

## Rancang Bangun Dan Analisis Antena Yagi 11 Elemen Dengan Elemen Pencatu Folded Dipole Untuk Jaringan VOIP

Fandy Himawan<sup>[1]</sup>, Aad Hariyadi<sup>[2]</sup>, Moch.Taufik<sup>[3]</sup>

Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Polinema

E-mail: Eidnaf@yahoo.co.id<sup>[1]</sup>

---

### Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi pada jaringan VOIP dengan menggunakan media *wireless* adalah lemahnya sinyal yang diterima dan dipancarkan oleh perangkat *transceiver* pada jarak yang jauh dari *router wireless*, sehingga kualitas layanan VOIP menjadi sering terputus.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* sebagai antena perangkat *transceiver* yang gainnya lebih baik daripada antena built-in, sehingga dapat menunjang layanan VOIP.

Antena yagi merupakan antena yang terdiri dari 3 elemen, yaitu elemen *reflector*, elemen *driven* dan elemen *director*. Elemen *reflector* dan elemen *director* menyebabkan antena yagi bersifat *directional* sehingga gain yang besar diperoleh dari titik tertentu, sedangkan *driven* yang digunakan adalah antena *folded dipole* yang memiliki impedansi 300 ohm sehingga teknik *matching* ke saluran transmisi 50 ohm menjadi lebih mudah.

Hasil pengujian VSWR yang diperoleh pada rentang 2,060 Ghz sampai 2,700 Ghz adalah kurang dari 1,5 dan RL kurang dari -14 dB. Bandwidth yang diperoleh sebesar 620 MHz, Gain yang diperoleh sebesar 16,08 dBi dengan polarisasi *directional* dan polarisasi *linear*. Pada implementasi, layanan VOIP stabil pada jarak 50 m menggunakan antena yagi, dibandingkan dengan antena built-in yang kurang stabil.

**Kata kunci:** VOIP, antena folded dipole, antena yagi, gain

---

### 1. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang telekomunikasi semakin maju, salah satu diantaranya adalah telepon berbasis *Internet Protocol* (IP) yang disebut *Voice Over Internet Protocol* (VOIP). VOIP merupakan telekomunikasi suara menggunakan jaringan computer, sehingga dapat diimplementasikan dengan media WLAN pada frekuensi 2,442 GHz

Pada penggunaan media WLAN, permasalahan yang sering terjadi adalah lemahnya sinyal yang diterima dan dipancarkan pada perangkat *transceiver* client pada jarak yang jauh dari router WLAN, sehingga dapat memperburuk kualitas layanan VOIP

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, antena *built-in transceiver* dapat diganti dengan antena yagi. Antena yagi memiliki keunggulan dalam hal keterarahan, sehingga gain antena akan besar pada arah tertentu, selain itu *driven* antena yagi dapat diganti dengan antena *folded dipole* yang memiliki bandwidth lebih besar dibandingkan antena dipole tunggal.

#### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* pada frekuensi 2,442 Ghz sebagai penunjang jaringan VOIP

#### 1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan antena yang dirancang dapat memberikan solusi dari permasalahan penerimaan untuk perangkat *transceiver* pada client sehingga aktivitas komunikasi menggunakan VOIP pada jaringan WLAN 2,442 Ghz bisa berjalan dengan lancar.

### 2. Landasan Teori

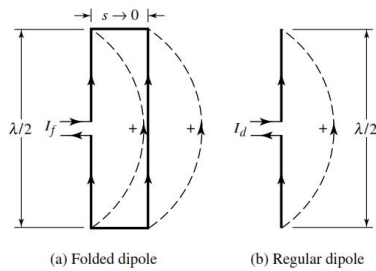
#### 2.1 Antena Yagi

Antena Yagi adalah salah satu jenis antena yang terdiri dari 3 bagian, yaitu elemen *driven*, elemen *director* dan elemen *reflector*. Pengaruh *director* dan *reflector* menyebabkan antena yagi bersifat *directional*, sehingga gain antena lebih besar pada arah tertentu.

#### 2.2 Antena Folded Dipole

Antena *folded dipole* merupakan antena dipole  $\frac{1}{2}\lambda$  yang ditambah sebuah elemen pada ujungnya. Jika diameter elemen yang saling berhubungan sama besarnya,

maka arus yang melalui elemen tersebut akan sama besar seperti gambar 1 dibawah ini



Gambar 1 Folded Dipole dan Ekuivalen Regular Dipole

Sumber : Balanis 2005:518

Kelebihan antenna folded dipole dibandingkan antenna dipole adalah bandwidthnya yang besar

### 2.3 Gain Antena

Gain (directive gain) adalah karakter antenna yang terkait dengan kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. Gain bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk gain adalah desibel. Satu gambaran penting dari suatu antenna adalah seberapa besar antenna mampu mengkonsentrasikan energi pada suatu arah yang diinginkan, dibandingkan dengan radiasi pada arah yang lain. Karakteristik dari antenna tersebut dinamakan direktivitas (*directivity*) dan *power gain*.

