengan Persamaan (2-5) :

$$SLL_{dB} = 20 \log \left| \frac{F(SLL)}{F(mak)} \right| \quad (2-5)$$

dalam hal ini :

$SLL$  = *Side Lobe Level*

$F(SLL)$  = nilai maksimum *Side Lobe*

$F(mak)$  = nilai maksimum *Main Lobe*

Sebagian besar antenna dirancang untuk mengkonsentrasikan energi pada satu arah tertentu. Ukuran konsentrasi pada *main lobe* tersebut dinamakan *Beamwidth Half*

*Power Beamwidth* (HPBW) didefinisikan sebagai sudut antara titik tersebut pancaran utama dari pola daya adalah setengah daya maksimum.

Nilai  $\frac{F}{B}$  suatu antenna merupakan perbandingan daya pada arah pancar terbesar yang dikehendaki (*main lobe*) dengan daya pada arah pancar yang berlawanan dengan *main lobe* (*minor lobe*), sehingga nilai  $\frac{F}{B}$  dinyatakan dengan Persamaan (2-6) dan Persamaan (2-7):

$$\frac{F}{B} = \frac{P_m}{P_t} \quad (2-6)$$

$$\frac{F}{B} (\text{dB}) = P_m (\text{dBm}) - P_t (\text{dBm}) \quad (2-7)$$

dengan :

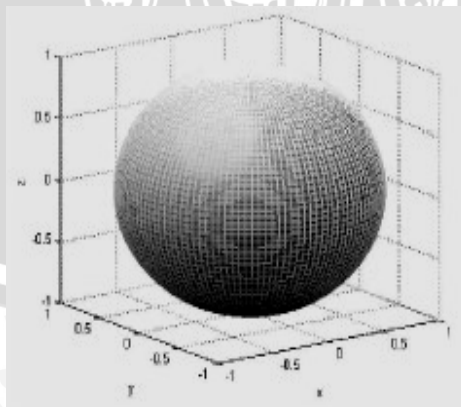
$$\frac{F}{B} = \text{Front to Back ratio (dB)}$$

$$P_m = \text{daya puncak main lobe (dBm)}$$

$$P_t = \text{daya puncak back lobe (dBm)}$$

#### 2.2.1.1 Polaradiasi Isotropis, *Directional*, *Omnidirectional*

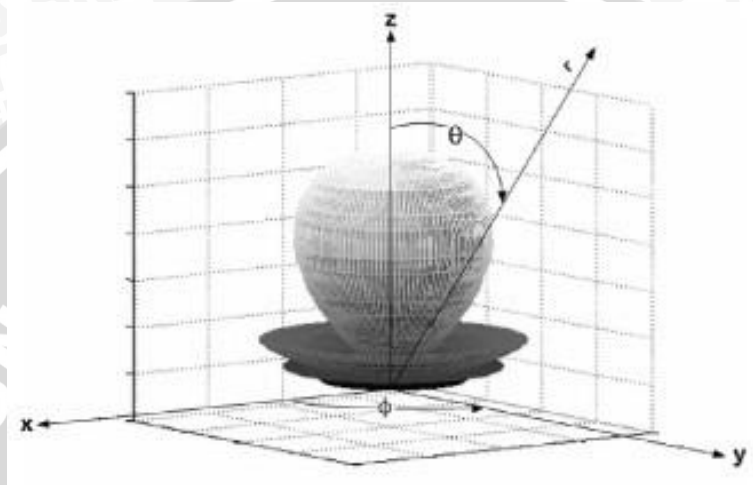
Antena isotropis dapat didefinisikan sebagai antenna yang mempunyai radiasi sama ke segala arah. Meskipun hal ini bersifat ideal dan secara praktis tidak dapat diwujudkan, antenna isotropis ini sering digunakan sebagai acuan untuk menyatakan kearahannya dari antenna yang diuji yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Balanis,2005:32)



Gambar 2.3 Polaradiasi isotropis

Sumber : <http://digilib.itelkom.ac.id/index.php>

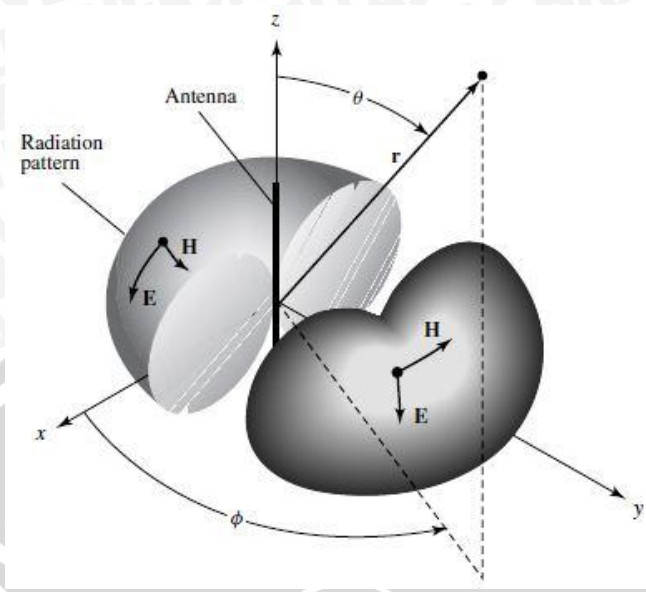
Antena *directional* adalah salah bentuk antenna yang mempunyai radiasi atau yang menerima gelombang elektromagnetik lebih pada arah tertentu dibandingkan arah yang lain. Jenis antenna *omnidirectional* didefinisikan sebagai hal yang berpola khusus *non-directional* azimuth dan sebuah pola *directional* pada sudut elevasinya seperti pada Gambar 2.4 (Balanis,2005:33)



Gambar 2.4 Polaradiasi *directional*  
Sumber : <http://digilib.itelkom.ac.id/index.php>

Antena *directional* biasanya digunakan oleh *client*, dikarenakan antenna ini mempunyai polaradiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak relatif jauh daripada antenna lainnya. Ada beberapa macam antenna *directional* antara lain antenna yagi, parabola, *parabolic reflector*, dan lainnya.

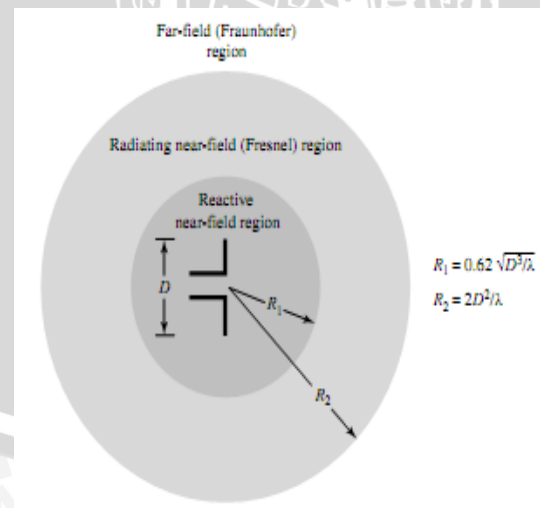
Antena *omnidirectional* pada umumnya mempunyai polaradiasi 360 derajat apabila polaradiasinya dilihat pada bidang medan magnet (H). *Gain* antenna *omnidirectional* antara 3 dBi sampai 12 dBi. Antenna tersebut menggunakan sambungan *Point to Multi Point* (P2MP) dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Polaradiasi *omnidirectional*  
 Sumber :Constantine A. Balanis. 2005:33

2.2.1.2 Daerah Medan Radiasi

Daerah medan radiasi suatu antenna adalah daerah di mana radiasi antenna tersebut masih dapat diterima dengan baik. Daerah medan radiasi ini disebut juga jangkauan sinyal dari suatu antenna sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pembagian daerah medan radiasi antenna  
 Sumber : Balanis, 2005:34



dengan :

$$R_1 = 0,62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}}$$

$$R_2 = \frac{2D^2}{\lambda}$$

$R_1$  dan  $R_2$  = jarak medan radiasi (m)

Daerah medan radiasi terbagi menjadi tiga, yaitu :

a. *Reactive Near Field-Zone*

Pada daerah ini, medan reaktif sangat mendominasi. Batas daerah ini :

$$R < 0,62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \quad (2-8)$$

dengan :

$R$  = jarak medan radiasi (m)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$D$  = dimensi antena (m)

b. *Radiating Near Field (Fresnel) Zone*

Adalah daerah medan di antara *reactive near field zone* dan *far field zone*.

Pada daerah ini, medan radiasi sangat berpengaruh. Dan distribusi medan sudut (*angular field distribution*) bergantung pada jarak dari antena.

Batas daerah ini :

$$0,62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \leq \text{daerah Fresnel} < \frac{2D^2}{\lambda} \quad (2-9)$$

c. *Far Field (Franhouffer) Zone*

Adalah daerah medan antena dengan distribusi medan sudut sangat tidak bergantung pada jarak  $R$  dari antena. Batas daerah ini :

$$\frac{2D^2}{\lambda} \leq R < \infty \quad (2-10)$$

Pola medan pada daerah ini mempunyai komponen-komponen medan saling tegak lurus.

### 2.2.2 Keterarahan (*Directivity*)

*Directivity* sebuah antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata kesegala arah. Keterarahan (*Directivity*) adalah kemampuan sebuah antenna untuk mengkonsentrasikan energinya pada satu arah pilihan. Radiator isotropis mempunyai nilai keterarahan sama dengan satu, sehingga radiator isotropis dapat pula disebut sebagai antenna sempurna yang dapat meradiasikan energi yang sama pada semua arah. Radiator ini digunakan sebagai antenna referensi pada penentuan keterarahan suatu antenna. Keterarahan pada sebuah antenna secara umum dinyatakan dengan Persamaan 2-11 (Balanis,2005:44).

$$D_0 = 10 \log \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \quad (2-11)$$

dengan :

$$D_0 = \text{directivity (dB)}$$

$$U_{max} = \text{intensitas radiasi maksimum (watt/sudut ruang)}$$

$$P_{rad} = \text{daya radiasi total (watt)}$$

Nilai keterarahan sebuah antenna dapat diketahui dari polaradiasi antenna tersebut, semakin sempit *main lobe* maka keterarahannya semakin baik dibanding *main lobe* yang lebih lebar. Nilai kearahannya jika dilihat dari polaradiasi sebuah antenna dinyatakan dengan Persamaan (2-12) dan Persamaan (2-13) (Balanis,2005:51).

$$D_0 = 10 \log \frac{4\pi \left(\frac{180}{\lambda}\right)^2}{\theta_{HP} \cdot \phi_{HP}} \quad (2-12)$$

$$D_0 = 10 \log \frac{41252.96125}{\theta_{HP} \cdot \phi_{HP}} \quad (2-13)$$

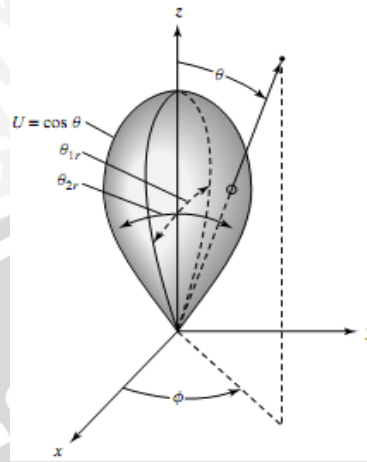
dengan :

$$D_{dB} = \text{Keterarahan (directivity) (dB)}$$

$$\theta_{HP} = \text{lebar berkas daya pada bidang horizontal (derajat)}$$

$$\phi_{HP} = \text{lebar berkas daya pada bidang vertical (derajat)}$$

Gambar 2.7 merupakan bentuk dari polaradiasi dalam menghitung nilai *directivity*.

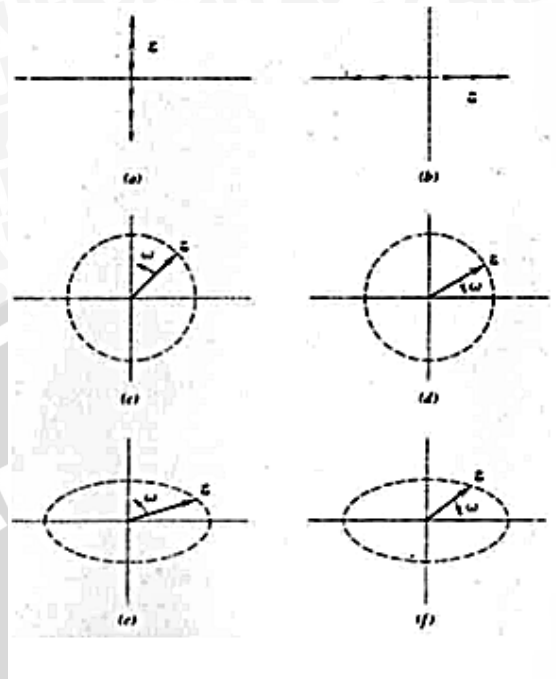


Gambar 2.7 Bentuk polaradiasi dalam menghitung nilai *directivity*  
Sumber : Balanis,2005:52

### 2.2.3 Polarisasi

Polarisasi antenna didefinisikan sebagai “polarisasi gelombang yang diradiasikan bila antenna sebagai pemancar atau polarisasi gelombang datang yang menghasilkan daya terbesar pada terminal antenna bila antenna sebagai penerima” (Balanis, 2005:70). Dengan kata lain, polarisasi gelombang datang dari arah yang diberikan yang menghasilkan daya maksimum pada terminal antenna.

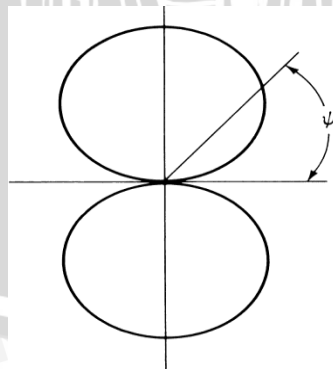
Dalam praktek polarisasi dari energi yang diradiasikan berubah menurut arah antenna, sehingga dengan pola yang berbeda akan memungkinkan mempunyai polarisasi yang berbeda pula. Polarisasi antenna dibedakan menjadi tiga macam, yaitu polarisasi linier, polarisasi *circular* (lingkaran), polarisasi elips dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 : Bentuk polarisasi  
 (a) Polarisasi linier (vertical) (b) Polarisasi linier (horisontal)  
 (c) Polarisasi lingkaran tangan kanan (d) Polarisasi lingkaran tangan kiri  
 (e) Polarisasi elips tangan kanan (f) Polarisasi elips tangan kiri  
 Sumber : Stutzman, 1981:54

2.2.3.1 Polarisasi Linier

Polarisasi linier terjadi apabila rambatan gelombang selaras dan berada pada suatu titik tertentu. Selain itu vector medan listrik atau magnetik selalu berorientasi sepanjang garis lurus yang berada pada waktu yang sama seperti pada Gambar 2.9.

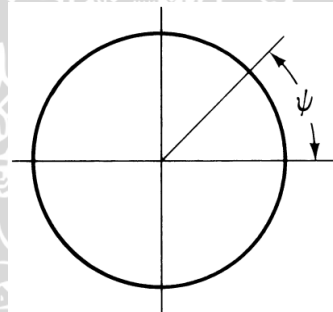


Gambar 2.9 Polarisasi linier  
 Sumber : Balanis, 2005:1042

Jadi polarisasi linier terjadi apabila gelombang yang dipancarkan merambat tegak lurus dengan sumbu  $x$  atau  $y$ . Apabila tegak lurus dengan sumbu  $x$  maka polarisasi tersebut dinamakan polarisasi linier horizontal, sedangkan apabila tegak lurus dengan sumbu  $y$  polarisasi tersebut dinamakan polarisasi linier vertikal.

