



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ANTENA 2,4 GHz  
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN**

**SKRIPSI**

**WINDI KURNIA PERANGIN-ANGIN  
0806366503**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JUNI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ANTENA 2,4 GHz  
UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik**

**WINDI KURNIA PERANGIN-ANGIN  
0806366503**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Windi Kurnia Perangin-angin**  
**NPM : 0806366503**  
**Tanda Tangan :**  
**Tanggal : 24 Juni 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Windi Kurnia Perangin-angin  
NPM : 0806366503  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Antena 2,4 GHz Untuk Jaringan  
Wireless LAN

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir. Purnomo Sidi Priambodo, M.Sc. ( )  
Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, S.T., M.Sc. ( )  
Penguji : Filbert Hilman Juwono, S.T., M.T. ( )

Ditetapkan di : Ruang Rapat Lt. 1 DTE Depok  
Tanggal : 24 Juni 2010

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan anugrah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pada dasarnya penyelesaian seminar ini tidak lepas dari bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Purnomo Sidi Priambodo, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini,
2. Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, M.Sc., Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST., M.Sc. dan Sdr. Aditia Insani atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan pengukuran parameter antena di Lab. Telekomunikasi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
3. Kedua orang tua terkasih dan keluarga penulis yang selalu mendukung dan memberikan dukungan moril,
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
5. Teman-teman Ekstensi Teknik Elektro angkatan 2008, dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk segala bantuannya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 24 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Windi Kurnia Perangin-angin

NPM : 0806366503

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Rancang Bangun Antena 2,4 GHz Untuk Jaringan Wireless LAN**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 24 Juni 2010

Yang menyatakan

( Windi Kurnia P.)

## ABSTRAK

Nama : Windi Kurnia Perangin-angin  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Antena 2,4 GHz Untuk Jaringan Wireless LAN

Skripsi ini membahas pembuatan antena *omnidirectional* dan antena sektoral pada frekuensi kerja 2,4 GHz untuk jaringan *wireless* LAN (local area network). Parameter yang harus diperhatikan dalam merancang antena untuk *wireless* LAN yaitu frekuensi kerja, pola radiasi, *gain*, polarisasi, VSWR, *return loss*, *bandwidth*, dan impedansi *input*. Pada skripsi ini telah berhasil dibuat antena *omnidirectional* dan sektoral pada frekuensi 2,4 GHz. Hasil dari antena *omnidirectional* tersebut memiliki parameter pola radiasi  $360^\circ$  pada bidang horisontal, *gain* 9 dB, polarisasi vertikal, VSWR 1,233, *return loss* -20,79 dB, *bandwidth* 230 MHz dan impedansi *input*  $48,3 + j5,17 \Omega$ . Parameter antena sektoral yang dibuat yaitu pola radiasi  $120^\circ$  pada bidang horisontal, *gain* 15 dB, polarisasi vertikal, VSWR 1,712, *return loss* -11,57, *bandwidth* 200 MHz dan impedansi *input*  $40,57 + j8,72 \Omega$ . Hasil pengukuran tersebut mendekati hasil simulasi menggunakan *software* 4NEC2. Antena yang dibuat sesuai dengan standar *wireless* LAN, sehingga antena tersebut dapat digunakan dalam jaringan *wireless* LAN.

Kata kunci : *omnidirectional*, sektoral, *wireless* LAN, *server*, *client*

## ABSTRACT

Name : Windi Kurnia Perangin-angin  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : Design and Build Antenna 2,4 GHz for Wireless LAN Network

This research explores experimentally to design and build omnidirectional and sectoral antenna for 2.4 GHz frequency wireless LAN (local area network). The parameters explored and analyzed in the process design of antenna for wireless LAN are operating frequency, radiation pattern, gain, polarization, VSWR, return loss, bandwidth and input impedance. This research report that successfully fabricated omnidirectional and sectoral antenna for 2.4 GHz frequency. The omnidirectional antenna has  $360^\circ$  radiation pattern in horizontal plane, 9 dB gain, vertical polarization, 1.233 VSWR, -20.79 dB return loss, 230 MHz bandwidth and  $48,3 + j5,17 \Omega$  input impedance. The sectoral parameters are  $120^\circ$  radiation pattern in horizontal plane, 15 dB gain, vertical polarization, 1.712 VSWR, -11.57 dB return loss, 200 MHz bandwidth and  $40,57 + j8,72 \Omega$  input impedance. The result of measurement approaches the simulation of 4NEC2 software. The omnidirectional and sectoral antenna are complied with wireless LAN standards, so the antenna can be used for wireless LAN network.

Key words: omnidirectional, sectoral, wireless LAN, server, client



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	4
<b>BAB 2 DASAR TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pengertian Antena .....	6
2.2 Mekanisme Radiasi Antena.....	7
2.3 Pola Radiasi Antena.....	9
2.3.1 Pola Radiasi Antena Omnidirectional.....	11
2.3.2. Pola Radiasi Antena Sektoral .....	12
2.4 Polarisasi.....	13
2.4.1 Polarisasi Linear.....	13
2.4.2 Polarisasi Melingkar (Circular Polarization).....	14
2.4.3 Polarisasi Ellips.....	15
2.5 Bandwith.....	15
2.6 Beamwidth.....	16
2.7 Kerapatan Daya Radiasi.....	17
2.8 Intensitas Radiasi.....	17
2.9 Directivity.....	18
2.10 Gain Antena.....	18
2.11 Impedansi Masukan Antena.....	19
2.12 VSWR.....	20
2.13 Antena Omdirectional.....	21
2.14 Antena Sektoral.....	22
2.15 Kabel Koaksial .....	23
2.16 Jaringan Wireless Local Area Network (W-LAN).....	24
2.16.1 Komponen Wireless LAN.....	25
2.16.2 Topologi Jaringan Wireless LAN .....	27
<b>BAB 3 PERANCANGAN ANTENA 2,4 GHz UNTUK</b>	
<b>JARINGAN WIRELESS LAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Perancangan Antena Omdirectional .....	29

3.1.1 Struktur Antena Omnidirectional.....	29
3.1.2 Perancangan Antena Omdirectional.....	30
3.1.3 Simulasi Antena Omnidirectional Menggunakan Software 4NEC2 .....	31
3.1.4 Proses Perancangan Antena Omnidirectional .....	33
3.2 Perancangan Antena Sektoral 120° .....	36
3.2.1 Struktur Antena Sektoral.....	36
3.2.2 Perancangan Antena Sektoral.....	37
3.2.3 Simulasi Antena Sektoral Menggunakan 4NEC2.....	39
3.2.4 Proses Pembuatan Antena Sektoral.....	40
 <b>BAB 4 PENGUJIAN DAN PENGUKURAN PARAMETER</b>	
<b>ANTENA .....</b>	<b>43</b>
4.1 Pengukuran Pola Radiasi Antena .....	43
4.1.1 Pengukuran Pola Radiasi Antena Omnidirectional.....	46
4.1.2 Pengukuran Pola Radiasi Antena Sektoral.....	50
4.2 Pengukuran VSWR Antena .....	54
4.2.1 Hasil Pengukuran VSWR Antena Omnidirectional.....	55
4.2.2 Hasil Pengukuran VSWR Antena Sektoral .....	56
4.3 Pengukuran Impedansi Input .....	56
4.3.1 Hasil Pengukuran Impedansi Input Antena Omnidirectional.....	57
4.3.2 Hasil Pengukuran Impedansi Input Antena Sektoral.....	58
4.4 Pengukuran Return Loss.....	58
4.4.1 Hasil Pengukuran Return Loss Antena Omnidirectional.....	59
4.4.2 Hasil Pengukuran Return Loss Antena Sektoral .....	60
4.5 Pengukuran Bandwith.....	60
4.5.1 Pengukuran Bandwith Antena Omnidirectional.....	61
4.5.2 Pengukuran Bandwith Antena Sektoral.....	61
4.6 Pengukuran Gain .....	61
4.6.1 Gain Antena Omnidirectional .....	62
4.6.2 Gain Antena Sektoral .....	62
4.7 Pengukuran Polarisasi .....	63
4.7.1 Polarisasi antena Omnidirectional.....	63
4.7.2 Polarisasi Antena Sektoral .....	64
4.8 Pengujian Antena Pada Jaringan Wireless LAN.....	65
4.9 Analisa Penggunaan Antena dalam Jaringan Wireless LAN.....	71
 <b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>78</b>
 <b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi standar IEEE 802.11.....	25
Tabel 4.1 Hasil pengukuran level daya antena omnidirectional.....	48
Tabel 4.2 Hasil pengukuran level daya antena sektoral .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radiasi dihasilkan oleh muatan bergerak dengan percepatan.....	8
Gambar 2.2 Dimensi pola radiasi.....	9
Gambar 2.3 Pola radiasi dari suatu antena.....	10
Gambar 2.4 Ilustrasi bidang pola radiasi .....	10
Gambar 2.5 Pola radiasi bentuk donat .....	11
Gambar 2.6 Bentuk pola radiasi antena <i>omnidirectional</i> .....	12
Gambar 2.7 Bentuk pola radiasi antena sektoral .....	13
Gambar 2.8 Polarisasi linear .....	14
Gambar 2.9 Polarisasi melingkar .....	14
Gambar 2.10 Polarisasi ellips .....	15
Gambar 2.11 Lobe pada pola radiasi antena .....	17
Gambar 2.12 Antena Omnidirectional .....	22
Gambar 2.13 Antena Sektoral .....	23
Gambar 2.14 Kabel koaksial .....	24
Gambar 2.15 Acces point dari produk Linksys, Symaster, Dlink .....	26
Gambar 2.16 Wireless LAN card dari produk Linksys, 3COM .....	26
Gambar 2.17 Konfigurasi Jaringan Wireless LAN .....	27
Gambar 2.18 Mode Ad-Hoc .....	28
Gambar 2.19 Mode Infrastruktur .....	28
Gambar 3.1 Kabel koaksial RG-213 .....	29
Gambar 3.2 Konektor kabel koaksial N-type .....	30
Gambar 3.3 Kabel Pigtail .....	30
Gambar 3.4 Disain antena omnidirectional .....	31
Gambar 3.5 Setup nilai segmen antena omnidirectional pada software 4NEC2 .....	32
Gambar 3.6 Pola radiasi simulasi antena omnidirectional .....	33
Gambar 3.7 Panjang tiap segmen .....	33
Gambar 3.8 Balun antena omnidirectional .....	34
Gambar 3.9 Hasil pembuatan antena omnidirectional .....	35
Gambar 3.10 Zona 120° .....	36
Gambar 3.11 Kawat email .....	37
Gambar 3.12 Kabel koaksial RG - 58 .....	37
Gambar 3.13 Bentuk rancangan antena sektoral .....	38
Gambar 3.14 Simulasi antena sektoral .....	39
Gambar 3.15 Pola radiasi simulasi antena sektoral .....	40
Gambar 3.16 Balun antena sektoral .....	41
Gambar 3.17 Hasil Rancangan Antena Sektoral .....	42
Gambar 4.1 Acces Point .....	44
Gambar 4.2 Tampilan pengukuran level sinyal pada wireless monitor .....	45
Gambar 4.3 Kabel Pigtail .....	46
Gambar 4.4 PCMCIA Card .....	46
Gambar 4.5 Metode pengukuran pola radiasi antena omnidirectional .....	47

Gambar 4.6 Rotasi antena .....	48
Gambar 4.7 Pola radiasi antena omnidirectional tanpa cover .....	49
Gambar 4.8 Pola radiasi antena omnidirectional dengan cover .....	50
Gambar 4.9 Metode pengukuran pola radiasi antena sektoral .....	51
Gambar 4.10 Pola radiasi antena sektoral tanpa cover .....	53
Gambar 4.11 Pola radiasi antena sektoral dengan cover .....	53
Gambar 4.12 Metode pengukuran VSWR .....	54
Gambar 4.13 Hasil pengukuran VSWR antena omnidirectional .....	55
Gambar 4.14 Hasil Pengukuran VSWR Antena Sektoral .....	56
Gambar 4.15 Hasil pengukuran impedansi input antena omnidirectional ...	57
Gambar 4.16 Hasil pengukuran impedansi input antena sektoral .....	58
Gambar 4.17 Hasil pengukuran return loss antena omnidirectional .....	59
Gambar 4.18 Hasil pengukuran return loss antena sektoral .....	60
Gambar 4.19 Axial ratio antena omnidirect .....	64
Gambar 4.20 Axial ratio antenna sektoral.....	65
Gambar 4.21 Implementasi antena dalam suatu jaringan <i>wireless</i> LAN.....	66
Gambar 4.22 Tampilan login ke acces point .....	66
Gambar 4.23 Tampilan home dari acces point .....	67
Gambar 4.24 Tampilan setting SSID .....	67
Gambar 4.25 Tampilan setting IP .....	68
Gambar 4.26 Tampilan koneksi acces point dengan client .....	69
Gambar 4.27 Hasil pengecekan koneksi antena pada WLAN.....	70
Gambar 4.28 Hasil ping dari client ke acces point .....	70
Gambar 4.29 Level daya acces point tanpa menggunakan antenna .....	77

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era teknologi saat ini, informasi selalu berkembang dengan sangat cepat. Manusia memerlukan komunikasi untuk saling bertukar informasi di mana saja, kapan saja dan dengan siapa saja. Salah satu sistem komunikasi yang merupakan andalan bagi terselenggaranya integrasi sistem telekomunikasi secara global adalah sistem komunikasi nirkabel (*wireless*). Antena merupakan perangkat yang digunakan dalam sistem komunikasi *wireless*.

Sistem komunikasi *wireless* digunakan oleh banyak pihak untuk menghubungkan *server* dan *client* pada suatu jaringan LAN (*local area network*). Teknologi *wireless* banyak digunakan oleh masyarakat, karena harga yang sudah terjangkau dan menghemat biaya untuk penarikan kabel, selain itu teknologi ini sangat praktis dan efisien. Mengingat semakin banyaknya pelanggan (*client*) yang ingin terhubung pada jaringan LAN tersebut, maka untuk memudahkan konektivitas antara *client* dan *server* digunakan teknologi *wireless*. Dalam hal ini antena berfungsi sebagai perangkat yang menghubungkan *server* dan *client*.

Dalam sistem komunikasi *wireless*, peranan antena sangat penting yaitu untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Sehingga memungkinkan komunikasi dalam suatu jaringan *wireless* LAN. Antena yang digunakan dalam jaringan *wireless* LAN disesuaikan dengan lingkup jangkauan yang diharapkan. Untuk menjangkau area 360° pada suatu jaringan *wireless* LAN maka digunakan antena *omnidirectional*, selain itu untuk mengefektifkan pancaran sinyal pada arah dan daerah tertentu saja maka digunakan antena sektoral.

Antena *omnidirectional* merupakan antena yang memiliki pola *nondirectional* pada salah satu bidang dan pola *directional* pada bidang yang lain. Bentuk pola radiasi antena *omnidirectional* digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit. Sedangkan antena sektoral adalah antena yang mempunyai jangkauan wilayah tertentu saja atau antena yang memancarkan sinyal ke arah tertentu saja. Penggunaan antena *omnidirectional* atau antena sektoral

adalah tergantung pada kebutuhan. Antena yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz sudah banyak digunakan, karena frekuensi 2,4 GHz merupakan standar dari protokol IEEE 802.11 b/g untuk *wireless* LAN. Sehingga antena *omnidirectional* dan antena sektoral yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz menjadi pilihan operasional yang sangat berguna dan fleksibel dalam jaringan *wireless* LAN.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perancangan antena yang digunakan dalam jaringan *wireless* LAN disesuaikan dengan kebutuhan dan lingkup jangkauan yang diharapkan. Pada suatu jaringan *wireless* LAN yang memiliki *client* pada area  $360^\circ$  maka digunakan antena *omnidirectional*, sedangkan untuk mengefektifkan pancaran sinyal pada daerah tertentu saja maka digunakan antena sektoral.

Dalam merancang antena *omnidirectional*, suatu elemen antena diasumsikan  $\frac{1}{2} \lambda$ , agar dapat meradiasikan ke area  $360^\circ$  pada bidang horisontal. Tujuan utama dalam merancang suatu antena *omnidirectional* yang dipasang di sisi *server* adalah memancarkan sinyal ke area  $360^\circ$ , agar dapat mengcover *client* di sekitar jaringan *wireless* LAN. Antena *omnidirectional* untuk frekuensi 2,4 GHz, ada yang terbuat dari kabel *coaxial* konektor N-type, plat PCB, dan sebagainya.

Antena sektoral hanya melayani sektor tertentu saja sedangkan sinyal ke sektor lain ditiadakan dengan memberi reflektor di sisi belakang antena sektoral tersebut. Jenis-jenis antena sektoral antara lain yaitu antena sektoral  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  dan  $180^\circ$ . Angka dengan satuan derajat tersebut menyatakan lebar sektor yang dapat dilayani.

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan rancang bangun suatu antena *omnidirectional* dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari kabel *coaxial* dan elemennya terdiri dari  $\frac{1}{2} \lambda$  sehingga mendapatkan pola radiasi yang menyebar ke area  $360^\circ$ , serta rancang bangun suatu antena sektoral  $120^\circ$  dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari kawat tembaga dan diberi reflektor sehingga dapat melayani *client* pada area  $120^\circ$ .

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Rancang bangun antenna *omnidirectional* dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari kabel *coaxial* dan elemennya terdiri dari  $\frac{1}{2} \lambda$  sehingga mendapatkan pola radiasi yang menyebar ke area  $360^\circ$  pada bidang horisontal.
2. Rancang bangun antenna sektoral  $120^\circ$  dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari kawat tembaga dan diberi reflektor sehingga pancaran sinyal hanya pada area  $120^\circ$  atau dapat melayani *client* pada area  $120^\circ$  pada bidang horisontal.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang serta membangun antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral  $120^\circ$  pada frekuensi kerja 2,4 GHz yang dapat bekerja sebagai pemancar atau penerima untuk konektivitas jaringan *wireless Local Area Network* (WLAN). Dengan adanya antenna tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai penghubung antara *server* dan *client* pada jaringan *wireless LAN*, sehingga dapat menciptakan komunikasi yang lebih praktis dan efisien. Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memperoleh wawasan yang lebih luas tentang teknologi antenna, khususnya antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral serta dapat diimplementasikan ke sistem yang nyata.

### 1.5 Metodologi

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, dilakukan langkah - langkah sebagai berikut :

#### a. Studi Literatur dan Konsultasi

Pada tahap ini dilakukan proses pembelajaran tentang konsep dasar antenna, sistem antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral serta mempelajari konfigurasi jaringan *wireless LAN*. Hal ini dilakukan dengan banyak



membaca referensi dari buku, mencari data di internet. Pada tahap ini juga dilakukan konsultasi dengan dosen pembimbing.

b. Rancang Bangun Antena *Omnidirectional* dan Antena Sektoral

Proses ini dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan spesifikasi dari antena *omnidirectional* dan antena sektorial yang akan dibuat. Pada tahap ini akan dilakukan perancangan antena *omnidirectional* dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari bahan kabel *coaxial* dan elemennya terdiri dari  $\frac{1}{2} \lambda$  untuk mendapatkan pola radiasi yang menyebar pada area  $360^\circ$ , serta perancangan antena sektorial  $120^\circ$  dengan frekuensi 2,4 GHz yang terbuat dari kawat tembaga dan diberi reflektor. Sebelum membuat antena, maka akan disimulasikan terlebih dahulu pada *software* 4NEC2. Berdasarkan hasil rancangan tersebut akan dilakukan pembuatan antena *omnidirectional* dan antena sektorial  $120^\circ$  sesuai dengan yang diharapkan.

c. Pengujian dan Pengukuran Parameter Antena

Dari hasil antena yang telah dibuat, maka akan dilakukan pengujian dan pengukuran parameter antena tersebut. Parameter antena yang diukur antara lain : pola radiasi, frekuensi kerja, VSWR, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, polarisasi dan impedansi *input* yang dihasilkan.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini dibagi dalam lima bab sebagai berikut :

### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang,, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika pembahasan.

### BAB 2 TEORI RADIASI ANTENA OMNIDIRECTIONAL DAN SEKTORAL

Bab ini memberikan teori untuk menunjang penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini. Teori yang diberikan antara lain konsep dasar tentang antena, konfigurasi antena *omnidirectional* dan antena sektorial, kabel *coaxial* dan jaringan *wireless* LAN.

### BAB 3 RANCANG BANGUN ANTENA 2,4 GHz UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN

Bab ini membahas tentang spesifikasi antena yang akan dirancang serta rancang bangun antena *omnidirectional* dan antena sektoral, yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz untuk jaringan *wireless* LAN.

### BAB 4 PENGUJIAN DAN PENGKURAN PARAMETER ANTENA

Bab ini membahas tentang pengujian dari antena yang telah dibuat dan pengukuran parameter utama antena, antara lain : pola radiasi, frekuensi kerja, VSWR, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, polarisasi dan impedansi *input* antena.

### BAB 5 KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil rancang bangun, pengujian dan pengukuran parameter antena.

## BAB 2

### TEORI RADIASI ANTENA OMNIDIRECTIONAL DAN SEKTORAL

Landasan teori sangat diperlukan dalam rancang bangun antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral, sehingga akan dihasilkan suatu rancangan sesuai dengan yang diharapkan. Pada bab ini akan dibahas teori dasar yang berkaitan dengan rancang bangun antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral, yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz untuk jaringan *wireless* LAN.

#### 2.1 Pengertian Antena

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Dalam sistem komunikasi *wireless* peranan antena sangat penting, yaitu untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena merupakan suatu piranti transisi antara saluran transmisi dan udara bebas. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Antena juga merupakan *transducer*, karena mengubah arus listrik bolak-balik (ac) menjadi gelombang elektromagnetik.

Jenis antena antara lain adalah antena isotropis, antena *omnidirectional*, dan antena sektoral. Antena isotropis (*isotropic*) merupakan sumber titik yang memancarkan daya ke segala arah dengan intensitas yang sama, seperti permukaan bola. Antena ini tidak ada dalam kenyataan dan hanya digunakan sebagai dasar untuk merancang dan menganalisa struktur antena yang lebih kompleks. Antena *omnidirectional* adalah antena yang memancarkan daya ke area  $360^\circ$ , dan bentuk pola radiasinya digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit. Antena ini ada dalam kenyataan, dan dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antena yang lebih kompleks. Contoh antena ini adalah antena dipole setengah panjang gelombang. Sedangkan antena sektoral adalah antena yang mempunyai jangkauan wilayah pada sektor (daerah) tertentu saja. Ketiga jenis antena di atas merupakan antena tunggal, dan

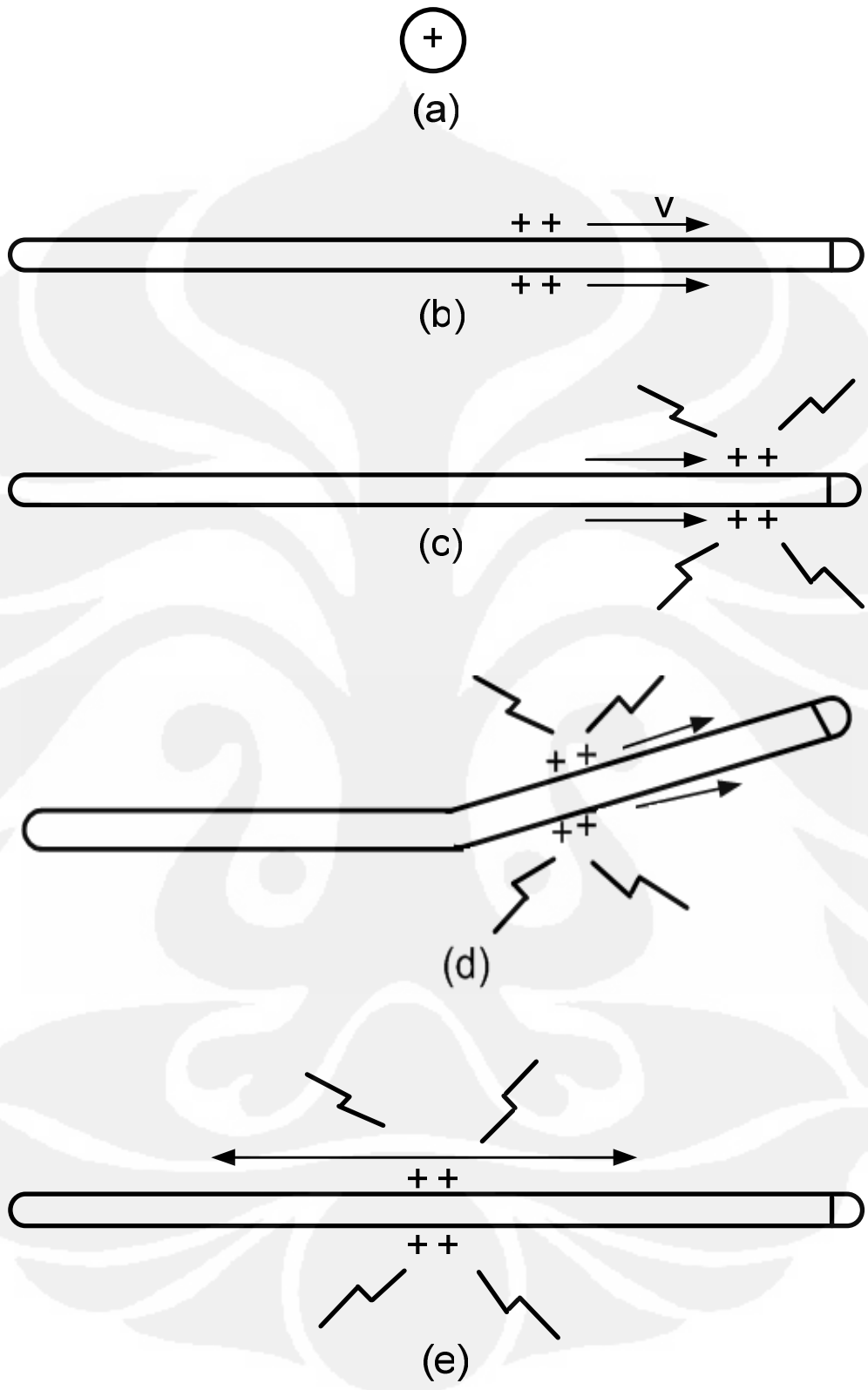
bentuk pola radiasinya tidak dapat berubah tanpa merubah fisik antena atau memutar secara mekanik dari fisik antena.

