ISSN 1410 - 9735 **©**IEE-J

JURNAL TEKNIK ELEKTRO

**VOL. 13 NO. 2 - OKTOBER 2011** 

Jurnal TESLA

Vol. 13 No. 2

Hlm. 99 - 206

Jakarta Oktober 2011

ISSN 1410 - 9735

T

Εċ

5.

## JURNAL TESLA

### **REDAKSI TESLA**

Pemimpin Umum : Dr. Ir. Danang Priatmojo, M.Arch

Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

Ketua Dewan Penyunting : Ir. Endah Setyaningsih, MT. (Untar)

Dewan Penyunting Ahli : Prof. Dr. Dali Santun Naga, MMSI.

Prof. Dr. Ir Djoko Hartanto, M.Sc. (UI) Dr. Ir. Purnomo Sidi Priambodo, M.Sc. (UI) Dr. Ing. Ihan Martoyo, ST., M.Sc. (UPH)

Ir. Hadian SatriaUtama, MSEE.

Dr. Ir. Eko Syamsuddin, M.Eng. (BPPT)

Penyunting Pelaksana : Fany Indriaty, ST., MT. (Untar)

Joni Fat, ST., ME. (Untar)

Yohanes Calvinus, ST., MT. (Untar)

Pelaksana Teknis : Siswadi Joko Santoso

Penerbit : Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Tarumanagara

Alamat Penerbit : Jln. Letjen. S.Parman No. 1

Jakarta – 11440

Telp: 021-5638359, 5672548

Fax : 021-5663277

Email : <u>teslauntar@gmail.com</u>
Web : <u>teslauntar@blogspot.com</u>

Nama "TESLA" diambil dari nama tokoh seorang ilmuwan listrik yang diabadikan menjadi satuan medan magnetik yaitu NIKOLA TESLA yang lahir di Kroasia.

Jurnal TESLA yang merupakan Jurnal Ilmiah Teknik Elektro yang diterbitkan 2 kali dalam setahun pada Bulan Maret dan Oktober. Sejak Bulan Oktober 2009, Jurnal TESLA telah menjalin kerjasama dengan Indonesian Experts Electronics – Jakarta (IEE-I) yang mempunyai visi dan misi dalam menjagkatkan Jurnal

# **JURNAL TESLA**

#### **DAFTAR ISI**

Da	ftar Isi	i
Ed	itorial	ii
1.	Perancangan <i>Chip</i> dan Simulasi Sistem Mesin Cuci Pakaian dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i> pada Mikrokontroler <b>Herro, Eko Syamsuddin dan Joni Fat</b>	99-111
2.	Sistem Pergerakan Kaki Palsu Pada Penderita Cacat Kaki Sebelah	112-124
3.	Sistem <i>Billing</i> pada Tempat Penyewaan Konsol <i>Video Game Playstation</i> 2	125-136
4.	Sistem Kontrol Untuk Motor Listrik dan Motor Bakar Pada <i>Prototype</i> Kendaraan <i>Hybird</i>	137-150
5.	Sistem Pelayanan Home Delivery Mini Market Menggunakan Handphone	151-166
6.	Sistem Radio Music Broadcasting By Rrequest Menggunakan SMS pada Toko Penjualan CD Musik dengan Very High  Benny Septian Yaffilius, dan Handiyanta Kristiadjie	167-178
7.	Perbandingan 4 Dan 8 Natena Yagi Sektoral Untuk Aplikasi <i>Wi-Fi</i> <b>F.X. Sigit Wijono, Endah Setyaningsih dan Henry Chandra</b>	179-192
8.	Sistem Pelayanan Informasi Bank Secara Real Time	193-203
Mi	tra Bestari	204
Inc	eks Pengarang	205

#### PERBANDINGAN 4 DAN 8 ANTENA YAGI SEKTORAL UNTUK APLIKASI WI-FI

F.X. Sigit Wijono<sup>1</sup>, Endah Setyaningsih<sup>1</sup> dan Henry Chandra<sup>2</sup>

Abstract: Yagi antenna is an antenna that is used for services such as UHF or VHF receiver to the TV, but Yagi antenna can operate at frequencies Wifi (2.4 GHz), by changing the dimensions of the antenna parameters. Wife frequency can be used to access the Internet, it is necessary to include a strong gain in a variety of angles, with the sectoral coverage. A study shows that the sectoral antenna for wifi applications can be realized by using a Yagi antenna array 8. This study, designed Yagi antenna arrangement 4-sector, with the aim to generate omnidirectional pattern and comparing the results with a Yagi antenna array mounted 8-sectors, and also to analyze the differences of gain. Tests conducted at a distance J=2 m and 4 m between 4-sectoral Yagi antenna and a dipole antenna transmitter, to see the effect of distance on the radiation pattern. The result is a 4-sectoral Yagi antenna can produce omnidirectional radiation pattern, although the radiation pattern of a 4-sectoral Yagi antenna less perfect than the 8-sectoral Yagi antenna. Maximum gain at 8-sector Yagi antenna is -43.62 dBm and minimum gain is -51.31 dBm. Maximum gain 4-sectoral Yagi antenna for J=2 m is -34.68 dBm and minimum gain is -52.62 dBm. For J=4 m the maximum gain value is -44.88 dBm and minimum gain is -57.94 dBm. The 4-sector Yagi antenna radiation pattern at a distance of 2 m and 4 m does not affect the form of the radiation pattern, although the results do not look the same radiation pattern. The weakness in this study is difficult to obtain an ideal test space, so there is some uneven gain attenuation. This is due to the free space loss and attenuation of the test chamber conditions.

Keywaords Yagi antenna, gain, radiation pattern, 4-sectoral and 8-sectoral yagi antenna

Abstrak: Antena Yagi adalah antena yang banyak digunakan untuk layanan UHF atau VHF misalnya untuk TV penerima, namun antena Yagi dapat beroperasi pada frekuensi Wifi (2,4 GHz), dengan cara mengubah dimensi parameter-parameter antena. Frekuensi Wife ini dapat digunakan untuk mengakses internet, untuk itu diperlukan gain kuat yang mencakup di berbagai sudut, dengan cakupan bersifat sektoral. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa antena sektoral untuk aplikasi Wifi dapat diwujudkan dengan menggunakan susunan 8 antena Yagi. Penelitian ini, dirancang susunan 4 antena Yagi secara sektoral, dengan tujuan dapat menghasilkan pola omnidireksional dan membandingkan hasilnya dengan susunan 8 antena Yagi yang dipasang sektoral, selain itu juga untuk menganalisis perbedaan gainnya. Pengujian dilakukan dengan jarak J = 2 m dan 4 m antara 4 antena Yagi sektoral dan antena pemancar yaitu antena dipole, untuk melihat pengaruh jarak pada pola radiasinya. Hasilnya adalah 4 antena Yagi sektoral dapat menghasilkan pola radiasi omnidireksional, meskipun pola radiasi 4 antena Yagi sektoral kurang sempurna dibandingkan dengan 8 antena Yagi sektoral. Gain maksimum pada 8 antena Yagi sektoral adalah -43,62 dBm dan gain minimum -51,31 dBm. Gain maksimum pada 4 antena Yagi sektoral untuk J = 2 m adalah -34,68 dBm dan gain minimum -52,62 dBm. Sedangkan J = 4 m nilai gain maksimum -44,88 dBm dan gain minimum -57,94 dBm. Pola radiasi 4 antena Yagi sektoral pada jarak 2 m dan 4 m tidak berpengaruh terhadap bentuk pola radiasi, meskipun hasil pola radiasinya tidak terlihat sama. Kelemahan dalam penelitian ini adalah sulit memperoleh ruang uji yang ideal, sehingga terdapat beberapa pelemahan gain yang tidak merata. Hal ini disebabkan oleh *Free Space Loss* dan atenuasi dari kondisi ruang uji.