### 2.2.3.2 Polarisasi *Circular*

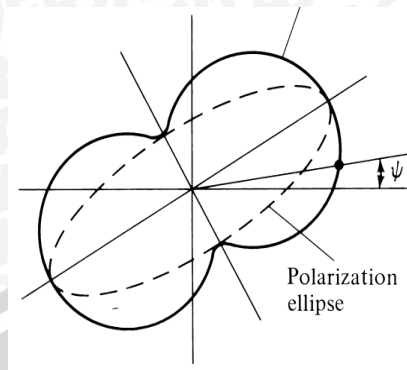
Jika *vector* medan listrik berputar secara lingkaran dengan jarak yang konstan sepanjang saluran maka hal ini disebut terpolarisasi secara lingkaran. Dengan frekuensi rotasi radian adalah  $\omega$ , jika gelombang bergerak menuju pengamat dan *vector* berotasi berlawanan dengan arah jarum jam itu disebut dengan polarisasi tangan kanan (*Right-hand polarized*), begitu juga sebaliknya untuk polarisasi tangan kiri (*Left-hand polarized*) seperti pada Gambar 2.10 (Balanis, 2005:75)



Gambar 2.10 Polarisasi *circular*  
Sumber : Balanis, 2005:1042

### 2.2.3.3 Polarisasi Elips

Polarisasi elips adalah gabungan dari polarisasi *circular* dan polarisasi linier yang harmonik terhadap waktu dan terpolarisasi secara elips yaitu mengikuti sumbu elips dalam ruang seperti pada Gambar 2.11. Untuk menggambarkan sumbu elips dibutuhkan perubahan vektor medan secara terus menerus dalam waktu yang seketika. Dikatakan polarisasi elips apabila polarisasi yang terjadi membentuk sudut  $\pm 45^\circ$ . Sehingga posisi gelombang berada diantara sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Gambar 11 merupakan bentuk dari polarisasi elips.



Gambar 2.11 Polarisasi elips  
Sumber : Balanis, 2005:1042

### 2.2.4 Gain

Penguatan (*gain*) daya antenna pada arah tertentu adalah  $4\pi$  dikali dengan perbandingan intensitas radiasi pada arah tertentu terhadap daya yang diterima oleh antenna dari pemancar yang terhubung (Costantine A. Balanis. 2005:66). Apabila arahnya tidak diketahui, penguatan daya biasanya ditentukan dalam arah radiasi maksimum, pada Persamaan (2-14), gain dinyatakan (Stutzman, 1981:37) :

$$G = 10 \log \frac{4\lambda U_m}{P_{in}} \text{ (dB)} \quad (2-14)$$

dengan :

$G$  = penguatan antenna (dB)

$U_m$  = intensitas radiasi antenna (*watt/sudut ruang*)

$P_{in}$  = daya input yang diterima antenna (watt)

Pada pengukuran digunakan metode perbandingan (*gain-comparison method*) atau *gain transfer mode*. Prinsip pengukuran ini adalah dengan menggunakan antenna referensi yang biasanya antenna *dipole* standar yang sudah diketahui nilai *gain*nya. Prosedur ini memerlukan 2 kali pengukuran yaitu terhadap antenna yang diukur dan terhadap antenna referensi. Perhitungan *gain* pada saat pengukuran dapat dinyatakan pada Persamaan (2-15):

$$G = E_{AUT} - E_{ref} + 2.5 \text{ dBi} \quad (2-15)$$

dengan :

$G$  = Gain antena (dBi)

$E_{AUT}$  = Level penerimaan antena yang diuji (dBm)

$E_{ref}$  = Level penerimaan antena referensi (dBm)

### 2.2.5 Bandwidth

*Bandwidth* (lebar pita) dapat didefinisikan sebagai skala frekuensi yang masih ada dalam kerja antena yang sudah direncanakan. *Bandwidth* antena akan memiliki frekuensi batas atas dan frekuensi batas bawah dengan skala frekuensi batas atas terhadap frekuensi pusat. Untuk macam-macam antena yang berlebar bidang lebar (*boardband antena*), lebar bidangnya dinyatakan sebagai perbandingan dari frekuensi operasi *upper* (atas) dengan frekuensi operasi *lower* (bawah). Sedangkan untuk macam-macam antena yang berlebar bidang sempit (*narrowband antena*) maka lebar bidang antena dinyatakan sebagai presentase dari selisih frekuensi tengah dari lebar bidang (Balanis. 2005:70).

Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada *range* frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada *band* frekuensi tertentu. Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif adalah bahwa distribusi arus dan impedansi dari antena pada jangkauan frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti. Sehingga polaradiasi yang sudah direncanakan serta VSWR yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Antena yang bagus memiliki nilai  $VSWR \leq 2$  ( $RL \leq -10\text{dB}$ ).

Persamaan *bandwidth* dalam persen ( $B_p$ ) atau sebagai rasio *bandwidth* ( $B_r$ ), dinyatakan dengan Persamaan (2-16), (2-17), (2-18) (Punit, 2004:22) :

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2-16)$$

$$f_c = \frac{f_l + f_u}{2} \quad (2-17)$$

$$B_r = \frac{f_u}{f_l} \quad (2-18)$$

dengan :

$B_p$  = bandwidth dalam persen (%)

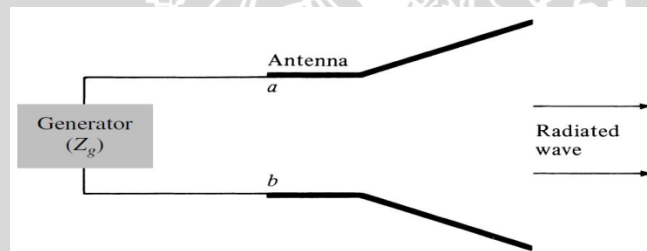
$B_r$  = bandwidth ratio

$f_u$  = jangkauan frekuensi atas (Hz)

$f_l$  = jangkauan frekuensi bawah (Hz)

### 2.2.6 Impedansi input

Impedansi input didefinisikan sebagai impedansi yang ditunjukkan oleh antenna pada terminal-terminalnya atau perbandingan antara tegangan terhadap arus pada pasangan terminalnya. Transfer daya maksimum hanya dapat terjadi jika impedansi antenna tersebut *matching* dengan bebannya, dengan melibatkan *conjugate complex* dari impedansi beban seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Antena dalam mode transmisi  
Sumber : Contantine A, Balanis. 2005:54

Perbandingan tegangan dan arus pada terminal-terminal tanpa beban memberikan impedansi masukan antenna sebesar (Balanis, 2005:54). Untuk menghitung nilai impedansi input dapat dilihat pada Persamaan (2-19) :

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} \quad (2-19)$$

dengan :

$Z_{in}$  = impedansi antenna di terminal ( $\Omega$ )

$R_{in}$  = resistansi antenna di terminal ( $\Omega$ )

$X_{in}$  = reaktansi antenna di terminal ( $\Omega$ )



Agar antenna beroperasi dengan efisien, maka pengiriman daya secara maksimum harus terjadi antara *transmitter* dan antenna. Transfer daya maksimum terjadi jika impedansi antenna *matching* dengan antenna pemancar.

### 2.2.7 Koefisien Pantul

Koefisien pantul (*reflection coefficient*) adalah perbandingan antara tegangan pantulan dengan tegangan maju (*forward voltage*). Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10% terpantulkan kembali dapat dilihat pada Persamaan (2-20):

$$\Gamma_L = \frac{e_L^-}{e_L^+} = \frac{Z_L - Z_{in}}{Z_L + Z_{in}} \quad (2-20)$$

dengan :

$\Gamma_L$  = koefisien pantul

$e_L^-$  = tegangan pantul

$e_L^+$  = tegangan datang

$Z_L$  = impedansi beban

$Z_{in}$  = impedansi input

### 2.2.8 Return Loss (RL)

*Return loss* adalah salah satu parameter digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. RL adalah parameter seperti VSWR yang menentukan *matching* antara antenna penerima dan antenna pemancar. Sama halnya dengan VSWR namun dengan menghitung daya yang bekerja yang dimana nilai dari  $RL \leq -10$  dB. Untuk *matching* sempurna sempurna antara antenna pemancar dan antenna penerima, maka nilai  $\Gamma = 0$  dan  $RL = \infty$  yang bearti tidak ada daya yang dipantulkan, sebaliknya jika  $\Gamma = 1$  dan  $RL = 0$  dB maka semua daya akan dipantulkan. Pada saat pengukuran, nilai *return loss* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-21) dan (2-22) :

$$R_L(\text{dB}) = R_L \text{terbaca} - P_{\text{ref}} - \text{At. DC} \quad (2-21)$$

$$R_L(\text{dB}) = 20 \log |\Gamma| \quad (2-22)$$

dengan :

$R_L(\text{dB})$  = return loss antena

$\text{At. DC}$  = return loss pada *directional coupler* (-20 dB)

$P_{\text{ref}}$  = daya pada antena referensi (-8.3 dB)

$R_L \text{terbaca}$  = return loss antena yang diuji

$|\Gamma|$  = koefisien pantul

### 2.2.9 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

*Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat dari adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi input dengan antena *feeder*. Suatu benda dikatakan sebagai antena apabila nilai dari VSWR < 2. Sedangkan rumus untuk mengetahui nilai dari *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dinyatakan pada Persamaan (2-23) (John D. Krous.1988:15) :

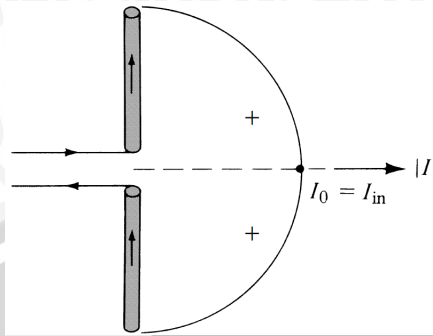
$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2-23)$$

VSWR merupakan pengukuran dasar dari impedansi *matching* antara antena pemancar dan antena penerima. Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula *missmatch*, dan semakin minimum VSWR maka antena semakin *matching*. Dalam perancangan, antena biasanya memiliki nilai impedansi masukan sebesar 50  $\Omega$  atau 75  $\Omega$ .

### 2.3 Antena Dipole $\lambda/2$

Antena *dipole*  $\lambda/2$  terdiri dari suatu kawat tipis yang pusatnya merupakan terminal, tempat titik catu saluran transmisi ke generator. Arus yang mengalir melewati kawat *dipole* tersebut, mempunyai distribusi yang simetris terhadap tengah *dipole*, yaitu maksimum pada bagian tengahnya dan pada kedua ujung akhirnya arus akan menjadi

nol. Gambar 2.13 merupakan distribusi liner antenna *dipole*  $\lambda/2$ .

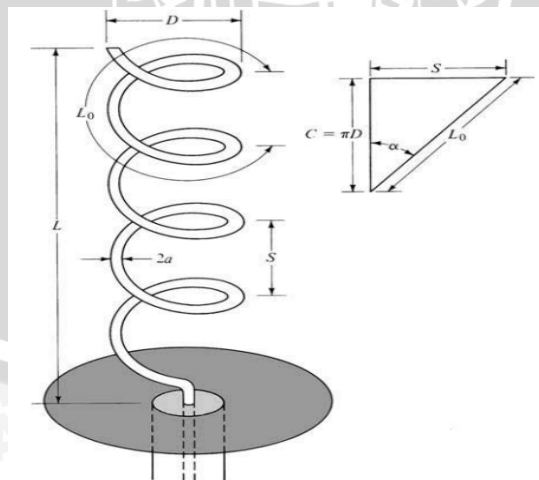


Gambar 2.13 Distribusi liner antenna *dipole*  $\lambda/2$   
 Sumber : Balanis, 2005:19

**2.4 Antena Helical**

Antena *helical* merupakan antena yang memiliki bentuk tiga dimensi (geometri tiga dimensi). Bentuk fisik dari antena *helical* menyerupai bentuk pegas dengan diameter lilitan dan jarak antar lilitan berukuran tertentu.

Antena *helical* biasanya dipasang di atas sebuah *ground plane* seperti pada Gambar 2.14. *Ground plane* dapat berbentuk dari apa saja, akan tetapi bentuk yang sering dipakai adalah bentuk persegi empat atau lingkaran dengan diameter *ground plane* sampai satu setengah kali panjang gelombang. Dengan adanya *ground plane*, diharapkan dapat meminimalisasi *backlobe* dari antena *helical* itu sendiri.



Gambar 2.14 Antena *helical* dengan *ground plane*  
 Sumber : Balanis, 2005:567

Dalam pembuatan antena *helical* parameter fisiknya adalah sebagai berikut :

$D$  = diameter antena

$C$  = keliling antena

$L$  = panjang total antena (*axial length*)

$S$  = jarak antar lilitan

$\alpha$  = sudut jepit (*pitch angel*)

$L_0$  = panjang dari satu lilitan

$N$  = jumlah lilitan

$2a$  = diameter kawat pada lilitan

Diameter dan keliling digunakan sebagai parameter dalam menentukan frekuensi kerja pada antena *helical*, biasanya dinyatakan dalam panjang gelombang  $D\lambda$  dan  $C\lambda$ . *Axial length* dan *pitch angel* digunakan untuk menentukan *gain* dari antena *helical*. Untuk mencari diameter antena, keliling antena, *axial length* dan *pitch angel* dapat dilihat pada Persamaan (2-24), (2-25), (2-26), dan (2-27) :

$$D = \frac{\lambda}{\pi} \quad (2-24)$$

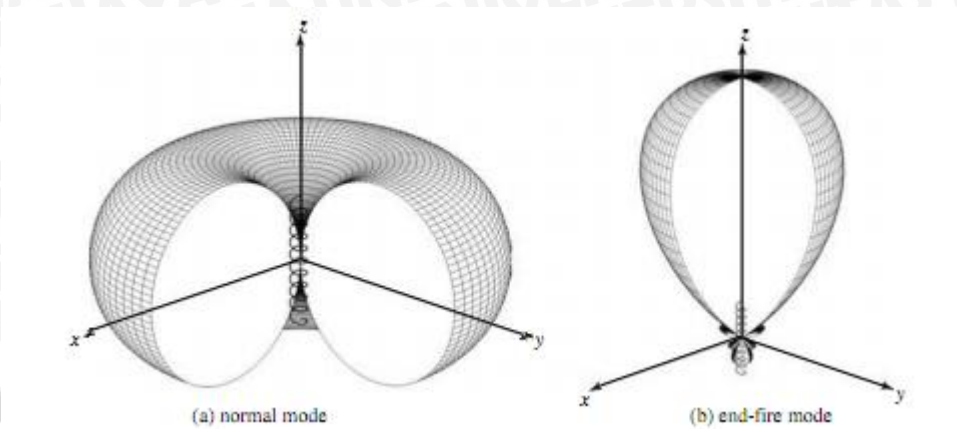
$$C = \pi D \quad (2-25)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{\pi D}{C} \right) \quad (2-26)$$

$$L = nS \quad (2-27)$$

Antena *helical* dapat dioperasikan ke dalam dua mode, yaitu mode transmisi (*transmission mode*) dan mode radiasi (*radiation mode*). Mode transmisi digunakan untuk menjelaskan bagaimana gelombang elektromagnetik dipropagasikan sepanjang antena *helical* karena antena ini dapat diasumsikan sebagai saluran transmisi tak hingga atau yang biasa disebut dengan *waveguide*, dimana beberapa mode transmisi dapat dioperasikan. Sedangkan mode radiasi digunakan untuk mengetahui medan jauh (*pattern*) dari sebuah antena *helical*. Mode radiasi dapat dibedakan menjadi dua

macam, yaitu mode normal dan mode *axial* dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Mode radiasi (a) normal mode  
(b) mode *axial*