## 2.2 Mekanisme Radiasi Antena

Proses radiasi atau perambatan gelombang dari antena menuju ruang udara bebas adalah analogi dengan gelombang yang terjadi bila sebuah batu dijatuhkan ke dalam air. Pada sekeliling tempat jatuh batu di permukaan air tersebut akan timbul gelombang-gelombang yang bergerak menjauh. Lingkaran-lingkaran gelombang tersebut lebih dari satu. Demikian juga gelombang-gelombang atau garis-garis medan listrik yang berbentuk *loop* akan timbul di sekeliling antena. Fenomena radiasi atau perambatan energi menuju udara bebas disebabkan oleh muatan listrik yang bergerak dengan kecepatan yang selalu berubah-ubah, atau dengan kata lain muatan listrik tersebut bergerak dengan percepatan. Muatan listrik yang diam atau statis tidak menyebabkan radiasi (gambar 2.1.a), demikian juga muatan listrik yang bergerak dengan kecepatan konstan (tidak ada percepatan) pada penghantar dengan panjang tertentu tidak mengakibatkan radiasi (gambar 2.1.b).

Ketika muatan listrik yang bergerak sampai di ujung penghantar, terjadi pemantulan sehingga muatan mendapatkan percepatan/perlambatan atau kecepatannya berubah yang mengakibatkan radiasi (gambar 2.1.c). Radiasi akan terjadi juga bila penghantar tidak lurus (bengkok, diameter berubah) yang dialiri oleh muatan listrik dengan kecepatan konstan. Perubahan kecepatan terjadi saat muatan listrik melewati bagian penghantar yang tidak lurus sehingga menimbulkan perubahan kecepatan (gambar 2.1.d). Begitu juga muatan listrik yang harmonik bergerak maju-mundur sepanjang penghantar akan menyebabkan radiasi (gambar 2.1.e) [1].

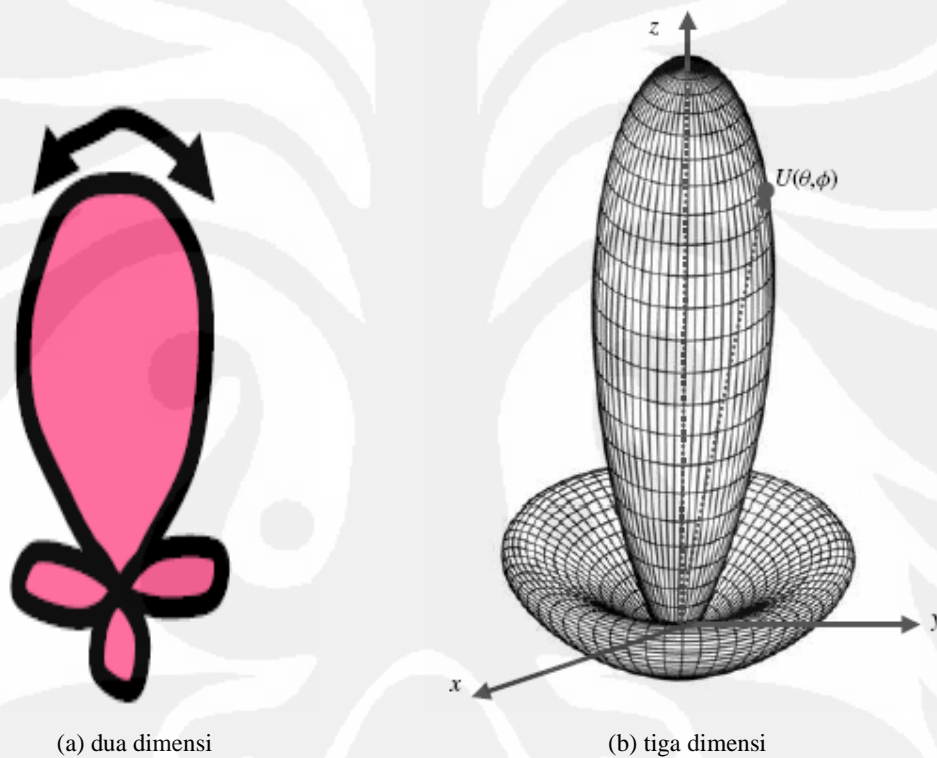
Penjelasan mengenai radiasi diatas dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1 Radiasi dihasilkan oleh muatan bergerak dengan percepatan [1]

### 2.3 Pola Radiasi Antena

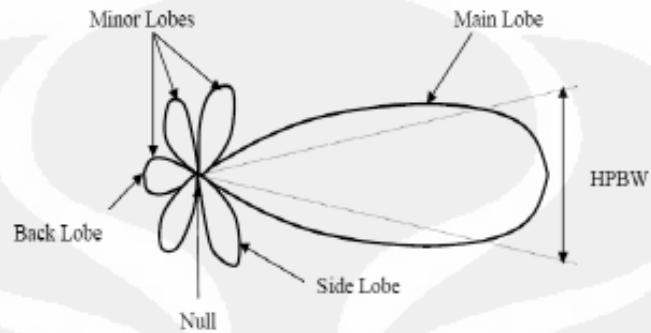
Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi suatu antena sebagai fungsi koordinat ruang. Pola radiasi (*radiation pattern*) merupakan salah satu parameter penting dari suatu antena. Parameter ini sering dijumpai dalam spesifikasi suatu antena, sehingga dapat dilihat bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena tersebut. Pola ini dibuat untuk mengukur kuat medan pada setiap titik permukaan di sekitar antena dengan antena sebagai pusatnya. Penggambaran pola radiasi adalah tiga dimensi, tetapi biasanya pola radiasi yang terukur merupakan irisan dua dimensi dari pola tiga dimensi, di bidang horisontal atau vertikal.



Gambar 2.2 Dimensi pola radiasi [1]

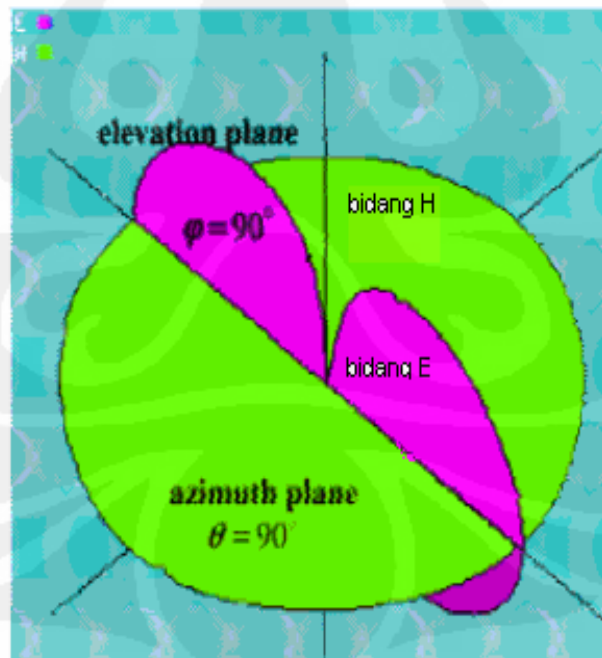
Pola radiasi suatu antena pada umumnya terdiri dari sebuah lobe utama (*main lobe*) dan beberapa lobe kecil (*minor lobe*). *Main lobe* adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang mempunyai nilai maksimum. *Minor lobe* adalah bagian pola radiasi selain *main lobe*. *Minor lobe* merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan. *Minor lobe* terdiri dari *side lobe* dan *back lobe*. *Side lobe* merupakan bagian pola radiasi yang terletak disamping *main lobe* dan merupakan

bagian *minor lobe* yang terbesar. *Back lobe* adalah bagian pola radiasi yang berlawanan arah dengan *main lobe*.



Gambar 2.3 Pola radiasi dari suatu antenna [2]

Apabila dilihat dari penamaan bidang, maka pola radiasi ada empat macam, yaitu : Bidang H ialah bidang magnet dari pola radiasi antenna, bidang E ialah medan listrik dari pola radiasi antenna, bidang elevasi ialah pola radiasi yang diamati dari sudut elevasi dan bidang azimuth ialah pola radiasi yang diamati dari sudut azimuth. Bidang H dan bidang E adalah saling tegak lurus dan antara bidang elevasi dan bidang azimuth juga saling tegak lurus.

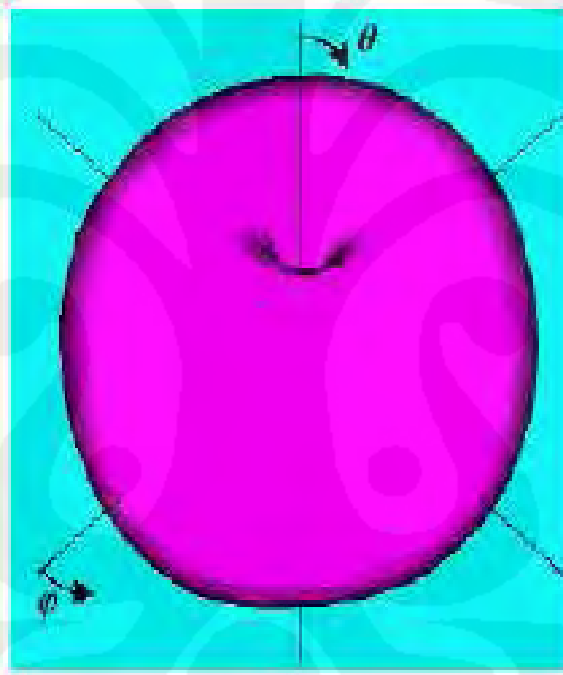


Gambar 2.4 Ilustrasi bidang pola radias [2]

Pada gambar 2.4 di atas memperlihatkan bentuk koordinat pada bidang pola radiasi, untuk warna hijau ialah bidang azimuth atau bidang H, sedangkan warna ungu menjelaskan bidang elevasi atau bidang E.

### 2.3.1 Pola Radiasi Antena Omnidirectional

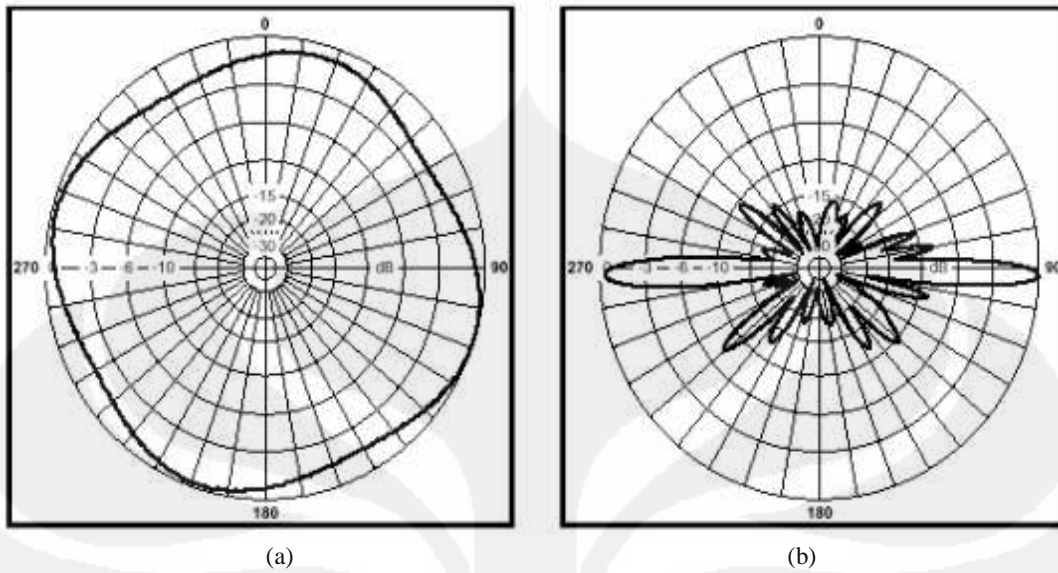
Antena *Omnidirectional* adalah antena yang memancarkan daya area  $360^\circ$ , dan bentuk pola radiasinya digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit.



Gambar 2.5 Pola radiasi bentuk donat [2]

Antena *omnidirectional* pada umumnya mempunyai pola radiasi  $360$  derajat apabila pola radiasinya dilihat pada bidang medan magnet (H). Pada gambar 2.6 dapat dilihat pola radiasi antena *omnidirectional*. Potongan medan *horizontal* memperlihatkan radiasi yang berbentuk lingkaran  $360$  derajat. Potongan medan vertikal memperlihatkan penampang medan yang sangat tipis pada sumbu vertikal.

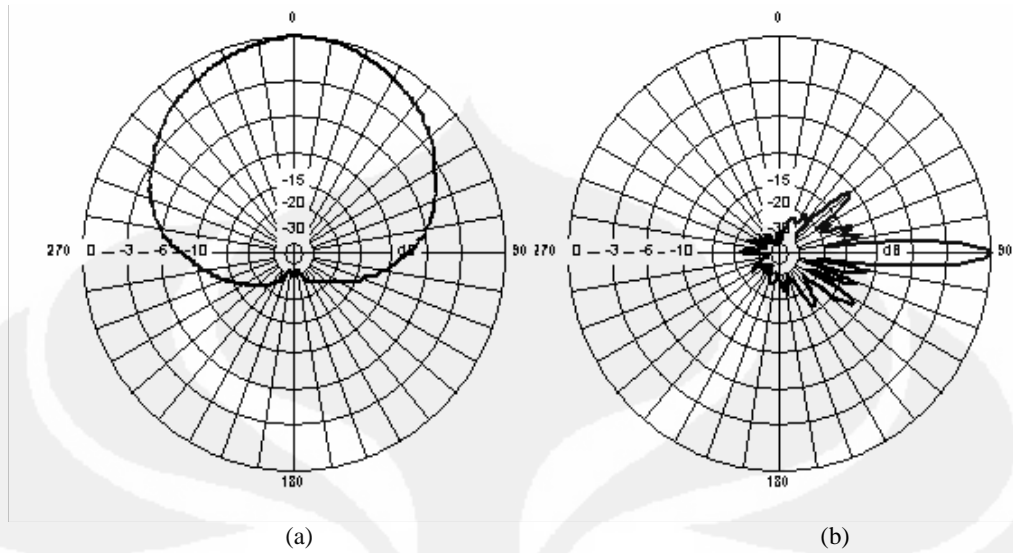




Gambar 2.6 Bentuk pola radiasi antenna *omnidirectional* [3]  
 (a) Pola radiasi bidang medan magnet (H)  
 (b) Pola radiasi bidang medan listrik (E)

### 2.3.2. Pola Radiasi Antena Sektoral

Antena sektoral adalah antena yang mempunyai jangkauan wilayah pada sektor (daerah) tertentu saja. Berbeda dengan antena *omnidirectional* yang dapat memancarkan sinyal dalam jangkauan 360 derajat. Antena sektoral hanya dapat memancarkan sinyal pada wilayah / sektor yang terbatas, biasanya 45-180 derajat saja. Keuntungan yang diperoleh dengan membatasi wilayah pelayanan tersebut adalah antena sektoral mempunyai gain yang lebih besar daripada antena *omnidirectional*. Pada gambar 2.7 dapat dilihat potongan medan horizontal antena sektoral yang hanya melebar pada satu sisi saja. Sedangkan pada potongan medan vertikal sangat pipih seperti antena *omnidirectional*.



Gambar 2.7 Bentuk pola radiasi antenna sektoral [3]

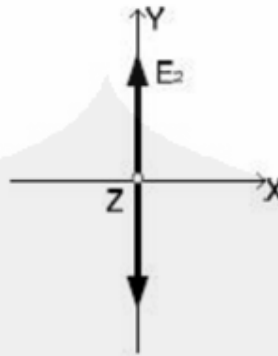
- (a) Pola radiasi bidang medan magnet (H)
- (b) Pola radiasi bidang medan listrik (E)

## 2.4 Polarisasi

Polarisasi gelombang didefinisikan sebagai arah dari vektor medan listrik terhadap arah rambatan. Polarisasi antenna pada arah tertentu merupakan polarisasi dari gelombang yang dipancarkan oleh antenna tersebut. Polarisasi gelombang dikelompokkan menjadi polarisasi *linear*, lingkaran (*circular*) dan ellipsis.

### 2.4.1 Polarisasi Linear

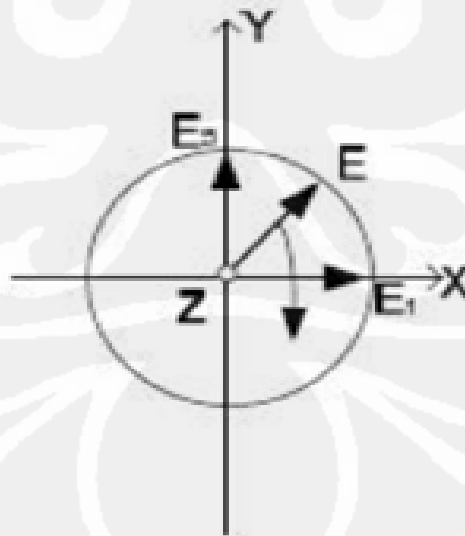
Polarisasi *linear* adalah vektor medan listrik tetap berada pada bidang yang sama dengan arah rambatan. Polarisasi linear terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Suatu gelombang yang dipolarisasi *linear* yang dipancarkan di atas permukaan bumi disebut terpolarisasi tegak (*vertically polarized*), jika medan listrik tegak lurus permukaan bumi dan terpolarisasi mendatar (*horizontally polarized*), jika vektor medan listrik sejajar dengan permukaan bumi.



Gambar 2.8 Polarisasi linear [3]

### 2.4.2 Polarisasi Melingkar (Circular Polarization)

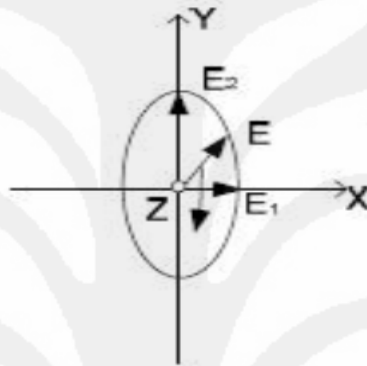
Polarisasi melingkar terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Hand Circular Polarization* (RHCP). Bila perputarannya sesuai dengan arah jarum jam yang dilihat dalam arah rambatan, maka polarisasinya disebut sebagai ke kanan (RHCP). Jika perputarannya berlawanan dengan arah jarum jam, maka polarisasinya adalah ke kiri (LHCP).



Gambar 2.9 Polarisasi melingkar [3]

### 2.4.3 Polarisasi Ellips

Pada keadaan tertentu, vektor medan listrik dapat berputar terhadap garis rambatan. Alur yang digambarkan oleh ujung dari vektor medan listrik dapat berbentuk ellips dan hal ini disebut sebagai polarisasi ellips. Polarisasi ellips terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan listrik berada pada jalur kedudukan elips pada ruang.



Gambar 2.10 Polarisasi ellips [3]

### 2.5 Bandwith

*Bandwith* (lebar jalur) antenna merupakan rentang frekuensi dimana unjuk kerja antenna sesuai dengan karakteristik dan standar yang telah ditentukan. Untuk antenna *broadband*, lebar jalur biasanya dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi sisi atas dan frekuensi sisi bawah. Sebagai contoh lebar jalur 10:1, menunjukkan bahwa frekuensi teratas 10 kali frekuensi terbawah. Untuk antenna *narrowband*, lebar jalur dinyatakan sebagai persentase perbedaan frekuensi (frekuensi teratas dikurangi frekuensi terbawah) terhadap frekuensi tengahnya. Sebagai contoh lebar jalur 5 % menunjukkan bahwa beda frekuensi operasi yang diterima adalah 5 % frekuensi tengah [4].