Kata kunci: Antena yagi, gain, polaradiasi, 4 dan 8 antena yagi sektoral

#### **PENDAHULUAN**

nternet merupakan jaringan informasi yang menjadi kebutuhan pokok di era globalisasi sekarang ini. Layanan Iinternet di cafe-cafe, mal, kampus, instansi dan gedung-gedung membutuhkan pemancar/server atau hotspot untuk layanan *Wireless Fidelity (Wifi)* yang memerlukan antena untuk memancarkan sinyalnya. Di beberapa tempat orang dapat mengakses internet dengan gratis dan ada juga yang bayar, akan tetapi penggemar internet terus berkembang dengan sangat pesat. Layanan internet di luar tempat-tempat yang disebutkan tadi tentu menjadi kendala bagi orang yang ingin mengakses informasinya jika di tempat tersebut agak jauh dari pemancar Wifi. Bebagai upaya dilakukan, antara lain dengan mengganti antena hotspot, supaya hotspot yang memiliki sinyal pemancar yang lemah dapat diperkuat sehingga diperoleh akses internet.

Antena Yagi adalah antena yang banyak digunakan untuk layanan *Ultra High Frequency* (UHF) atau *Very High Frequency* (VHF) misalnya untuk TV penerima. Perkembangan teknologi memungkinkan antena Yagi tidak hanya beroperasi pada daerah UHF atau VHF, tetapi juga dapat beroperasi pada frekuensi Wifi (2,4 GHz), dengan cara mengubah dimensi parameter-parameter antena. Sebuah antena Yagi adalah antena yang mempunyai gain tinggi pada arah tertentu. Supaya para pengakses internet memperoleh layanan informasi yang baik tentu diperlukan sinyal kuat yang sifatnya menyebar di berbagai sudut. Untuk itu diperlukan gain kuat yang mencakup di berbagai sudut, dengan cakupan bersifat sektoral. Sebuah penelitian telah dilakukan, bahwa antena sektoral untuk aplikasi Wifi dapat diwujudkan dengan menggunakan susunan 8 antena Yagi. Mengikuti prinsip ekonomis, dirancang susunan 4 antena Yagi secara sektoral, dengan harapan bisa dihasilkan pola omnidireksional dan membandingkan hasilnya dengan susunan 8 antena Yagi yang dipasang sektoral. Tujuan rancangan ini adalah untuk mendapatkan pola radiasi omidirectional pada antena Yagi yang disusun secara sektoral, juga untuk menganalisis perbedaan gain yang dihasilkan oleh 8 antena Yagi sektoral dan 4 antena Yagi sektoral dalam aplikasi wifi. Spesifikasi Rancangan adalah frekuensi operasional antena 2,4 GHz, *Gain* > 15 dBm, impedansi 50 ohm, *reflektor* dengan panjang 6,25 cm, d*riven dengan panjang* 5,75 cm *beamwidth* 45° untuk 8 antena Yagi sektoral, dan *beamwidth* 90° untuk 4 antena Yagi sektoral.

#### Antena

Antena adalah sebuah alat yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik [1]. Alat ini sangat penting pada setiap sistem telekomunikasi *wireless*, dengan lain perkataan tidak ada sistem komunikasi *wireless* yang tidak memiliki antena. Antena sebagai pemancar merupakan sebuah *transducer* elektromagnetik yang digunakan untuk mengubah gelombang terpandu (*waveguide*) di dalam saluran transmisi

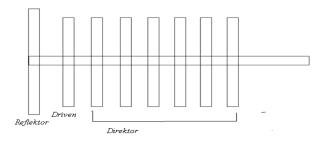
<sup>&</sup>lt;sup>1.</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara

<sup>&</sup>lt;sup>2.</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti

menjadi gelombang yang merambat di udara bebas. Sebagai alat penerima mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang terpandu. Keberadaan antena dalam sistem komunikasi *wireless* menjadi sesuatu yang tak dapat dihindarkan. Setiap aplikasi melibatkan karakteristik antena yang digunakan dan harus didapatkan pada proses perencanaan perancangan antena. Contoh aplikasi penting dari antena antar lain dijumpai pada sistem telekomunikasi seluler, *broadcast*, interkoneksi gelombang mikro, radar dan astronomi radio.

Antena Dipol terdiri dari dua buah kawat yang terpisah satu dengan lainnya, yang pada fungsinya sebagai antena pemancar jika dihubungkan dengan sumber tegangan dan berfungsi sebagai antena penerima jika dihubungkan dengan beban. Antena Dipol bersifat omnidireksional, artinya antena ini memancarkan energinya sama rata ke semua arah. Tipe antena ini banyak diaplikasikan pada TV/radio *broadcast*, pemancar diletakkan di tengahtengah wilayah penyuplaian. Antena omnidireksional dalam penerimaan sinyal, juga akan mendeteksi sinyal dari semua arah, sehingga antena jenis ini cocok digunakan sebagai antena penerima jika tidak diketahui dari arah mana sinyal radio datang.

Antena Yagi ditemukan oleh 2 orang professor asal Jepang yang bernama Prof Hidetsugu Yagi dan Shintaro UDA dari Tohoku University. Antena ini banyak dijumpai aplikasinya pada TV penerima di rumah, jaringan komputer nirkabel (Wireless Local Area Nertwork/WLAN). Perbedaan kedua aplikasi ini terletak pada frekuensi kerjanya dan juga pada polarisasi gelombang yang digunakan. Antena Yagi terdiri dari tiga bagian yaitu Driven, Reflektor dan Direktor seperti tampak pada Gambar 1.



■ Gambar 1. Antena Yagi [1]

Bagian *Driven* adalah titik catu dari kabel antena, biasanya, panjang fisik *Driven* adalah setengah panjang gelombang dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima. Bagian *Reflektor* adalah bagian yang berfungsi sebagai pemantul sinyal. Selanjutnya bagian *Director* adalah bagian pengarah antena. Secara umum perancangan antena Yagi mencakup panjang Driven yang besarnya kurang dari  $\lambda/2$  biasanya  $(0.45 - 0.49\lambda)$ , sedangkan panjang Director adalah sekitar  $0.4 - 0.45\lambda$  dan direktor-direktor ini tidak perlu sama panjang. Jarak antar direktor berkisar antara  $0.3 - 0.4\lambda$ . Sebuah reflector ditempatkan dibelakang driven elemen dan agak lebih panjang daripada separuh panjang gelombang. Antena Yagi merupakan antena direksional yang memancarkan radiasi elektromagnetik dengan gain tinggi pada satu arah tertentu. Sebuah antena Yagi biasanya mempunyai satu reflektor dan satu atau lebih direktor. Antena mempropagasikan energi medan elektromagnetik ke arah driven elemen sampai ke direktor, dan paling peka terhadap energi medan elektromagnetik yang datang dalam arah ini. Semakin banyak direktor elemen yang dimiliki oleh sebuah Antena Yagi, semakin besar gain-nya.

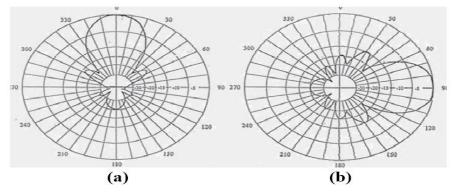
#### Pola Radiasi Antena

Pola radiasi suatu antena didefinisikan sebagai sebuah representasi grafik dari sifat radiasi antena sebagai sebuah fungsi dari koordinat ruang. Dalam banyak kasus, pola radiasi ditentukan dalam daerah medan jauh (far-field region) dan digambarkan sebagai fungsi dari arah koordinat. Sifat-sifat radiasi meliputi intensitas, kuat medan, fasa atau polarisasi radiasi [2]. Pola radiasi merupakan besaran yang penting pada antena, karena menggambarkan distribusi energi yang dipancarkan oleh antena dalam ruang. Besaran ini diukur pada medan jauh dengan jarak yang konstan ke antena, dan divariasikan terhadap sudut  $\vartheta$  dan  $\varphi$ .