Sumber : Balanis, 2005:568

### 2.4.1 Mode Normal

Dalam mode normal operasi bidang yang dipancarkan oleh antenna adalah maksimum dalam bidang normal dan minimum sepanjang sumbu antenna. Syarat mode normal dapat dilihat pada Persamaan (2-28) :

$$C_{\lambda} < \frac{1}{3} \tag{2-28}$$

Untuk mencapai operasi mode normal, dimensi antenna *helical* harus lebih kecil dibandingkan dengan panjang gelombang. Karena dalam mode normal dimensi *helical* kecil maka seluruh arus diasumsikan konstan atau relatif jauh lebih baik untuk jumlah loop dan dipole pendek. Medan jauh zona elektrik ( $E_{\theta}$ ) dipancarkan oleh sebuah dipole pendek S dan arus konstan  $I_{\theta}$  dapat dilihat pada Persamaan (2-29) :

$$E_{\theta} = jn \frac{kI_0 S e^{-jkr}}{4\pi r} \sin \theta \tag{2-29}$$

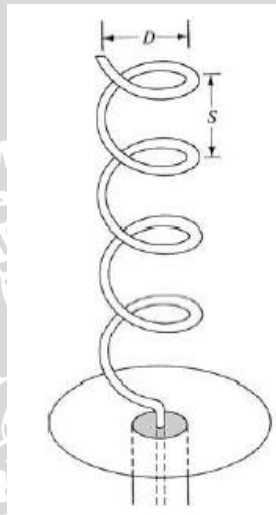
Medan jauh zona elektrik yang dipancarkan dalam lingkaran dapat dilihat dalam Persamaan (2-30) :

$$E_{\phi} = \eta \frac{k^2 (D/2)^2 I_0 e^{-jkr}}{4r} \sin \theta \quad (2-30)$$

Adapun *axial ratio* (AR) dapat dilihat pada Persamaan (2-31) :

$$AR = \frac{|E_{\theta}|}{|E_{\phi}|} = \frac{4s}{\pi k D^2} = \frac{2\lambda s}{(\pi D^2)} \quad (2-31)$$

Pada operasi mode normal jarang sekali digunakan karena bandwidthnya yang sempit dan efisiensi radiasi yang kecil. Gambar 2.16 merupakan rangkaian ekivalen dari mode normal.



Gambar 2.16 Rangkaian ekivalen mode normal  
Sumber: Balanis, 2005:567

#### 2.4.2 Mode Axial

Dalam mode *axial* ini termasuk mode yang operasi yang paling praktis, karena hanya mempunyai satu *major lobe* dan maksimum intensitas radiasi sepanjang sumbu antenna *helical*. Pada mode ini diameter dan jarak antar lilitan pada antenna harus lebih besar dari panjang gelombang. Untuk mencapai polarisasi melingkar, pada *major lobe* lingkaran *helical* (keliling) harus dengan syarat pada Persamaan (2-32) dan (2-33) dengan catatan  $C/\lambda = 1$  (optimum).

$$\frac{3}{4} < C_{\lambda} < \frac{4}{3} \quad (2-32)$$

$$S = \lambda/4 \quad (2-33)$$

Antena *helical* pada mode operasi *axial* adalah antena yang sederhana dan mudah untuk dibuat karena dapat mencapai polarisasi melingkar dengan bandwidth yang lebih luas dan lebih efisien. Ada beberapa parameter penting dari antena yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. *Beamwidth* (lebar berkas)
2. *Gain* (penguatan)
3. *Impedance* (impedansi)

Parameter-parameter diatas merupakan fungsi dari banyaknya lilitan ( $n$ ), jarak antar lilitan ( $S$ ), dan frekuensi. Untuk jumlah lilitan yang telah ditentukan, sifat dari *beamwidth*, *gain* dan impedansi dapat menentukan lebar *bandwith*. Sementara itu, nilai dari *bandwith* juga berhubungan erat dengan *circumference* (keliling) dari antena *helical*.

Parameter lain yang mempunyai peranan penting dalam perancangan antena *helical* adalah bentuk dan ukuran dari *ground plane*, diameter konduktor *helical*, struktur penunjang *helical*, dan pengaturan *feed*. *Ground plane* dapat dibuat dalam berbagai macam bentuk. Namun umumnya dibuat dalam bentuk lingkaran atau persegi yang datar atau flat dengan ukuran diameter atau sisi minimal  $3\lambda/4$ . Ukuran konduktor dapat dipilih dari  $0,005\lambda$  sampai dengan mendekati  $0,05\lambda$ .

Antena *helical* dihubungkan dengan saluran transmisi (kabel *coaxial*) melalui *feeder*. Pada pemasangan *feeder*, konduktor antena *helical* dihubungkan dengan bagian dalam dari kabel *coaxial* melalui bagian dalam dari *feeder*, sementara bagian luar dari *feeder* berfungsi menghubungkan bagian luar dari kabel *coaxial* dengan *ground plane*. Pemasangan *feeder* ini dapat pula mempengaruhi impedensi dari antena *helical*. Pada antena *helical*, *feeder* dapat dipasang dengan 2 macam model, yaitu:

1. *Peripheral feed*

2. *Axial feed*

Dengan model *peripheral feed*, impedensi antena *helical* mempunyai nilai yang dihitung dengan Persamaan (2-34) :

$$R = \frac{150}{\sqrt{C_\lambda}} \quad (2-34)$$

Sementara dengan menggunakan *axial feed* impedansi antena *helical* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-35):

$$R = 140C_\lambda \quad (2-35)$$

Impedansi antena *helical* dapat diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan impedansi yang diinginkan dengan cara memodifikasi  $\frac{1}{4}$  lilitan terakhir. *Beamwidth* dari antena *helical* dapat dihitung dengan Persamaan (2-36) :

$$HPBW = \frac{52}{C_\lambda \sqrt{\eta S_\lambda}} \quad (2-36)$$

Sementara itu, *beamwidth between first null* dihitung berdasarkan Persamaan (2-37) :

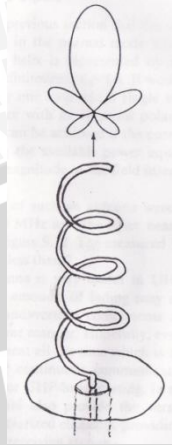
$$BWFN = \frac{115}{C_\lambda \sqrt{\eta S_\lambda}} \quad (2-37)$$

*Directivity* antena *helical* dapat dihitung dengan Persamaan (2-38) :

$$D = 12C_\lambda^2 n S_\lambda \quad (2-38)$$



Gambar 2.17 merupakan rangkaian ekuivalen dari mode *axial* pada antena *helical*.



Gambar 2.17 Rangkaian ekuivalen mode *axial*

Sumber: Balanis, 200:390

#### 2.4.2.1 Polaradiasi (*pattern*) antena *helical*

Polaradiasi antena dapat diukur di antena pemancar maupun di antena penerima. Beberapa jenis antena harus diukur di kedua sisi, baik di sisi pengirim dan penerima. Karena tidak praktis untuk mengukur pola tiga dimensi, sejumlah pola dua dimensi diukur. Pola dua dimensi ini biasa disebut dengan pola pemotongan. Untuk mendapatkan pola pemotongan yang sesuai, struktur pemasangan sistem yang akan diukur harus memiliki kemampuan untuk memutar. Hal ini bisa di dapat dengan memanfaatkan rotator antena.

#### 2.4.2.2 Pengukuran Parameter Antena

Pengujian parameter antena dapat dilakukan di dalam (*indoor*) yang dimana di dalam ruangan tersebut tidak terjadi pantulan, biasanya ruangan ini disebut dengan sangkar *faraday* (*anechoic chamber*) ruang ini dirancang untuk menghilangkan refleksi baik gelombang suara atau elektromagnetik. Pengujian parameter antena juga dapat dilakukan di luar ruangan (*outdoor*). Pengujian yang dilakukan di dalam ruangan maupun di luar ruangan memiliki kendala dan keterbatasan masing-masing. Apabila pengujian dilakukan di *outdoor*, maka proses pengukuran terpengaruh dengan kondisi lingkungan sekitarnya, contohnya faktor

cuaca. Sedangkan jika dilakukan di dalam (*indoor*), ruangan pengujian harus dilapisi dengan bahan yang menyerap radiasi untuk mengurangi adanya pantulan radiasi ke dinding. Untuk memenuhi spesifikasi tersebut dibutuhkan ruangan yang besar (Costantine A. Balanis. 2005:1003).

#### 2.4.2.3 Pengukuran Polarisasi

Metode pengukuran polarisasi membutuhkan polarisasi antena yang linier, antena yang biasa dipakai adalah antena *dipole* atau *horn*, yang diputar pada bidang polarisasi, dan diambil pada arah medan insidennya, kemudian catat nilai tegangan pada probe, sinyal yang telah dicatat tersebut menggambarkan polarisasi dari eliptikal antena. Polarisasi eliptikal bersinggungan dengan polarisasi dan dapat digunakan untuk menentukan rasio aksial dan kemiringan AUT tersebut.

#### 2.4.2.4 Pengukuran Gain

Parameter yang paling penting dalam pengukuran sebuah antena adalah pengukuran *gain*. Ada berbagai teknik yang digunakan untuk mengukur *gain*. Hal tersebut tergantung dari besarnya frekuensi kerja dari antena. Biasanya frekuensi yang digunakan pada saat pengukuran *gain* diatas 1 Ghz. Dalam teknik gelombang mikro, dengan memanfaatkan komponen *waveguide*. Pada frekuensi yang lebih rendah, pengukuran *gain* memiliki kesulitan dibanding dengan frekuensi tinggi karena semakin rendah frekuensinya maka semakin rendah pula panjang gelombangnya. Oleh karena itu pada *range* frekuensi 0.1 – 1 Ghz, pantulan dari *ground* juga berpengaruh dalam pengukuran ini.

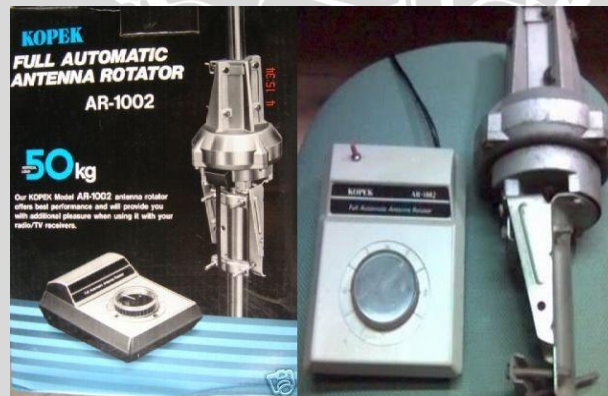
Namun nilai *konduktansi* dan faktor rugi – rugi tidak dapat dihilangkan dengan mudah, efisiensi dari model skala penuh harus ditemukan oleh metode lain untuk menentukan nilai *gain* dari sebuah antena. Hal ini dilakukan dengan mengalikan *direktivitas* dengan efisiensi untuk dapat mengetahui nilai gain suatu antena. Untuk *direktivitas* antena yang memiliki frekuensi dibawah 0,1 Ghz, antena tersebut yang secara fisik lebih besar dan memiliki pengaruh pantulan *ground* yang lebih jelas. Pengukuran *Gain* tidak dapat diukur pada frekuensi dibawah 1 Mhz. Sebaliknya pengukuran dilakukan pada kuat medan dari gelombang tanah yang dipancarkan oleh

antena.

Ada dua metode dasar yang biasa digunakan untuk mengukur *gain* dari sebuah radiator elektromagnetik yaitu dengan metode pengukuran *absolute-gain* dan *gain-transfer* (atau *gain comparison*). Metode *absolute – gain* digunakan untuk mengkalibrasi antena yang digunakan sebagai standart pengukuran *gain*. Sedangkan metode *gain – transfer* harus digunakan untuk menghubungkan dengan standar gain dengan standar *gain* antena agar diperoleh nilai *gain* mutlak dari antena yang sedang diuji.

## 2.5 Rotator

Sebuah antena rotator adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah orientasi posisi dari antena, biasanya rotator dapat berputar  $180^{\circ}$  atau  $360^{\circ}$ . Rotator antena kebanyakan memiliki dua bagian, yaitu unit rotator dan kontrol. Kontrol ini biasanya ditempatkan di dekat peralatan yang dimana antena sudah terpasang dan rotator dipasang dengan tiang penyangga antena. Salah satu jenis rotator adalah rotator merek “Kopek AR-1002” pada Gambar 2.18 :



Gambar 2.18 Bentuk fisik rotator antena

Sumber : [http://w32.indonetwork.co.id/pdimage/17/s\\_2378617\\_product-rotatorataupengarah](http://w32.indonetwork.co.id/pdimage/17/s_2378617_product-rotatorataupengarah)

## 2.6 Tripod

Tripod adalah kata yang umumnya digunakan untuk merujuk kepada benda berkaki tiga, umumnya yang digunakan sebagai platform dari beberapa macam dan berasal dari bahasa Yunani *tripous*, yang berarti “tiga kaki”. Tripod A memberikan stabilitas di sepanjang sisi ke sisi dengan ke atas dan ke bawah sumbu koordinat bergerak. Tripod memiliki kelemahan dalam menahan beban yang berat dan besar walaupun dapat digunakan di peralatan yang besar seperti pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Tripod  
Sumber : Perancangan, 2011

## BAB III

### METODOLOGI

Kajian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah mengenai perencanaan dan pembuatan antena *helical*. Metodologi yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

#### 3.1 Studi Literatur

Mengumpulkan teori antena yang dipergunakan antara lain seperti parameter antena. Dengan cara merealisasikan antena *helical* yang direncanakan serta merumuskan sesuai dengan teori penunjang sehingga mendapatkan nilai-nilai dari perhitungan dalam menentukan bahan.

#### 3.2 Desain antena

Proses perhitungan pada antena *helical* sesuai dengan parameter-parameter fisik seperti diameter antenna (D), keliling lilitan (C), jarak antar lilitan (s), panjang total lilitan (L), diameter kawat (2a), impedansi input (R). Ketinggian antena juga mempengaruhi pengukuran. Salah satu faktor adalah *ground reflection*. Ketinggian antena sumber dan antena yang diuji harus LOS (*Line Of Sight*). Dimana antena sumber dengan antena yang diuji memiliki ketinggian yang sama.

#### 3.3 Pembuatan antena *helical*

Bahan yang dipakai untuk membuat sebuah antena *helical* adalah pipa PVC, kawat tembaga *email* dengan diameter 3mm. Merealisasikan antena *helical* yang digunakan sesuai dengan proses perancangan selesai.

#### 3.4 Pemasangan antena *helical* menggunakan rotator

Rotator yang digunakan memiliki satu gerakan putar bolak-balik 360° yang berfungsi sebagai pemutar azimuth dan elevasi. Untuk memasang rotator

dibutuhkan sebuah tiang penyangga yang kuat agar alat ini bisa berdiri, maka dibutuhkan sebuah tripod.