Pemakaian sebuah antenna dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada range frekuensi kerja tersebut antenna 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 antenna

pada range frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti. Sehingga pola radiasi yang sudah direncanakan serta VSWR yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Daerah frekuensi kerja dimana antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth antenna*. Sebagai contoh, sebuah antenna bekerja pada frekuensi tengah sebesar  $f_c$ , namun antenna tersebut juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi  $f_l$  (di bawah  $f_c$ ) sampai dengan  $f_h$  ( di atas  $f_c$ ), maka lebar *bandwidth* dari antenna tersebut adalah  $(f_h - f_l)$ . Tetapi apabila dinyatakan dalam persentase, maka *bandwidth* antenna tersebut adalah [4] :

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100 \% \quad (2.1)$$

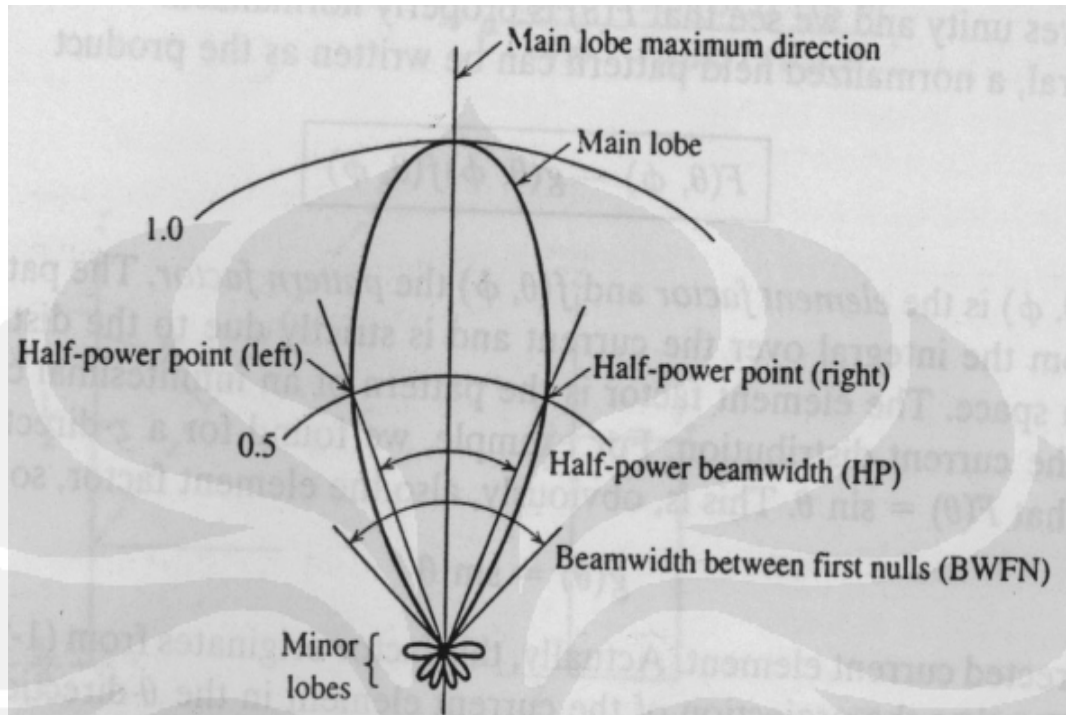
*Bandwidth* yang dinyatakan dalam persentase, biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* antenna-antenna yang memiliki *band* sempit (*narrowband*). Sedangkan untuk *band* yang lebar (*broaband*) biasanya digunakan definisi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah [4].

$$BW = \frac{f_h}{f_l} \quad (2.2)$$

## 2.6 Beamwidth

*Beamwidth* (lebar berkas) adalah besar sudut antar arah radiasi yang bernilai sama pada sisi-sisi *mayor lobe*. Lebar berkas didefinisikan oleh *half power beamwidth* (HPBW) dan *first null beamwidth* (FNBW). HPBW adalah lebar berkas (sudut) diantara sisi-sisi *main lobe* yang nilai dayanya setengah dari nilai daya maksimum/puncak *main lobe*, HPBW disebut juga lebar berkas -3 dB. FNBW adalah sudut diantara sisi-sisi *main lobe* yang nilai dayanya nol. Nilai daya maksimum atau nilai puncak *main lobe* dapat menunjukkan kualitas pemancaran atau penerimaan suatu antenna. Kualitas ini disebut dengan efisiensi berkas (*beam efficiency / BE*). Efisiensi berkas merupakan perbandingan daya pada *main lobe* dengan daya total antenna [4].

$$BE = \frac{\text{Daya pancar atau terima pada main lobe}}{\text{Daya pancar atau terima pada antenna}} \quad (2.3)$$



Gambar 2.11 Lobe pada pola radiasi antenna [4]

## 2.7 Kerapatan Daya Radiasi

Kerapatan daya radiasi adalah jumlah daya yang diradiasikan suatu antenna di dalam suatu permukaan daerah seluas  $4\pi r^2$  yang berjarak  $r$  dari antenna [4].

$$W_{\text{rad}} = \frac{P_{\text{rad}}}{4\pi r^2} \quad (2.4)$$

## 2.8 Intensitas Radiasi

Satuan luas bidang dua dimensi yang bersudut adalah radian. Jika diketahui suatu lingkaran dengan jari-jari  $r$ , maka satu radian adalah luas bidang bersudut yang mempunyai panjang garis dari pusat ke garis lengkung (jari-jari) sebesar  $r$  dan panjang garis lengkung adalah  $r$  juga. Sehingga keliling lingkaran sama dengan  $2\pi r$  atau  $2\pi$  radian. Satuan luas ruang tiga dimensi yang bersudut adalah steradian. Jika diketahui suatu bola dengan jari-jari  $r$ , maka satu steradian adalah ruang yang bersudut (sudut ruang) yang berjarak  $r$  dari pusat bola dan di

permukaan bola mempunyai luas sebesar  $r^2$ . Jika luas lingkaran di permukaan bola yang berjarak  $r$  adalah  $4\pi r^2$ , maka luasnya sama dengan  $4\pi$  sr [4].

$$1 \text{ sr} = 1 \text{ rad}^2 \quad [2.5]$$

Intensitas radiasi adalah daya yang diradiasikan atau dipancarkan dari suatu antena per unit sudut ruang atau merupakan perkalian antara kerapatan radiasi dengan kuadrat jarak [4].

$$U = r^2 W_{\text{rad}} \quad [2.6]$$

dimana :

$U$  = intensitas radiasi (W/sr atau W/rad<sup>2</sup>)

$W_{\text{rad}}$  = kerapatan radiasi (W/m<sup>2</sup>)

$r$  = jarak dari antena (m)

## 2.9 Directivity

*Directivity* ( $D_o$ ) atau keterarahan adalah harga maksimum *directive gain* pada arah tertentu. *Directive gain* ( $D_g$ ) adalah perbandingan intensitas radiasi suatu antena pada arah tertentu dengan intensitas radiasi antena referensi (sumber isotropis) [4].

$$D_g = \frac{U}{U_o} = \frac{4\pi U}{P_{\text{rad}}} \quad [2.7]$$

$$D_o = \frac{U_{\text{max}}}{U_o} = \frac{4\pi U_{\text{max}}}{P_{\text{rad}}} \quad [2.8]$$

Untuk sumber isotropis, *directive gain* dan *directivity* sama dengan satu, jika  $U = U_o = U_{\text{max}}$ . *Directivity* sumber isotropis sama dengan satu, jika daya radiasi sama baik pada semua arah. Untuk sumber lain, nilai *directivity* lebih besar dari satu yang menunjukkan keterarahan antena dibandingkan sumber isotropis, sedangkan nilai *directive gain* kurang dari satu atau bisa juga sama dengan satu [4].

## 2.10 Gain Antena

*Gain* atau penguatan antena pada arah tertentu adalah perkalian  $4\pi$  dengan nilai perbandingan antara intensitas radiasi pada arah tertentu dan daya bersih

yang diterima antenna dari pemancar. Jika arah tidak disebutkan, nilai *power gain* biasanya diambil dalam arah maksimum. *Gain* antenna (*G*) dapat dihitung dengan menggunakan antenna lain sebagai antenna standard atau sudah memiliki gain standard, dimana akan dibandingkan daya yang diterima antara antenna standard dengan antenna yang akan diukur dari antenna pemancar yang sama dan dengan daya yang sama.

$$\text{Gain} = 4\pi \frac{\text{Intensitas radiasi}}{\text{Daya input total}} = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (2.9)$$

*Gain* mempunyai kaitan erat dengan *directivity* dimana pada *gain*, efisiensi antenna ikut diperhitungkan. Efisiensi antenna yang dimaksud merupakan efisiensi total yang diperoleh sebagai akibat adanya rugi-rugi (*losses*), antara lain karena *mismatch* antara saluran transmisi dengan antenna, rugi-rugi pada konduktor, dan rugi-rugi pada bahan dielektrik.

$$G = \eta D \quad (2.10)$$

dimana :

*G* = Gain

$\eta$  = Efisiensi antenna

*D* = Directivity

### 2.11 Impedansi Masukan Antena

Impedansi masukan adalah impedansi yang ditunjukkan oleh antenna pada terminalnya atau perbandingan antara komponen medan listrik dan medan magnet pada suatu titik. Impedansi masukan merupakan nilai perbandingan antara tegangan dan arus pada terminal antenna [4].

$$Z_{in} = \frac{V}{I} \quad (2.11)$$

dimana :

*Z<sub>in</sub>* = impedansi input ( $\Omega$ )

*V* = tegangan terminal input (Volt)

*I* = arus terminal input (Ampere)



Impedansi antena terdiri dari bagian riil dan imajiner, yang dapat dinyatakan dengan :

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \quad (2.12)$$

Resistansi input ( $R_{in}$ ) menyatakan tahanan disipasi. Reaktansi input ( $X_{in}$ ) menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat dari antena.

## 2.12 VSWR

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan impedansi input antena dengan saluran transmisi yang tidak *matching*. Besar nilai VSWR yang ideal adalah satu, yang berarti semua daya yang diradiasikan antena pemancar diterima oleh antena penerima (*matching impedance*). Semakin besar nilai VSWR menunjukkan daya yang dipantulkan juga semakin besar dan semakin tidak *match*.

Pengukuran VSWR berhubungan dengan pengukuran koefisien refleksi dari antena tersebut. Koefisien refleksi ( $\Gamma$ ) merupakan perbandingan level tegangan yang kembali ke pemancar atau tegangan pantul ( $V^-$ ) dengan tegangan datang yang menuju beban ( $V^+$ ).

$$\Gamma = \frac{V^-}{V^+} \quad (2.13)$$

Hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran ( $Z_0$ ) dan impedansi beban ( $Z_L$ ) adalah sebagai berikut [5]:

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.14)$$

Harga koefisien refleksi dapat bervariasi antara 0 sampai 1. Jika koefisien refleksi = 0 berarti seluruh daya yang dikirim oleh pemancar diterima oleh antena penerima (*matched*), jika nilai koefisien refleksi = 1 berarti sinyal yang datang ke beban seluruhnya dipantulkan kembali ke sumbernya semula. Sedangkan nilai

VSWR adalah antara 1 sampai  $\infty$ . Dalam prakteknya, VSWR harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

Nilai VSWR dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (2.15)$$

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.16)$$

### 2.13 Antena Omdirectional

Antena *omnidirectional* adalah antena yang memancarkan daya area  $360^\circ$ , dan bentuk pola radiasinya digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*). Antena ini ada dalam kenyataan, dan dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antena yang lebih kompleks. Contoh antena ini adalah antena dipole setengah panjang gelombang. Antena *omnidirectional* yang dipasang pada sisi *server* dapat melayani setiap *client* pada area  $360^\circ$  dalam suatu area WiFi. Suatu elemen antena *omnidirectional* diasumsikan  $\frac{1}{2} \lambda$ , agar dapat meradiasikan daya pada area  $360^\circ$  dengan intensitas yang sama<sup>[15]</sup>. Antena *omnidirectional* untuk frekuensi 2,4 GHz, ada yang terbuat dari kabel *coaxial* konektor N-type, plat PCB, dan sebagainya.

Antena *omnidirectional* memiliki pola radiasi 360 derajat secara horizontal, sehingga bagus digunakan sebagai antena *access point*. Antena *omnidirectional* lebih banyak mempunyai polarisasi vertikal, meskipun tersedia juga polarisasi horizontal. Antena *omnidirectional* dengan polarisasi horizontal biasanya lebih mahal dibandingkan antena *omnidirectional* yang berpolarisasi vertikal, karena jika polarisasinya horizontal maka lebih kompleks dalam pembuatannya dan diproduksi dalam jumlah yang sedikit. Gain dari antena *omnidirectional* adalah antara 3dB-12Db [6]. Salah satu jenis antena *omnidirectional* adalah antena *omnidirectional* coliner. Polarisasi antena *omnidirectional* coliner adalah vertikal. Contoh antena *omnidirectional* dapat dilihat pada gambar 2.14 sebagai berikut :



Gambar 2.12 Antena Omnidirectional [7]

#### 2.14 Antena Sektoral

Antena sektoral adalah antena yang mempunyai jangkauan wilayah pada sektor (daerah) tertentu saja. Ada bermacam-macam jenis antena sektoral antara lain yaitu antena sektoral  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  dan  $180^\circ$ . Angka dengan satuan derajat tersebut menyatakan lebar sektor yang dapat dilayani.

Antena sektoral hanya dapat memancarkan sinyal pada wilayah / sektor yang terbatas, biasanya 45-180 derajat saja, berbeda dengan antena *omnidirectional* yang dapat memancarkan sinyal dalam jangkauan 360 derajat. Keuntungan yang diperoleh dengan membatasi wilayah servis tersebut adalah antena sektoral mempunyai gain yang lebih besar daripada antena *omnidirectional*.

Antena sektoral memiliki pola radiasi pada wilayah yang terbatas, biasanya berkisar antara  $45^\circ$  sampai  $180^\circ$ . Gain dari antena sektoral adalah

antara 9 dB–19 dB [7]. Contoh antena sektoral dapat dilihat pada gambar 2.15 sebagai berikut :



Gambar 2.13 Antena Sektoral [7]

### 2.15 Kabel Koaksial

Kabel koaksial merupakan salah satu saluran transmisi yang biasa digunakan untuk menghubungkan suatu perangkat dengan antena. Kabel koaksial merupakan kabel transmisi berfrekuensi tinggi yang terdiri dari kawat tembaga yang terbungkus dalam pelindung logam dan dilengkapi pelindung plastik eksternal. Kabel jenis ini mampu meredam *noise* untuk meningkatkan kualitas transmisinya. Keuntungan menggunakan kabel koaksial adalah murah dan jarak jangkauannya cukup jauh, memiliki perlindungan terhadap derau yang lebih tinggi dan mampu mengirimkan data dengan kecepatan standar.

Kabel koaksial mengandung penghantar yang terbuat dari tembaga pada bagian inti. Penghantar ini diselubungi dengan penyekat (*isolator*) serta diselubungi dengan kawat, dan kawat dibungkus dengan penyekat. Kabel koaksial biasa digunakan untuk koneksi jaringan lokal, koneksi TV kabel atau antena TV. Kecepatan data berkisar 100 Mbps sampai 2,4 Gbps.

Jenis-jenis kabel koaksial yang umum digunakan antara lain adalah [8]:

- RG-8, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-11, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-58, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-213, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-214, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-142, memiliki impedance 50  $\Omega$  dan digunakan untuk thick Ethernet
- RG-59, memiliki impedance 75  $\Omega$  dan digunakan untuk kabel TV



Gambar 2.14 Kabel koaksial [8]

Kabel koaksial sangat ideal untuk membawa atau menghantarkan sinyal listrik yang berfrekuensi tinggi, seperti : kabel penghubung antara TV dan antena atau untuk menghubungkan perangkat radio dengan antena.

## 2.16 Jaringan Wireless Local Area Network (W-LAN)

*Wireless LAN* merupakan suatu jaringan area lokal tanpa kabel dimana media transmisinya melalui udara menggunakan frekuensi radio. Prinsip dasar pada jaringan *wireless LAN* pada dasarnya sama dengan jaringan LAN yang menggunakan kabel, perbedaan yang utama adalah pada media transmisinya, yaitu *wireless LAN* melalui udara. Sedangkan pada jaringan *wired LAN* media transmisi melalui kabel. Pengguna jaringan *wireless LAN* saat ini semakin banyak, karena memiliki beberapa kelebihan. Kelebihan dari *wireless LAN* antara lain adalah sebagai berikut:

- Dengan sistem *wireless LAN*, pengguna dapat mengakses informasi dimanapun. Mobilitas mendorong produktivitas dan keuntungan pelayanan dibandingkan *wired network*

- Instalasi sistem *wireless* LAN lebih cepat dan mudah serta dapat mengurangi penggunaan kabel
- Teknologi *wireless* memungkinkan jaringan dipasang ditempat dimana *wired network* tidak bisa dipasang
- Sistem wireless LAN dapat dikonfigurasi dalam beberapa macam topologi tergantung kebutuhan aplikasi dan instalasi. Konfigurasi dapat dengan mudah diubah dari peer-to-peer network untuk jumlah pengguna yang sedikit sampai pada *full* infrastruktur *network* dengan jumlah pengguna yang banyak
- Lebih praktis dalam pengembangan maupun *redesign* jaringan karena tanpa merusak/merubah jaringan fisik yang ada
- Biaya pemeliharaan lebih sedikit
- Fleksibel

Spesifikasi yang digunakan dalam *wireless* LAN adalah standar IEEE 802.11 yang biasa juga disebut dengan standar WiFi (*Wireless Fidelity*). Ada beberapa jenis spesifikasi dari 802,11 yaitu 802.11b, 802.11g, 802.11a, dan 802.11n. Pada umumnya, WiFi menggunakan standarisasi WLAN IEEE 802.11b atau IEEE 802.11g. Pada standar IEEE 802.11b, kecepatan transfer data maksimal yang dapat dicapai adalah 11 Mbps dan beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Sedangkan standar IEEE 802.11g, kecepatan transfer data maksimal dapat mencapai 54 Mbps dengan frekuensi yang sama yaitu 2,4 GHz.

Tabel 2.1 Spesifikasi standar IEEE 802.11 [9]

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Band	Sesuai spesifikasi
802.11b	11 Mb/s	2.4 GHz	b
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	a
802.11g	54 Mb/s	2.4 GHz	b , g
802.11n	100 Mb/s	2.4 GHz	b , g , n

### 2.16.1 Komponen Wireless LAN

Suatu jaringan *wireless* LAN terdiri dari beberapa komponen antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Access Point

*Access point* merupakan perangkat yang menjadi sentral koneksi dari pengguna (*user*) ke jaringan. *Access point* adalah penghubung agar *client* dapat bergabung ke dalam sebuah sistem jaringan. *Access point* berfungsi mengkonversi sinyal frekuensi radio menjadi sinyal digital yang akan disalurkan melalui kabel dan mengkonversi sinyal digital menjadi sinyal frekuensi radio yang akan disalurkan ke perangkat.



Gambar 2.15 Acces point dari produk Linksys, Symaster, Dlink [9]

b. Wireless LAN Card

*Wireless LAN Card* merupakan peralatan yang dipasang di *Mobile/Desktop PC*. *WLAN Card* ini berfungsi sebagai *interface* antara sistem operasi jaringan *client* dengan format *interface* udara ke *access point*. *WLAN Card* dapat berupa *PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)*, *ISA Card*, *USB Card* atau *Ethernet Card*.



Gambar 2.16 Wireless LAN card dari produk Linksys, 3COM [10]

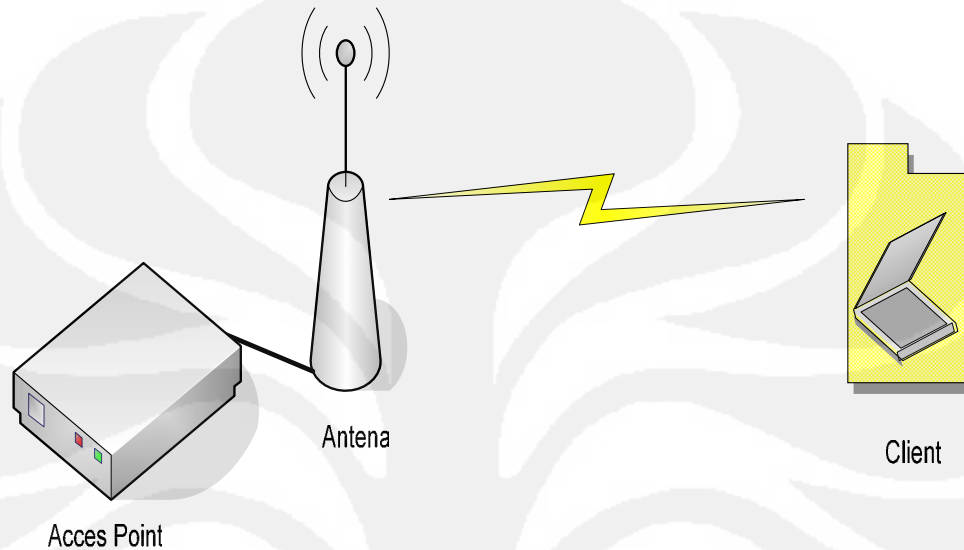
c. Mobile/Desktop PC

*Mobile/Desktop PC* merupakan perangkat akses untuk pengguna. Pada *mobile PC*, pada umumnya sudah terpasang port *PCMCIA* sedangkan *desktop PC* harus ditambahkan *wireless adapter* melalui *PCI (Peripheral Component Interconnect) card* atau *USB (Universal Serial Bus)*.

d. Antena



Antena merupakan alat untuk mentransformasikan sinyal radio yang merambat pada sebuah konduktor menjadi gelombang elektromagnetik yang merambat di udara. Antena digunakan untuk memperkuat daya pancar.



Gambar 2. 17 Konfigurasi Jaringan Wireless LAN

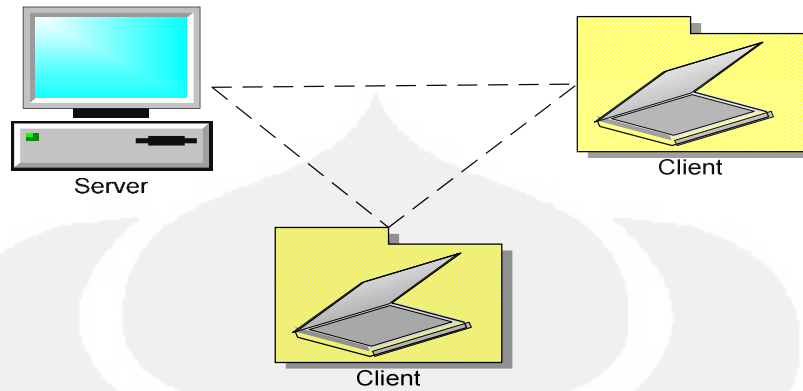
### 2.16.2 Topologi Jaringan Wireless LAN

Pada jaringan *wireless* LAN terdapat dua mode atau topologi untuk menghubungkan *client*, yaitu :

a. Mode Ad-Hoc

Ad-Hoc merupakan mode jaringan WLAN yang sangat sederhana, karena pada ad-hoc tidak memerlukan *access point* untuk *host* dapat saling berinteraksi. Setiap *host* cukup memiliki *transmitter* dan *reciever wireless* untuk berkomunikasi secara langsung satu sama lain, seperti pada gambar 2.18. Kekurangan dari mode ini adalah komputer tidak bisa berkomunikasi dengan komputer pada jaringan yang menggunakan kabel. Selain itu, daerah jangkauan pada mode ini terbatas pada jarak antara kedua komputer tersebut. Dengan memasang nilai SSID (*Service Set Identifier*) yang sama pada setiap komputer, maka komputer tersebut sudah dapat saling berhubungan. Ad-Hoc merupakan mode jaringan peer to peer.

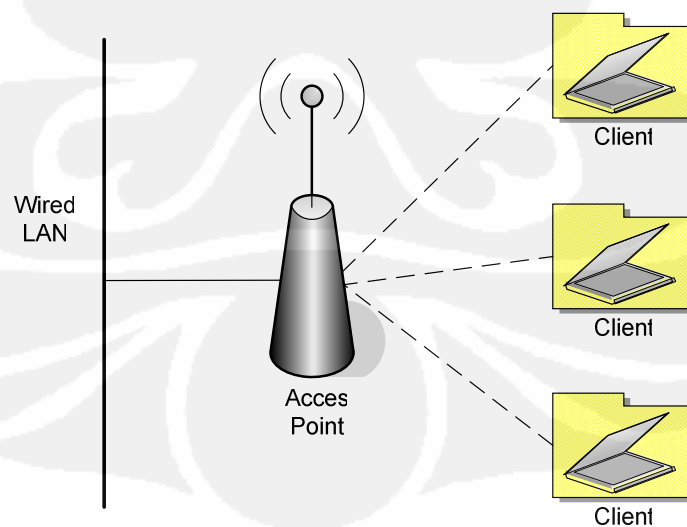




Gambar 2.18 Mode Ad-Hoc

#### b. Mode Infrastruktur

Jika komputer pada jaringan *wireless* ingin mengakses jaringan kabel atau berbagi printer misalnya, maka jaringan *wireless* tersebut harus menggunakan mode infrastruktur, seperti pada gambar 2.19. Pada mode infrastruktur *access point* berfungsi untuk melayani komunikasi pada jaringan *wireless*. Dalam mode infrastruktur, setiap komputer tidak berkomunikasi secara langsung melainkan melalui sebuah *access point*. *Access point* mentransmisikan data pada PC dengan jangkauan tertentu pada suatu daerah. Penambahan dan pengaturan letak *access point* dapat memperluas jangkauan dari *wireless* LAN.



Gambar 2.19 Mode Infrastruktur

### BAB 3

## RANCANG BANGUN ANTENA 2,4 GHz UNTUK JARINGAN WIRELESS LAN

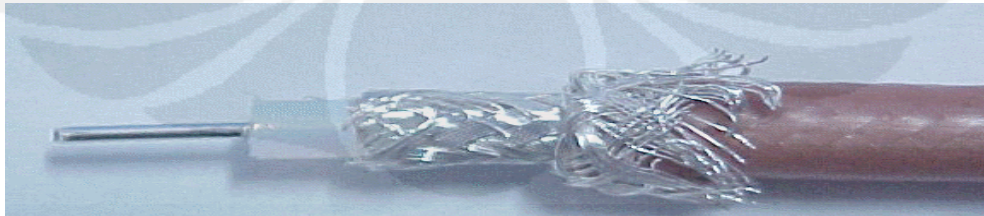
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses rancang bangun antenna *omnidirectional* dan antenna sektoral  $120^\circ$  yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Dalam pembuatan suatu antenna, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu bentuk dan arah radiasi yang diinginkan, polarisasi yang dimiliki, frekuensi kerja, lebar band (*bandwidth*), dan impedansi input yang dimiliki. Untuk menghasilkan antenna sesuai dengan yang diharapkan, maka diperlukan perhitungan dan perancangan yang teliti sebelum pembuatan antenna tersebut.

### 3.1 Rancang Bangun Antena Omdirectional

Antena *omnidirectional* yang akan dirancang memiliki pola radiasi  $360^\circ$  pada bidang horisontal dan polarisasi linear. Jenis antenna yang akan dirancang adalah antenna *omnidirectional collinear* yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Jenis antenna *omnidirectional collinear* dipilih karena mempunyai *gain* yang lebih besar dibanding jenis antenna *omnidirectional* yang lain dan mempunyai konstruksi yang lebih kuat. Selain itu disain antenna *omnidirectional collinear* dapat digunakan untuk WiFi.