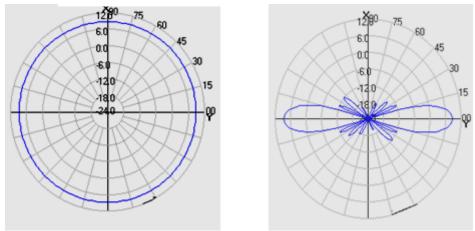
Performa antena sering dinyatakan dalam pola bidang-E (*Electric Field*) dan pola bidang-H (*Magnetic Field*) nya. Untuk antena yang terpolarisasi linier , pola bidang E sering didefinisikan sebagai bidang yang mempunyai vector medan listrik dan arah radiasi yang maksimum dan bidang H sebagai bidang yang mempunyai vektor medan magnet dan arah radiasi yang maksimum. Daerah/ ruang di sekitar antena biasanya dibagi menjadi tiga bagian, yaitu : medan dekat reaktif (*reactive near field*), radiasi medan dekat/Fresnel (*radiating near field*), dan daerah medan jauh/(*Fraunhofer far field*). Daerah radiasi medan dekat adalah daerah di antara daerah medan dekat reaktif dan daerah medan jauh, dimana medan radiasi mendominasi dan distribusi medan angular tergantung pada jarak dari antena.

Antena Dengan Pola Radiasi Direksional merupakan jenis antena dengan *narrow beamwidth*, yaitu mempunyai sudut pemancaran yang kecil dengan daya yang lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, contoh antena Yagi, Panel, Sektoral dan antena parabolic, seperti pada Gambar 2. Antena Dengan Pola Radiasi Omnidireksional adalah antena yang mempunyai pola radiasi nondireksional pada bidang azimuth dan direksional pada bidang elevasi. Pola omnidireksional merupakan bentuk khusus dari pola direksional. Antena dengan pola

radiasi omnidireksional mempunyai pancaran yang besar (*wide beamwidth*) yaitu 360°, dengan daya yang lebih meluas, jarak yang lebih pendek tetapi dapat melayani area yang luas. Pola radiasi Omnidireksional dapat dilihat pada Gambar 3.



- Gambar 2. Pola Radiasi Direksional [3]
- a) Pola Radiasi Bidang Medan Magnet (H)
- b) Pola Radiasi Bidang Medan Listrik (E)



■ **Gambar** 3 Pola Radiasi Omnidireksional [3] (a) Horizontal Plane (b) Vertical Plane

Gain direktif pada arah yang ditentukan adalah perbandingan antara intensitas radiasi pada arah tertentu dan intensitas radiasi dari antena refernsi. Dalam hal ini, referensi adalah sumber isotropik. *Direktivity* adalah nilai dari gain direktif pada arah yang nilainya mencapai maksimum. Jadi *direktivity* dari sumber nonisotropik adalah sama dengan perbandingan antara intensitas radiasi maksimum dan sumber isotropik.

Secara matematis dapat ditulis

$$D_g = U/Uo = 4 \pi U/ Prad \dots (1)$$

$$Do = U_{max} / Uo = 4 \pi U_{max} / P_{rad}$$
 (2)

dengan:

 $D_g = Gain direktif (tak bersatuan)$ 

Do = Direktivity ( tak bersatuan )

U = Intensitas radiasi (W / satuan sudut ruang)

U<sub>max</sub> = Intensitas radiasi maksimum

Uo = Intensitas radiasi sumber isotropik

 $P_{rad}$  = daya radiasi total

Untuk sumber isotropik, dari persamaan D $_g$  = U/Uo = 4 $\pi$  U/P rad dan Do = U $_{max}$ / Uo = 4 $\pi$  U $_{max}$ /P  $_{rad}$  diketahui nilai gain direktif dan direktivity adalah sama karena U, U $_{max}$ , Uo juga sama. *Direktivity* sumber isotropik

nilainya adalah satu karena daya yang diradiasikan sama besar ke semua arah. Untuk sumber lainnya, direktivity selain lebih besar dari satu, dan ini merupakan "figures of merit" relatif yang menunjukkan ketearahan antena dibandingkan sumber isotropik. Gain direktif biasanya bernilai kurang dari satu, bahkan nol. Untuk gain direktif sama dengan nol pada arah  $\theta=0$ . nilai gain direktif akan lebih besar atau sama dengan nol dan lebih kecil atau sama dengan nilai direktivity ( $0 \le D_g \le D_0$ )

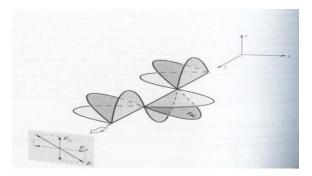
Gain daya sebuah antena (pada arahnya) adalah didefinisikan sebagai 4  $\pi$  kali perbandingan antara intensitas radiasi pada arah tersebut dan daya total yang diterima oleh antena. Jika arahnya tidak disebutkan maka gain daya biasanya menyatakan gain pada arah radiasi maksimumnya. Secara matematis dinyatakan ;

Gain =  $4 \pi$  Intensitas radiasi / daya input total

Gain biasanya dinyatakan dalam desibell (dB) atau tidak bersatuan. Hubungan kedua satuan ini adalah:

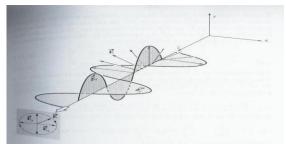
Bandwidth antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi, di dalamnya antena bekerja sesuai dengan yang ditetapkan oleh spesifikasi yang diberikan. Spesifikasi tersebut mencakup diagram radiasi, tinggi dari side lobe, gain, polarisasi, impedansi masukan/faktor refleksi. Pada antena pita lebar (broadband), Bandwidth menyatakan batas dari frekuensi atas ke frekuensi bawah yang masih dalam jangkauan operasinya. Sebagai contoh Bandwidth 10:1 menyatakan bahwa frekuensi atas besarnya adalah 10 kali frekuensi bawah. Pada antena pita sempit, Bandwidth dinyatakan dalam presentase beda frekuensi terhadap center frekuensi. Misalkan Bandwidth 5 % menunjukkan bahwa beda frekuensi yang masih dapat dioperasikan adalah sebesar 5 % dari frekuensi pusat. Karakteristik antena tidak begitu dipengaruhi oleh frekuensi, maka Bandwidth tidak mempunyai karakteristik yang unik. Spesifikasi Bandwidth adalah ditentukan sesuai kebutuhan. Biasanya dibedakan sesuai dengan pola radiasi dan dengan perubahan impedansi input; yaitu Bandwidth pola radiasi dan Bandwidth impedansi. BW pola berhubungan dengan gain, tingkat lub samping, beamwidth, polarisasi dan arah berkas radiasi. Sebagai contoh, pola radiasi linier dengan panjang kurang dari  $\lambda/2$  adalah tidak sensitif terhadap perubahan frekuensi. Faktor penentu antena ini adalah impedansinya, dan Bandwidth dapat dirumuskan dalam faktor Q. Faktor Q antena (array) yang ukurannya lebih besar dari  $\lambda$  besarnya hampir satu. Oleh karena itu *Bandwidth* biasanya dinyatakan dalam *beamwidth*, tingkat lobe samping, dan karakteristik pola radiasi. Antena dengan panjang sedang *Bandwidth* ditentukan oleh pola radiasi dan perubahan impedansi, tergantung pada penggunaannya. Pada antena jenis ini, *Bandwidth* 2:1 merupakan desain yang bagus. Sementara pada jenis antena lainnya, Bandwidth yang lebih besar lagi diperlukan. Antena dengan Bandwidth yang sangat besar (40:1 atau lebih) sudah banyak didesain saat ini. Antena-antena ini dikenal sebagai antena yang tidak dipengaruhi oleh frekuensi. Pembahasan ini adalah dengan menganggap bahwa jaringan *coupling* (transformer, balun) dan/atau dimensi-dimensi antena tidak berubah terhadap perubahan frekuensi. Ada kemungkinan untuk menaikkan range frekuensi dari antena narrowband dengan mengatur dimensi-dimensi antena dan/atau jaringan coupling yang sesuai dengan perubahan frekuensi. Meskipun tidak mudah untuk melakukannya, namun ada berbagai aplikasi yang sudah menggunakannya. Contoh yang paling sering dijumpai adalah antena radio, mobil dan antena TV " rabbit ears". Kedua antena ini punya panjang yang bisa diubah-ubah untuk menala antena agar dapat menerima siaran dengan bagus.