### 3.5 Pengukuran antena *helical*

Pengukuran antena dengan menggunakan rotator sebagai alat pengatur azimuth dan elevasi untuk mengetahui performa dari antena *helical* dengan antena *dipole*  $\lambda/2$  sebagai referensi pada frekuensi 2.4 GHz. Pengukurannya adalah sebagai berikut

#### 3.5.1 Pengukuran *Return Loss*, Koefisien Pantul dan VSWR

Alat yang digunakan untuk parameter ini adalah *spectrum analyzer* yang dioperasikan pada jangkauan frekuensi tertentu.

#### 3.5.2 Pengukuran Gain Antena

Alat yang digunakan adalah *signal generator*, *spectrum analyzer*, dan antena *dipole*  $\lambda/2$  sebagai antena referensi. Antena ini digunakan sebagai antena standar dengan nilai penguatan yang sudah diketahui sebelumnya. Penguatan antena ini kemudian dibandingkan dengan penguatan antena yang diukur (antena *helical*).

#### 3.5.3 Pengukuran Polaradiasi

Peralatan yang digunakan adalah *signal generator*, *spectrum analyzer*, dan antena *dipole*  $\lambda/2$  sebagai antena referensi. Pengukuran dilakukan dengan memutar secara otomatis menggunakan rotator pada antena penerima (antena *helical*) mulai dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  dengan antena *dipole*  $\lambda/2$  tetap pada posisinya. Tujuannya adalah untuk mengetahui polaradiasi antena dari setiap sudut azimuth pada bidang horizontal.

#### 3.5.4 Pengukuran Polarisasi

Tujuan pengukuran ini adalah untuk mengetahui pola perambatan medan elektrik dari antena yang dibuat. Pengukuran dilakukan dengan cara

memutar rotator pada antenna penerima (antenna *helical*) dengan interval sudut tertentu terhadap bidang vertikal sampai  $360^\circ$ . Peralatan yang digunakan adalah *signal generator*, *spectrum analyzer*, dan antenna *dipole*  $\lambda/2$  sebagai antenna referensi.

### 3.6 Analisis Hasil Pengukuran Antena *Helical*

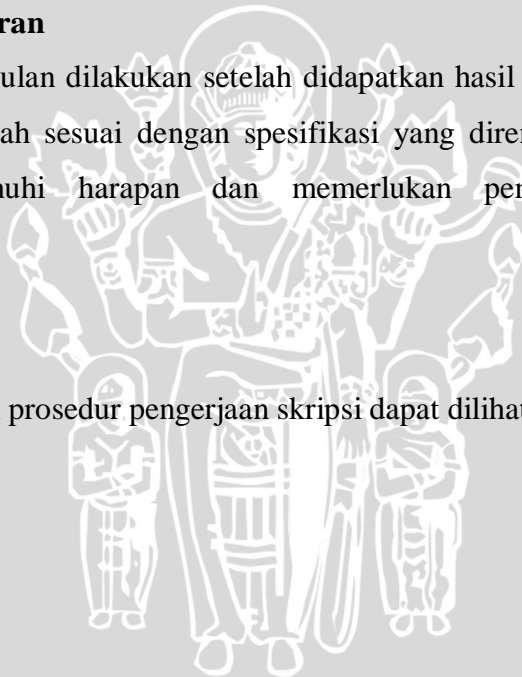
Tahap selanjutnya adalah analisis antenna yang telah dibuat. Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan perbandingan parameter-parameter antenna hasil perencanaan dengan parameter-parameter antenna hasil pengujian.

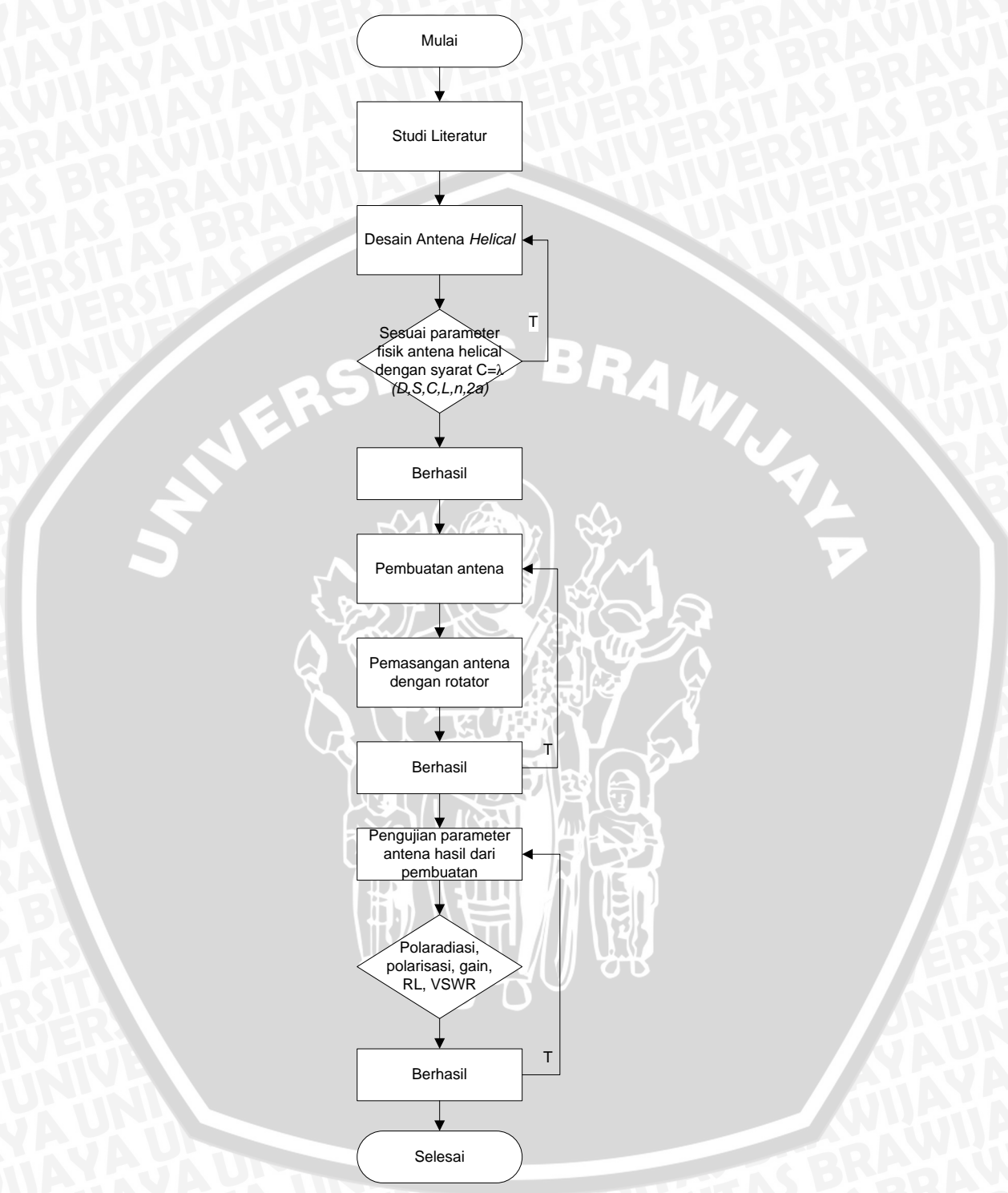
### 3.7 Kesimpulan dan saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengujian. Jika hasil yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan maka alat tersebut telah memenuhi harapan dan memerlukan pengembangan untuk penyempurnaannya.

### 3.8 Diagram Alir

Secara sistematis prosedur pengerjaan skripsi dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :





Gambar 3.1 Diagram alir prosedur pengerjaan skripsi

Sumber : Perencanaan



## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

#### 4.1 Tinjauan Umum

Antena *helical* adalah antena yang memiliki bentuk tiga dimensi (geometri tiga dimensi). Bentuk fisik dari antena *helical* menyerupai bentuk pegas dengan diameter lilitan dan jarak antar lilitan berukuran tertentu.

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan perhitungan antena *helical* yang meliputi diameter antena, jarak antar lilitan, panjang gelombang, keliling antena. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Return Loss* (RL), *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), polarisasi, dan *gain* dengan menggunakan teori yang telah dijelaskan pada bab II.

#### 4.2 Spesifikasi Rotator

Antena *helical* pada frekuensi 2.4 GHz dengan menggunakan rotator sebagai pengatur azimuth dan elevasi dirancang agar dapat mendukung berbagai layanan telekomunikasi selain itu pada frekuensi tersebut dapat digunakan sebagai jaringan WLAN (*Wireless Local Area Network*). Spesifikasi rotator kopek “AR 1002” dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi Rotator Kopek AR-1002

Parameter	Keterangan
Input Voltage	AC 100 ~ 120 V / 200 ~ 240 V (Switchtable)
Drive Motor Voltage	50/60 Hz 40VA Max. AC 24V
Rotation	360 <sup>o</sup> plus 15 <sup>o</sup> with mechanical stop
360 <sup>o</sup> Rotation torque	200 kg –cm Min.
Mast Size	22 ~ 40 mm diameter
Vertical Load	50 Kg Max.
Connection Cable	3 conductors / 0.5 mm <sup>2</sup>
Dimensions	Control Box 140(W) x 71 (H) x 1880 (D) mm Drive Unit 152 x 330 (H) mm
Weight	Control Box : 600 g Drive Unit : 3.1 Kg

Sumber: Manual Book Rotator Kopek AR 1002

#### 4.3 Perencanaan Antena *Helical*

Langkah awal adalah menentukan diameter antena (D), panjang total lilitan (L), jarak antar lilitan (s), keliling antena (C) dengan frekuensi 2.4 GHz. Pada perencanaan kali ini antena helical menggunakan mode *axial (end fire)* dengan syarat keliling antena sama dengan panjang gelombang ( $C = \lambda$ ).

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2,4 \times 10^9 \text{ Hz}} = 12,5 \text{ cm} = C$$

$$D = \frac{\lambda}{\pi} = \frac{12,5 \text{ cm}}{3,14} = 3,98 \text{ cm} \approx 4 \text{ cm}$$

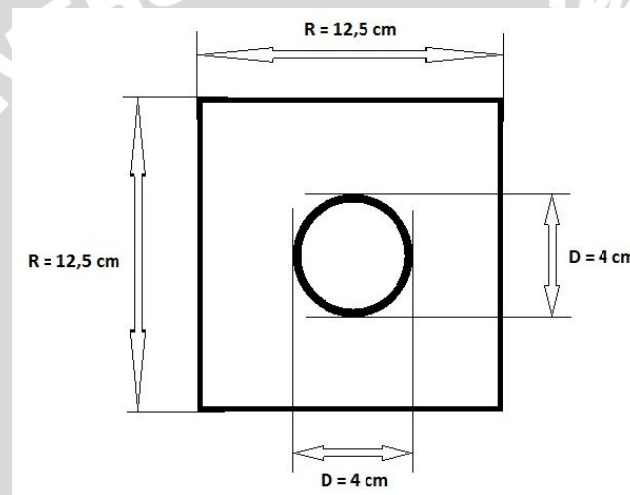
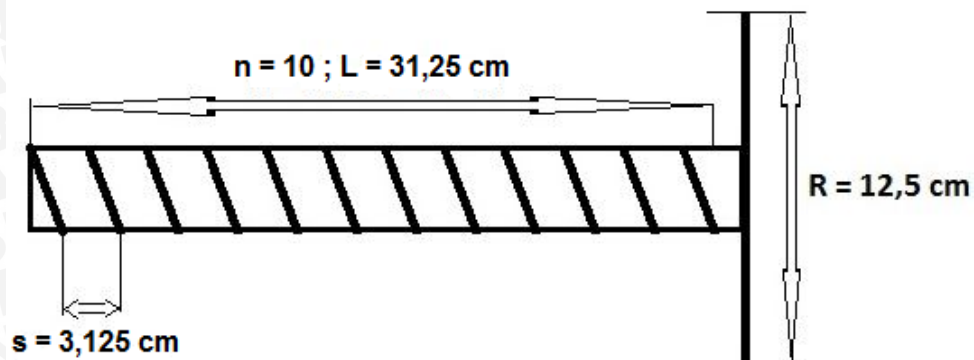
$$S = \frac{\lambda}{4} = \frac{12,5}{4} = 3,125 \text{ cm}$$

$$L = n \times S = 10 \times 3,125 = 31,25 \text{ cm}$$

$$\tan \alpha = \frac{s}{\pi D} = \frac{s}{c} = \frac{3,125}{12,5} = 0,25$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,25 = 14^\circ$$

$$R = 140 \left( \frac{C}{\lambda} \right) = 140 \Omega$$

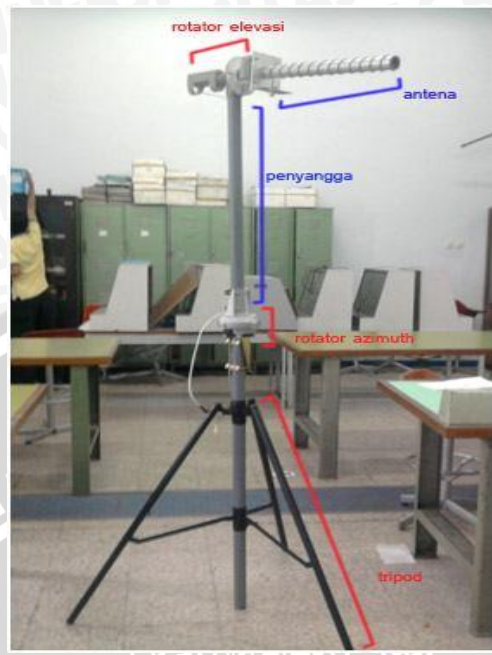


Gambar 4.1 Design antenna *helical*

Sumber : Perencanaan

#### 4.4 Perencanaan Keseluruhan Desain Antena *Helical*

Pada perancangan sistem selain menggunakan antena *helical* juga membutuhkan alat yang lainnya seperti tripod, rotator, dan tiang penopang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Keseluruhan desain pada antena *helical*

Sumber : Perencanaan

#### 4.4.1 Tripod

Tripod merupakan alat utama yang digunakan sebagai penyangga beban yang berada di atasnya pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tripod

Sumber: Perencanaan

#### 4.4.2 Rotator

Rotator yang digunakan bisa memutar bolak-balik mulai 0° sampai 360°. Berfungsi sebagai pemutar azimuth dapat dilihat pada Gambar 4.4 sedangkan sebagai elevasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Rotator azimuth

Sumber : Perencanaan



Gambar 4.5 Rotator elevasi

Sumber : Perencanaan

#### 4.4.3 Tiang penopang

Tiang penopang yang digunakan tidak terbuat dari bahan konduktor melainkan pipa PVC yang berfungsi untuk menopang benda di atasnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tiang penopang

Sumber : Perencanaan

Ketinggian sistem dibuat dengan tinggi sekitar 210 meter dari permukaan tanah. Namun sistem ini bisa menyesuaikan tinggi jika diperlukan. Selain untuk menghindari penghalang dari lingkungan uji, juga memperhatikan aspek tinggi manusia yang kemungkinan bisa menjadi penghalang diantaranya.