#### 3.1.1 Struktur Antena Omnidirectional

Struktur atau bahan dasar dari antenna *omnidirectional* yang dirancang terbuat dari kabel koaksial RG-142. Pada Gambar 3.1 memperlihatkan lapisan dari kabel koaksial RG-142 mulai dari lapisan paling luar sampai intinya. Diketahui dari laporan data (*datasheet*) RG-142 memiliki *velocity factor* sebesar 0,695 dan impedansinya sebesar  $50 \Omega$  [11].



Gambar 3.1 Kabel koaksial RG-142 [11]

Ada beberapa tipe konektor untuk kabel koaksial antara lain: BNC, TNC, N-Type, SMA, MCX, MMCX, TWINAX, FME, UHF dan lain sebagainya. Pada tugas akhir ini, digunakan N-type sebagai konektor pada ujung antenna. *N-type* terdiri dari dua macam yaitu *male* dan *female connector*.



Gambar 3.2 Konektor kabel koaksial N-type [11]  
(a) Female N-connector  
(b) Male N-connector

*N-connector female* digunakan sebagai konektor pada ujung antenna, dikarenakan *pigtail* yang menghubungkan antenna ke *access point* menggunakan *N-connector male*.



Gambar 3.3 Kabel pigtail [11]

### 3.1.2 Perancangan Antena Omnidirectional

Rancangan antenna *omnidirectional* terlihat pada Gambar 3.4. Untuk mendisain antenna *omnidirectional* diperlukan perhitungan panjang segmen antenna berdasarkan pada panjang gelombang. Gambar 3.4 merupakan disain dari antenna *omnidirectional* yang terdiri dari 8 segmen dan panjang setiap segmen adalah  $\frac{1}{2} \lambda$ . Suatu elemen antenna *omnidirectional* diasumsikan  $\frac{1}{2} \lambda$ , agar dapat meradiasikan

daya pada area  $360^\circ$  dengan intensitas yang sama [12]. Pada bagian bawah dari antenna dihubungkan dengan *female N-connector*.



Gambar 3.4 Disain antenna omnidirectional

Panjang setiap segmen dari antenna *omnidirectional* dipengaruhi oleh faktor pengali dari kabel RG-142 (*velocity factor*). *Velocity factor* dari kabel RG-142 adalah 0,695 dan impedansinya  $50 \Omega$  (ohm) [13]. Maka untuk mengetahui panjang tiap segmen dari antenna, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} \lambda = \frac{v \cdot c}{2f} \quad (3.1)$$

dimana :

v = velocity factor dari kabel RG-142

c = kecepatan cahaya

f = frekuensi tengah dari standar 802.11

Setelah diketahui nilai kecepatan cahaya  $c = 3 \times 10^8$  m/s dan frekuensi yang diambil adalah frekuensi tengah dari range frekuensi standar protokol 802.11 agar antenna dapat bekerja optimal pada frekuensi 2,4 GHz. *Range* frekuensi dari standar protokol 802.11 atau WiFi adalah 2,4000-2,4835 GHz dan frekuensi tengah dari standar tersebut adalah 2,4410 GHz [14]. Panjang gelombang  $\frac{1}{2} \lambda$  pada setiap segmen dari antenna *omnidirectional* adalah sebagai berikut :

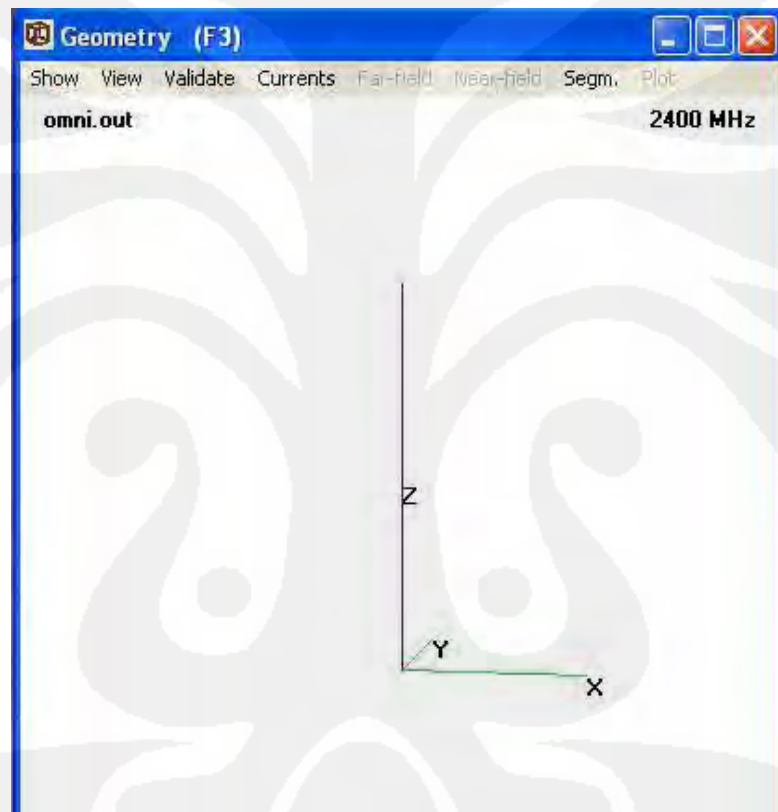
$$\frac{1}{2} \lambda = \frac{0,695 \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2,441 \cdot 10^9} = 0,0427 \text{ m} = 42,7 \text{ mm}$$

Jadi, panjang setiap segmen antenna *omnidirectional* dirancang 42,7 mm.

### 3.1.3 Simulasi Antena Omnidirectional Menggunakan Software 4NEC2

4NEC2 (*Numerical Electromagnetic Code*) merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mensimulasikan antenna dalam tiga dimensi. Pada tugas akhir ini sebelum membuat antenna *omnidirectional*, maka terlebih dahulu akan dilakukan simulasi menggunakan 4NEC2 untuk mendapat hasil yang maksimal.

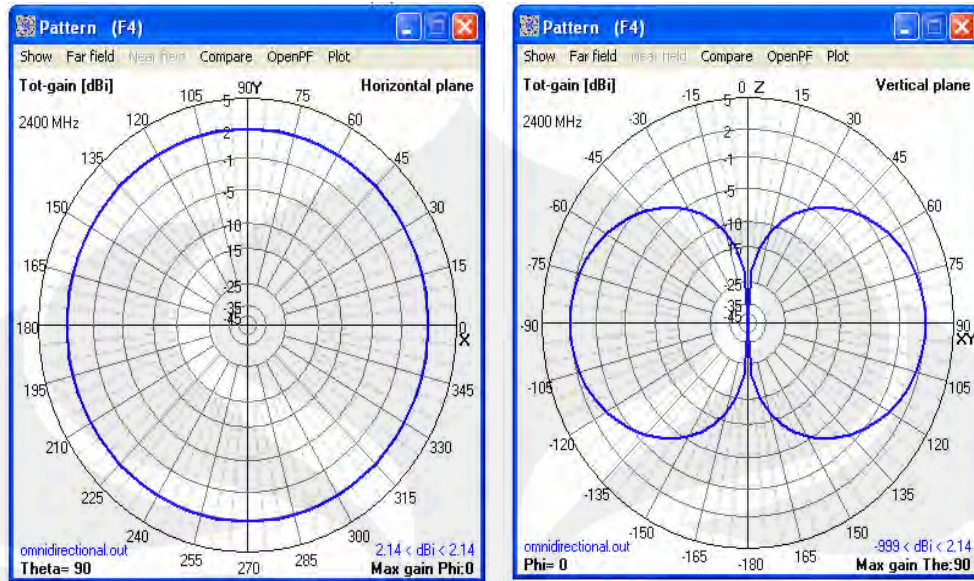
Pada simulasi antenna *omnidirectional* digunakan satu elemen saja. Penambahan jumlah elemen berpengaruh terhadap kenaikan gain antenna, sedangkan pola radiasi antenna adalah sama. Sehingga simulasi dengan satu elemen sudah dapat mewakili rancangan antenna *omnidirectional* yang diharapkan, terutama dalam melihat pola radiasi antenna *omnidirectional* tersebut. Hasil simulasi antenna *omnidirectional* berdasarkan software 4NEC2 pada frekuensi 2.4 GHz adalah sebagai berikut.



Gambar 3.5 Setup nilai segmen antenna omnidirectional pada software 4NEC2 sumbu Z mempresentasikan panjang segmen antenna omnidirectional

Dengan menggunakan *setup* seperti pada gambar 3.5 maka didapat pola radiasi untuk antenna *omnidirectional* adalah  $360^\circ$  pada bidang horizontal dan nilai VSWR 1,47.





(a) (b)  
 Gambar 3.6 Pola radiasi simulasi antenna omnidirectional  
 (a) Horizontal plane  
 (b) Vertical plane

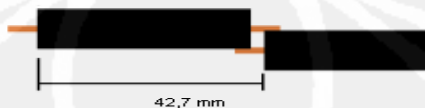
Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, maka dilakukan pembuatan antenna *omnidirectional*.

### 3.1.4 Proses Pembuatan Antena Omnidirectional

Setelah diketahui panjang  $\frac{1}{2} \lambda$  untuk setiap segmen antenna, maka langkah selanjutnya adalah membuat antenna. Proses pembuatan antenna *omnidirectional* 2,4 GHz adalah sebagai berikut :

- a. Pemotongan kabel koaksial RG-142 untuk membentuk tiap segmen antenna

Dengan menggunakan alat bantu seperti pisau atau karter, maka dilakukan pemotongan kabel RG-142 menjadi beberapa segmen dan mengupas sedikit lapisan luar seperti pada gambar 3.7. Panjang tiap segmennya adalah  $\frac{1}{2} \lambda$  yang sudah diketahui pada perhitungan sebelumnya yaitu 42,7 mm.



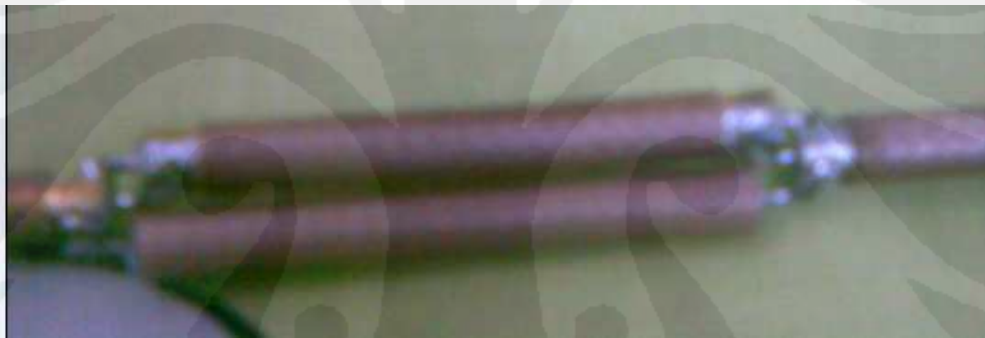
Gambar 3.7 Panjang tiap segmen

- b. Penyambungan setiap segmen yang telah dipotong

Lapisan paling luar dari kabel akan dikupas menyerupai huruf V. Pada lapisan yang telah dikupas tersebut, digunakan untuk menyambung tiap segmen antenna dengan timah solder. Ketika mensolder tiap segmennya secara bersamaan, maka harus diperhatikan jarak antar sambungannya agar panjang tiap segmen 42,7 mm seperti pada perhitungan sebelumnya.

#### c. Pembuatan balun

Balun juga dibuat dari kabel koaksial RG-142 yang berfungsi untuk *matching impedance*. Balun tersebut dipasang pada sisi bawah dari antenna *omnidirectional*. Balun dibuat dengan memasang kabel koaksial RG-142 yang sejajar dengan segmen bawah dari antenna. Panjang balun yang digunakan adalah  $\frac{1}{2} \lambda$ . Balun ini merupakan salah satu keunggulan pada antenna *omnidirectional* yang dibuat, karena dengan adanya balun tersebut maka *matching impedance* antara antenna dan saluran transmisi akan lebih mudah dan lebih baik.



Gambar 3.8 Balun antenna omnidirectional

#### d. Pemasangan konektor

Pada tahap ini, dilakukan pemasangan ujung bawah dari kabel RG-142 dengan *N-connector female*.

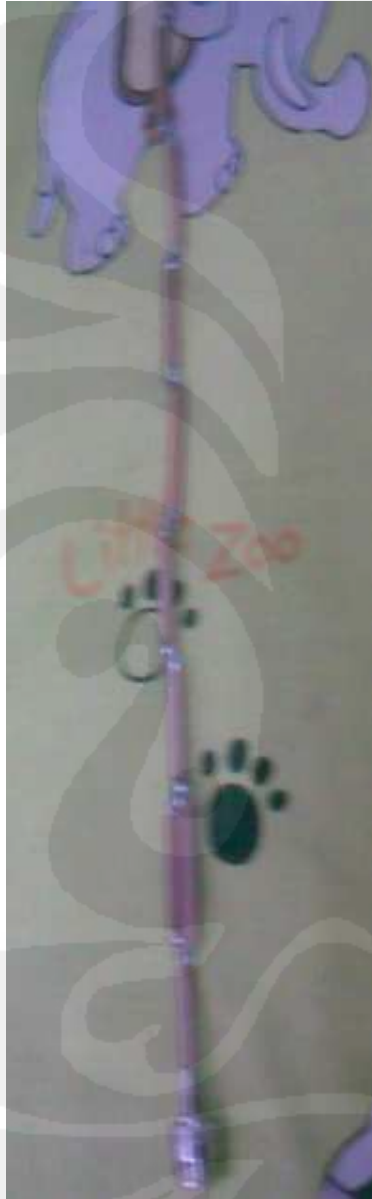
#### e. Pemasangan pipa PVC

Selanjutnya untuk menguatkan konstruksi antenna, maka antenna perlu dilapisi pipa PVC (paralon). Lapisan luar konektor antenna dan pipa PVC harus melekat dengan cara memberi lem untuk bagian tersebut. Hal ini dimaksudkan agar sambungan tiap segmen antenna tidak mudah patah dan lebih kokoh karena sudah dilindungi oleh pipa PVC. Untuk memilih jenis pipa PVC ini hendaknya dipilih yang setipis mungkin agar redaman yang terjadi bisa diabaikan. Pipa PVC tersebut tidak berpengaruh terhadap pola radiasi antenna.

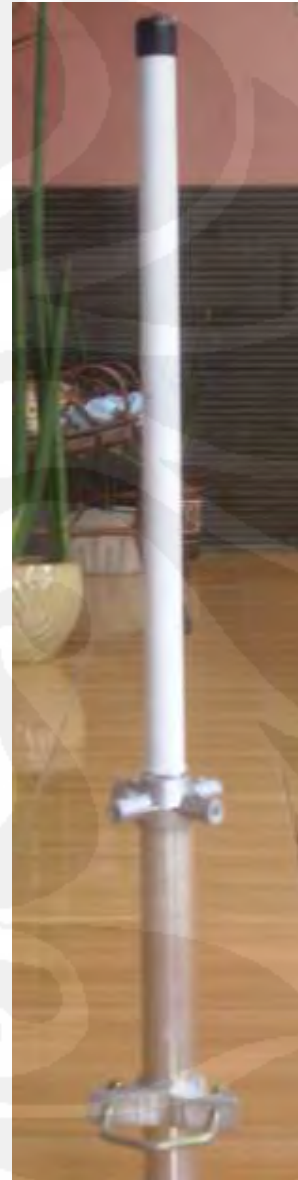
f. Penyangga Antena

Agar antena dapat berdiri tegak, maka dibuat penyangga sehingga dapat ditempelkan pada dinding suatu ruangan atau pada tiang besi.

Berikut ini adalah hasil pembuatan dari antena *omnidirectional*.



(a) Tanpa pipa PVC



(b) Dengan pipa PVC

Gambar 3.9 Hasil pembuatan antena omnidirectional

Hasil dari rancangan antena *omnidirectional* diharapkan memenuhi syarat-syarat antena yang baik antara lain:



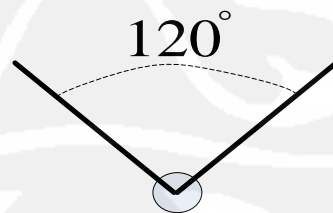
- Dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan frekuensi 2,4 GHz dan pola radiasi yang sesuai yaitu ke area  $360^\circ$ .
- Impedansi input yang sesuai (*matched*) dengan impedansi karakteristik kabel pencatunya, dimana nilai VSWR  $< 2$ .

### 3.2 Rancang Bangun Antena Sektoral $120^\circ$

Antena sektoral yang dirancang memiliki pola radiasi  $120^\circ$  dengan polarisasi linear. Jenis antena sektoral yang dibuat adalah antena sektoral *quad* (segiempat), hal tersebut dikarenakan antena *quad* memiliki *gain* yang lebih besar dari jenis sektoral yang lain sehingga dapat melayani *client* pada area yang lebih jauh. Antena tersebut beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz.

#### 3.2.1 Struktur Antena Sektoral

Struktur atau bahan dasar dari antena sektoral terbuat dari kawat tembaga. Antena sektoral tersebut dilengkapi oleh balun dan reflektor. Balun yang digunakan dibuat dari kabel koaksial RG-58 yang berfungsi sebagai *matching impedance* antara antena dan saluran transmisi. Sedangkan reflektor yang digunakan adalah *blank PCB* yang dipasang pada sisi belakang antena tersebut. Dengan adanya reflektor tersebut, maka daya pancar antena sektoral hanya mengarah ke sisi depan, sedangkan daya pancar ke sisi belakang diarahkan ke sisi depan antena sektoral. Sehingga antena hanya dapat melayani *client* pada zona  $120^\circ$ .



Gambar 3.10 zona  $120^\circ$

Pada gambar dibawah ini, dapat dilihat bentuk kawat tembaga dan kabel koaksial RG-58. Diketahui dari laporan data (*datasheet*) RG-58 memiliki *velocity factor* sebesar 0,66 dan impedansinya sebesar  $50 \Omega$ .



Gambar 3.11 Kawat tembaga [15]



Gambar 3.12 Kabel koaksial RG – 58 [15]

### 3.2.2 Perancangan Antena Sektoral

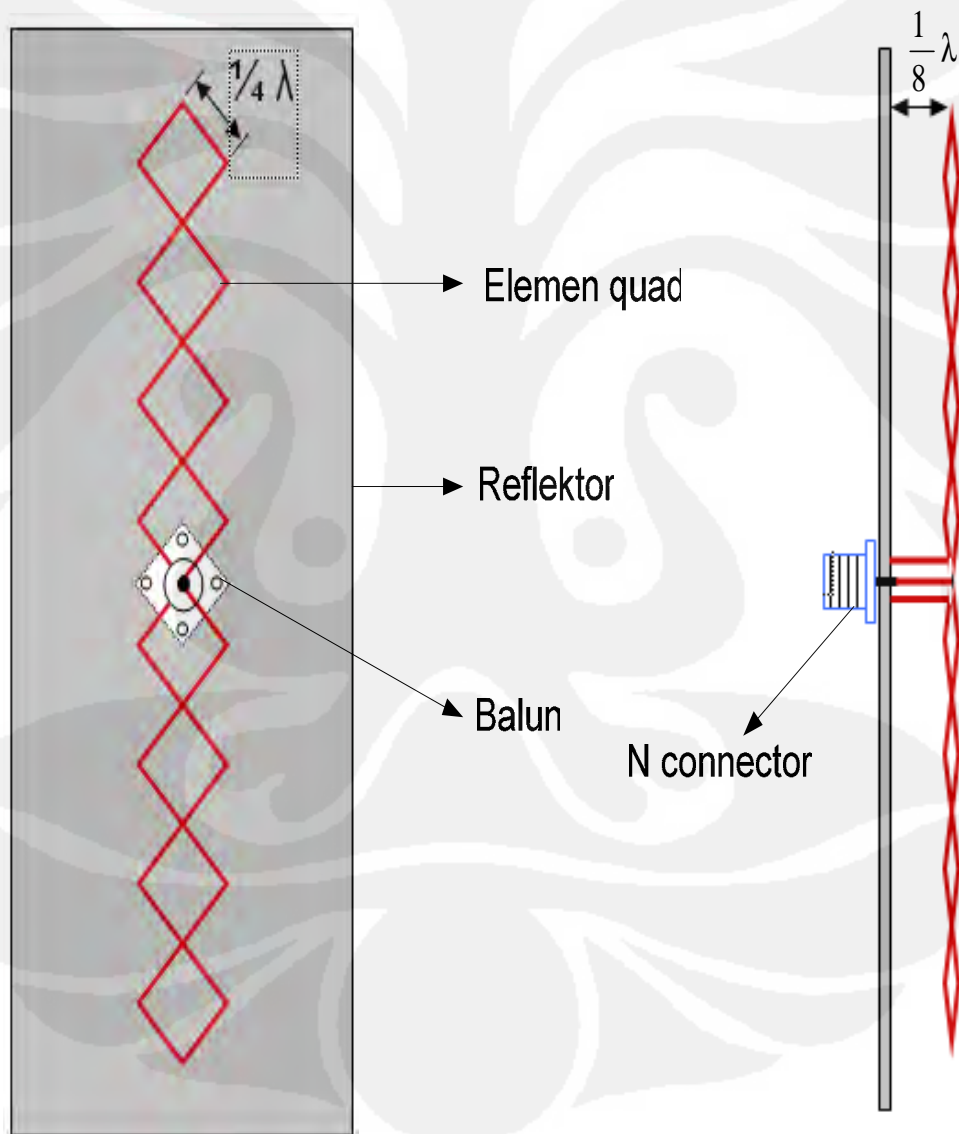
Antena sektoral yang akan dirancang merupakan antena yang terdiri dari delapan elemen *quad* atau segiempat (lihat Gambar 3.13). Antena sektoral tersebut memiliki pola radiasi  $120^\circ$ . Setiap sisi dari elemen *quad* tersebut memiliki panjang  $\frac{1}{4} \lambda$ . Sehingga panjang gelombang dari satu elemen antena

sektoral adalah  $1\lambda$ . Panjang gelombang tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{4}\lambda = \frac{c}{4f} \quad (3.2)$$

$$\frac{1}{4}\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 2,441 \cdot 10^9} = 0,0307 \text{ m} = 30,7 \text{ mm}$$

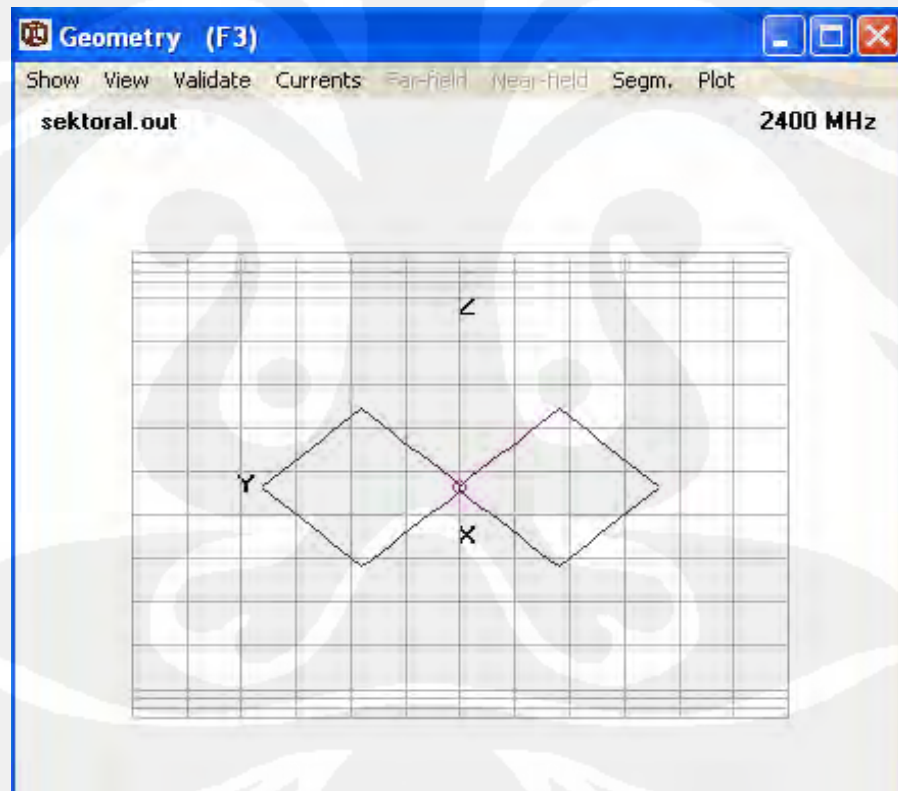
Jadi, panjang setiap sisi elemen *quad* antenna sektoral yang akan dirancang adalah 30,7 mm. Bentuk rancangan antenna sektoral delapan elemen *quad* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.13 Bentuk rancangan antenna sektoral

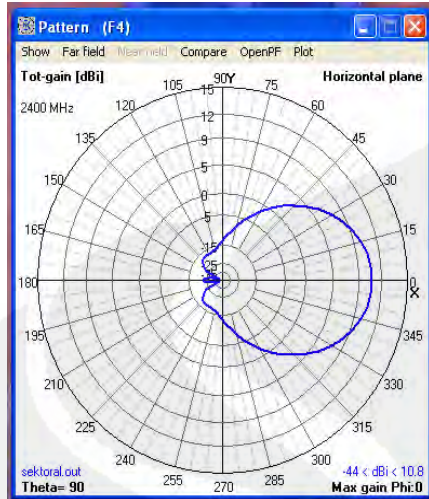
### 3.2.3 Simulasi Antena Sektoral Menggunakan 4NEC2

Pada tugas akhir ini sebelum membuat antena sektoral, maka terlebih dahulu akan dilakukan simulasi menggunakan 4NEC2 untuk mendapat hasil yang maksimal. Jumlah elemen antena sektoral yang digunakan dalam simulasi adalah 2 elemen. Penambahan jumlah elemen berpengaruh terhadap kenaikan gain antena, sedangkan pola radiasi antena adalah sama. Sehingga simulasi dengan dua elemen sudah dapat mewakili rancangan antena sektoral yang diharapkan terutama dalam melihat pola radisai antena sektoral tersebut. Dengan menggunakan frekuensi 2,4 GHz dan panjang gelombang pada setiap elemen antena sektoral adalah  $1\lambda$ , maka simulasi menggunakan 4NEC2 adalah sebagai berikut.