Polarisasi antena didefinisikan sebagai polarisasi dari gelombang yang diradiasikan ketika antena memancarkan dayanya. Sebagai contoh polarisasi gelombang datang dari arah antena yang menghasilkan daya maksimum pada terminal antena. Jika arah antena tidak disebutkan, maka polarisasinya adalah polarisasi pada arah gain maksimum[3]. Dalam prakteknya, polarisasi energi yang yang diradiasikan berubah sesuai dengan arah dari pusat antena, sehingga bagian-bagian dari pola radiasi bisa mempunyai polarisasi yang berbeda. Polarisasi gelombang radiasi didefinisikan sebagai sifat radiasi gelombang elektromagnetik yang ditinjau dari perubahan arah dan magnitude vektor medan listrik terhadap waktu. Polarisasi merupakan jejak kurva pada ujung vektor medan linstrik sesaat. Medan harus diamati sepanjang arah perambatan. Polarisasi dibagi menjadi: polarisasi linier, lingkaran dan elips. Jika vektor yang menunjukkan jejak medan listrik pada suatu titik sebagai fungsi waktu, selalu terarah sepanjang garis lurus, maka disebut sebagai terpolarisasi linier. Umumnya bentuk jejak medan listrik berbentuk elips, dan medan ini disebut terpolarisasi elips. Polarisasi linier dan lingkaran adalah bentuk khusus dari polarisasi elips, yang dicapai ketika elips berubah menjadi garis atau lingkaran. Jejak medan listrik ini bisa berubah sesuai arah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Polarisasi CW vektor medan listrik disebut juga polarisasi tangan kanan, sementara polarisasi CCW disebut polarisasi tangan kiri. Gambar polarisasi linier tampak pada Gambar 4.

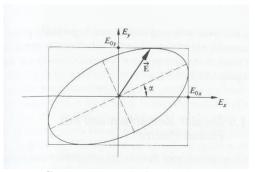


■ Gambar 4. Polarisasi Linier [4]

Polarisasi lingkaran hanya dapat dicapai jika amplitudo kedua komponen adalah sama dan beda fasa keduanya adalah kelipatan ganjil dari  $\pi/2$ , polarisasi lingkaran dapat dilihat pada Gambar 5. Polarisasi elips dapat dicapai hanya bila perbedaan fasa waktu diantara dua komponen adalah kelipatan bilangan ganjil dari  $\pi/2$  dan amplitudonya tidak sama atau bila perbedaan fasa waktu tidak sama dengan kelipatan  $\pi/2$ , polarisasi elips tampak pada Gambar 6.



■ Gambar 5. Polarisasi Lingkaran [4]



■ Gambar 6. Polarisasi Elips [4]

Pada umumnya polarisasi antena penerima tidak sama dengan polarisasi gelombang datang. Keadaan ini disebut sebagai "polarization mismatch". Jumlah daya yang dapat diambil oleh antena dari sinyal datang tidak bisa mencapai maksimum karena adanya rugi polarisasi. Medan listrik gelombang datang dinyatakan dengan

$$\vec{E}_i = \hat{\rho}_w E_i \qquad (5)$$

dengan  $\hat{
ho}_{\scriptscriptstyle W}$  adalah vektor satuan dari gelombang, dan polarisasi medan listrik antena dinyatakan dengan

$$\vec{E}_a = \hat{\rho}_a E_a \tag{6}$$

dengan  $\hat{
ho}_a$  adalah vektor satuan, rugi polarisasi dapat dinyatakan sebagai Loss Faktor Polarisasi (LFP)

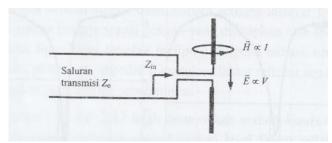
$$PLF = \left| \hat{\rho}_w \hat{\rho}_a \right|^2 = \left| \cos \Psi_p \right|^2 \tag{7}$$

dengan  $\Psi_p$  adalah sudut antara dua vektor satuan. Jika polarisasi antena matching, LFP akan bernilai satu dan antena dapat menerima daya gelombang datang secara maksimum, dalam dB akan bernilai:

$$LFP = 10 \log PLF$$
 ( tak bersatuan) =  $10 \log 0.5 = -3 \text{ dB}$ 

Meskipun gelombang datang dan antena terpolarisasi linier, tapi terjadi loss sebesar 3 dB dalam penerimaan daya. Hal ini terjadi karena polarisasi gelombang datang tidak matching dengan polarisasi antena. Jika polarisasi gelombang datang tegak lurus terhadap polarisasi antena maka daya tidak dapat diterima sama sekali dan LFP menjadi nol atau minus tak berhingga. Rugi polarisasi harus diperhitungkan dalam desain sistem komunikasi karena rugi-rugi bisa sangat mempengaruhi sistem. Perhitungan-perhitungan sistem komunikasi untuk eksplorasi luar angkasa dibuat sangat cermat karena berat pesawat yang terlalu besar. Dalam berbagai hal, daya sistem dibatasi agar lebih ekonomis. Untuk itu desain harus memperhitungkan semua loss yang bisa terjadi untuk menjamin keberhasilan sistem

Impedansi input didefinisikan sebagai impedansi yang diberikan oleh antena kepada rangkaian di luar, pada suatu titik acuan tertentu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, saluran transmisi penghubung yang dipasangkan antena, akan melihat antena tersebut sebagai beban dengan impedansi beban sebesar  $Z_{\rm in}$ .



■ Gambar 7. Antena sebagai beban dari rangkaian sebelumnya [7].