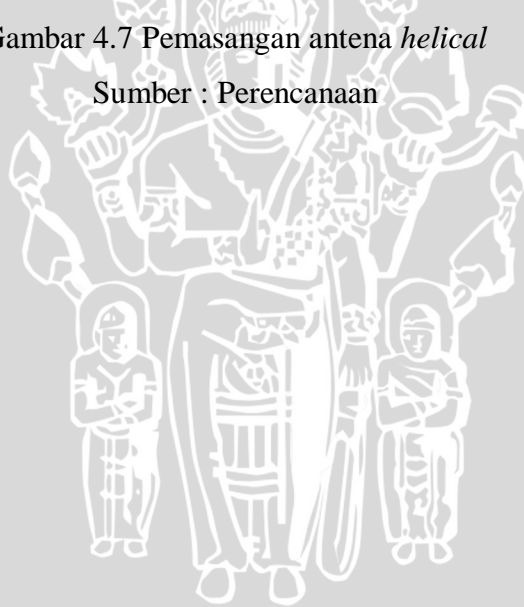
#### 4.4.4 Pemasangan antena *helical*

Pemasangan antena *helical* dilakukan pada rotator elevasi. Karena letaknya yang paling tinggi, sehingga menjadi acuan letak antena dan memudahkan dalam pengaturan ketinggian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pemasangan antena *helical*

Sumber : Perencanaan



## BAB V

### PENGUKURAN DAN ANALISIS

#### 5.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan menjelaskan prosedur dalam pengukuran parameter-parameter antenna. Hasil pengukuran yang diperoleh serta analisis hasil pengukuran. Pengukuran antenna ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dan performansi dari antenna hasil pembuatan. Adapun parameter-parameter antenna yang diukur dalam skripsi ini meliputi :

- Pengukuran *Return Loss (RL)*, Koefisien Pantul, dan *VSWR*
- Pengukuran *Gain*
- Pengukuran Polaradiasi
- Pengukuran Polarisasi

Pengukuran parameter-parameter antenna tersebut dilaksanakan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang.

#### 5.2 Pengukuran *Return Loss*, Koefisien Pantul, dan *VSWR*

Sebuah antenna dikatakan memenuhi standar jika memenuhi syarat  $VSWR \leq 2$  karena nilai koefisien pantul  $|\Gamma|$  maksimal adalah 1 dan mulai dari frekuensi 2 GHz. nilai *VSWR* antenna yang dihasilkan kurang dari 2 dan lebih dari 1 ( $1 < VSWR < 2$ ) dikatakan cukup bagus serta  $RL \leq -10$  dBm dihasilkan dari nilai koefisien pantul pada  $VSWR \leq 2$ .

##### 5.2.1 Tujuan

Adapun tujuan dari pengukuran ini adalah untuk dapat mengetahui nilai *return loss* antenna hasil pembuatan.

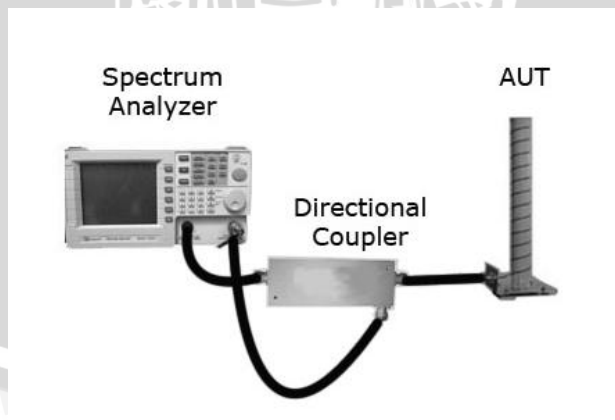


### 5.2.2 Peralatan yang Digunakan

1. *Spectrum analyzer*
2. *Directional Coupler*
3. Antena *helical*
4. 1 Konektor BNC-BNC
5. 1 Kabel AC

### 5.2.3 Prosedur Pengukuran

1. Pertama menghidupkan *spectrum analyzer* dan tunggu  $\pm 15$  menit untuk persiapan pengukuran.
2. *Spectrum analyzer* diset pada pengukuran return loss dengan level referensi 10.0 dBm.
3. Menghubungkan *spectrum analyzer* sebagai *output* dengan *directional coupler* sebagai *input*.
4. Tap *directional coupler* dihubungkan pada *input spectrum analyzer*.
5. *Output directional coupler* tersambung pada konektor antena *helical*.
6. Mencatat nilai *return loss* yang ditunjukkan pada alat ukur *spectrum analyzer* sesuai dengan Persamaan (2-21), (2-22), (2-23). Pada Gambar 5.1 ditunjukkan konfigurasi pengukuran *return loss*.

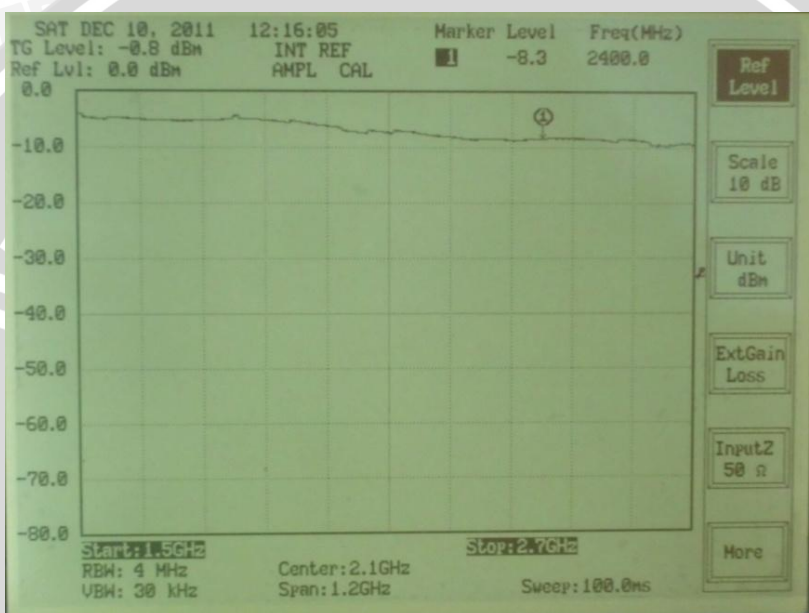


Gambar 5.1 Konfigurasi pengukuran *return loss*

Sumber : Pengukuran

**5.2.4 Hasil pengukuran**

Untuk pengukuran dan pembuatan antenna *helical* ada 3 macam yang digunakan dengan bentuk yang sama tetapi jarak antar lilitan dan jumlah lilitan berbeda yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap parameter-parameter antenna yang sudah ada. Pada Gambar 5.2 menunjukkan data pengukuran *return loss* antenna referensi.



Gambar 5.2 Data pengukuran *return loss* antenna referensi

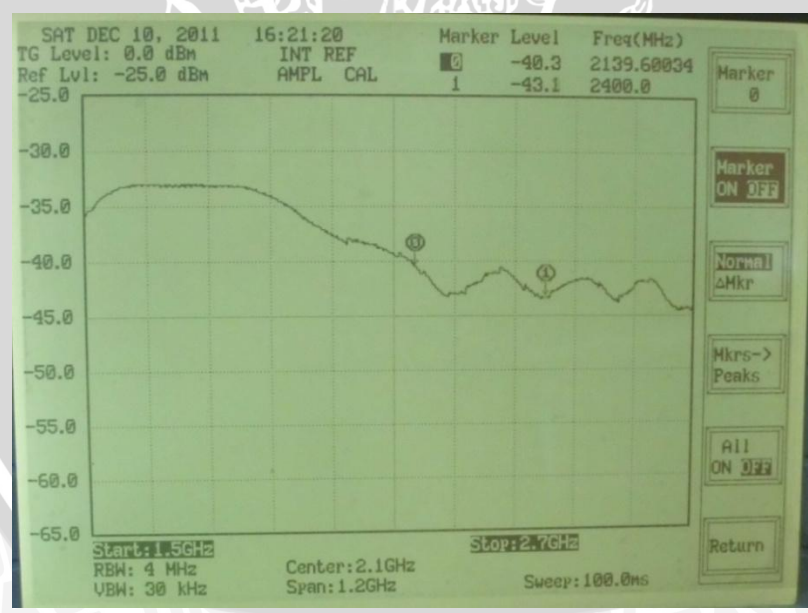
Sumber : Hasil Pengukuran dari *spectrum analyzer*

5.2.4.1 Antena *Helical* ( $n = 10$ ;  $s = 3.125$  cm )



Gambar 5.3 Pengukuran Antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Pengukuran



Gambar 5.4 Nilai *return loss* antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Hasil Pengukuran dari *spectrum analyzer*

Tabel 5.1 Data hasil pengukuran *return loss* (n=10; s=3.125)

Frekuensi (GHz)	RL terbaca (dB)	$P_{ref}$ (dB)	Atenuasi DC (dB)	$RL_{(dB)}$	$ \Gamma $	VSWR
1.5	-36	-8.3	-20	-7.7	0.41	2.33
1.62	-33	-8.3	-20	-4.7	0.58	3.76
1.74	-33	-8.3	-20	-4.7	0.58	3.76
1.86	-34	-8.3	-20	-5.7	0.51	3.08
1.98	-37.9	-8.3	-20	-9.6	0.33	1.98
2.1	-39	-8.3	-20	-10.7	0.29	1.82
2.22	-42.2	-8.3	-20	-13.9	0.2	1.5
2.34	-41.1	-8.3	-20	-12.8	0.23	1.6
2.4	-43.1	-8.3	-20	-14.8	0.18	1.44
2.46	-41.5	-8.3	-20	-13.2	0.22	1.56
2.58	-41.5	-8.3	-20	-13.2	0.22	1.56
2.7	-44	-8.3	-20	-15.7	0.16	1.38

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.2.4.1.1 Analisis hasil pengukuran

Data hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai *return loss* antenna pada frekuensi 2.4 GHz adalah -14.8 dB sesuai dengan perhitungan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 RL_{(dB)} &= RL \text{ terbaca} - P_{ref} - At.DC \\
 &= (-43.1) - (-8.3) - (-20) \\
 &= -14.8 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RL_{(dB)} &= 20 \log|\Gamma| \\
 -14.8 &= 20 \log|\Gamma| \\
 |\Gamma| &= 0.18
 \end{aligned}$$

Jika dibandingkan dengan perhitungan manual sebelum diberi *matching*  $\lambda/4$ .

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_{in}}{Z_L + Z_{in}} = \frac{140 - 50}{140 + 50} = 0.4$$

$$VSWR = \frac{1+0.47}{1-0.47} = 2.77$$

Hasil perhitungan dari *spectrum analyzer* dan perhitungan secara manual nilai koefisien pantul berbeda. Maka nilai VSWR yang digunakan adalah dari nilai koefisien pantul dari *spectrum analyzer*.

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0.18}{1 - 0.18} = 1.44$$

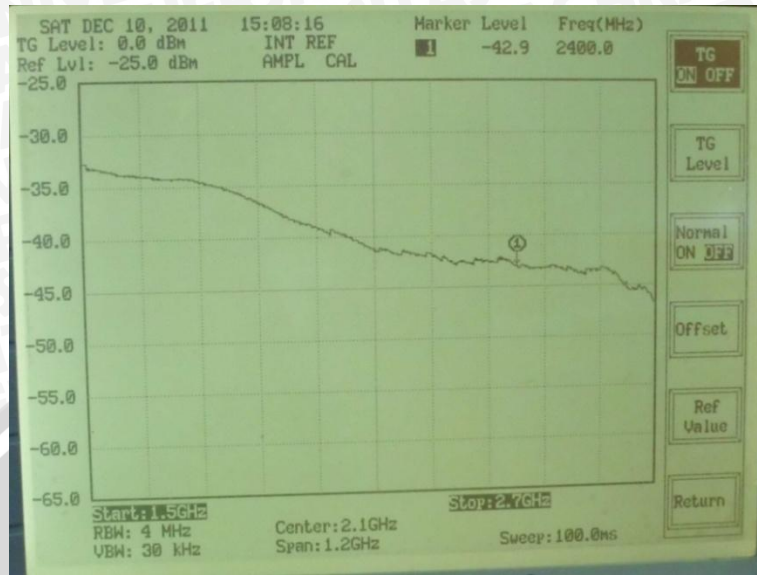
Pada Gambar 5.4 menunjukkan bahwa titik *return loss* antenna *helical* pada frekuensi 2.4 GHz sesuai dengan ketentuan persyaratan antenna yaitu  $RL \leq -10 \text{ dB}$ .

#### 5.2.4.2 Antena Helical ( $n = 15$ ; $s = 3.125$ )



Gambar 5.5 Pengukuran antenna *helical* ( $n=15$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Pengukuran



Gambar 5.6 Nilai *return loss* antenna *helical* (n=15; s=3.125)

Sumber : Hasil pengukuran pada *spectrum analyzer*

Tabel 5.2 Data hasil pengukuran *return loss* (n=15; s=3.125)

Frekuensi (GHz)	RL terbaca (dB)	$P_{ref}$ (dB)	Atenuasi DC (dB)	RL <sub>(dB)</sub>	$ \Gamma $	VSWR
1.5	-32.5	-8.3	-20	-4.2	0.61	4.12
1.62	-34	-8.3	-20	-5.7	0.52	3.16
1.74	-34.5	-8.3	-20	-6.2	0.47	2.77
1.86	-36	-8.3	-20	-7.7	0.41	2.38
1.98	-38.5	-8.3	-20	-10.2	0.31	1.89
2.1	-41	-8.3	-20	-12.7	0.23	1.59
2.22	-41.9	-8.3	-20	-13.6	0.21	1.53
2.34	-42.5	-8.3	-20	-14.2	0.19	1.46
2.4	-42.9	-8.3	-20	-14.6	0.19	1.47
2.46	-43	-8.3	-20	-14.7	0.18	1.43
2.58	-43	-8.3	-20	-14.7	0.18	1.43
2.7	-46.5	-8.3	-20	-18.2	0.12	1.27

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.2.4.2.1 Analisis hasil pengukuran

Data hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai *return loss* antenna pada frekuensi 2.4 GHz adalah -14.6 dB sesuai dengan perhitungan berikut ini :

$$\begin{aligned} RL_{(dB)} &= RL \text{ terbaca} - P_{ref} - At.DC \\ &= (-42.9) - (-8.3) - (-20) \\ &= -14.6 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RL_{(dB)} &= 20 \log \Gamma \\ -14.6 &= 20 \log \Gamma \\ \Gamma &= 0.19 \end{aligned}$$

Jika dibandingkan dengan perhitungan manual sebelum diberi *matching*  $\lambda/4$ .

$$\begin{aligned} \Gamma &= \frac{Z_L - Z_{in}}{Z_L + Z_{in}} = \frac{140 - 50}{140 + 50} = 0.4 \\ VSWR &= \frac{1 + 0.47}{1 - 0.47} = 2.77 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari *spectrum analyzer* dan perhitungan secara manual nilai koefisien pantul berbeda. Maka nilai VSWR yang digunakan adalah dari nilai koefisien pantul dari *spectrum analyzer*.