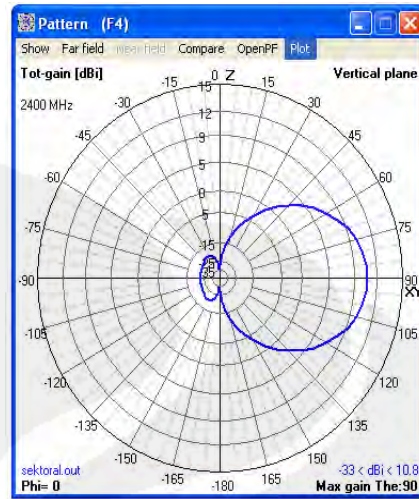


Gambar 3.14 Simulasi antena sektoral

Dengan menggunakan simulasi seperti pada gambar 3.12 maka didapat pola radisai untuk antena sektoral sekitar  $120^\circ$  pada bidang horizontal dan nilai VSWR 1,22.



(a)



(b)

Gambar 3.15 Pola radiasi simulasi antena sektoral

(a) Horizontal plane

(b) Vertical plane

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, maka dilakukan pembuatan antena sektoral.

### 3.2.4 Proses Pembuatan Antena Sektoral

Setelah diketahui panjang  $\frac{1}{4} \lambda$  untuk setiap sisi elemen *quad*, maka langkah selanjutnya adalah membuat antena. Proses pembuatan antena sektoral  $120^\circ$  adalah sebagai berikut :

a. Pembentukan kawat tembaga menjadi beberapa segmen

Dengan menggunakan alat bantu seperti tang, maka dilakukan pembentukan kawat tembaga sepanjang  $\frac{1}{4} \lambda$  untuk membentuk tiap sisi elemen *quad*. Panjang tiap sisi elemennya adalah 30,7 mm sesuai dengan perhitungan sebelumnya. Setiap elemen *quad* terdiri dari empat sisi. Jumlah elemen yang dibentuk adalah delapan elemen *quad*.

b. Pembuatan balun

Balun dibuat dari kabel koaksial RG-58 yang berfungsi untuk *matching impedance*. Balun tersebut akan dipasang di sisi tengah dari antena sektoral. Balun yang digunakan mempunyai bentuk seperti lingkaran yang menghubungkan titik

tengah dari antena sektoral. Panjang balun yang digunakan adalah  $\frac{1}{2} \lambda$ . Balun ini merupakan salah satu keunggulan pada antena sektoral yang akan dirancang, karena dengan adanya balun tersebut maka *matching impedance* antara antena dan saluran transmisi akan lebih mudah dan lebih baik.



Gambar 3.16 Balun antena sektoral

c. Pemasangan konektor

Pada tahap ini, dilakukan pemasangan *N-connector female* pada ujung dari balun.

d. Penyambungan antena pada *reflektor*

*Reflektor* yang digunakan dapat berupa PCB. Reflektor tersebut di pasang pada sisi belakang antena, sehingga dihasilkan pancaran ke sisi depan sesuai dengan yang diinginkan.

e. Pemasangan pipa PVC

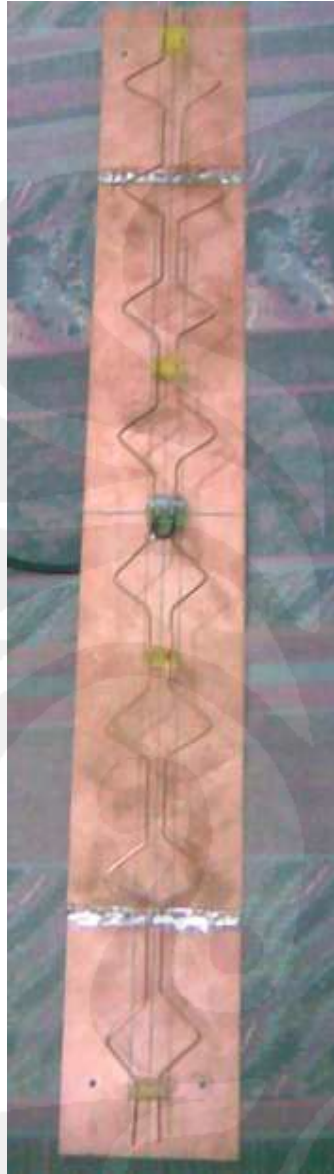
Selanjutnya untuk menguatkan konstruksi antena, maka antena perlu dilapisi pipa PVC (paralon). Lapisan luar konektor antena dan pipa PVC harus melekat dengan cara memberi lem untuk bagian tersebut. Hal ini dimaksudkan agar sambungan tiap segmen antena tidak mudah patah dan lebih kokoh karena sudah dilindungi oleh pipa PVC. Untuk memilih jenis pipa PVC ini hendaknya dipilih yang setipis mungkin agar redaman yang terjadi bisa diabaikan. Pipa PVC tersebut tidak berpengaruh terhadap pola radiasi antena.

f. Penyangga Antena

Agar antena dapat berdiri tegak, maka antena dapat ditempelkan pada dinding suatu ruangan atau pada tiang besi melalui penyangga yang dipasang pada antena.



Berikut ini adalah hasil pembuatan dari antenna sektoral.



(a) Tanpa pipa PVC



(b) Dengan pipa PVC

Gambar 3.17 Hasil pembuatan antenna sektoral

Hasil dari rancangan antenna sektoral diharapkan memenuhi syarat-syarat antenna yang baik antara lain:

- Dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan frekuensi 2,4 GHz dan pola radiasi  $120^\circ$  .
- Impedansi input yang sesuai (*matched*) dengan impedansi karakteristik kabel pencatunya, dimana nilai  $VSWR < 2$ .

## BAB 4

### PENGUJIAN DAN PENGUKURAN PARAMETER ANTENA

Setelah proses rancang bangun antenna selesai, maka dilakukan pengujian dan pengukuran beberapa parameter antenna yang dibutuhkan untuk mengetahui apakah antenna yang sudah dirancang memenuhi standar dan layak digunakan pada komunikasi data atau jaringan komputer secara *wireless* dengan frekuensi 2,4 GHz. Beberapa parameter antenna diukur dan dianalisa untuk menunjukkan karakteristik serta performansi antenna, yaitu pola radiasi, frekuensi kerja, *bandwith*, impedansi *input*, *return loss*, *gain*, polarisasi dan VSWR.

#### 4.1 Pengukuran Pola Radiasi Antena

Pola radiasi (*radiation pattern*) merupakan salah satu parameter penting dari antenna. Pengukuran pola radiasi antenna dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh hasil ketepatan dari pembuatan antenna yang sudah dilakukan.

Secara ideal, antenna penerima sekaligus dapat digunakan sebagai antenna pemancar dengan sifat yang sama (prinsip repositas). Untuk memudahkan pengukuran, maka antenna yang dirancang digunakan sebagai antenna penerima dengan memakai asumsi prinsip repositas. Untuk mendapatkan hasil pengukuran pola radiasi yang optimal, ada hal-hal yang harus diperhatikan antara lain adalah menghindari gangguan pantulan dari benda disekitar pengukuran, tinggi antenna *default* sebagai pemancar di sisi *access point* dengan antenna yang diukur di sisi penerima di laptop haruslah sejajar dan lurus. Jarak antenna pemancar dan penerima harus memperhatikan *far field region* yang merupakan jarak minimal antara dua antenna untuk mencari pola radiasi. *Far field region* dapat dicari dengan persamaan 4.1.

$$\text{far field} = \frac{2D^2}{\lambda} \quad (4.1)$$

dimana :

D = diameter antenna

$\lambda$  = panjang gelombang



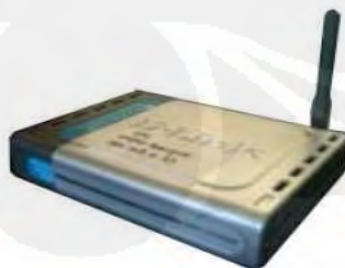
Pola radiasi suatu antenna merupakan karakteristik yang menggambarkan sifat radiasi antenna pada medan jauh sebagai fungsi dari arah. Arah disini adalah memutar antenna penerima dari posisi  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$ . Pada pengukuran antenna ini akan dilakukan pengukuran pada bidang *horizontal* (bidang H). Untuk mengukur pola radiasi pada bidang H antenna diputar secara *horizontal* dari posisi  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$  dan posisi antenna tetap berdiri tegak selama perputaran antenna berlangsung,

Untuk mengukur suatu bentuk pola radiasi suatu antenna yang sudah dibuat, maka antenna tersebut dipakai sebagai antenna penerima, dengan menggunakan bantuan laptop dan ditambahkan PCMCIA *card* standar protokol 802.11b dengan frekuensi 2,4 GHz beserta kabel pigtailnya yang berguna untuk menghubungkan antenna eksternal dengan PCMCIA *card* pada laptop. Setelah antenna sudah terhubung dengan PCMCIA *card*, maka level daya yang diterima akan terlihat di layar laptop dengan bantuan software *wireless monitor* berupa unit dBm. Pada pengukuran ini antenna pemancar menggunakan antenna yang sudah terpasang pada *access point* yang sesuai standar protokol 802.11b dengan frekuensi 2,4 GHz.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran pola radiasi antenna adalah sebagai berikut :

- ◆ Acces Pooint

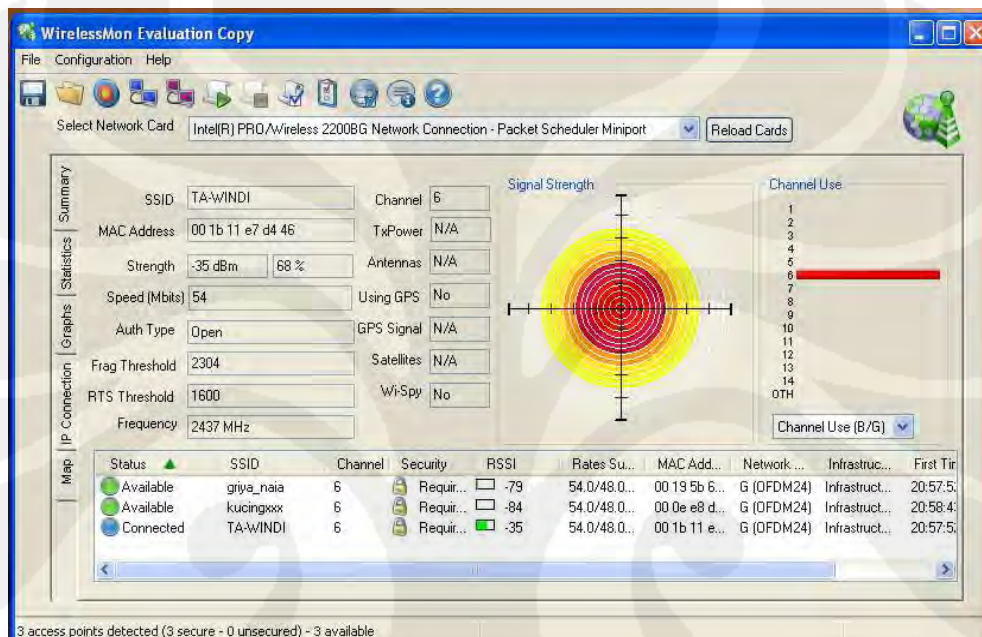
Pada *acces point* yang sudah terpasang antenna default 2,4 GHz akan digunakan sebagai pemancar. Hal yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan *acces point* untuk koneksi secara *wireless* adalah SSID (*Service Set Identifier*). SSID merupakan sebuah pengenal pada *acces point* tersebut. *Acces point* yang digunakan pada tugas akhir ini diberi nama 'TA WINDI'. Sehingga jika digunakan dalam jaringan *wireless*, *acces point* tersebut dapat dilihat dengan mencari nama 'TA WINDI'.



Gambar 4.1 Acces Point

- ◆ Laptop

Laptop yang sudah di instal *software wireless monitor (wirelessmon)*, digunakan untuk melihat level sinyal yang diterima oleh antenna yang akan diukur. Berikut adalah contoh tampilan *software wireless monitor* yang dapat mengukur level sinyal yang diterima oleh antenna.



Gambar 4.2 Tampilan pengukuran level sinyal pada wireless monitor

Pada tampilan gambar 4.2 dapat dilihat level sinyal yang diterima yaitu sebesar -35 dBm. Demikian seterusnya dengan memutar antenna *omnidirectional* setiap  $10^0$  dari posisi  $0^0$  sampai  $360^0$  maka dapat dilihat level daya sinyal yang diterima sehingga dapat diketahui bentuk pola radiasi dari antenna *omnidirectional* tersebut.

- ◆ Kabel Pigtail

Kabel *pigtail* digunakan untuk menghubungkan antenna yang diukur dengan laptop yang sudah dipasang dengan PCMCIA *card*. Agar antenna dapat dihubungkan dengan laptop untuk mengukur level daya maka antenna harus dihubungkan dengan PCMCIA *card* pada laptop.



Gambar 4.3 Kabel Pigtail

◆ PCMCIA Card

Pada umumnya laptop disertai dengan slot PCMCIA, yang berguna sebagai tempat pemasangan PCMCIA *card wireless-LAN*. Pada tugas akhir ini, digunakan PCMCIA *card* produk *lucent technologies* yang berlabel *Orinoco* dengan standar IEEE 802.11b, dikarenakan jenis PCMCIA *card* ini support dengan antena eksternal dan bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. PCMCIA *card* yang terpasang pada laptop tersebut digunakan untuk menghubungkan kabel *pigtail* dengan laptop.

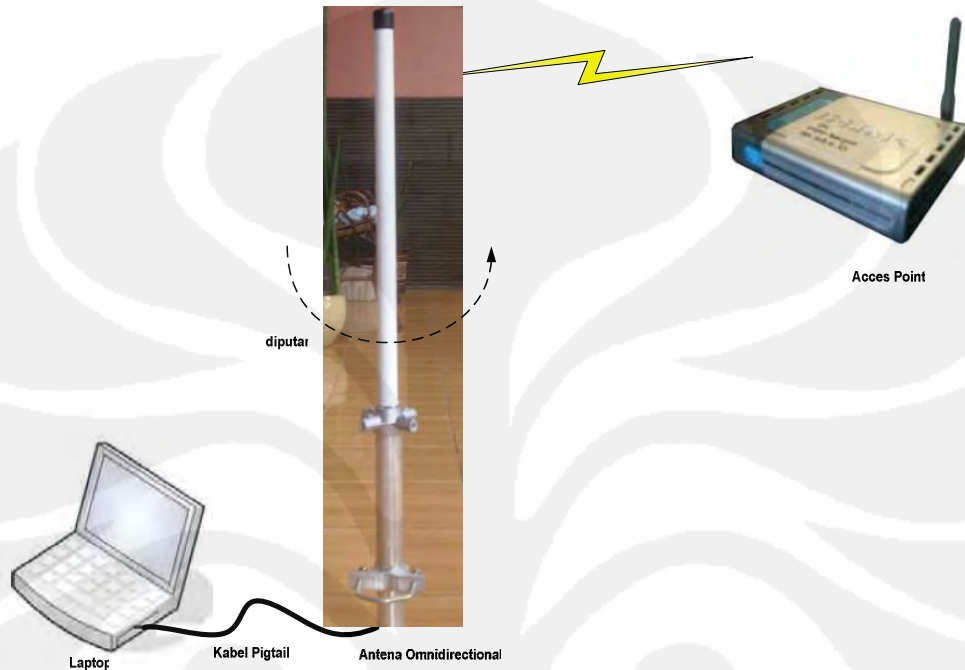


Gambar 4.4 PCMCIA Card

#### 4.1.1 Pengukuran Pola Radiasi Antena Omnidirectional

Langkah-langkah pengukuran pola radiasi antena *omnidirectional* adalah sebagai berikut :

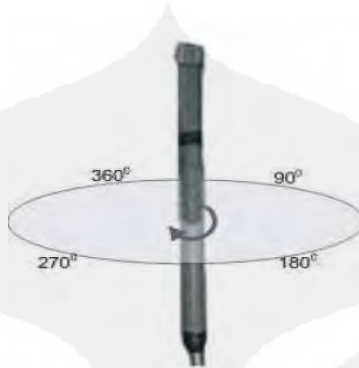
1. Rangkai peralatan-peralatan dengan susunan seperti pada Gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5 Metode pengukuran pola radiasi antena omnidirectional

2. Nyalakan laptop dan pasangkan PCMCIA *card* pada slot yang tersedia, pastikan antena dan PCMCIA *card* sudah benar-benar terhubung dengan menggunakan kabel *pigtail*.
3. Nyalakan *access point* (AP), pastikan indikasi led pada power menyala.
4. *Setting IP address* pada laptop. *IP address* pada *access point* adalah 192.168.0.50 dengan *subnet mask* 255.255.255.0, maka pada laptop di set *IP address* 192.168.0.51 dengan *subnet mask* 255.255.255.0. Setelah berhasil mengeset alamat IP pada laptop maka lampu led pada PCMCIA *card* akan menyala dan menandakan *card* tersebut sudah siap digunakan.
5. Jalankan *software wireless monitor* untuk mengetahui level daya yang diterima.
6. Catatlah nilai level daya (dBm) yang ditunjukkan *software wireless monitor* pada laptop pada sudut  $0^{\circ}$  atau pada posisi antena berdiri tegak.
7. Putarlah posisi antena *omnidirectional* menjadi  $10^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ , sampai  $360^{\circ}$  dengan aturan seperti pada Gambar 4.6, lalu catat nilai level daya (dBm)

yang ditunjukkan *software wireless monitor* untuk mendapatkan hasil pola radiasi.



Gambar 4.6 Rotasi antenna

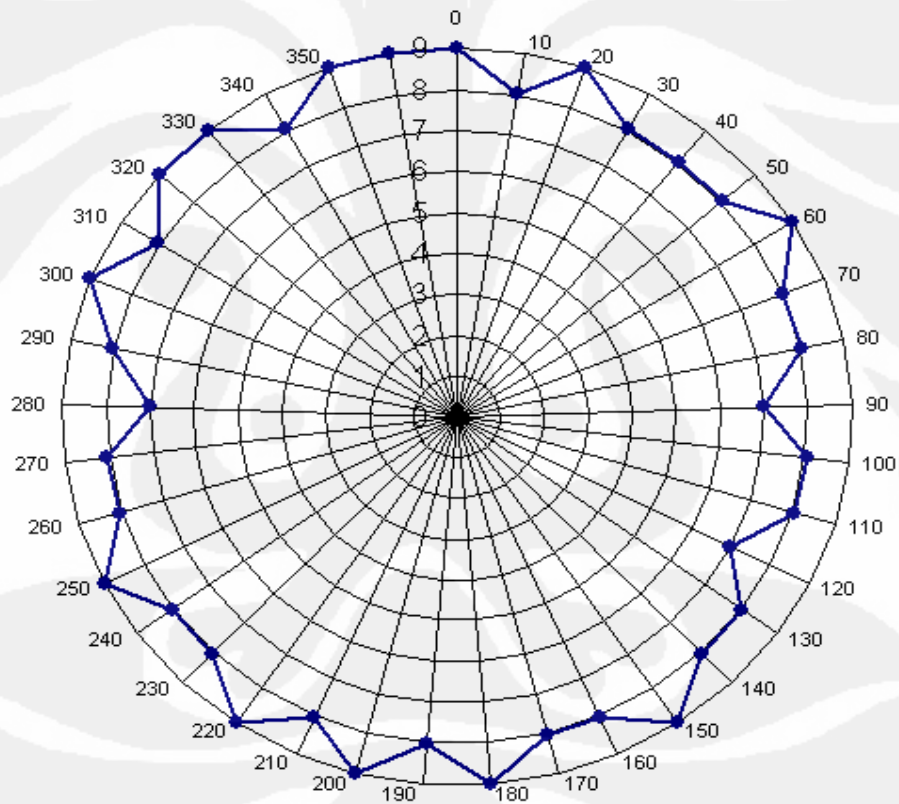
8. Setelah mendapat nilai level daya atau gain dari posisi  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$  maka nilai tersebut diolah pada Microsoft Excel untuk mendapatkan pola radiasi.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran level daya antenna omnidirectional

Sudut (derajat)	Level daya (dBm)		Gain (dBi)	
	Tanpa Cover	Dengan Cover	Tanpa Cover	Dengan Cover
0	-36	-38	9	7
10	-37	-39	8	6
20	-36	-38	9	7
30	-37	-39	8	6
40	-37	-38	8	7
50	-37	-39	8	6
60	-36	-39	9	6
70	-37	-38	8	7
80	-37	-39	8	6
90	-38	-39	7	6
100	-37	-39	8	6
110	-37	-39	8	6
120	-38	-38	7	7
130	-37	-39	8	6
140	-37	-38	8	7
150	-36	-39	9	6
160	-37	-38	8	7
170	-37	-39	8	6
180	-36	-38	9	7
190	-37	-39	8	6
200	-36	-39	9	6
210	-37	-38	8	7
220	-36	-38	9	7
230	-37	-39	8	6
240	-37	-38	8	7

250	-36	-39	9	6
260	-37	-39	8	6
270	-37	-38	8	7
280	-38	-39	7	6
290	-37	-38	8	7
300	-36	-39	9	6
310	-37	-39	8	6
320	-36	-38	9	7
330	-36	-39	9	6
340	-37	-38	8	7
350	-36	-37	9	8
Level tertinggi	-36	-37	9	8

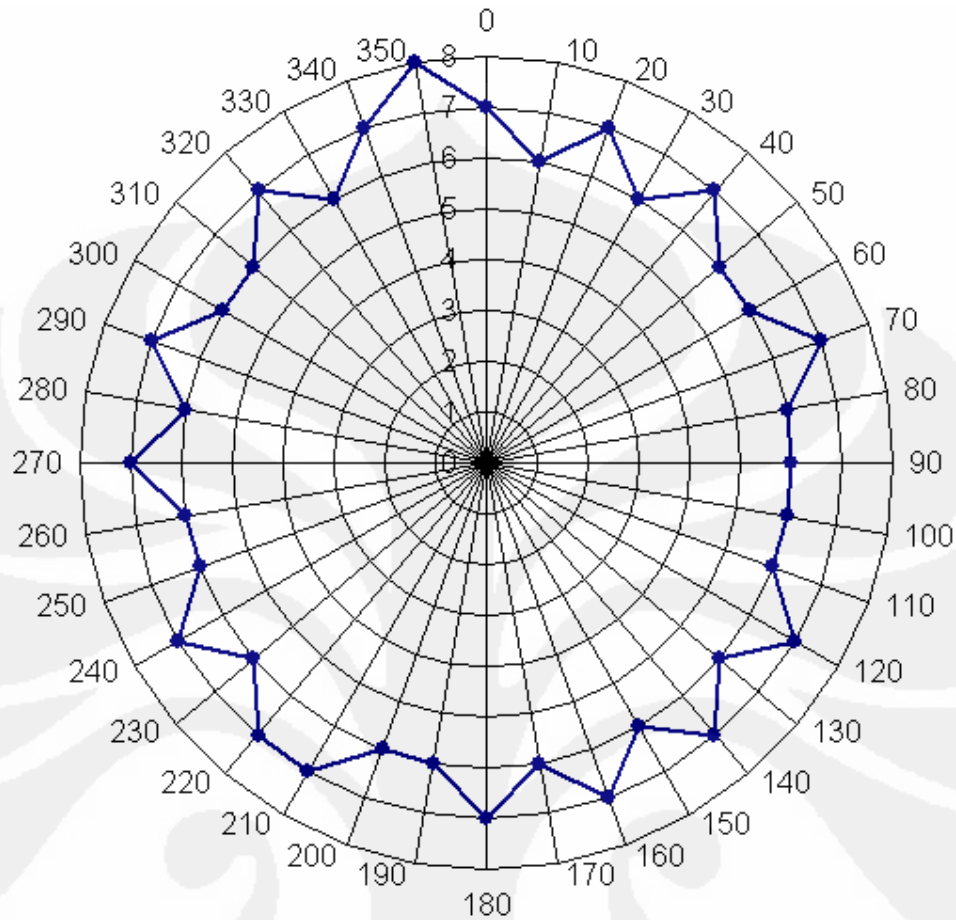
Pola radiasi antenna *omnidirectional* tanpa cover adalah seperti pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Pola radiasi antenna omnidirectional tanpa cover

Pola radiasi antenna *omnidirectional* yang dilengkapi cover berupa pipa PVC adalah seperti pada Gambar 4.8 sebagai berikut.