Prinsip penyesuaian impedansi dan efek dari ketidaksesuaian beserta akibatnya berupa refleksi (r) yang dapat dituliskan sebagai :

$$r = \frac{Zin - Zo}{Zin + Zo} \tag{8}$$

Secara logaritma dapat dihitung dengan:

$$r_{dB} = 20 \log |r| \dots (9)$$

Selain dari itu dalam mengkuantifikasikan besaran refleksi bisa digunakan rasio gelombang tegangan berdiri atau *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dengan hubungan :

$$VSWR = \frac{1+|r|}{1-|r|}$$
 (10)

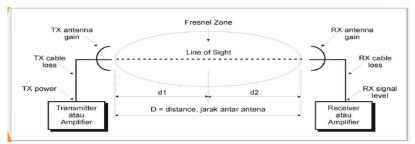
Dalam aplikasinya sebuah antena sering dianggap telah memiliki kinerja refleksi yang bagus jika faktor refleksinya  $r_{dB} \le -10 \text{ dB}$  atau  $|r| \le 0.316 (10\% \text{ energinya direfleksikan kembali ke pemancar) dan VSWR} < 1.92.$ 

Balun adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara antena dengan kabel coaxial. Balun digunakan juga untuk menghubungkan antara *feeder line* yang *unbalance* misalnya kabel coaxial dengan antena yang balance misalnya antena dipol [6]. Balun dapat dipandang sebagai suatu transformator untuk link kopling antara feeder line dengan antena. Ia terdiri atas gulungan kawat diatas ferrite (batangan atau toroidal) atau dapat juga inti udara. Balun dengan inti ferrite, harus diperhatikan pemilihan jenis ferritenya. Di pasaran terdapat berbagai jenis toroid, jenis-jenis tersebut menpunyai sifat yang berbeda adalah respon-nya terhadap frekuensi. Ada toroid untuk frekuensi audio dan toroid untuk filter AC (frekuensi rendah), ini tidak cocok untuk balun. Ferrite batangan digunakan untuk antena radio MW (frekuensi tinggi) bisa digunakan.

Daerah/ruang di sekitar antena biasanya dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *reactive near field* (medan dekat reaktif), *radiating near field* (radiasi medan dekat/*Fresnel*) dan *far field* (daerah medan jauh/*Fraunhofer*). Daerah-daerah ini dibuat untuk mengindentifikasi struktur medan masing-masing. Meskipun tidak ada perubahan yang drastic pada perbatasan masing-masing daerah, ada hal-hal yang membedakan ketiga daerah tersebut. Batas yang memisahkan daerah-daerah ini tidaklah unik, namun tetap diperlukan criteria untuk mengindentifikasi daerah-daerah ini. Daerah medan dekat reaktif adalah daerah di sekitar antena dimana medan reaktifnya mendominasi. Untuk sebagian besar antena, batas luar daerah ini berada pada jarak  $R < 0.62 \sqrt{(D^3/\lambda)}$  dari permukaan antena, dengan  $\lambda$  adalah panjang gelombang dan D adalah dimensi (ukuran) terbesar dari antena.

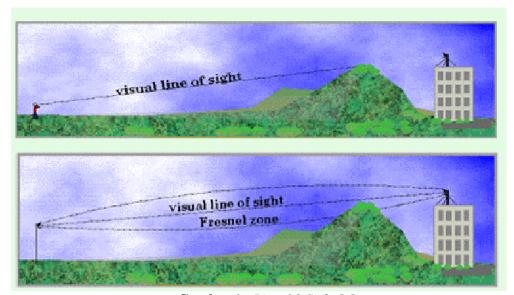
Daerah radiasi medan dekat (*Fresnel*) adalah daerah diantara daerah medan dekat reaktif dan daerah medan jauh, dimana medan radiasi mendominasi dan distribusi medan angular tergantung pada jarak dari antena. Untuk antena yang fokus ke tak hingga, daerah radiasi medan dekat kadang-kadang menunjukkan sebagai terpanjang

(ukuran) sangat kecil dibandingkan dengan panjang gelombang, maka daerah ini tidak bisa nampak. Batas dalam daerah ini adalah  $R \geq 0.62 \sqrt{(D^3/\lambda)}$  dan batas luarnya adalah pada jarak  $R \leq 2 D^2/\lambda$  dimana D adalah ukuran terbesar dari antena. Kriteria ini didasarkan pada eror fasa maksimum  $\pi/8$ . Dalam daerah ini pola medan pada umumnya merupakan fungsi dari jarak dan komponen medan radial bisa diperhitungkan. Daerah medan jauh ( Fraunhofer) seperti yang tampak pada Gambar 8 adalah medan di sekitar antena dimana distribusi medan angularnya tidak tergantung pada jarak dari antena. Daerah medan jauh biasanya terletak pada jarak  $R > 2 D^2/\lambda$  dari antena. Pada antena yang fokus ke tak hingga , daerah medan jauh disebut daerah Franhoufer ( sebagaimana dalam fenomena optik ) dalam daerah ini, komponen medannya tranversal dan distribusi angularnya tidak tergantung pada jarak antena. Batas dalam daerah ini adalah  $R = 2 D^2/\lambda$  dan batas luar adalah tak hingga.



■ Gambar 8 Daerah Medan Jauh [6]

Penerapan *Line of Sight* (LOS) antara antena radio pengirim dan penerima merupakan hal paling penting. Ada dua jenis LOS yang harus diperhatikan: *Optical Loss* yaitu kemampuan untuk saling melihat antara satu tempat dengan tempat lainnya dan *Radio Loss* yaitu kemampuan radio penerima untuk melihat sinyal yang dipancarkan. Penentuan *line of sight* berkaitan dengan teori *Fresnel Zone*, seperti pada Gambar 9. Fresnel Zone adalah bentuk bola rugby yang berada diantara dua titik yang membentuk jalur sinyal RF. *Waverider* masih dapat bekerja pada kondisi *line of sight* minimal 60 % dari *Fresnel Zone* pertama ditambah 3 meter yang bebas dari gangguan atau halangan.



■ Gambar 9. Line Of Sight [6]

Pada saat terjadi gangguan di *Fresnel Zone* pertama, akan banyak terjadi berbagai masalah yang berakibat menurunnya unjuk kerja[7]. Masalah utamanya adalah *reflection* yang menyebabkan gelombang yang merambat di luar kurva, multipath fading terjadi pada saat gelombang yang kedua tiba yang menyebabkan penurunan kualitas sinyal, *refraction* yang menyebabkan gelombang yang bergerak di dalam kurva bergerak membentuk sudut, frekuensi yang kurang dari 10 GHz tidak berpengaruh pada hujan besar atau kabut, pada frekuensi 2,4 GHz redamannya 0,01 dB/ Km untuk keadaan hujan 150mm/jam dan *difraction* yang menyebabkan gelombang yang merambat disekitar gangguan menuju ke bagian bayang-bayang.

Wireless Fidelity (Wifi) memiliki pengertian yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan local nirkabel (Wireless Local Area Network-WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Standar terbaru dari spesifikasi 802.11a atau b, seperti 802.16 g, saat ini sedang dalam penyusunan , spesifikasi baru tersebut menawarkan banyak peningkatan mulai dari luas cakupan yang lebih jauh hingga kecepatan transfernya [8]. Awalnya Wifi ditujukan untuk perangkat nirkabel dan Jaringan Area Lokal (LAN), namun saat ini lebih banyak digunakan untuk mengakses internet. Hal ini memungkinkan seseorang dengan komputer dengan kartu nirkabel (Wireless Card) atau personal digital assistant (PDA) yang terhubung internet dengan menggunakan titik akses (atau dikenal dengan hotspot). Wifi dirancang berdasarkan IEEE 802.11. Sekarang ini sudah ada empat variasi dari 802.11

yaitu : 802.11a, 802.11 b, 802.11g,802.11n. Spesifikasi b merupakan produk pertama *Wi-Fi*. Variasi g dan n merupakan salah satu produk yang mengalami penjualan terbanyak pada 2005. Spesifikasi Wi-Fi terlihat pada Tabel 1. Di banyak bagian dunia frekuensi yang digunakan oleh *Wi-Fi*, pengguna tidak diperlukan untuk mendapatkan ijin dari pengatur lokal (misalnya , Komisi Komunikasi Federal di AS.) 802.11a menggunakan frekuensi yang lebih tinggi dan oleh sebab itu daya jangkauannya lebih sempit). Versi *Wifi* yang paling luas dalam pasaran AS sekarang ini (berdasarkan pada IEEE 802.11b/g)beroperasi pada 2.400 MHz sampai 2483,50 MHz. Dengan begitu mengijinkan operasi dalam 11 channel (masing-masing MHz) [9].