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0.19}{1 - 0.19} = 1.47$$

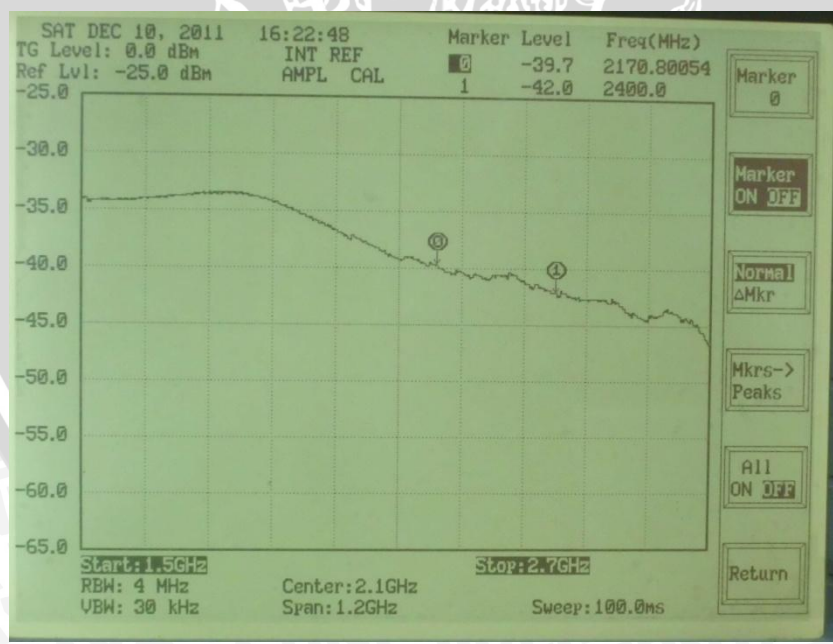
Pada Gambar 5.6 menunjukkan titik *return loss* antenna *helical* pada frekuensi 2.4 GHz sesuai dengan ketentuan persyaratan antenna yaitu  $RL \leq -10 \text{ dB}$ .

5.2.4.4 Antena *Helical* ( $n = 10$ ;  $s = 5$  cm)



Gambar 5.7 Pengukuran antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=5$ )

Sumber : Pengukuran



Gambar 5.8 Nilai *return loss* antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=5$ )

Sumber : Hasil pengukuran pada *spectrum analyzer*



Tabel 5.3 Data hasil pengukuran *return loss* (n=10; s=5cm)

Frekuensi (GHz)	RL terbaca (dB)	$P_{ref}$ (dB)	Atenuasi DC (dB)	$RL_{(dB)}$	$ \Gamma $	VSWR
1.5	-34	-8.3	-20	-5.7	0.52	3.2
1.62	-34	-8.3	-20	-5.7	0.52	3.2
1.74	-33.5	-8.3	-20	-5.2	0.55	3.4
1.86	-34.2	-8.3	-20	-5.9	0.51	3.08
1.98	-36.8	-8.3	-20	-8.5	0.37	2.17
2.1	-39.2	-8.3	-20	-10.9	0.28	1.7
2.22	-40.5	-8.3	-20	-12.2	0.24	1.63
2.34	-41.9	-8.3	-20	-13.6	0.21	1.53
2.4	-42	-8.3	-20	-13.7	0.21	1.53
2.46	-43	-8.3	-20	-14.7	0.68	1.43
2.58	-44.9	-8.3	-20	-16.6	0.15	1.35
2.7	-47.2	-8.3	-20	-18.9	0.11	1.25

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.2.4.4.1 Analisis hasil pengukuran

Data hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai *return loss* antenna pada frekuensi 2.4 GHz adalah -14.8 dB sesuai dengan perhitungan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 RL_{(dB)} &= RL \text{ terbaca} - P_{ref} - At.DC \\
 &= (-42) - (-8.3) - (-20) \\
 &= -13.7 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RL_{(dB)} &= 20 \log|\Gamma| \\
 -13.7 &= 20 \log|\Gamma| \\
 |\Gamma| &= 0.21
 \end{aligned}$$

Jika dibandingkan dengan perhitungan manual sebelum diberi *matching*  $\lambda/4$ .

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_{in}}{Z_L + Z_{in}} = \frac{140 - 50}{140 + 50} = 0.4$$

$$VSWR = \frac{1+0.47}{1-0.47} = 2.77$$

Hasil perhitungan dari *spectrum analyzer* dan perhitungan manual nilai koefisien pantulnya berbeda. Maka nilai VSWR yang digunakan adalah nilai koefisien pantul dari *spectrum analyzer*.

$$VSWR = \frac{1 + 0.21}{1 - 0.21} = 1.53$$

Pada Gambar 5.10 menunjukkan titik *return loss* antenna *helical* pada frekuensi 2.4 GHz sesuai dengan ketentuan persyaratan antenna yaitu  $RL \leq -10 \text{ dB}$ .

### 5.3 Pengukuran Gain

Penguatan antenna atau *gain* antenna diketahui dengan cara membandingkan level penerimaan antenna yang diuji atau AUT ( Antena Under Test ) dengan level penerimaan antenna referensi. biasanya dibandingkan dengan intensitas radiasi sebuah antenna standar dipole  $\lambda/2$  sebesar 2.15 dBi.

#### 5.3.1 Tujuan

Mengetahui penguatan dan besarnya penguatan antenna *helical* terhadap antenna referensi.

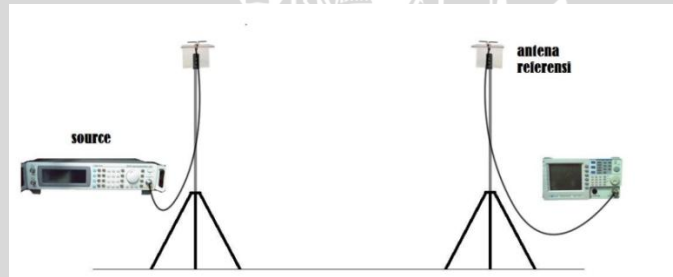
#### 5.3.2 Peralatan yang Digunakan

1. Signal generator
2. *Spectrum analyzer*
3. Antena dipole  $\lambda/2$
4. Antena *helical*
5. 2 konektor BNC-N
6. 2 tiang penyangga
7. 2 kabel AC

### 5.3.3 Prosedur Pengukuran

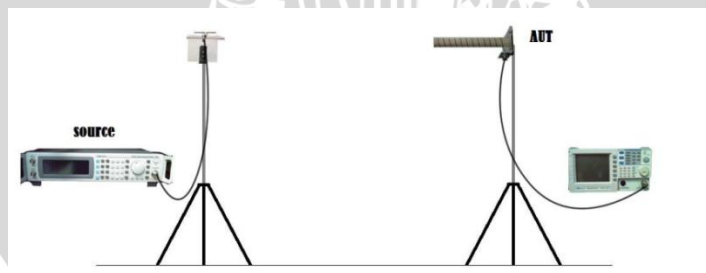
1. Merangkai rangkaian seperti Gambar 5.11.
2. Signal generator diatur mulai frekuensi 1.7 GHz sampai 2.7 GHz.
3. Menggunakan antenna dipole  $\lambda/2$  sebagai antenna referensi dan antenna *helical* sebagai antenna penerima.
4. Mencatat hasil level penerimaan antenna referensi dari *spectrum analyzer*.
5. Merangkai rangkaian seperti Gambar 5.12.
6. Pada antenna penerima diganti dengan antenna *helical*.
7. Mencatat hasil pengukuran pada antenna tersebut dan dihitung nilai *gain* dalam satuan dBi dapat dihitung dengan Persamaan (2-15).

Set-up perangkat



Gambar 5.9 Rangkaian pengukuran *gain* antenna referensi

Sumber : Pengukuran



Gambar 5.10 Rangkaian pengukuran *gain* antenna *helical*

Sumber : Pengukuran

### 5.3.4 Hasil Pengukuran

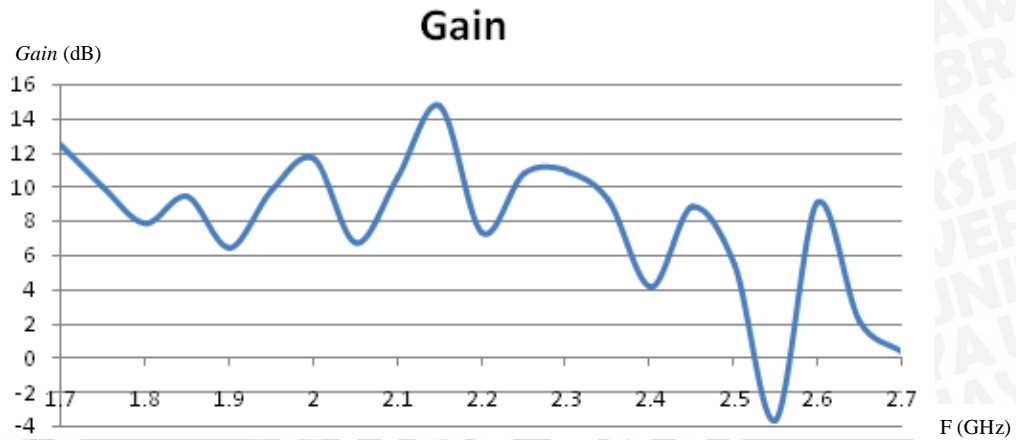
Dari hasil pengukuran *gain* pada *spectrum analyzer*, selanjutnya dapat dibuat Tabel nilai *gain* untuk antena *helical* hasil pembuatan sebagai berikut :

#### 5.3.4.1 Antena *helical* (n = 10; s = 3.125 cm)

Tabel 5.4 Data pengukuran *gain* antena *helical* (n=10; s= 3.125)

Frekuensi (GHz)	Antena Dipole ( $E_{ref}$ )	Antena <i>Helical</i> ( $E_{AUT}$ )	<i>Gain</i> (dBi)
1.7	-62.4	-52.1	12.45
1.75	-53.1	-45.2	10.05
1.8	-53.2	-47.5	7.85
1.85	-53.9	-46.6	9.45
1.9	-52.4	-48.1	6.45
1.95	-54.5	-46.9	9.75
2	-54.7	-45.2	11.65
2.05	-49.2	-44.6	6.75
2.1	-58.1	-49.7	10.55
2.15	-60.0	-47.4	14.75
2.2	-53.3	-48.1	7.35
2.25	-55.7	-47.1	10.75
2.3	-55.8	-47.0	10.95
2.35	-56.6	-49.4	9.25
2.4	-53.1	-51.1	4.15
2.45	-60.1	-53.4	8.85
2.5	-59.3	-56.1	5.35
2.55	-56.7	-62.5	-3.65
2.6	-61.6	-54.7	9.05
2.65	-59.2	-59.2	2.15
2.7	-59.6	-61.4	0.35
Rata-rata	7.82		

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Grafik 5.1 Grafik penguatan *gain*

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.3.4.1.2 Analisis hasil pengukuran

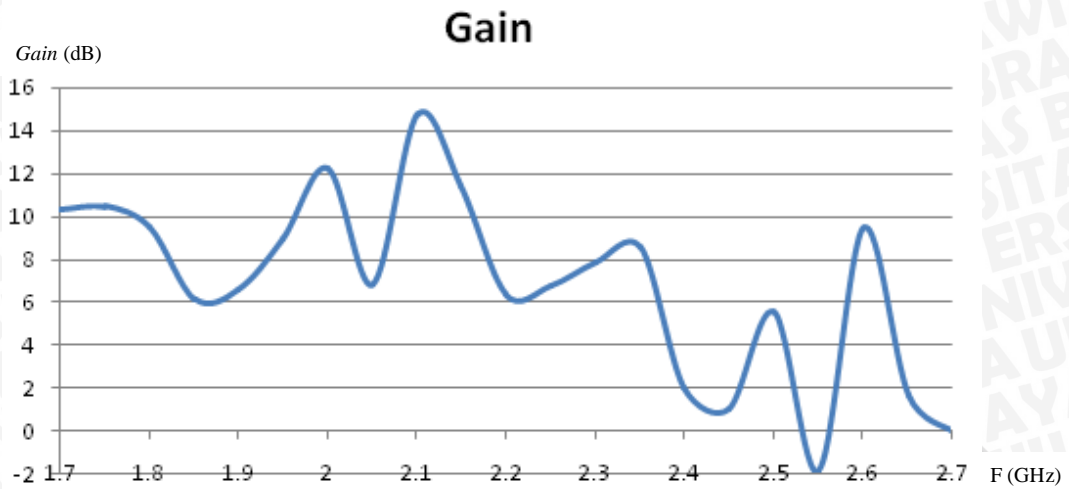
Berdasarkan data hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.13 menunjukkan bahwa *gain* pada frekuensi 2.4 GHz adalah 4.15 dBi, sedangkan *gain* maksimalnya adalah 14.75 dB pada frekuensi 2.15 GHz. Data *gain* yang terdapat pada Tabel 5.5 merupakan besarnya penguatan antenna uji (antenna *helical*) terhadap antenna referensi, sehingga antenna *helical* masih layak digunakan untuk aplikasi WLAN.

### 5.3.4.2 Antena *helical* (n=15; s=3.125 cm)

Tabel 5.5 Data pengukuran *gain* antena *helical* (n=15; s=3.125)

Frekuensi (GHz)	Antena Dipole ( $E_{ref}$ )	Antena <i>Helical</i> ( $E_{AUT}$ )	<i>Gain</i> (dBi)
1.7	-62.4	-54.2	10.35
1.75	-53.1	-44.8	10.45
1.8	-53.2	-45.9	9.45
1.85	-53.9	-49.9	6.15
1.9	-52.4	-48.0	6.55
1.95	-54.5	-47.7	8.95
2	-54.7	-44.6	12.25
2.05	-49.2	-44.5	6.85
2.1	-58.1	-45.5	14.75
2.15	-60.0	-50.7	11.45
2.2	-53.3	-49.1	6.35
2.25	-55.7	-51.1	6.75
2.3	-55.8	-50.1	7.85
2.35	-56.6	-50.2	8.55
2.4	-53.1	-53.2	2.05
2.45	-60.1	-61.2	1.05
2.5	-59.3	-55.9	5.55
2.55	-56.7	-60.7	-1.85
2.6	-61.6	-54.3	9.45
2.65	-59.2	-59.7	1.65
2.7	-59.6	-61.7	0.05
Rata-rata		6.89	

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Grafik 5.2 Grafik penguatan *gain*

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.4.3.2.1 Analisis hasil pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.14 menunjukkan bahwa *gain* pada frekuensi 2.4 GHz adalah 2.05 dBi, sedangkan *gain* maksimalnya adalah 14.75 dBi pada frekuensi 2.1 GHz. Data *gain* yang terdapat pada Tabel 5.6 merupakan besarnya penguatan antenna uji (antena *helical*) terhadap antenna referensi, sehingga antenna *helical* masih layak digunakan untuk aplikasi WLAN.