### 2.4 Matching Impedansi

Impedance matching ini sangat dibutuhkan dalam interface pada transmitter dan receiver. Jika rangkaian telah matching, daya yang ditransferkan akan maksimum dan memiliki losses yang kecil. Impedansi matching adalah hal yang penting dalam rentang frekuensi gelombang mikro. Suatu saluran transmisi yang diberi beban yang sama dengan impedansi karakteristik mempunyai standing wave ratio (SWR) bernilai satu, sehingga dalam pentransmisian dayanya tanpa ada gelombang yang terpantul. Hal ini menyebabkan efisiensi transmisi menjadi optimum

## 3 Metodologi Penelitian

### 3.1 Tahapan Penelitian

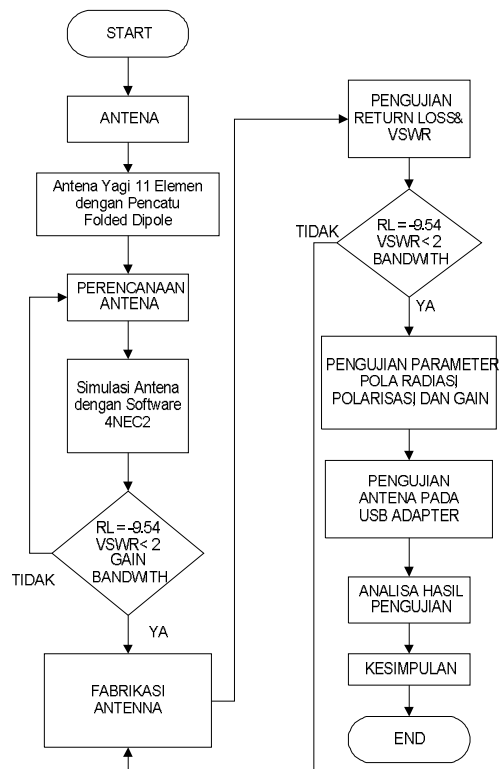
Adapun tahapan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 2 Flowchart tahapan penelitian

### 3.2 Perencanaan Sistem

Alur perencanaan system pada penelitian ini dijelaskan pada gambar 3.



Gambar 3 Flowchart Proses Pembuatan Antena Yagi 11 Elemen dengan Elemen Pencatu Folded Dipole

Sumber: Perencanaan

## 4. Perencanaan

### 4.1 Penentuan Panjang Gelombang Antena

Untuk menentukan panjang gelombang dari suatu frekuensi maka dapat digunakan persamaan:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

sehingadari persamaan di atas panjang gelombang diperoleh pada frekuensi 2442 MHz sebesar

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2442 \times 10^6}$$

$$\lambda = 12,3 \text{ cm}$$

#### 4.2 Penentuan Dimensi Elemen Driven

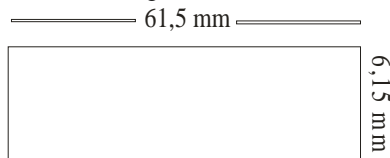
Driven dari antenna yagi yang akan difabrikasi menggunakan folded dipole dengan panjang elemen dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} L &= 0.5 \times \lambda \\ &= 0.5 \times 123 \\ &= 61,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak antar elemen *folded dipole* dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} s &< 0.05 \times \lambda \\ &< 0.05 \times 123 \\ &< 6,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Bentuk antenna folded dipole dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4 Sketsa *Folded Dipole*  
Sumber: Hasil perhitungan

#### 4.3 Penentuan Dimensi Elemen Reflector

Panjang dari reflector biasanya lebih panjang daripada elemen driven, sehingga persamaan yang digunakan hampir sama dengan panjang elemen driven dengan penambahan 5%

$$\begin{aligned} L_{\text{reflector}} &= (0.5 \times \lambda) + 5\% \\ &= (0.05 \times 123) + 5\% \\ &= 61,5 + 3 \\ &= 64,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak antara driven dan reflector dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} S_{\text{reflector-Driven}} &= 0.25 \times \lambda \\ &= 0.25 \times 123 \\ &= 30.75 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 4.4 Penentuan Dimensi Elemen Director