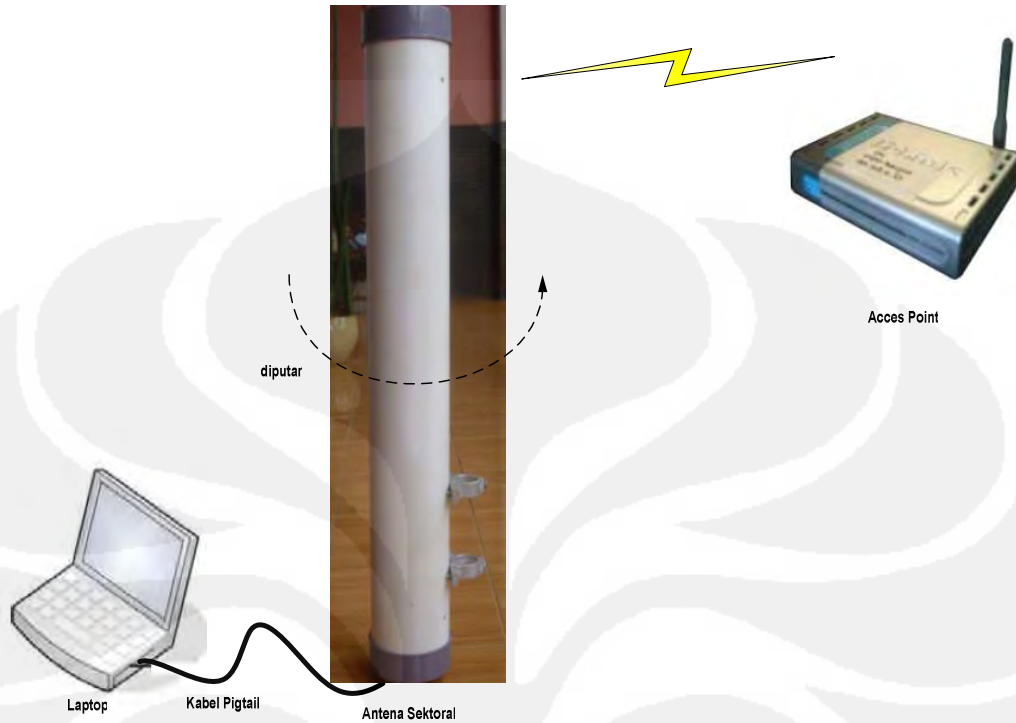
Gambar 4.8 Pola radiasi antenna omnidirectional dengan cover

Berdasarkan pola radiasi yang didapat maka antenna *omnidirectional* memiliki pola radiasi ke  $360^\circ$ . Daya antenna tanpa *cover* lebih besar daripada menggunakan *cover*. Hal tersebut disebabkan adanya redaman yang ditimbulkan oleh pipa PVC

#### 4.1.2 Pengukuran Pola Radiasi Antena Sektoral

Langkah-langkah pengukuran pola radiasi antenna sektoral adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan-peralatan seperti Gambar 4.9 sebagai berikut :



Gambar 4.9 Metode pengukuran pola radiasi antena sektoral

2. Nyalakan laptop dan pasangkan PCMCIA card pada slot yang tersedia, pastikan antena dan PCMCIA card sudah benar-benar terhubung dengan menggunakan kabel *pigtail*.
3. Nyalakan *access point*, pastikan indikasi led pada power menyala.
4. *Setting IP address* pada Laptop. *IP address* pada *access point* adalah 192.168.0.50 dengan *subnet mask* 255.255.255.0, maka pada laptop di set *IP address* 192.168.0.51 dengan *subnet mask* 255.255.255.0. Setelah berhasil mengeset alamat IP pada laptop maka lampu led pada PCMCIA card akan menyala dan menandakan card tersebut sudah siap digunakan.
5. Jalankan *software wireless monitor* untuk mengetahui level daya yang diterima.
6. Catatlah nilai level daya (dBm) yang ditunjukkan *software wireless monitor* pada laptop pada sudut  $0^{\circ}$  atau pada posisi antena berdiri tegak.
7. Putarlah posisi antena sektoral menjadi  $10^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ , sampai  $360^{\circ}$  dengan aturan seperti pada Gambar 4.6, lalu catat nilai level daya (dBm) yang



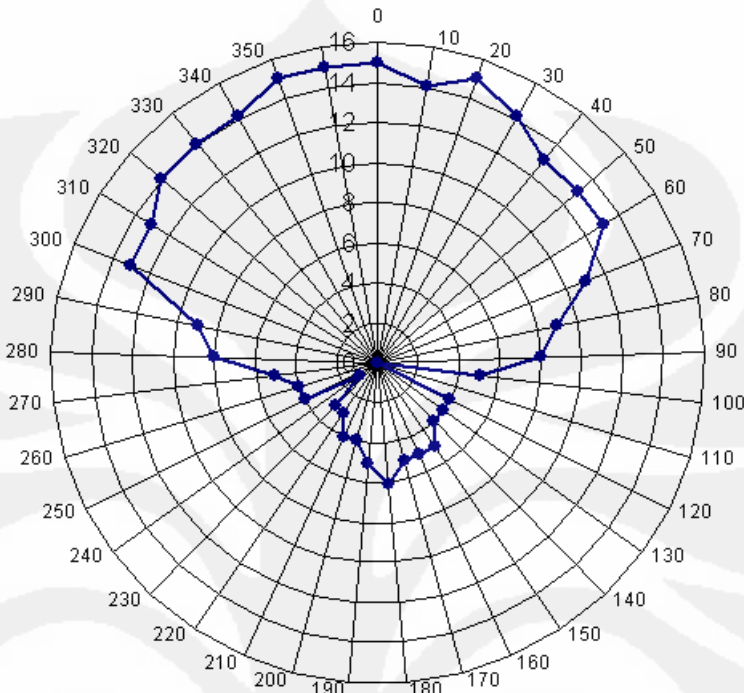
ditunjukkan *software wireless monitor* untuk mendapatkan hasil pola radiasi.

8. Setelah mendapat nilai level daya atau gain dari posisi  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$  maka nilai tersebut diolah pada Microsoft Excel untuk mendapatkan pola radiasi.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran level daya antena sektoral

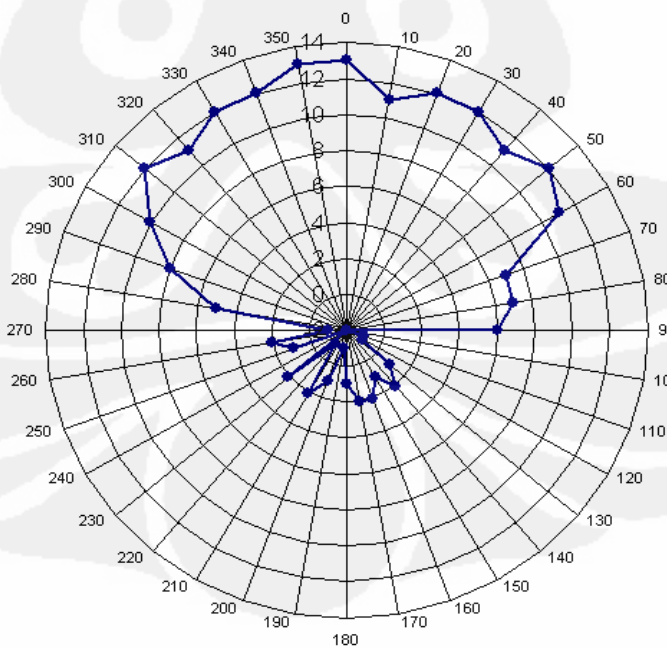
Sudut (derajat)	Level daya (dBm)		Gain (dBi)	
	Tanpa Cover	Dengan Cover	Tanpa Cover	Dengan Cover
0	-30	-32	15	13
10	-31	-34	14	11
20	-30	-33	15	12
30	-31	-33	14	12
40	-32	-34	13	11
50	-32	-33	13	12
60	-32	-34	13	11
70	-34	-38	11	7
80	-36	-38	9	7
90	-37	-39	8	6
100	-40	-47	5	-2
110	-45	-46	0	-1
120	-41	-46	4	-1
130	-41	-44	4	1
140	-41	-43	4	2
150	-40	-44	5	1
160	-40	-43	5	2
170	-40	-43	5	2
180	-39	-44	6	1
190	-40	-46	5	-1
200	-41	-44	4	1
210	-41	-43	4	2
220	-42	-46	3	-1
230	-42	-43	3	2
240	-44	-47	1	-2
250	-41	-44	4	1
260	-41	-43	4	2
270	-40	-46	5	-1
280	-37	-40	8	5
290	-36	-37	9	8
300	-32	-35	13	10
310	-32	-33	13	12
320	-31	-34	14	11
330	-31	-33	14	12
340	-31	-33	14	12
350	-30	-32	15	13
Level tertinggi	-30	-32	15	13

Pola radiasi antenna sektoral tanpa cover adalah seperti pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Pola radiasi antenna sektoral tanpa cover

Pola radiasi antenna sektoral tanpa cover adalah seperti pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.11 Pola radiasi antenna sektoral dengan cover

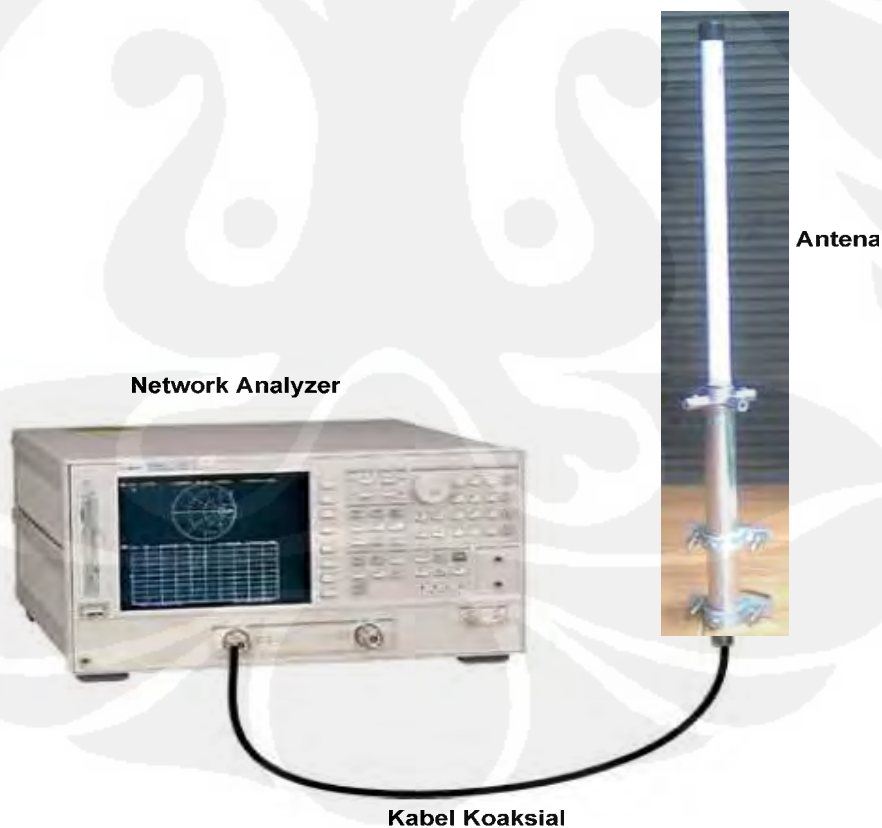
Berdasarkan pola radiasi yang didapat seperti pada Gambar 4.9 maka antena sektoral memiliki pola radiasi  $120^\circ$ . Daya antena tanpa *cover* lebih besar daripada menggunakan *cover*. Hal tersebut disebabkan adanya redaman yang ditimbulkan oleh pipa PVC

#### 4.2 Pengukuran VSWR Antena

Nilai VSWR yang ideal adalah satu, yang berarti semua daya yang diradiasikan antena pemancar diterima oleh antena penerima (*matching impedance*). Semakin besar nilai VSWR menunjukkan daya yang dipantulkan juga semakin besar dan semakin tidak *match*. Dalam prakteknya, VSWR harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

Peralatan yang digunakan pada pengukuran VSWR antara lain adalah:

- *Network Analyzer*
- Antena yang diukur
- Kabel koaksial



Gambar 4.12 Metode pengukuran VSWR  
(dilakukan di Lab. Telekomunikasi Dept. Teknik Elektro FTUI)

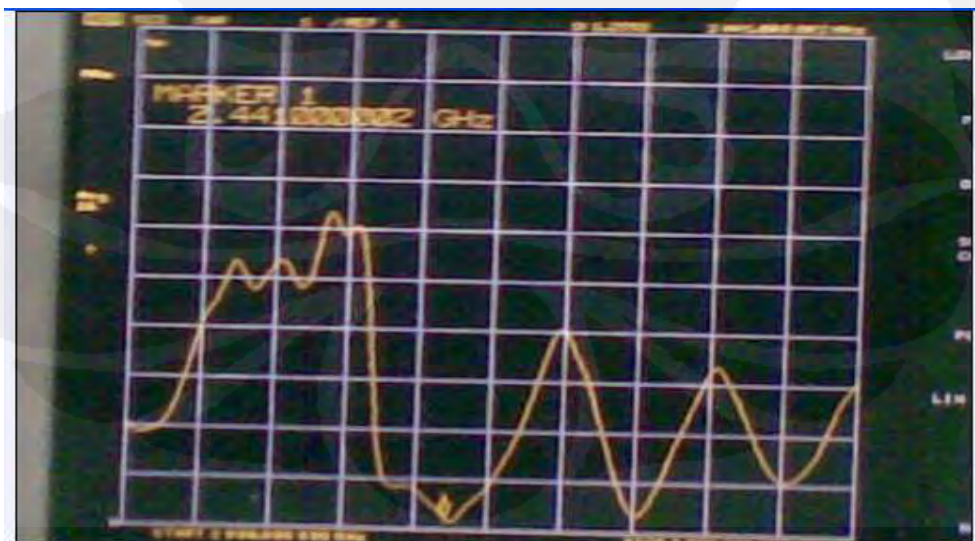
Langkah-langkah pengukuran VSWR adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 4.12
2. Hidupkan *Network Analyzer*
3. Hubungkan antena yang sudah dirancang dengan *Network Analyzer* menggunakan kabel koaksial
4. *Setting* frekuensi 2,4 GHz pada *Network Analyzer* pada menu format dan tekan tombol SWR. Kemudian mencari frekuensi antena yang menunjukkan VSWR paling bagus atau nilai VSWR yang mendekati 1
5. Catatlah nilai VSWR dan mengambil gambar dari display *Network Analyzer*

#### 4.2.1 Hasil Pengukuran VSWR Antena Omnidirectional

Setelah melakukan pengukuran pada *Network Analyzer* maka diketahui antena *omnidirectional* memiliki nilai VSWR paling bagus pada frekuensi 2,441 GHz. Hal ini sesuai dengan rancangan dimana pada perancangan antena, frekuensi *center* antena adalah 2,441 GHz sesuai standar protokol 802.11 atau WiFi. *Range* frekuensi dari standar protokol 802.11 adalah 2,4000-2,4835 GHz.

Nilai VSWR dari antena *omnidirectional* yang dirancang adalah 1,233. Nilai tersebut sudah memenuhi standar dari nilai VSWR yaitu  $< 2$ . Berikut adalah hasil pengukuran nilai VSWR antena *omnidirectional* pada *Network Analyzer*.

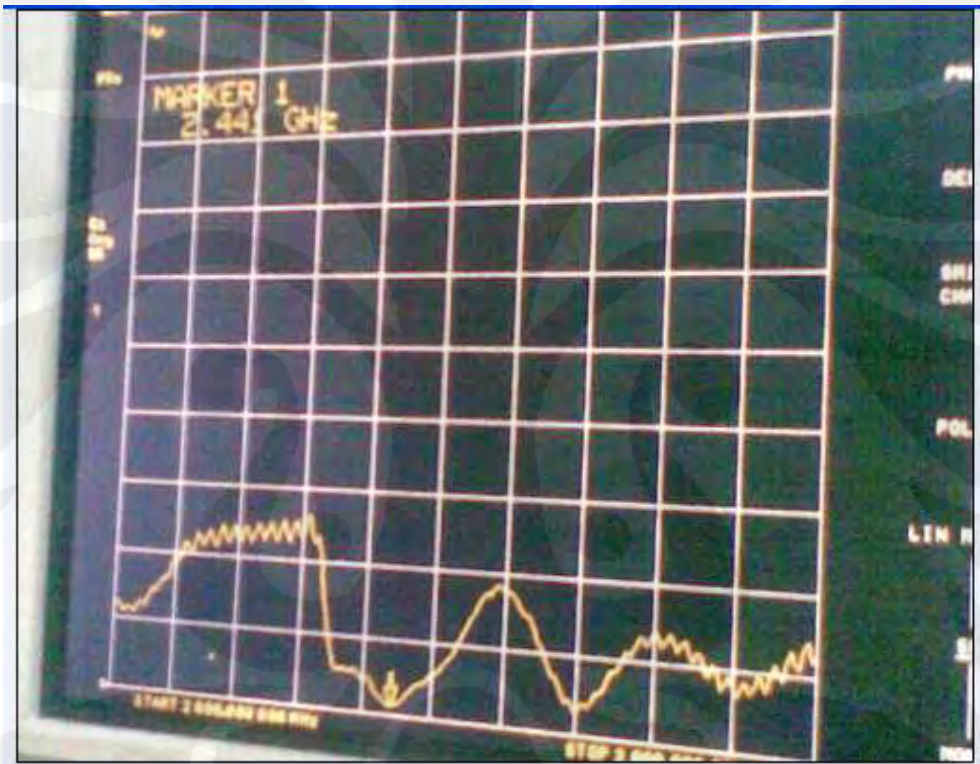


Gambar 4.13 Hasil pengukuran VSWR antena omnidirectional

#### 4.2.2 Hasil Pengukuran VSWR Antena Sektoral

Pada antena sektoral, nilai frekuensi untuk VSWR yang lebih mendekati satu adalah pada frekuensi 2,441 GHz. Frekuensi sesuai dengan perancangan, dimana frekuensi masih berada pada *range* WiFi. Hal tersebut sama dengan antena *omnidirectional*.

Nilai VSWR dari antena sektoral yang dirancang adalah 1,712. Nilai tersebut sudah memenuhi standar dari nilai VSWR yaitu  $< 2$ . Berikut adalah hasil pengukuran nilai VSWR antena sektoral pada *Network Analyzer*.



Gambar 4.14 Hasil Pengukuran VSWR Antena Sektoral

#### 4.3 Pengukuran Impedansi Input

Peralatan yang digunakan pada pengukuran impedansi *input* antena antara lain adalah:

- *Network Analyzer*
- Antena yang diukur
- Kabel koaksial



Langkah-langkah pengukuran impedansi *input* adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 4.12
2. Hidupkan *Network Analyzer*
3. Hubungkan antenna yang sudah dirancang dengan *Network Analyzer* menggunakan kabel koaksial
4. *Setting* frekuensi 2,441 GHz pada *Network Analyzer* pada menu format dan tekan tombol *Smith Chart* untuk melihat impedansi *input* antenna
5. Catatlah nilai impedansi *input* dan mengambil gambar dari display *Network Analyzer*

#### 4.3.1 Hasil Pengukuran Impedansi Input Antena Omnidirectional

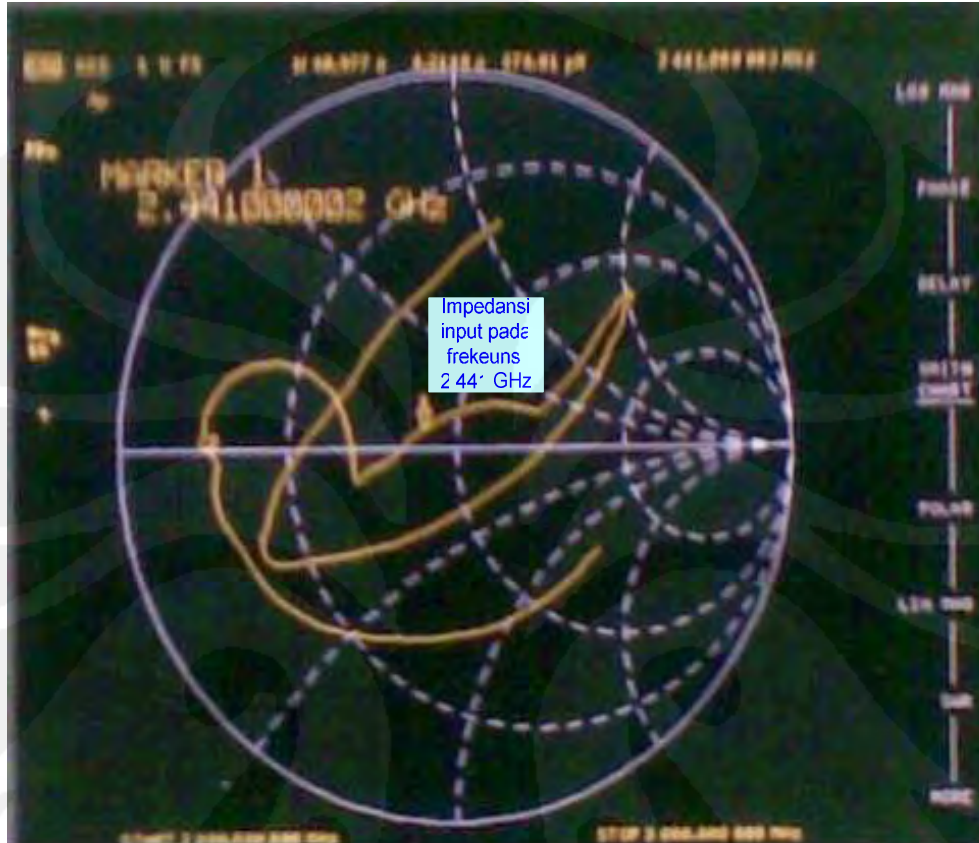
Impedansi *input* antenna *omnidirectional* yang didapat dari hasil pengukuran menggunakan *Network Analyzer* pada mode *Smith Chart* adalah  $48,3 + j5,17 \Omega$ .



Gambar 4.15 Hasil pengukuran impedansi input antenna omnidirectional

### 4.3.2 Hasil Pengukuran Impedansi Input Antena Sektoral

Pada antena sektoral, impedansi *input* yang didapat dari hasil pengukuran menggunakan *Network Analyzer* pada mode *Smith Chart* adalah  $40,57 + j8,72 \ \Omega$ .



Gambar 4.16 Hasil pengukuran impedansi input antena sektoral

### 4.4 Pengukuran Return Loss

*Return loss* merupakan koefisien refleksi dalam bentuk logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak *matching*. Sehingga tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan balik. Semakin kecil nilai *return loss*, maka antena akan semakin bagus.