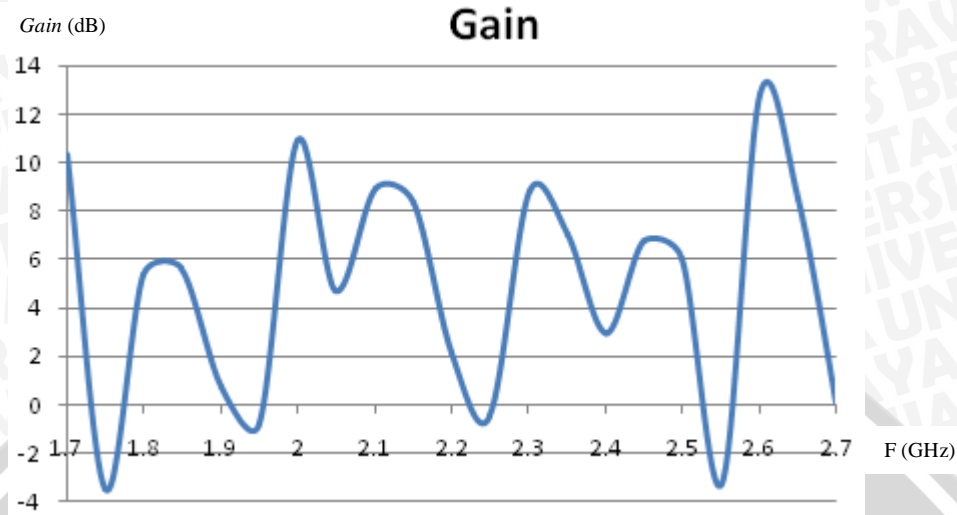
### 5.3.4.3 Antena *helical* (n=10; s= 5 cm)

Tabel 5.6 Data pengukuran *gain* antena *helical* (n = 10; s = 5)

Frekuensi (GHz)	Antena Dipole ( $E_{ref}$ )	Antena <i>Helical</i> ( $E_{AUT}$ )	<i>Gain</i> (dBi)
1.7	-62.4	-54.2	10.35
1.75	-53.1	-58.7	-3.45
1.8	-53.2	-50	5.35
1.85	-53.9	-50.4	5.65
1.9	-52.4	-53.8	0.75
1.95	-54.5	-57.4	-0.75
2	-54.7	-45.9	10.95
2.05	-49.2	-46.6	4.75
2.1	-58.1	-51.3	8.95
2.15	-60.0	-53.8	8.35
2.2	-53.3	-53.3	2.15
2.25	-55.7	-58.3	-0.45
2.3	-55.8	-49.1	8.85
2.35	-56.6	-51.7	7.04
2.4	-53.1	-52.3	2.95
2.45	-60.1	-55.5	6.75
2.5	-59.3	-55.4	6.05
2.55	-56.7	-62.1	-3.25
2.6	-61.6	-50.9	12.85
2.65	-59.2	-52.8	8.55
2.7	-59.6	-61.7	0.05
Rata-rata		4.92	

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang





Grafik 5.3 Grafik penguatan *gain*

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.3.4.3.1 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.15 menunjukkan bahwa *gain* pada frekuensi 2.4 GHz adalah 2.95 dBi, sedangkan *gain* maksimalnya adalah 10.95 dBi pada frekuensi 2 GHz. Data *gain* yang terdapat pada Tabel 5.7 merupakan besarnya penguatan antenna uji (antena *helical*) terhadap antenna referensi, sehingga antenna *helical* masih layak digunakan untuk aplikasi WLAN.

#### 5.4 Pengukuran Polaradiasi

Pengukuran polaradiasi dilakukan dengan cara memutar secara azimuth antenna penerima (*helical*) dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  dengan jarak antenna pemancar dan penerima tetap.

##### 5.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui bentuk polaradiasi dan menggambarkan diagram polar polaradiasi antenna *helical*.

#### 5.4.2 Peralatan yang Digunakan

1. *Signal generator*
2. *Spectrum analyzer*
3. Antena dipole  $\lambda/2$
4. Antena *helical*
5. 2 konektor BNC-N
6. 2 tiang penyangga
7. 2 kabel AC

#### 5.4.3 Prosedur Pengukuran

1. Rangkaian disusun seperti Gambar 5.17
2. Antena dipole  $\lambda/2$  dipasang sebagai antena pemancar yang terhubung dengan signal generator dan antena *helical* dipasang sebagai antena penerima yang terhubung dengan *spectrum analyzer* dengan mengarahkan antena penerima.
3. Signal generator diatur pada frekuensi 2.4 GHz.
4. Frekuensi spectrum analyzer diatur dengan mencari level tertinggi pada frekuensi yang sama dengan signal generator.
5. Antena penerima dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  menggunakan rotator elevasi antena dengan interval sudut sebesar  $10^\circ$ .
6. Level yang terukur pada *spectrum analyzer* untuk antena penerima dicatat pada setiap perubahan sudutnya.
7. HPBW dihitung dari polaradiasi yang diplot.

Set-up perangkat



Gambar 5.11 Rangkaian pengukuran polaradiasi antenna *helical*

Sumber : Pengukuran

### 5.4.4 Hasil Pengukuran

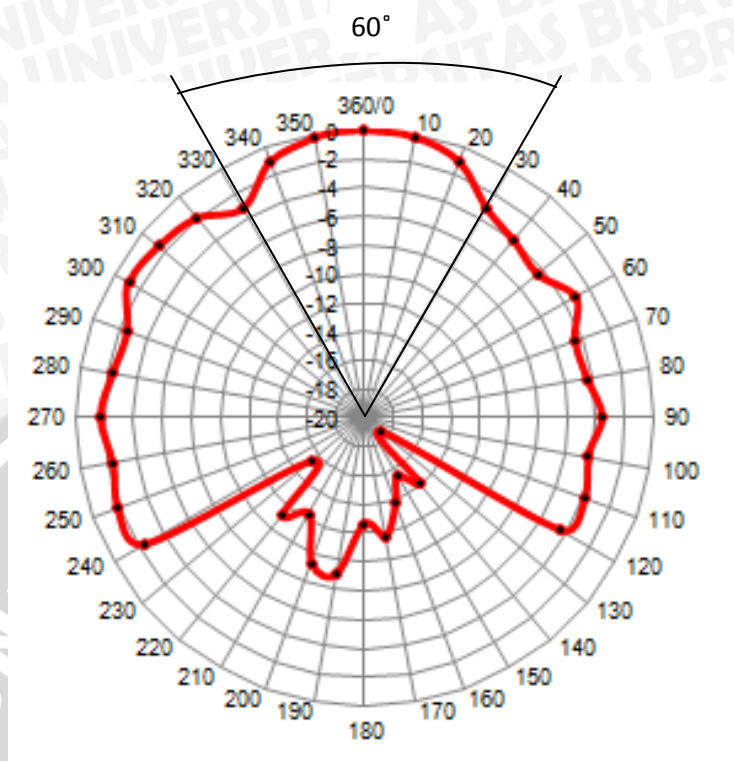
Dari hasil pengukuran polaradiasi pada *spectrum analyzer*. selanjutnya dapat dibuat tabel nilai polaradiasi untuk antenna *helical* hasil pembuatan sebagai berikut :

#### 5.4.4.1 Antenna *helical* (n = 10; s = 3.125 cm)

Tabel 5.7 Data pengukuran polaradiasi antenna *helical* (n=10; s=3.125)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	normalisasi
0	-51.1	0	180	-63.7	-12.6
10	-51.2	-0.1	190	-60.1	-11.6
20	-52.1	-1	200	-60.3	-13.7
30	-54.2	-3.1	210	-66.5	-15.4
40	-55	-3.9	220	-65.1	-14
50	-55.5	-4.4	230	-69.6	-18.5
60	-54.2	-3.1	240	-55.5	-4.4
70	-55.6	-4.5	250	-54.9	-3.8
80	-55.4	-4.3	260	-55.4	-4.3
90	-54.7	-3.6	270	-54.7	-3.6
100	-55.4	-4.3	280	-55.4	-4.3
110	-54.9	-3.8	290	-55.6	-4.5
120	-55.5	-4.4	300	-54.2	-3.1
130	-69.6	-18.5	310	-55.5	-4.4
140	-65.1	-14	320	-55	-3.9
150	-66.5	-15.4	330	-54.2	-3.1
160	-64.8	-13.7	340	-52.1	-1
170	-62.7	-11.6	350	-51.1	0

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Gambar 5.12 Polaradiasi antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

**5.4.4.1 Analisis hasil pengukuran**

Pengukuran HPBW :

$$HPBW = 30^\circ - (-30^\circ)$$

$$HPBW = 60^\circ$$

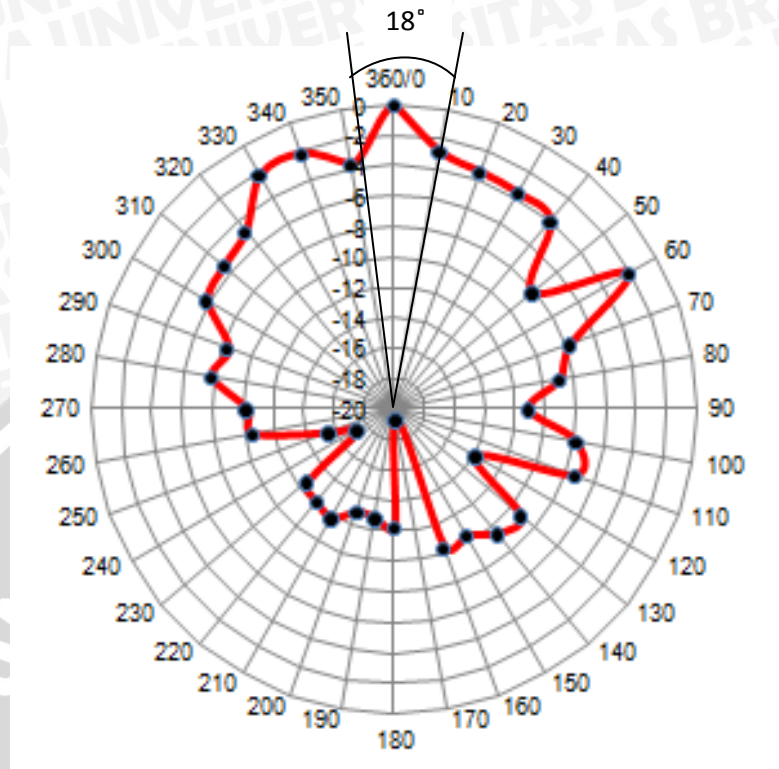
Hasil pengukuran dan penggambaran diagram polar pada antena *helical* mempunyai polaradiasi *directional* dan dapat tentukan parameter lain yaitu *half power beamwidth* (HPBW) adalah  $60^\circ$ .

5.4.4.2 Antena *helical* (n = 15; s = 3.125 cm)

Tabel 5.8 Data pengukuran polaradiasi antena *helical* (n=15; s=3.125)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	normalisasi
0/360	-49.9	0	180	-62.1	-12.2
10	-52.7	-2.8	190	-62.6	-12.7
20	-53.3	-3.4	200	-62.7	-12.8
30	-53.5	-3.6	210	-61.6	-11.7
40	-53.8	-3.9	220	-61.9	-12
50	-58	-8.1	230	-62.4	-12.5
60	-52	-2.1	240	-67.1	-17.2
70	-57.5	-7.6	250	-65.3	-15.4
80	-58.8	-8.9	260	-60.4	-10.5
90	-61	-11.1	270	-60.1	-10.2
100	-57.7	-7.8	280	-57.6	-7.7
110	-57.2	-7.3	290	-58.2	-8.3
120	-63.7	-13.8	300	-55.6	-5.7
130	-59	-9.1	310	-55.2	-5.3
140	-59.2	-9.3	320	-54.6	-4.7
150	-60.3	-10.4	330	-52.1	-2.2
160	-60.2	-10.3	340	-52	-2.1
170	-69.2	-19.3	350	-53.6	-3.7

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Gambar 5.13 Polaradiasi antena *helical* ( $n=15$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Hasil pengukuran di Lab. Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.4.4.2.1 Analisis hasil pengukuran

Pengukuran HPBW :

$$\text{HPBW} = 10^\circ - (-8^\circ)$$

$$\text{HPBW} = 18^\circ$$

Hasil pengukuran penggambaran diagram polar pada antena *helical* mempunyai polaradiasi *directional* dan dapat ditentukan parameter lain yaitu *half power beamwidth* (HPBW) adalah  $18^\circ$ .

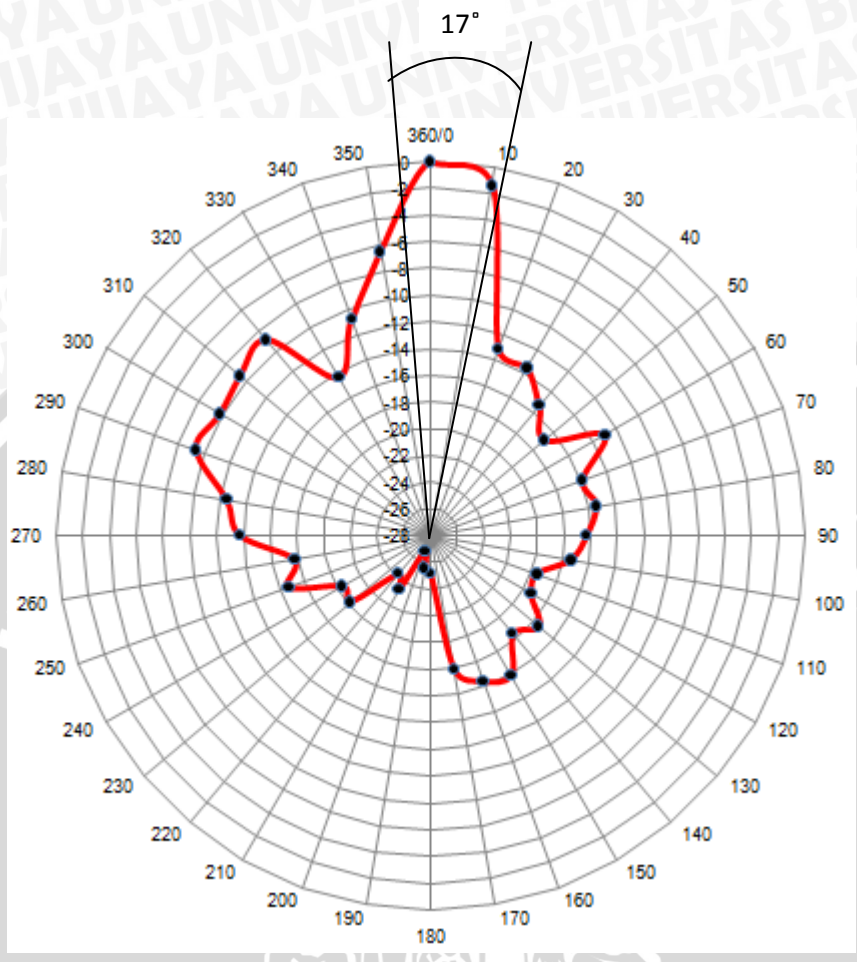
5.4.4.3 Antena *helical* (n = 10; s = 5 cm)

Tabel 5.9 Data pengukuran polaradiasi antena *helical* (n=10; s=5)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	Normalisasi
0	-49.2	-1.4	180	-73.3	-25.5
10	-60.9	-13.1	190	-74.6	-26.8
20	-61.3	-13.5	200	-71.1	-23.3
30	-63.1	-15.3	210	-72.1	-24.3
40	-64.7	-16.9	220	-68	-20.2
50	-60.7	-12.9	230	-68.2	-20.4
60	-63.7	-15.9	240	-64.5	-16.7
70	-63.2	-15.4	250	-65.5	-17.7
80	-64.1	-16.3	260	-61.5	-13.7
90	-65.1	-17.3	270	-60.3	-12.5
100	-67.3	-19.5	280	-57.1	-9.3
110	-67.1	-19.3	290	-57.6	-9.8
120	-65.2	-17.4	300	-57.2	-9.4
130	-66.2	-18.4	310	-56.7	-8.9
140	-63.7	-15.9	320	-62.1	-14.3
150	-64.2	-16.4	330	-58.5	-10.7
160	-65.6	-17.8	340	-54.2	-6.4
170	-73	-25.2	350	-47.8	0

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang





Gambar 5.14 Polaradiasi antenna *helical* ( $n=10$ ;  $s=5$ )

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

**5.4.4.3.1 Analisis hasil pengukuran**

Pengukuran HPBW :

$$\text{HPBW} = 11^\circ - (-6^\circ)$$

$$\text{HPBW} = 17^\circ$$

Hasil pengukuran dan penggambaran diagram polar pada antenna *helical* mempunyai polaradiasi *directional* dan dapat tentukan parameter lain yaitu *half power beamwidth* (HPBW) adalah  $17^\circ$ .