Panjang dimensi dari director yagi 11 elemen dengan elemen pencatu folded dipole ditunjukkan pada tabel di bawah ini

Tabel 1 Hasil perhitungan dimensi *director*

Director	Persamaan	Panjang Dimensi
D1	$0.44 \times \lambda$	54,12 mm
D2	$0.43 \times \lambda$	52,89 mm
D3	$0.42 \times \lambda$	51,66 mm
D4	$0.41 \times \lambda$	50,43 mm
D5	$0.40 \times \lambda$	49,2 mm
D6	$0.39 \times \lambda$	47,97 mm
D7	$0.38 \times \lambda$	46,74 mm
D8	$0.37 \times \lambda$	45,51 mm
D9	$0.36 \times \lambda$	44,28 mm
Jarak antar elemen	$0.3 \times \lambda$	36,9 mm

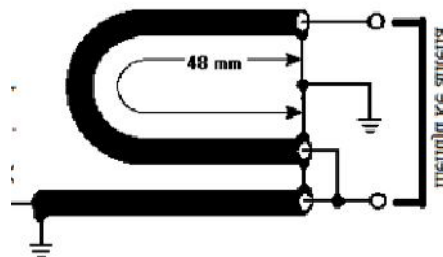
Sumber: Hasil perhitungan

#### 4.5 Penentuan Dimensi Balun 4:1

Impedansi dari antenna folded dipole adalah  $300 \Omega$  sehingga tidak dapat langsung dikoneksikan ke conector USB WIFI adapter yang impedansinya  $50 \Omega$ . Untuk menyepadankan impedansi agar tidak ada tegangan pantul maka dirancang balun 4:1 koaxial dengan perhitungan sesuai persamaan

$$\begin{aligned} L_{\text{balun}} &= 0.5 \times \lambda \times V_f \\ &= 0.5 \times 123 \times 0.79 \\ &= 48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Desain dari balun 4:1 ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah ini



Gambar 5 Desain Balun 4:1  
Sumber : Balanis 2005:451

**4.6 Hasil Simulasi Antena Yagi 11 Elemen Dengan Elemen Pencatu Folded Dipole**

Dalam penelitian ini desain yang telah dibuat disimulasikan di program 4NEC2 untuk menguji hasilnya terlebih dahulu sebelum dilakukan proses fabrikasi.

**4.6.1 Hasil Simulasi Return Loss Dan VSWR**

Dari simulasi desain pada software 4NEC2 didapatkan hasil parameter return loss dan VSWR sebagai berikut

Tabel 2 Nilai return loss dan VSWR pada simulasi

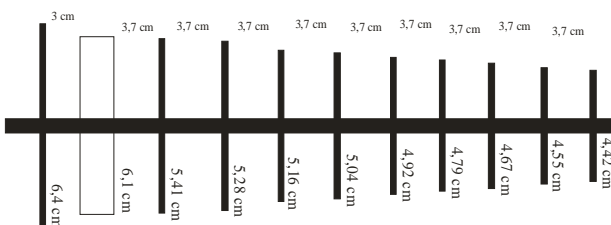
Frekuensi	VSWR	RL
2412	1.18	-21.4
2417	1.15	-22.73
2422	1.13	-24.1
2427	1.1	-25.6
2432	1.07	-27.1
2437	1.07	-28.3
2442	1.07	-29.3
2447	1.08	-28.8
2452	1.09	-27.9
2457	1.1	-26.7
2462	1.3	-25.4
2467	1.14	-24.2
2472	1.17	-23.1
2484	1.20	-20.9

Sumber: Hasil simulasi di 4NEC2

Dari Tabel 2 dapat disimpulkan, dimensi antena yang direncanakan dapat bekerja pada frekuensi 2412 MHz sampai 2484 MHz dengan VSWR < 2 dan RL < -10dB

**4.6.2 Pola Perancangan Antena Yagi 11 Elemen Dengan Elemen Pencatu Folded Dipole**

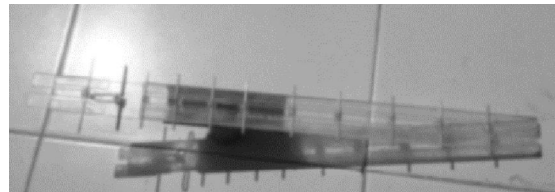
Pola perancangan antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu folded dipole ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 6 Desain Antena Yagi  
Sumber: Hasil perencanaan