■ Tabel 1. Spesifikasi Wifi [8]

	•		1
Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi	Cocok
	(Mb/s)	band	dengan
		(GHz)	
802.11b	11	2,4	b
802.11a	54	5	a
802.11g	54	2,4	b,g
802.11n	100	2,4	b,g,n

#### Realisasi Antena Yagi

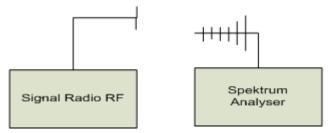
Antena Yagi yang dirancang didasarkan hubungan antara frekuensi operasional dengan kecepatan gelombang elektromagnetik yaitu dengan persamaan  $C = \lambda$  x f , dengan C = 3 x10  $^8$  m/s dan f = 2,4 GHz (antena Yagi dirancang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz yaitu merupakan frekuensi untuk *wifi*). Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh  $\lambda = 0,125$  m = 12,5 cm. Panjang reflektor untuk antena Yagi adalah  $\frac{1}{2}\lambda$ , sehingga diperoleh panjang antena adalah  $\frac{1}{2}\lambda$  x 12,5 cm = 6,25 cm. Panjang driven adalah panjang reflektor x 0,92, (konstanta 0,92 menggambarkan kecepatan gelombang elektromagnet dalam logam), sehingga panjang driven menjadi 6,25 x 0,92 = 5,75 cm. Jarak antara masing-masing elemen adalah  $\frac{1}{4}\lambda$  yaitu  $\frac{1}{4}$  x 12,5 cm = 3,125 cm. Panjang dari reflektor hingga direktor adalah 7 x  $\frac{1}{4}\lambda$  yaitu 7 x 3,125 cm = 21,875 cm.

Realisasi Perancangan Antena Yagi dengan  $Beamwidth~45^\circ$  dan  $90^\circ$  diperoleh dengan menyusun 8 Antena Yagi secara melingkar dengan sudut antar 1 antena Yagi dengan lainnya sebesar  $45^\circ$  sehingga terbetuk susunan 8 antena Yagi sektoral. Hal yang sama dilakukan untuk 4 antena Yagi (dengan Beamwidth~90). Realisasi medan jauh (Far~Field) antara transmitter dan receiver diperoleh dengan menghitung jarak atara antena dipole sebagai transmiter yang dalam pengujian nantinya dihubungkan ke signal generator dan antena Yagi sebagai receiver yang nantinya dihubungkan ke Spektrum Analyser menggunakan rumus Far~Field yaitu  $R \ge \sqrt{(2D^2/\lambda)}$ . Berdasarkan rumus ini diperoleh  $R \ge \sqrt{(2\times0,0625^2/0,125)}$ , yaitu  $R \ge 0.25$  m. Jarak antar antena dalam pengujian dipilih 1m untuk pengujian 1 antena Yagi dalam berbagai jumlah elemen (jumlah 6 elemen sampai dengan 10 elemen), 2m untuk pengujian 8 antena Yagi dan untuk 4 antena Yagi 2 m dan 4 m. Pemilihan ini juga didasarkan pada kondisi dan luas ruang pengujian.

#### Pengujian 1 (satu) Antena Yagi

Pengujian dilakukan pada 1 (satu) antena Yagi pada berbagai jumlah elemen yaitu 6 elemen sampai dengan 8 elemen. Tujuannya untuk memperoleh gain dan pola radiasinya. Selanjutnya dilakukan uji untuk membandingkan gain dan pola radiasi 4 antena Yagi sektoral dan 8 antena Yagi sektoral. 4 antena yagi diperoleh dengan memodifikasi 8 antena Yagi setelah seluruh data mengenai 8 antena Yagi diperoleh. Kemudian dilakukan pengujian pada 4 antena Yagi dengan cara dan tempat yang sama. Perancangan antena ini memerlukan material logam untuk elemen antena dan material logam untuk pembuatan batang antena serta material untuk mendudukkan antena. Material yang digunakan untuk batang adalah.aluminium.yang merupakan bahan dielektrik dan untuk elemen adalah.tembaga.yang merupakan konduktor. Sedangkan material untuk dudukan adalah marmer. Pemilihan ini dimaksudkan supaya tiang antena dapat berdiri sempurna pada dudukannya, sehingga memudahkan dalam pengujian.

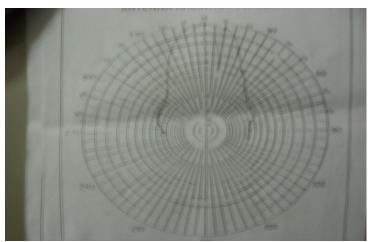
Pengujian Antena Yagi memerlukan dua alat ukur yaitu Spektrum Analyzer dan Signal Generator serta memerlukan satu buah rel pengujian yang berfungsi untuk mendapatkan posisi saling berhadapan antar dua antena (*Line Of Sight*/LOS) yaitu antena yang bertindak sebagai transmiter dan antena yang bertindak sebagai receiver. Selain kedua alat ukur tersebut, juga diperlukan satu antena sebagai transmiter yaitu antena dipole. Pengujian Pola Radiasi 1 Antena Yagi dilakukan dengan cara menghubungkan antena dipole dengan Signal Generator dan 1 antena Yagi dihubungkan dengan Spektrum Analyzer. Kedua antena diatur tepat berhadapan (seperti tampak pada Gambar 10). Jarak kedua antena dibuat sejauh 1 m, hal ini untuk memenuhi pengukuran antena yang harus dilakukan pada daerah *far zone*. Signal Generator di set pada frekuensi 2,4 GHz (sesuai dengan frekuensi WiFi). Selanjutnya sinyal yang diterima oleh Spektrum Analyzer dicatat setiap perubahan/perputaran 10 derajat dari 1 antena Yagi. Pengujian ini dilakukan pada 1 antena Yagi dengan 6 elemen sampai 10 elemen dengan polarisasi horizontal. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 6. Berdasarkan nilai desibel dihasilkan gambar pola radiasi seperti terlihat pada Gambar 11 sampai dengan Gambar 15.



■ Gambar 10. Posisi Antena dipole dan 1 Antena Yagi Tepat Berhadapan

■ Tabel 2. Hasil Pengujian 1 Antena Yagi 6 Elemen dengan Polarisasi Horizontal

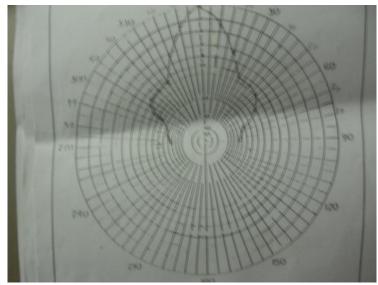
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-29,84	1,037.10 -3	1	0
10°	-31,41	7,22.10-4	0,696	-1,573
20°	-34,24	3,76.10 <sup>-4</sup>	0,362	-4,412
30°	-39,23	1,193.10-4	0,115	-9,393
40°	-45,87	2,588.10 -5	0,024	-16,197
50°	-46,92	2,032.10 -5	0,019	-17,212
60°	-47,91	1,618.10 -5	0,015	-18,239
70°	-48,21	1,510.10 -5	0,014	-18,538
80°	-48,93	1,279.10 -5	0,012	-19,208
90°	-49,22	1,196.10 -5	0,011	-19,586