Peralatan yang digunakan pada pengukuran *return loss* antara lain adalah :

- *Network Analyzer*
- Antena yang diukur
- Kabel koaksial

Langkah-langkah pengukuran *return loss* adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 4.12
2. Hidupkan *Network Analyzer*
3. Hubungkan antenna yang sudah dirancang dengan *Network Analyzer* menggunakan kabel koaksial
4. *Setting* frekuensi 2,441 GHz pada *Network Analyzer* pada menu format dan tekan tombol *Log Mag* untuk melihat nilai *return loss* antenna
5. Catatlah nilai *return loss* dan mengambil gambar dari display *Network Analyzer*

#### 4.4.1 Hasil Pengukuran Return Loss Antena Omnidirectional

Pada pengukuran frekuensi 2,441 GHz, didapat nilai *return loss* untuk antenna *omnidirectional* yaitu -20,79 dB. Nilai tersebut sudah sesuai dengan standar *return loss*, dimana antenna yang bagus memiliki  $\text{return loss} \leq -9,54 \text{ dB}$ .

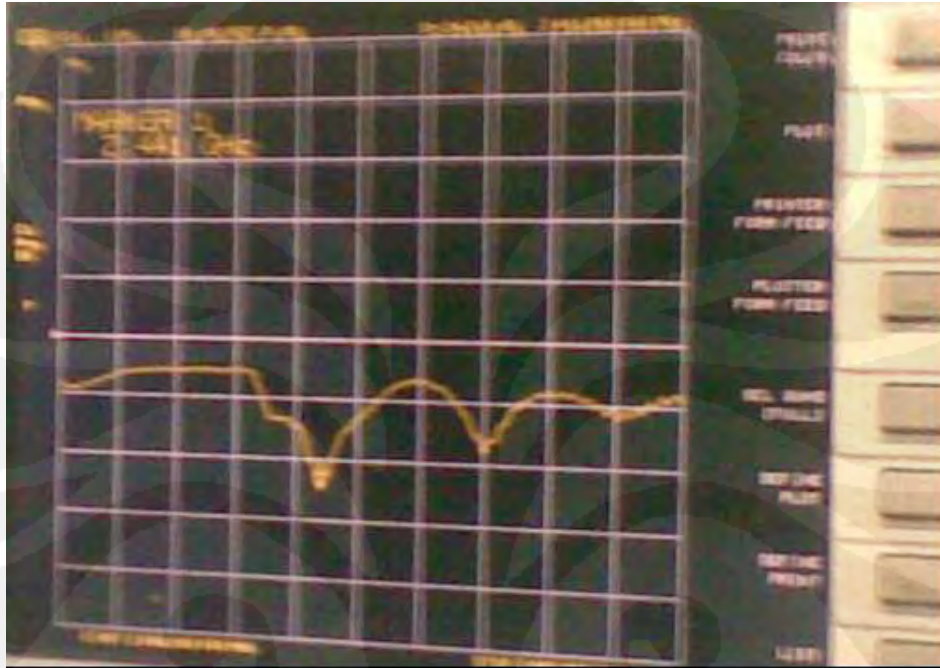


Gambar 4.17 Hasil pengukuran return loss antenna omnidirectional



#### 4.4.2 Hasil Pengukuran Return Loss Antena Sektoral

Nilai *return loss* antena sektoral pada frekuensi 2,441 GHz adalah -11,57 dB. Nilai tersebut juga sudah sesuai dengan standar *return loss*, dimana antena yang bagus memiliki  $\text{return loss} \leq -9,54 \text{ dB}$ .



Gambar 4.18 Hasil pengukuran return loss antena sektoral

#### 4.5 Pengukuran Bandwith

Nilai *bandwith* dapat diketahui melalui pengurangan frekuensi tinggi ( $f_h$ ) dengan frekuensi rendah ( $f_l$ ).

$$BW = f_h - f_l$$

Peralatan yang digunakan pada pengukuran *bandwith* antara lain adalah :

- *Network Analyzer*
- Antena yang diukur
- Kabel koaksial

Langkah-langkah pengukuran *bandwith* adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 4.12
2. Hidupkan *Network Analyzer*
3. Hubungkan antena yang sudah dirancang dengan *Network Analyzer* menggunakan kabel koaksial

4. *Setting* frekuensi tengah 2,441 GHz pada *Network Analyzer* pada menu format
5. Tentukan frekuensi rendah dan frekuensi tinggi, dimana nilai *return loss* = -9,54 dB pada frekuensi tersebut
6. Catatlah hasil pengurangan frekuensi tinggi ( $f_h$ ) dengan frekuensi rendah ( $f_l$ ) dan nilai tersebut merupakan *bandwith* antenna

#### 4.5.1 Hasil Pengukuran Bandwith Antena Omnidirectional

Pada pengukuran frekuensi antena *omnidirectional* didapat nilai sebagai berikut :

Frekuensi rendah : 2,33 GHz

Frekuensi tinggi : 2,56 GHz

*Bandwith* antena *omnidirectional* adalah  $2,56 - 2,33 = 0,23 \text{ GHz} = 230 \text{ MHz}$ .

#### 4.5.2 Hasil Pengukuran Bandwith Antena Sektoral

Pada pengukuran frekuensi antena sektoral didapat nilai sebagai berikut :

Frekuensi rendah : 2,36 GHz

Frekuensi tinggi : 2,55 GHz

*Bandwith* antena sektoral adalah  $2,55 - 2,36 = 0,19 \text{ GHz} = 190 \text{ MHz}$ .

#### 4.6 Pengukuran Gain

Pengukuran *gain* antena dilakukan dengan membandingkan antena yang akan diukur dengan antena yang memiliki *gain* standar. Dalam pengukuran ini digunakan antena standar berupa antena Grid 2,4 GHz dengan *gain* 18 dBi. Dengan menggunakan antena pemancar yang sama akan dibandingkan daya yang diterima oleh antena yang diukur dengan daya pada antena Grid.

Persamaan untuk mengetahui *gain* antena yang akan dibuat adalah:

$$G_a = P_a - P_s + G_s \quad (4.2)$$

dimana:

$G_a$  = Gain antena yang dibuat (dBi)

$P_a$  = Level daya antena yang dibuat (dBm)

$G_s$  = Gain antena standard (dBi)

$P_s$  = Level daya antena standard (dBm)

Peralatan yang digunakan pada pengukuran *gain* antara lain adalah :

- *Access point* yang dilengkapi dengan antena pemancar
- Antena yang diukur
- Antena Grid
- Kabel koaksial

Langkah-langkah pengukuran *gain* adalah sebagai berikut :

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 4.5
2. Catat hasil pengukuran daya pada display laptop untuk pengukuran antena yang dibuat
3. Ganti antena yang dibuat dengan antena grid dan catat hasil pengukuran daya antena tersebut
4. Hitung *gain* antena yang dibuat dengan menggunakan persamaan 4.2

#### 4.6.1 Gain Antena Omnidirectional

Dari hasil pengukuran diperoleh level daya maksimum antena standar adalah -27 dBm. Daya maksimum antena *omnidirectional* tanpa menggunakan pipa PVC adalah -36 dBm, sedangkan jika dilengkapi pipa PVC daya antena *omnidirectional* menjadi -37 dBm.

Gain antena *omnidirectional* tanpa pipa PVC :

$$G_a = -36 - (-27) + 18$$

$$G_a = 9 \text{ dBi}$$

Gain antena *omnidirectional* tanpa cover adalah 9 dBi

Dengan menggunakan pipa PVC :

$$G_a = -37 - (-27) + 18$$

$$G_a = 8 \text{ dBi}$$

Gain antena *omnidirectional* dengan cover adalah 8 dBi

#### 4.6.2 Gain Antena Sektorial

Daya maksimum antena sektorial tanpa menggunakan pipa PVC adalah -30 dBm, sedangkan jika dilengkapi pipa PVC daya antena sektorial menjadi -32 dBm.

Gain antenna sektoral tanpa pipa PVC :

$$G_a = -30 - (-27) + 18$$

$$G_a = 15 \text{ dBi}$$

Gain antenna sektoral tanpa *cover* adalah 15 dBi

Dengan menggunakan pipa PVC :

$$G_a = -32 - (-27) + 18$$

$$G_a = 13 \text{ dBi}$$

Gain antenna sektoral dengan *cover* adalah 13 dBi

Pipa PVC yang digunakan sebagai *cover* antenna, menyebabkan sedikit redaman pada antenna sehingga terjadi penurunan *gain*.

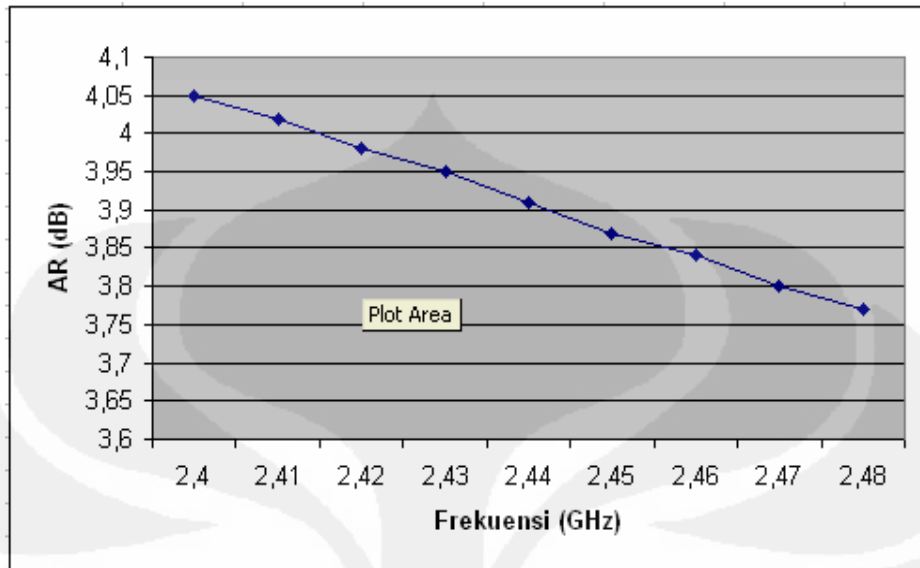
#### 4.7 Pengukuran Polarisasi

Polarisasi didefinisikan sebagai arah dari vektor medan listrik terhadap arah rambatan. Polarisasi antenna pada arah tertentu merupakan polarisasi dari gelombang yang dipancarkan oleh antenna tersebut. Polarisasi gelombang dikelompokkan menjadi polarisasi *linear*, lingkaran (*circular*) dan ellips. Jika *axial ratio* antenna diatas 3dB, maka antenna memiliki polarisasi linear. Sedangkan antenna yang mempunyai *axial ratio* kurang dari 3dB memiliki polarisasi melingkar. Rumus untuk menentukan *axial ratio* adalah :

$$AR = \frac{|E_\theta|}{|E_\phi|} = \frac{2S\lambda}{(\pi D)^2} \quad (4.3)$$

##### 4.7.1 Polarisasi Antena Omnidirectional

Nilai *axial ratio* yang didapat lebih dari 3 dB, sehingga antenna *omnidirectional* memiliki polarisasi linear. Grafik antara *axial ratio* dan frekuensi dapat dilihat pada gambar 4.19 sebagai berikut.

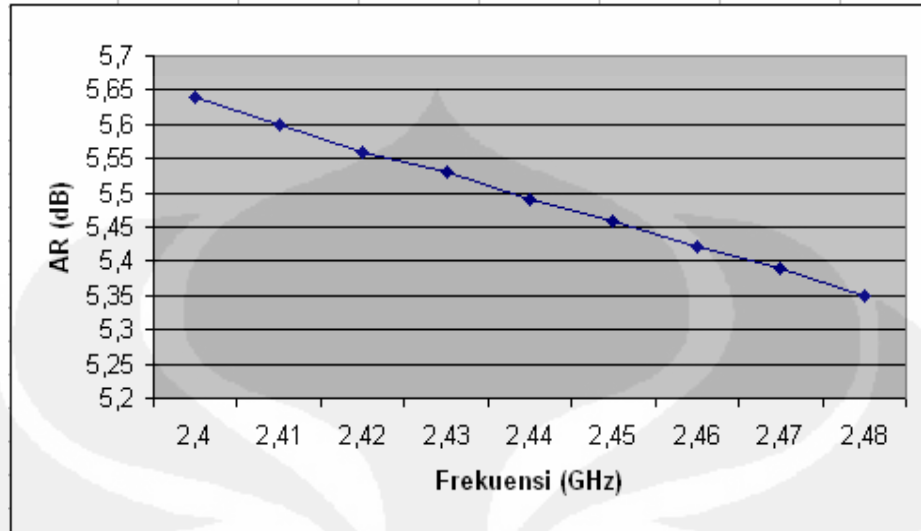


Gambar 4.19 Axial ratio antenna omnidirectional

Untuk pengukuran polarisasi saat antenna *omnidirectional* pada posisi vertikal dan antenna pada *access point* juga vertikal, maka daya yang diterima adalah -36 dBm. Sebaliknya saat antenna *omnidirectional* dan antenna *access point* dipasang horisontal akan menghasilkan daya yang kecil yaitu -52 dBm. Jika antenna *omnidirectional* pada posisi vertikal sedangkan antenna *access point* horisontal maka daya yang dihasilkan sangat kecil yaitu -61 dBm. Hal ini disebabkan karena adanya polarisasi silang (*cross polarization*) sehingga level sinyal yang diterima oleh antenna *omnidirectional* menjadi kecil. Dengan melihat posisi vertikal dan horisontal maka antenna *omnidirectional* lebih bagus dengan polarisasi linear vertikal.

#### 4.7.2 Hasil Pengukuran Polarisasi Antena Sektoral

Nilai *axial ratio* yang didapat lebih dari 3 dB, sehingga antenna sektoral memiliki polarisasi linear. Grafik antara *axial ratio* dan frekuensi dapat dilihat pada gambar 4.19 sebagai berikut.

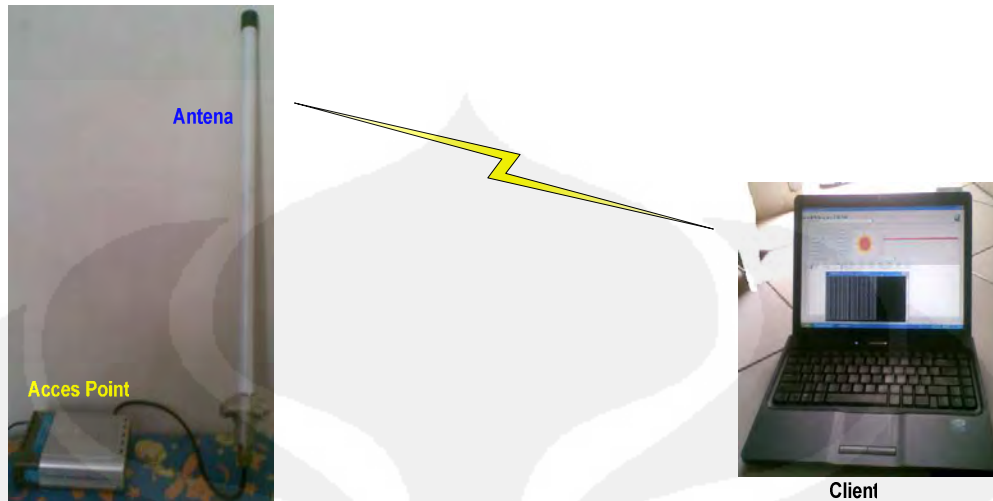


Gambar 4.20 Axial ratio antenna sektoral

Antena sektoral dan antena *access point* yang dipasang vertikal maka daya yang diterima sebesar -30 dBm. Sebaliknya saat antena sektoral dan antena *access point* dipasang horisontal menghasilkan daya yang kecil yaitu -45 dBm. Jika antena sektoral pada posisi vertikal sedangkan antena *access point* horisontal maka daya yang dihasilkan kecil yaitu -53 dBm. Dengan melihat posisi vertikal dan horisontal maka antena sektoral lebih bagus dengan polarisasi linear vertikal.

#### 4.8 Pengujian Antena Pada Jaringan Wireless LAN

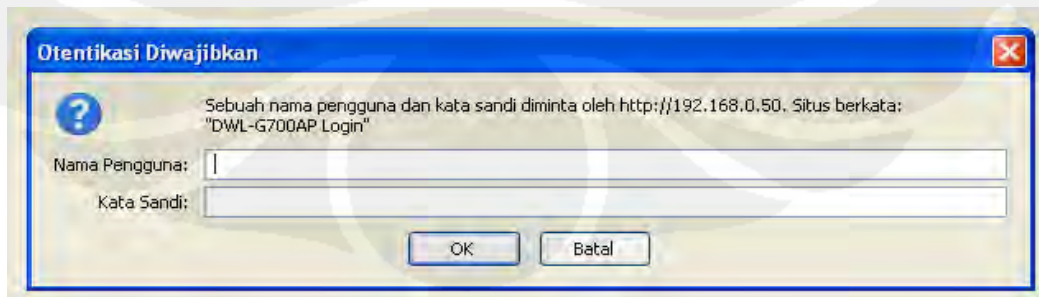
Pada jaringan *wireless LAN*, antena digunakan untuk mentransformasikan sinyal radio yang merambat pada sebuah konduktor menjadi gelombang elektromagnetik yang merambat di udara. Antena juga bermanfaat untuk memperkuat daya pancar. Sehingga daya pancar dari *access point* menjadi lebih jauh dalam melayani *client*. Pada Gambar 4.17 sebagai berikut, dapat dilihat implementasi antena dalam suatu jaringan *wireless LAN*.



Gambar 4.21 Implementasi antena dalam suatu jaringan *wireless* LAN

Sebelum melakukan pengujian pada antena, ada beberapa hal yang perlu di *setting* pada *acces point* yaitu SSID dan IP pada *acces point* tersebut. SSID merupakan sebuah pengenal pada *acces point*. *Acces point* yang digunakan pada tugas akhir ini diberi nama 'TA WINDI'. Sehingga jika digunakan dalam jaringan *wireless*, *acces point* tersebut dapat dilihat dengan mencari nama 'TA WINDI'. *Acces point* yang digunakan adalah D-Link tipe DWL-G700AP. Berikut dapat dijelaskan cara *setting* nama SSID dan IP pada *acces point*.

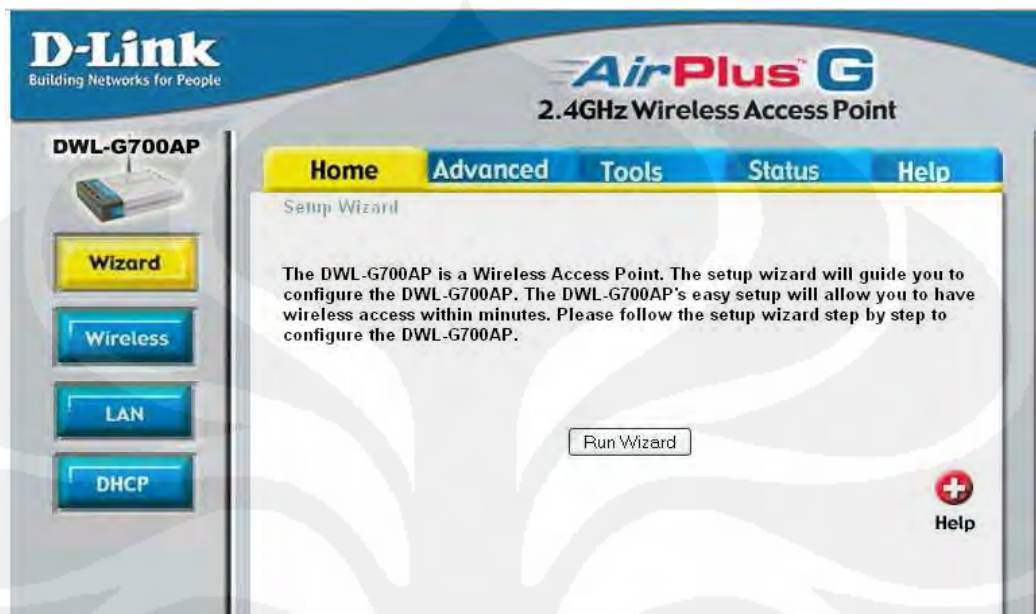
1. Hubungkan laptop dengan *acces point* menggunakan kabel ethernet (RJ-45)
2. Seting alamat IP pada laptop menjadi 192.168.0.51 dan *subnet mask* 255.255.255.0
3. Bukalah *browser* seperti *mozilla firefox* atau *browser* lainnya pada laptop. Ketik <http://192.168.0.50> pada *mozilla firefox*. Setelah itu akan terdapat autentifikasi sebagai berikut. Pada nama pengguna ketik admin, sedangkan kata sandi dikosongkan



Gambar 4.22 Tampilan login ke *acces point*



- Setelah berhasil *login* maka akan muncul tampilan awal atau *home* dari *access point*



Gambar 4.23 Tampilan home dari access point

- Klik menu *wireless* dan tulis 'TA WINDI' pada nama SSID, lalu klik *apply*. Sehingga pada sisi *client*, *access point* tersebut dapat dilihat dengan mencari nama 'TA WINDI'



Gambar 4.24 Tampilan setting SSID





6. Klik menu LAN dan pilih static IP address. Sehingga IP address sudah default dari awal yaitu 192.168.0.50 dan subnet mask 255.255.255.0

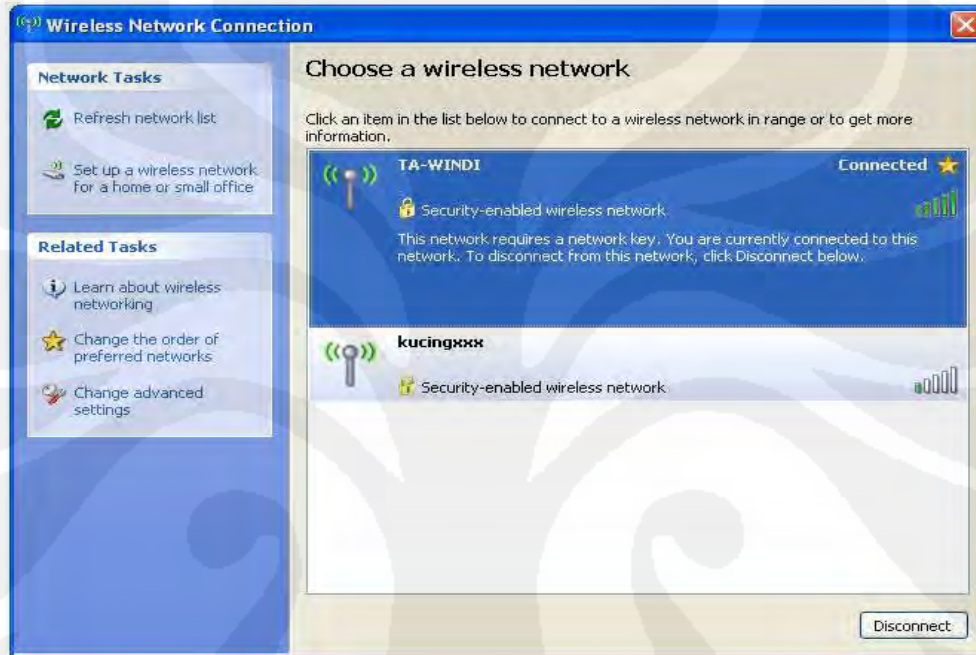


Gambar 4.25 Tampilan setting IP

Setelah *setting* SSID dan IP sudah selesai, maka dilakukan pengujian antena dalam jaringan *wireless* LAN. Langkah-langkah pengujian antena dalam jaringan *wireless* LAN adalah sebagai berikut :