## 5.5 Pengukuran Polarisasi

Pengukuran polarisasi dilakukan dengan cara memutar elevasi antena penerima (*helical*) dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  dengan jarak antena pemancar dan penerima tetap. Antena penerima terhubung dengan *spectrum analyzer* dan antena referensi terhubung dengan *signal generator*. Pada pengukuran ini antena *helical* berfungsi sebagai antena penerima.

### 5.5.1 Tujuan

Untuk mengetahui bentuk polarisasi dan menggambarkan diagram polar polarisasi antena *helical*.

### 5.5.2 Peralatan yang Digunakan

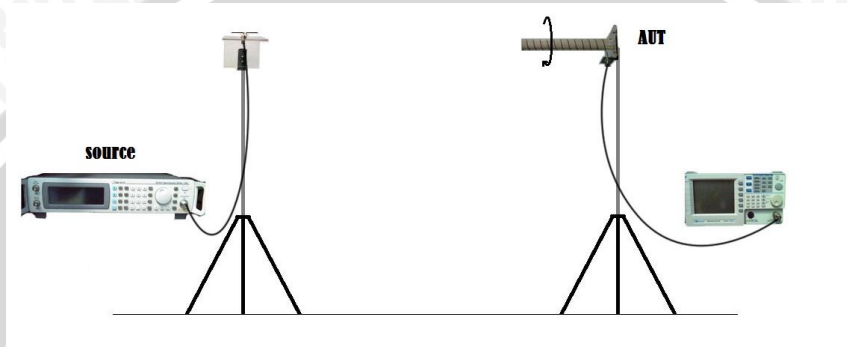
1. *Signal generator*
2. *Spectrum analyzer*
3. Antena dipole  $\lambda/2$
4. Antena *helical*
5. 2 konektor BNC-N
6. 2 tiang penyangga
7. 2 kabel AC

### 5.5.3 Prosedur Pengukuran

1. Rangkaian disusun seperti Gambar 5.20.
2. Antena dipole  $\lambda/2$  dipasang sebagai antena pemancar yang terhubung dengan *signal generator* dan antena *helical* dipasang sebagai antena penerima yang terhubung dengan *spectrum analyzer* dengan mengarahkan antena penerima.
3. *Signal generator* diatur pada frekuensi 2.4 GHz.
4. Frekuensi *spectrum analyzer* diatur dengan mencari level tertinggi pada frekuensi yang sama dengan *signal generator*.

5. Antena penerima dari  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$  menggunakan rotator azimuth antena dengan interval sudut sebesar  $10^{\circ}$ .
6. Level yang terukur pada *spectrum analyzer* untuk antena penerima dicatat pada setiap perubahan sudutnya.

Set-up perangkat



Gambar 5.15 Rangkaian pengukuran polarisasi antena *helical*

Sumber : Pengukuran

#### 5.5.4 Hasil pengukuran

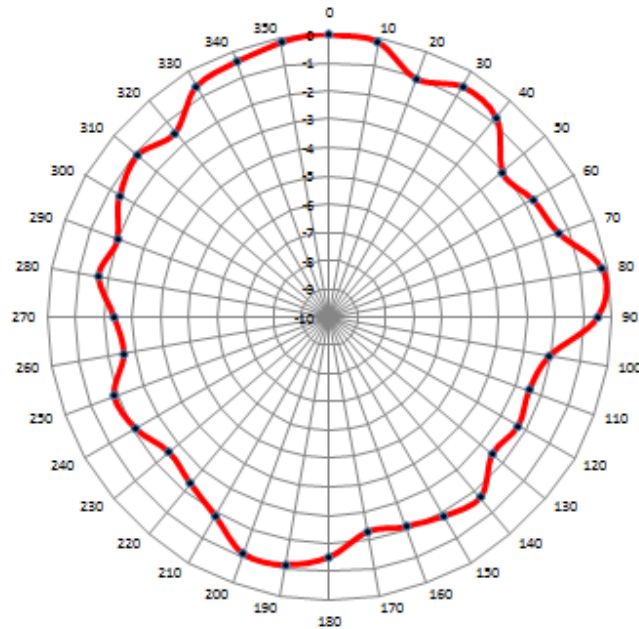
Dari hasil pengukuran polarisasi pada spectrum analyzer selanjutnya dapat dibuat tabel nilai polarisasi untuk antena *helical* hasil pembuatan sebagai berikut :

**5.5.4.1 Antena *helical* (n = 10; s = 3.125)**

Tabel 5.10 Data pengukuran polarisasi antena *helical* (n=10; s=3.125)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	normalisasi
0	-51.1	0	180	-52.6	-1.5
10	-51.2	-0.1	190	-52.2	-1.1
20	-52.1	-1	200	-52.2	-1.1
30	-51.7	-0.6	210	-53	-1.9
40	-51.9	-0.8	220	-53.4	-2.3
50	-53.1	-2	230	-53.7	-2.6
60	-52.8	-1.7	240	-53.2	-2.1
70	-52.5	-1.4	250	-53	-1.9
80	-51.3	-0.2	260	-53.7	-2.6
90	-51.6	-0.5	270	-53.5	-2.4
100	-53.2	-2.1	280	-52.8	-1.7
110	-53.6	-2.5	290	-53.1	-2
120	-53.4	-2.3	300	-52.5	-1.4
130	-53.6	-2.5	310	-52.2	-1.1
140	-52.8	-1.7	320	-52.6	-1.5
150	-53	-1.9	330	-51.7	-0.6
160	-53.2	-2.1	340	-51.5	-0.4
170	-53.4	-2.3	350	-51.2	-0.1

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Gambar 5.16 Polarisasi antenna *helical* ( $n=10$ ;  $s=3.125$ )

Sumber : Hasil pengukuran di Lab. Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.5.4.4.1 Analisis hasil pengukuran

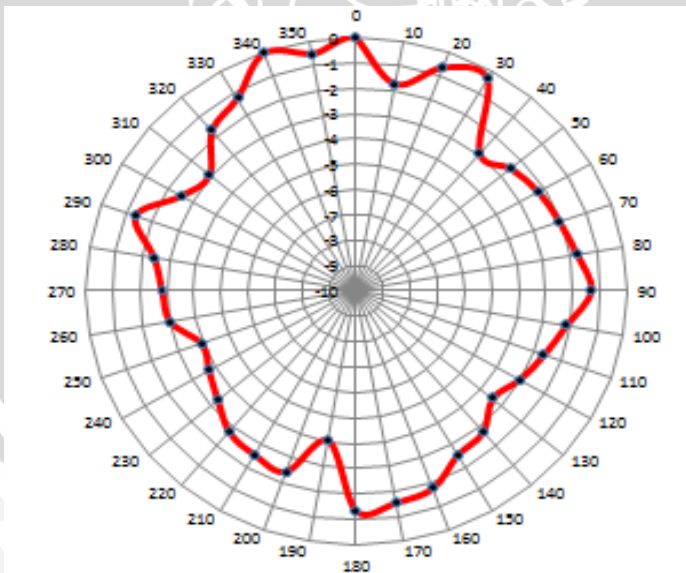
Berdasarkan data pada Tabel 5.12, maka dapat digambarkan bentuk diagram polarisasi antenna *helical* dan diperoleh hasil pada Gambar 5.21. Maka antenna *helical* tersebut memiliki polarisasi medan listrik yang diradiasikan dalam bentuk yang *circular*.

5.5.4.2 Antena *helical* (n = 15; s = 3.125)

Tabel 5.11 Data pengukuran polarisasi antena *helical* (n=15; s=3.125)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	normalisasi
0	-49.9	0	180	-51.2	-1.3
10	-51.6	-1.7	190	-53.9	-4
20	-50.5	-0.6	200	-52.3	-2.4
30	-50.2	-0.3	210	-52.4	-2.5
40	-52.8	-2.9	220	-52.6	-2.7
50	-52.4	-2.5	230	-53.2	-3.3
60	-52.1	-2.2	240	-53.6	-3.7
70	-51.9	-2	250	-53.8	-3.9
80	-51.6	-1.7	260	-52.9	-3
90	-51.2	-1.3	270	-52.7	-2.8
100	-52	-2.1	280	-52.3	-2.4
110	-52.5	-2.6	290	-51.2	-1.3
120	-52.9	-3	300	-52.4	-2.5
130	-53.3	-3.4	310	-52.8	-2.9
140	-52.6	-2.7	320	-51.6	-1.7
150	-52.4	-2.5	330	-51.1	-1.2
160	-51.6	-1.7	340	-49.9	0
170	-51.4	-1.5	350	-50.4	-0.5

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Gambar 5.17 Polarisasi antena *helical* (n=15; s=3.125)

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

#### 5.5.4.2.1 Analisis hasil pengukuran

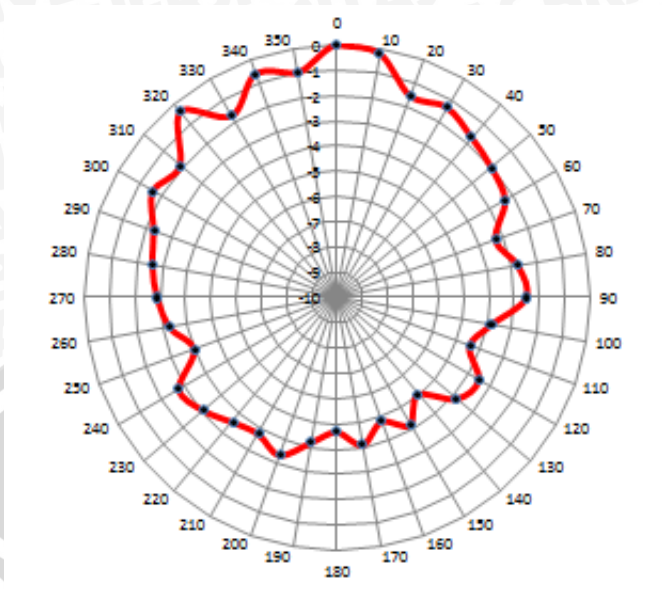
Berdasarkan data pada Tabel 5.13, maka dapat digambarkan bentuk diagram polarisasi antenna *helical* dan diperoleh hasil pada Gambar 5.22. Maka antenna *helical* tersebut memiliki polarisasi medan listrik yang diradiasikan dalam bentuk yang *circular*.

#### 5.5.4.3 Antena *helical* (n = 10; s = 5)

Table 5.12 Data pengukuran polarisasi antenna *helical* (n=10; s=5)

sudut	level	normalisasi	sudut	level	normalisasi
0	-47.8	0	180	-52.5	-4.7
10	-48	-0.2	190	-52	-4.2
20	-49.3	-1.5	200	-51.2	-3.4
30	-49.1	-1.3	210	-51.6	-3.8
40	-49.5	-1.7	220	-51.4	-3.6
50	-49.8	-2	230	-50.9	-3.1
60	-50.1	-2.3	240	-50.6	-2.8
70	-51.1	-3.3	250	-51.8	-4
80	-50.5	-2.7	260	-51.1	-3.3
90	-50.3	-2.5	270	-50.7	-2.9
100	-51.6	-3.8	280	-50.4	-2.6
110	-52.2	-4.4	290	-50.1	-2.3
120	-51.3	-3.5	300	-49.4	-1.6
130	-51.6	-3.8	310	-49.7	-1.9
140	-52.8	-5	320	-48.2	-0.4
150	-52	-4.2	330	-49.5	-1.7
160	-52.6	-4.8	340	-48.4	-0.6
170	-51.9	-4.1	350	-48.8	-1

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang



Gambar 5.18 Polarisasi antena *helical* ( $n=10$ ;  $s=5$ )

Sumber : Hasil pengukuran di Lab.Antena Politeknik Negeri Malang

5.5.4.3.1 Analisis hasil pengukuran

Berdasarkan data pada Tabel 5.14, maka dapat digambarkan bentuk diagram polarisasi antena *helical* dan diperoleh hasil pada Gambar 5.23. Maka antena *helical* tersebut memiliki polarisasi medan listrik yang diradiasikan dalam bentuk yang *circular*.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Beberapa hasil pengukuran antenna *helical* pada frekuensi 2.4 GHz dengan parameter-parameter yang mendukung antara lain :

1. Antena *helical* dengan dimensi jumlah lilitan ( $n = 10$ ) dan jarak antar lilitan ( $s = 3.125$  cm) mempunyai spesifikasi RL = -14.8 dBi ;  $\Gamma = 0.18$  ; VSWR = 1.44 ;  $gain = 4.15$  dB.
2. Antena *helical* dengan dimensi jumlah lilitan ( $n = 15$ ) dan jarak antar lilitan ( $s = 3.125$  cm) mempunyai spesifikasi RL = -14.6 dB ;  $\Gamma = 0.19$  ; VSWR = 1.47 ;  $gain = 2.05$  dB.
3. Antena *helical* dengan dimensi jumlah lilitan ( $n = 10$ ) dan jarak antar lilitan ( $s = 5$  cm) mempunyai spesifikasi RL = -13.7 dB ;  $\Gamma = 0.21$  ; VSWR = 1.53 ;  $gain = 2.95$  dB.
4. *Design* yang mempunyai karakteristik sesuai dengan frekuensi 2.4 GHz adalah antenna *helical* dengan jumlah lilitan ( $n = 10$ ) dan jarak antar lilitan ( $s = 3.125$  cm ).
5. Ketiga antenna *helical* ini mempunyai bentuk polaradiasi *directional* dan polarisasi *circular*.
6. Dari ketiga jenis antenna *helical* nilai  $gain$  pada frekuensi 2.55 GHz muncul nilai negatif itu terjadi karena adanya daya yang dipancarkan antenna yang diuji (antenna *helical*) lebih rendah dari antenna referensi.



## 6.2 Saran

1. Dalam pembuatan antena *helical* ini yang perlu diperhatikan adalah jarak antar lilitan harus lebih diteliti dan tidak mudah berubah, sehingga mempengaruhi parameter antena pada saat pengukuran.
2. Penentuan posisi titik *feeder* disesuaikan dengan perangkat ukurnya terutama pada pemasangan konektor.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, Constantine. 2005. *Antena Theory Analysis and Design*: Wiley-Interscience
- Balanis, Constantine. 1982. *Antena Theory Analysis and Design*: John Wiley and Sons. Inc
- Krous, John D. 1988. *Antenas*: McGraw-Hill Book Company
- Shantilal Nakar, Punit. 2004. *Design of a compact Microstrip Patch Antena for use in Wireless/Cellular Devices*: Florida State University
- Warren, L.Stutzman. 1985. *Antena Theory and Design*: John Wiley and Sons  
<http://digilib.itelkom.ac.id/index.php> diakses tanggal 25 September 2011.  
[http://w32.indonetwork.co.id/pdimage/17/s\\_2378617\\_product-rotator](http://w32.indonetwork.co.id/pdimage/17/s_2378617_product-rotator) diakses tanggal 19 November 2011.