■ Gambar 11. Pola Radiasi Direksional Dengan Beamwidth 34°

■ Tabel 3. Hasil Pengujian 1 Antena Yagi 7 Elemen dengan Polarisasi Horizontal

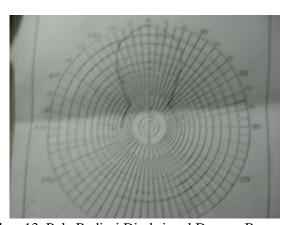
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-28,41	1,442.10 -3	1	0
10°	-31,91	6,441.10 <sup>-4</sup>	0,446	-3,506
20°	-36,12	2,443.10-4	0,169	-7,721
30°	-38,53	1,402.10 -5	0,097	-10,132
40°	-41,12	7,726.10 -5	0,053	-12,757
50°	-43,29	4,688.10 -5	0,032	-14,948
60°	-45,63	2,735.10 -5	0,018	-17,447
70°	-49,51	1,119.10 -5	7,760.10 -3	-21,101
80°	-55,25	2,985.10 -6	2,070.10 -3	-26,840
90°	-56,31	2,338.10 -6	1,621.10 -3	-27,902



■ Gambar 12 Pola Radiasi Direksional Dengan Beamwidth 20°

■ Tabel 4 Hasil Pengujian 1 Antena Yagi 8 Elemen dengan Polarisasi Horizontal

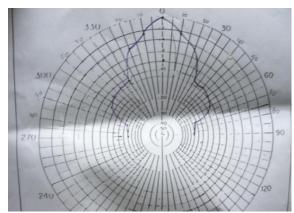
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-28,15	1,531.10 -3	1	0
10°	-29,32	1,172.10 -3	0,765	-1,163
20°	-31,86	6,516.10-4	0,425	-3,716
30°	-36,15	2,426.10-4	0,158	-8,013
40°	-50,27	9,397.10 -6	6,137.10 <sup>-3</sup>	-22,120
50°	-51,24	7,516.10 <sup>-6</sup>	4,909.10 -3	-23,090
60°	-52,47	5,662.10 <sup>-6</sup>	3,698.10 <sup>-3</sup>	-24,320
70°	-52,72	5,345.10 <sup>-6</sup>	3,491.10 <sup>-3</sup>	-24,570
80°	-53,64	4,325.10 -6	2,824.10 -3	-25,491
90°	-53,96	4,017.10 -6	2,659.10 -3	-25,752



■ Gambar 13 Pola Radiasi Direksional Dengan Beamwidth 45°

■ Tabel 5. Hasil Pengujian 1 Antena Yagi 9 Elemen dengan Polarisasi Horizontal

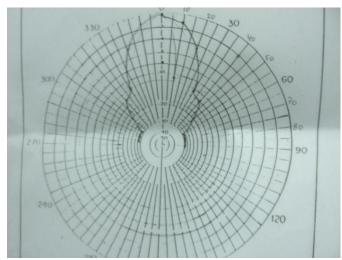
	- 6.3			
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-25,74	2,666.10 <sup>-3</sup>	1	0
10°	-27,99	1,588.10 -3	0,595	-2,254
20°	-30,33	9,268.10-4	0,347	-4,596
30°	-36,48	2,249.10-4	0,084	-10,757
40°	-36,87	2,055.10-4	0,077	-11,135
50°	-36,98	2,004.10-4	0,075	-11,249
60°	-42,66	5,420.10 <sup>-5</sup>	0,020	-16,989
70°	-48,76	1,330.10 -5	4,988.10 -3	-23,020
80°	-50,58	8,749.10 <sup>-6</sup>	3,281.10 -3	-24,839
90°	-51,65	6,839.10 -6	2,565.10 -3	-25,909



■ Gambar 14. Pola Radiasi Direksional Dengan Beamwidth 20°

■ Tabel 6. Hasil Pengujian 1 Antena Yagi 10 Elemen dengan Polarisasi Horizontal

	<b>U</b> 3			
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-27,78	1,667.10 <sup>-3</sup>	1	0
10°	-28,59	1,383.10 <sup>-3</sup>	0,829	-0,814
20°	-32,54	5,571.10 <sup>-4</sup>	0,334	-4,762
30°	-45,94	2,546.10 <sup>-5</sup>	0,015	-18,239
40°	-46,36	2,312.10 <sup>-5</sup>	0,013	-18,860
50°	-55,63	2,735.10 <sup>-6</sup>	1,640.10 <sup>-3</sup>	-27,851
60°	-57,94	1,606.10 <sup>-6</sup>	9,634.10-4	-30,161
70°	-58,23	1,503.10-6	9,016.10-4	-30,449
80°	-58,91	1,285.10-6	7,708.10-4	-31,130
90°	-59,63	1,088.10 -6	6,526.10-4	-31,853



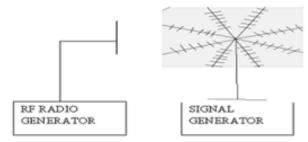
■ Gambar 15. Pola Radiasi Direksional Dengan Beamwidth 30°

Berdasarkan Tabel 2 sampai dengan Tabel 6 dapat dilihat nilai gain (dBm) terbesar yaitu masing-masing pada pengukuran dengan sudut 0°. Selain itu berdasarkan Gambar 11sampai dengan Gambar 15 dapat dihitung besarnya nilai *Beamwidth* pada 1 antena Yagi dengan jumlah 6 elemen sampai dengan 10 elemen. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. Terlihat pada tabel tersebut makin bertambah jumlah elemen akan menaikkan gain suatu antena. Kecuali pengujian pada 10 elemen menghasilkan anomali. Hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh refleksi dari perlengkapan yang ada dalam ruang uji. Nilai *beamwidth* terkecil pada 1 antena dengan jumlah 7 elemen dan 9 elemen. Makin kecil nilai *beamwidth* menunjukkan makin terarah atau *directivity* suatu antena Yagi.

■ Tabel 7. Nilai Gain terbesar dan nilai beamwidth 1 antena Yagi 6 elemen sd 10 elemen

Jumlah elemen 1 antena Yagi	Nilai Gain terbesar (dBm)	Nilai Beamwidth
6 elemen	-29,84	34°
7 elemen	-28,41	20°
8 elemen	-28,15	45°
9 elemen	-25,74	20°
10 elemen	-27,78	30°

#### Pengujian 8 Antena Yagi Sektoral

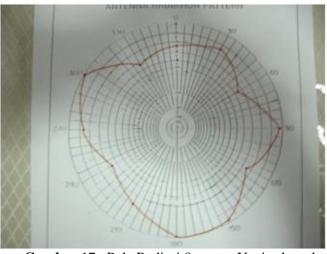


■ Gambar 16. Posisi Antena dipole dan 8 Antena Yagi Sektoral Tepat Berhadapan

Pengujian 8 Antena Yagi sektoral caranya sama dengan pengujian 1 antena Yagi. Kedua antena juga diatur tepat berhadapan seperti terlihat pada Gambar 16 pada jarak 2 m. Pada pengujian ini 8 antena Yagi sektoral diputar setiap 30 derajat. Hasil pengujan seperti terlihat pada Tabel 7, sedangkan Gambar 17 merupakan pola radiasi 8 antena Yagi sektoral. Pada pengujian 8 Antena Yagi sektoral dengan polarisasi horizontal (Tabel 7), ditemukan penguatan di beberapa arah yaitu pada arah 0°, 60°,120°, 240°,330° dan 360°. Hal ini menunjukkan bahwa pola radiasi ini bersifat omnidireksional. Pada pola Omnidireksional diatas tampak ada beberapa pelemahan yang tidak merata, hal ini disebabkan oleh *Free Space Loss* dan atenuasi dari kondisi ruang uji (misalnya pemantulan gelombang dari objek-objek disekitar antena seperti dinding dan perabot lainnya).