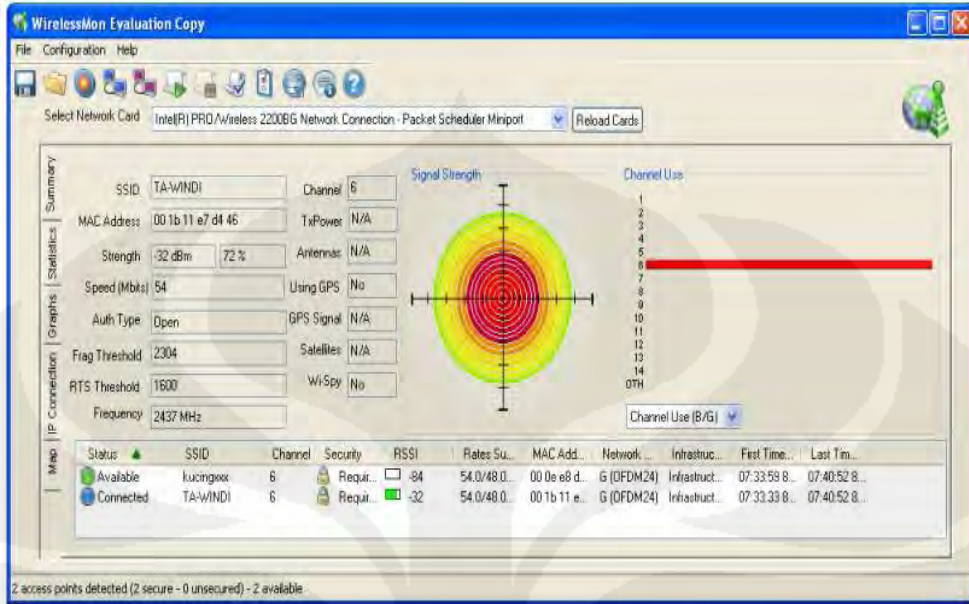
1. Rangkailah peralatan-peralatan seperti Gambar 4.19
2. Nyalakan *access point*, pastikan indikasi led pada Power dan WLAN menyala
3. Nyalakan laptop di sisi *client*
4. *Setting* IP 192.168.0.51 dan *subnet mask* 255.255.255.0 di sisi *client*. Pada sisi *client* bisa juga tanpa melakukan *setting* IP, jika pada sisi *access point* pilihan DHCP sudah diaktifkan atau *enable*
5. Setelah selesai melakukan *setting* IP atau dengan cara DHCP, maka klik tanda *wireless*  pada *toolbar* laptop disebelah kanan bawah

- Kemudian akan muncul SSID *aces point* yang ada disekitar *client*, klik nama SSID 'TA WINDI' dan klik *connect*. Pada toolbar, tanda *wireless* akan menjadi  yang menandakan bahwa *client* telah terhubung ke *aces point*



Gambar 4.26 Tampilan koneksi acces point dengan client

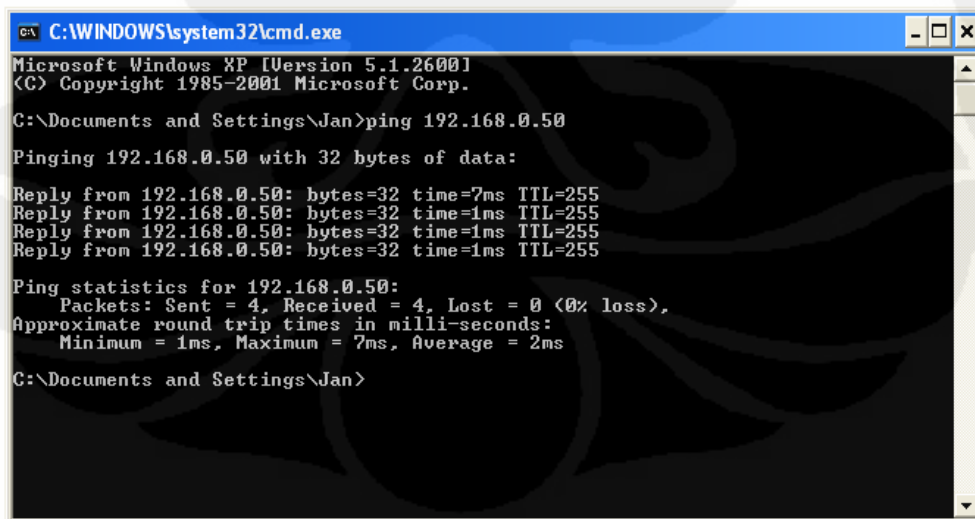
- Cek koneksi antenna yang menghubungkan *aces point* dengan *client*. Untuk mengecek kualitas antenna dapat menggunakan *software wireless monitor* seperti pada gambar sebagai berikut



Gambar 4.27 Hasil pengecekan koneksi antenna pada WLAN

Nilai level daya pada antenna *omnidirectional* sekitar -36 dBm, sedangkan untuk antenna sektoral adalah -30 dBm. Hal tersebut menandakan bahwa antenna sudah dapat bekerja pada jaringan *wireless LAN*.

Untuk mengecek apakah *client* sudah terhubung ke *access point* bisa juga menggunakan metode *ping* dari *command prompt* (cmd.exe). IP pada *access point* adalah 192.168.0.50, dengan mengetik *ping* 192.168.0.50 pada cmd dari *client*, jika hasilnya *reply* maka *client* dan *access point* sudah terhubung melalui antenna.



Gambar 4.28 Hasil ping dari client ke access point

#### 4.9 Analisa Penggunaan Antena dalam Jaringan Wireless LAN

Penggunaan antena dalam jaringan *wireless* LAN disesuaikan dengan kebutuhan dan lingkup jangkauan yang diharapkan. Untuk menjangkau *client* pada area  $360^\circ$  maka digunakan antena *omnidirectional*, sedangkan dalam melayani *client* pada arah tertentu saja bisa menggunakan antena sektoral. Hal ini juga bertujuan untuk mengefektifkan pancaran sinyal pada daerah tertentu, sehingga daya pancar sinyal menjadi lebih kuat atau lebih jauh.

Antena *omnidirectional* yang dirancang memiliki pola radiasi pada area  $360^\circ$ . Semakin banyak jumlah elemen  $\frac{1}{2} \lambda$  yang dibuat maka daya pancar antena akan semakin besar, tetapi pola radiasi antena akan tetap sama yaitu menyebar pada area  $360^\circ$ . Pada perancangan antena *omnidirectional*, antena terdiri dari 8 segmen. Hal tersebut dikarenakan sudah bisa mencakup daerah WiFi dalam suatu ruangan. Dalam percobaan, antena *omnidirectional* yang dirancang dapat menjangkau *client* pada radius jarak sekitar 11 meter, dan sudah cukup untuk digunakan dalam suatu area WiFi. Semakin banyak jumlah segmen yang digunakan maka wilayah jangkauan antena akan semakin jauh.

Pola radiasi antena sektoral yang dirancang adalah  $120^\circ$ , hal tersebut dikarenakan adanya reflektor di sisi belakang antena. Sehingga pola radiasi hanya memancar ke sisi depan antena. Antena sektoral terdiri dari 8 elemen *quad* (segiempat), setiap sisi dari elemen *quad* tersebut memiliki panjang  $\frac{1}{4} \lambda$  sehingga panjang gelombang satu elemen adalah  $1 \lambda$ . Penggunaan reflektor pada antena bermanfaat untuk memperkuat daya pancar antena ke area tertentu. Sinyal yang seharusnya dipancarkan ke sisi belakang dialihkan ke depan sehingga daya pancar antena ke sisi depan semakin besar yang menyebabkan jangkauan antena sektoral menjadi lebih jauh dibanding dengan antena *omnidirectional*. Antena sektoral yang dirancang dapat melayani *client* pada radius sekitar 20 meter.

Pada jumlah elemen yang sama, masing-masing antena baik *omnidirectional* maupun sektoral mempunyai kelebihan dan kekurangan. Antena *omnidirectional* memiliki pola radiasi  $360^\circ$  sedangkan antena sektoral memiliki pola radiasi  $120^\circ$ . Tetapi daya pancar antena sektoral lebih jauh dibanding dengan antena *omnidirectional*, dimana antena sektoral mempunyai level daya -30 dBm

dan daya pancar sejauh 20 meter, sedangkan antenna *omnidirectional* memiliki level daya -36 dBm dan daya pancar sejauh 11 meter. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin sempit lebar berkas (*beamwidth*), maka daya pancar antenna akan semakin besar atau jauh. Sehingga dalam penggunaannya, tergantung dari pemakai dalam memilih antenna apakah menggunakan antenna *omnidirectional* atau sektoral dengan melihat kelebihan dan kekurangan masing-masing antenna.

Nilai VSWR dari antenna *omnidirectional* tersebut adalah 1,233. Nilai tersebut sudah memenuhi untuk standar dari nilai VSWR yaitu  $< 2$ , sedangkan nilai VSWR paling bagus adalah 1. Sehingga nilai VSWR yang diperoleh adalah sangat bagus. Karena mendekati nilai 1, sedangkan dalam prakteknya, sangat sulit untuk mendapatkan VSWR yang bernilai 1. Nilai VSWR 1,223 juga menunjukkan bahwa impedansi *input* antenna dengan saluran transmisi adalah *matching*. Impedansi saluran transmisi yang digunakan adalah  $50 \Omega$ , sedangkan pada pengukuran nilai impedansi *input* antenna *omnidirectional* yang didapat adalah  $48,3 + j5,17 \Omega$  (lihat Gambar 4.13). Hasil pengukuran menunjukkan nilai impedansi *input* antenna yang mendekati impedansi saluran transmisi.

Antena sektoral yang dirancang memiliki VSWR 1,712, nilai tersebut juga memenuhi syarat dari VSWR yang bagus. Sehingga antenna sektoral yang dirancang memiliki impedansi *input* antenna yang *matching* dengan saluran transmisi. Pengukuran nilai impedansi *input* antenna sektoral yang didapat adalah  $40,57 + j8,72 \Omega$  yang juga mendekati impedansi saluran transmisi (lihat Gambar 4.14).

Antena yang yang bagus memiliki *return loss*  $\leq -9,54 \text{ dB}$ . Pada pengukuran *return loss* antenna *omnidirectional* adalah  $-20,79 \text{ dB}$  sedangkan antenna sektoral adalah  $-11,57 \text{ dB}$ . Sehingga baik antenna *omnidirectional* maupun antenna sektoral memiliki *return loss* yang memenuhi syarat. Dari pengukuran, dapat dilihat semakin kecil nilai VSWR (semakin bagus), maka nilai *return loss* akan semakin kecil juga.

*Bandwith* yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk antenna *omnidirectional* adalah 230 MHz. Sedangkan antenna sektoral memiliki *bandwith* 190 MHz. Jika dinyatakan dalam persentase maka *bandwith* antenna *omnidirectional* adalah :

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\% = \frac{2,56 - 2,33}{2,44} \times 100\% = 9,40\%$$

Sedangkan *bandwith* antena sektoral adalah

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\% = \frac{2,55 - 2,36}{2,45} \times 100\% = 7,75\%$$

*Bandwith* secara umum berkisar dari 5% - 10%. Sehingga *bandwith* antena *omnidirectional* dan sektoral sudah cukup bagus.

Antena yang tidak menggunakan *cover* akan menghasilkan *gain* yang lebih besar jika dibandingkan dengan antena yang dilengkapi *cover*, hal tersebut disebabkan karena adanya redaman dari *cover*. Pada antena *omnidirectional* terjadi penurunan *gain* sebesar 1 dB, sedangkan pada antena sektoral sebesar 2 dB jika antena dilapisi dengan pipa PVC. Pada antena sektoral, *cover* yang digunakan lebih tebal sehingga redaman menjadi lebih besar.

*Axial ratio* antena *omnidirectional* dan sektoral diatas 3 dB, sehingga memiliki polarisasi linear. Antena *omnidirectional* dan sektoral yang dibuat memiliki polarisasi linear vertikal. Pada antena pemancar dan penerima sebaiknya memiliki polarisasi yang sama untuk menghindari polarisasi silang (*cross polarization*) yang dapat mengurangi daya sebesar 20-25 dB. Sehingga jika antena *omnidirectional* dan sektoral tersebut dipasang sebagai pemancar, maka pada antena penerima lebih baik memiliki polarisasi vertikal.

Pengukuran dari parameter-parameter antena menunjukkan suatu keterkaitan satu sama lain. Seperti VSWR berkaitan dengan *return loss* dan *bandwith*. Demikian juga impedansi *input* antena berkaitan dengan VSWR. Keterkaitan VSWR dengan *return loss* dapat dilihat dari perbandingan yang didapat melalui pengukuran antena *omnidirectional* dan sektoral.

Nilai *return loss* dari antena sektoral adalah -11,57 dB, sedangkan *return loss* antena *omnidirectional* adalah -20,79 dB. Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai *return loss* antena *omnidirectional* lebih bagus dari antena sektoral. Sehingga menyebabkan nilai VSWR antena *omnidirectional* lebih bagus dari VSWR antena sektoral. Hubungan VSWR dengan *return loss* dapat dilihat pada rumus sebagai berikut :

$$RL = 20 \log \left( \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \right) \quad (4.4)$$

dimana :

RL = return loss

Dengan menggunakan nilai VSWR dari pengukuran, dapat juga dilakukan perhitungan nilai *return loss* berdasarkan persamaan 4.2. Sebagai contoh untuk mencari nilai VSWR antena *omnidirectional*.

$$RL = 20 \log \left( \frac{1,223 - 1}{1,223 + 1} \right)$$

$$RL = -19,97 \text{ dB}$$

Sedangkan perhitungan *return loss* antena sektoral adalah sebagai berikut :

$$RL = 20 \log \left( \frac{1,712 - 1}{1,712 + 1} \right)$$

$$RL = -11,61 \text{ dB}$$

Nilai *return loss* dari perhitungan mendekati nilai *return loss* hasil pengukuran. Berdasarkan pengukuran dan perhitungan, dapat dibuktikan bahwa VSWR berkaitan dengan *return loss*. Semakin bagus (kecil) *return loss* maka VSWR juga akan semakin bagus.

Impedansi *input* antena yang semakin mendekati impedansi saluran transmisi (*matching*), maka akan menghasilkan VSWR yang semakin bagus. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran parameter antena. Impedansi saluran transmisi yang digunakan adalah  $50 \Omega$ . Nilai impedansi *input* antena *omnidirectional* yaitu  $48,3 + j5,17 \Omega$  lebih mendekati impedansi saluran transmisi dibandingkan dengan nilai impedansi *input* antena sektoral yaitu  $40,57 + j8,72 \Omega$ . Sehingga menyebabkan VSWR antena *omnidirectional* lebih bagus daripada antena sektoral. Hasil tersebut dapat disebabkan karena antena *omnidirectional* yang dibuat lebih bagus dari antena sektoral, dimana dalam pembuatan antena sektoral jauh lebih rumit dibandingkan antena *omnidirectional*. Pengukuran VSWR berhubungan dengan koefisien refleksi ( $\Gamma$ ) dari antena tersebut. Koefisien refleksi menunjukkan daya yang dipantulkan kembali karena antena dan saluran transmisi tidak *matching*. Hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran ( $Z_0$ ) dan impedansi beban ( $Z_l$ ) dapat ditunjukkan

seperti pada persamaan 2.14. Sehingga dengan menggunakan impedansi saluran transmisi dan impedansi *input* antena dari hasil pengukuran, dapat dihitung VSWR antena tersebut.

Perhitungan VSWR antena *omnidirectional* berdasarkan impedansi *input* dari hasil pengukuran adalah sebagai berikut.

$$\Gamma = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0}$$

$$\Gamma = \frac{48,3 + j5,17 - 50}{48,3 + j5,17 + 50}$$

$$\Gamma = \frac{-1,7 + j5,17}{98,3 + j5,17}$$

$$\Gamma = \frac{\sqrt{(-1,7)^2 + (5,17)^2}}{\sqrt{(98,3)^2 + (5,17)^2}} = \frac{5,44}{98,43} = 0,055$$

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

$$\text{VSWR} = \frac{1 + 0,055}{1 - 0,055}$$

$$\text{VSWR} = \frac{1,055}{0,945}$$

$$\text{VSWR} = 1,12$$

Sedangkan hasil perhitungan VSWR antena sektoral berdasarkan impedansi *input* dari hasil pengukuran adalah sebagai berikut.

$$\Gamma = \frac{40,57 + j8,72 - 50}{40,57 + j8,72 + 50}$$

$$\Gamma = \frac{-9,43 + j8,72}{90,57 + j8,72}$$

$$\Gamma = \frac{\sqrt{(-9,43)^2 + (8,72)^2}}{\sqrt{(90,57)^2 + (8,72)^2}} = \frac{12,84}{90,98} = 0,141$$

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



$$VSWR = \frac{1+0,141}{1-141}$$

$$VSWR = \frac{1,141}{0,859}$$

$$VSWR = 1,33$$

Nilai VSWR dari perhitungan sebanding dengan nilai VSWR hasil pengukuran. Berdasarkan pengukuran dan perhitungan, semakin *matching* impedansi saluran transmisi dengan impedansi *input* antenna maka nilai VSWR akan semakin kecil atau semakin bagus.

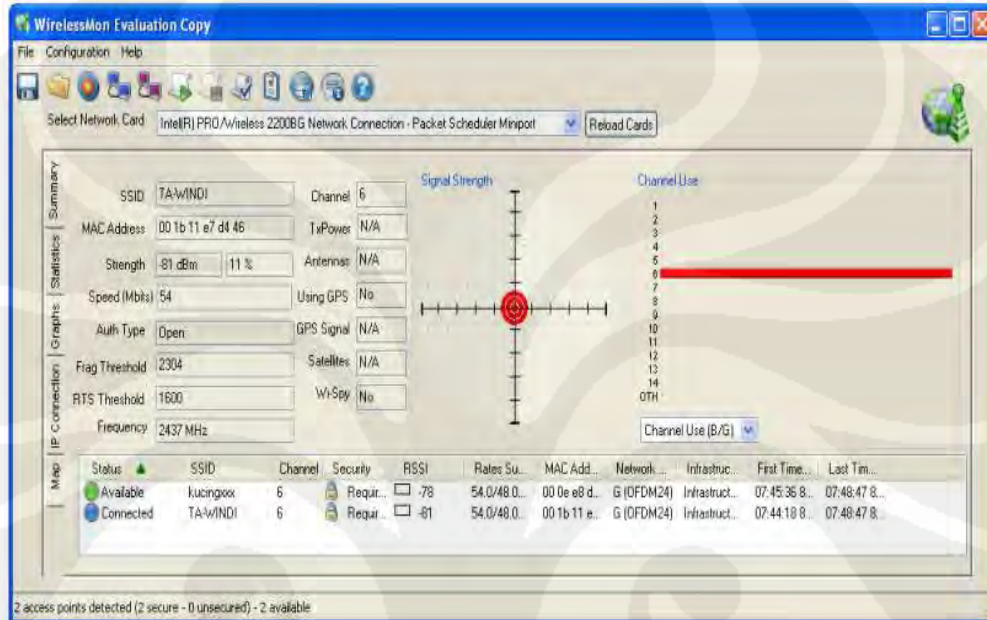
Demikian juga jika impedansi *input* antenna semakin *matching* dengan saluran transmisi maka daya yang hilang atau daya yang dipantulkan akan semakin kecil sehingga nilai *return loss* menjadi lebih kecil (lebih bagus). *Return loss* menunjukkan daya yang hilang karena antenna dan saluran transmisi tidak *matching*. Antenna *omnidirectional* mempunyai nilai impedansi *input* antenna yang lebih *matching* dibandingkan antenna sektoral. Sehingga *return loss* antenna *omnidirectional* menjadi lebih baik dari antenna sektoral. Oleh karena itu, *return loss* dan impedansi *input* antenna adalah parameter yang saling berkaitan.

Dari hasil pengukuran didapat *bandwith* antenna *omnidirectional* yaitu 210 MHz lebih besar dari antenna sektoral yaitu 170 MHz. VSWR dari antenna *omnidirectional* lebih bagus dari antenna sektoral. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, semakin bagus VSWR menunjukkan *bandwith* yang dihasilkan akan semakin lebar. Hasil tersebut menunjukkan keterkaitan *bandwith* dengan VSWR.

Hasil simulasi dengan antenna yang dibuat memiliki sedikit perbedaan, namun demikian antenna yang dibuat sudah mendekati hasil simulasi. Perbedaan tersebut dikarenakan pada saat pembuatan antenna, jumlah segmen yang dibuat lebih banyak daripada jumlah segmen yang disimulasikan. Selain itu bahan yang digunakan dan cara pembuatan antenna juga mempengaruhi hasil dari antenna yang dibuat.

Pada jaringan *wireless* LAN yang memiliki *access point* dilengkapi dengan antenna, maka *client* pada jarak tertentu dapat dengan mudah melakukan koneksi ke *access point*. Jika dalam suatu jaringan *wireless* LAN tidak terdapat antenna pada *access point*, akan menyebabkan *client* tidak bisa menerima sinyal dengan baik

pada jarak yang jauh. Daya yang dipancarkan (*signal strength*) *aces point* sangat kecil jika tidak menggunakan antena. Sebagai contoh pada jarak yang dekat saja sekitar 2 meter, daya yang dipancarkan (*signal strength*) *aces point* sangat kecil yaitu sekitar -81 dBm. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.24 sebagai berikut.



Gambar 4.29 Level daya akses point tanpa menggunakan antena

Jika menggunakan antena *omnidirectional* pada sisi *aces point*, maka level daya menjadi -37 dBm. Sedangkan apabila antena sektoral digunakan pada *aces point* maka level daya menjadi -32 dBm. Oleh sebab itu peran antena dalam jaringan *wireless LAN* sangat penting untuk memperkuat daya pancar, dimana antena dipasang pada sisi *aces point* sehingga daya pancar *aces point* semakin kuat.

## BAB 5

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun antenna serta pengujian dan pengukuran parameter antenna, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada tugas akhir ini telah berhasil dibuat antenna *omnidirectional* 2,4 Ghz untuk jaringan *wireless* LAN dengan karakteristik sebagai berikut :
  - Pola radiasi 360° pada bidang horisontal
  - Nilai VSWR paling kecil adalah 1,223 pada frekuensi 2,44 GHz
  - Polarisasi linear vertikal
  - *Return loss* paling kecil adalah -20,79 dB pada frekuensi 2,44 GHz
  - *Gain* 9 dB tanpa menggunakan *cover*
  - *Bandwith* 230 MHz
  - Impedansi *input* pada frekuensi 2,44 GHz adalah  $48,3 + j5,17 \Omega$
2. Telah berhasil dibuat antenna sektoral 2,4 Ghz untuk jaringan *wireless* LAN dengan karakteristik sebagai berikut :
  - Pola radiasi 120° pada bidang horisontal
  - VSWR paling kecil adalah 1,712 pada frekuensi 2,44 GHz
  - Polarisasi linear vertikal
  - *Return loss* paling kecil adalah -11,57 dB pada frekuensi 2,44 GHz
  - *Gain* 15 dB tanpa menggunakan *cover*
  - *Bandwith* 170 MHz
  - Impedansi *input* pada frekuensi 2,44 GHz adalah  $40,57 + j8,72 \Omega$
3. *Cover* yang digunakan pada antenna yaitu pipa PVC menyebabkan redaman sebesar 2 dB.
4. Penggunaan antenna dalam jaringan *wireless* LAN disesuaikan dengan kebutuhan dan lingkup jangkauan yang diharapkan. Pemakai dapat memilih antenna apakah menggunakan antenna *omnidirectional* atau sektoral dengan melihat kelebihan dan kekurangan masing-masing antenna.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A., *Antenna Theory Analysis and Design*, John Wiley & Sons. Inc , New Jersey, 2005.
- [2] Kraus, John D., *Antennas*, McGraw-Hill International Edition, Singapore, 1988.
- [3] Susanti, Anna, *Antena dan Propagasi*, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2000.
- [4] Soerowirdjo, Busono, *Antena Helix 2,4 GHz*, KOMMIT, Depok, 2008.
- [5] Mufti, Nachwan, *Radiasi Gelombang Elektromagnetik*, STT Telkom, Bandung, 2002.
- [6] Wowok, *Antena Wireless*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2008.
- [7] ARRL Antenna Handbook, <<http://www.arrl.org>>.
- [8] Easy Homemade 2.4 Ghz Omni Antenna  
<<http://wireless.gumph.org/articles/homemadeomni.html>>.
- [9] Kabel Jaringan, <<http://www.e-dukasi.net>>.
- [10] Wireless LAN, Pustekkom Depdiknas 2007 <<http://www.e-dukasi.net>>.
- [11] Arifin, Zaenal, *Mengenal Wireless LAN*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2007.
- [12] Velocity Factor of common Coaxial Cable, <<http://www.nr6ca.org/vf.html>>.
- [13] Purbo, Onno W., *Merakit Sendiri Homebrew Antena 2.4 GHz untuk Wireless LAN*.
- [14] Dobrii, Dragoslav, *Quados Sector Antenna for 2.4 GHz WiFi*, 2008.
- [15] Wenner, Richard A., *A 2.4 Ghz Vertical Collinear Antenna for 802.11 Applications*.

**LAMPIRAN 1**  
**VELOCITY FACTOR KABEL KOAKSIAL**

CABLE	VF
RG-8	.66
LMR-400	.85
RG-8X	.84
RG-11	.75
RG-58	.66
LMR-195	.83
RG-59	.82
RG-62	.84
RG-174	.66
RG-213	.66
RG-214	.66
RG-217	.66
RG-218	.66
RG-316	.79
RG-400	.695
LMR-500	.85
LMR-600	.86
1/2 HARD	.81
7/8 HARD	.81
LDF all ver	.88