		<i>U</i> 3	<i>U</i>	
Sudut	dBm	Numeric (X)	Xn	dB
0°	-49,31	1,272.10 -6	0,269	-5,702
30°	-46,21	2,393.10 -5	0,550	-2,596
60°	-51,23	7,533.10 -6	0,173	-7,619
90°	-44,18	3,819.10 -5	0,878	-0,565
120°	-49,37	1,156.10 -5	0,266	-5,751
150°	-45,34	2.924.10 -5	0,672	-1,726
180°	-43,62	4,345.10 -5	1	0
210°	-48,31	1,475.10 -5	0,339	-4,698
240°	-51,31	7,396.10 -6	0,170	-7,695
270°	-46,97	2,009.10 -5	0,462	-3,353
300°	-43,62	4,345.10 <sup>-5</sup>	1	0
330°	-51,21	7,568.10 <sup>-6</sup>	0,174	-7,594
360°	-49,31	1,172.10 -5	0,269	-5,702

■ Tabel 7. Hasil Pengujian 8 Antena Yagi Sektoral.



■ Gambar 17. Pola Radiasi 8 antena Yagi sektoral

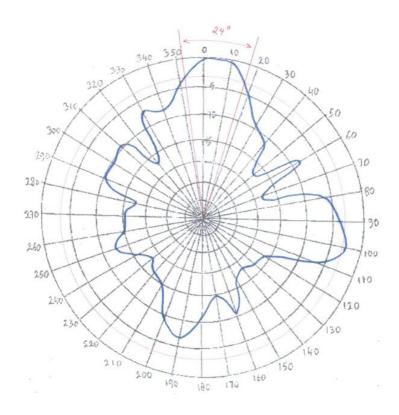
#### Pengujian 4 Antena Yagi Sektoral

Pengujian 4 antena Yagi sektoral caranya sama dengan pengujian 1 antena Yagi. Kedua antena juga diatur tepat berhadapan, jarak antar kedua antena pada pengujian pertama adalah 2 m dan pada pengujian kedua adalah 4 m.

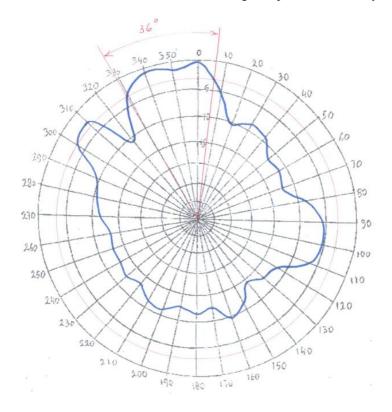
Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh jarak antar dua antena untuk antena yang sejenis. Pada pengujian ini 4 antena Yagi sektoral diputar setiap $10^0$  hingga mencapai  $360^0$  Hasil pengujan seperti terlihat pada Tabel 8, sedangkan Gambar 18 merupakan pola radiasi 4 antena Yagi sektoral untuk J=2 m dan Gambar 19 untuk J=4. Terlihat pada Gambar 18 bahwa pola radiasi 4 antena Yagi sektoral pada J=2 m mempunyai bentuk pola radiasi *omnidirecsional* dengan nilai gain maksimum berada pada sudut  $0^0$  dan  $10^0$  yaitu sebesar -34,68 dBm dan gain minimum terjadi pada sudut  $230^0$  yaitu sebesar 52,62 dBm (lihat juga Tabel 4.9). Pola radiasi 4 antena Yagi sektoral untuk J=4 m juga mempunyai bentuk pola radiasi *omnidirecsional* (Gambar 19) dengan nilai gain maksimum berada pada sudut  $340^0$  yaitu sebesar -44,88 dBm dan gain minimum pada sudut  $140^0$  yaitu sebesar -57,94 (lihat juga Tabel 8).

■ Tabel 8	Hasil Pengui	ian 4 Antena	Yagi Untuk	J = 2 m dan J = 4 m

	<i>U</i> J				
Sudut	dB	dB	Sudut	dB	dB
Suuui	(J=2 m)	(J=4 m)	Sudut	(J=2m)	(J=4 m)
0°	0	-3,04	190°	-6,85	-11,65
10°	-0,18	-4,65	200°	-8,89	-10,67
20°	-4,85	-9,48	210°	-14,97	-10,55
30°	-9,08	-7,84	220°	-16,39	-12,03
40°	-11,06	-12,95	230°	-17,94	-11,48
50°	-17,59	-11,39	240°	-15,2	-12,1
60°	-8,25	-11,24	250°	-12,04	-11,89
70°	-18	-11,84	260°	-14,98	-12,08
80°	-5,93	-7,45	270°	-15,31	-10,84
90°	-3,45	-4,74	280°	-17,76	-9,48
100°	-2,44	-4,36	290°	-10,11	-8,49
110°	-7,04	-5,74	300°	-10,39	-2,1
120°	-16,55	-10,55	310°	-9,4	-1,65
130°	-16,99	-11,84	320°	-17,5	-10,29
140°	-17,95	-13,06	330°	-7,03	-1,85
150°	-16,62	-10,49	340°	-8,07	0
160°	-10,28	-8,39	350°	-4,44	-0,29
170°	-14,88	-11,83	360°	0	-3,04
180°	-11,08	-11,03	-	-	_



■ Gambar 18. Pola Radiasi 4 Antena Yagi Sektoral Untuk J = 2m



■ Gambar 19. Pola Radiasi 4 Antena Yagi Sektoral Untuk J = 4 m

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Penambahan elemen akan menambah gain antena Yagi yaitu nilai gain terkecil terjadi pada jumlah elemen 6 dan gain terbesar pada jumlah elemen 9.
- 2. 4 antena Yagi sektoral dan 8 antena Yagi sektoral menghasilkan pola radiasi Omnidireksional. Pola radiasi 4 antena Yagi sektoral kurang sempurna dibandingkan dengan 8 antena Yagi sektoral. Namun secara ekonomis 4 antena Yagi sektoral lebih murah.
- 3. Gain maksimum pada 8 antena Yagi sektoral adalah -43,62 dBm dan gain minimum -51,31 dBm. Gain maksimum pada 4 antena Yagi sektoral untuk J=2 m adalah -34,68 dBm dan gain minimum -52,62 dBm. Sedangkan untuk J=4 m nilai gain maksimum -44,88 dBm dan gain minimum -57,94 dBm.
- 4. Pola radiasi 4 antena Yagi sektoral pada J = 2 m dan J = 4 m tidak berpengaruh terhadap bentuk pola radiasi, meskipun hasil pola radiasinya tidak terlihat sama.
- 5. Kelemahan dalam penelitian ini adalah sulit memperoleh ruang uji yang ideal, sehingga terdapat beberapa pelemahan gain yang tidak merata. Hal ini disebabkan oleh *Free Space Loss* dan atenuasi dari kondisi ruang uji.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] J D. Kraus, Antenas For All Applications. New York: Mcgraw-Hill, 2003
- [2] C.A Ballanis., Antena Theory Analysis And Design. Singapore: John Willey & Sons, INC, 1982.
- [3] D. Summer, Arrl Antena Handbook. Newington, USA, 991
- [4] V.F. Fusco, Foundations of Antena Theory and Techniques. Malaysia: Prentice Hall 2005.
- [5] J. Aspinwall, Wireless Network, New York: Mcgraw-Hill, 2003.
- [6] http://ekoari.wordpress.com/2008/08/04/antena-yagi-untuk-aplikasi-wifi/ (5 Oktober 2008)
- [7] Mudrik Alaydrus, Antena, prinsip dan aplikasi, Jakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [8] Wahana Komputer, *Tip Jitu Optimasi Jaringan Wifi*, Yogyakarta: Andi, 2010.
- [9] W. Walkinshaw, Treatment of Short Yagi Areals, Jurnal of IEE (London), Vol.93, Part 3A, Number 3, 1996