**4.7 Hasil Fabrikasi Antena Yagi 11 Elemen Dengan Elemen Pencatu Folded Dipole**

Hasil fabrikasi antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu folded dipole ditunjukkan pada gambar dibawah ini

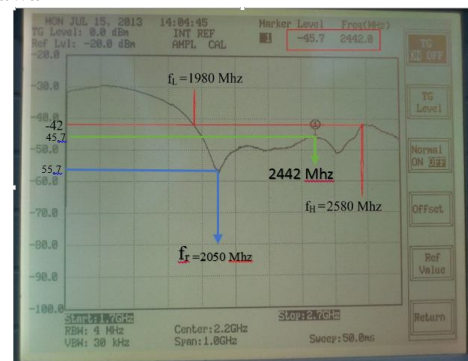


Gambar 7 Hasil Fabrikasi Antena Yagi  
Sumber: Hasil Fabrikasi

**5. Pengujian dan Pembahasan**

**5.1.1 Pengujian Return Loss**

Dari pengujian return loss yang telah dilakukan menggunakan *spectrum analyzer*, dapat diketahui nilai RL antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu folded dipole yang telah dirancang ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 8 Return Loss Hasil Pengujian  
Sumber : Hasil Pengujian

Nilai return loss hasil dari pengujian dijabarkan pada Tabel di bawah ini

Tabel 3 Nilai return loss hasil dari pengujian

Frek. (MHz)	Level (dBm)		RL (dB)	VSWR
	Terbaca	Ref		
2412	-48,2	-10.2	-18	1.28
2417	-47,2	-10.2	-17	1.32
2422	-46,7	-10.2	-16.5	1.35
2427	-45,5	-10.2	-15.3	1.41
2432	-45,6	-10.2	-15.4	1.40
2437	-45,7	-10.2	-15.5	1.40
2442	-45,7	-10.2	-15.5	1.40
2447	-45,8	-10.2	-15.6	1.39
2452	-45,9	-10.2	-15.7	1.39
2457	-46,2	-10.2	-16	1.37
2462	-46,5	-10.2	-16.3	1.36
2467	-46,7	-10.2	-16.5	1.35
2472	-47,5	-10.2	-17.3	1.31
2484	-48,4	-10.2	-18.2	1.28

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian pada tabel3 diatas pada frekeusni 2412 sampai dengan frekuensi 2484 didapatkan VSWR < 2 dan RL < -10 dB, sehingga antenna yang telah difabrikasi telah memenuhi syarat dan dapat digunakan. Bandwidth yang diperoleh sebesar 620 MHz

### 5.1.2 Pengujian Gain

Dalam pengujian ini antenna referensi yang dipakai adalah antenna kawat dengan tipe dipole yang bekerja pada frekuensi tengah 2442 MHz. Dari hasil pengujian maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian gain

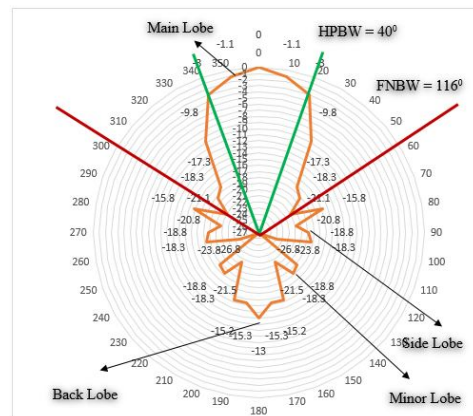
Frekuensi (MHz)	Antena Dipole ( $E_{ref}$ ) (dB)	Antena ( $E_{AUT}$ ) (dB)	Gain (dBi)
2400	-61.3	-44.6	18.85
2402	-57.9	-45.6	14.45
2407	-54.3	-46.1	10.35
2412	-54.5	-46.6	10.05
2417	-56.3	-48.1	10.35
2422	-57.9	-49.9	10.15
2427	-58	-50.5	9.65
2432	-56.7	-48	10.85
2437	-58.4	-48.1	12.45
2442	-58.1	-46.7	13.55
2447	-62.5	-48.1	16.55
2452	-59.8	-46.7	15.25
2457	-59.8	-45.2	16.75
2462	-60.8	-46.3	16.65
2467	-58.4	-47.4	13.15
2472	-58	-46.9	13.25
2484	-62.1	-47	17.25
2489	-69.1	-47	24.25
2494	-74.3	-46.3	30.15
2499	-74.6	-46.1	30.65
2504	-73.3	-52.2	23.25
Gain Rata-Rata			16.08

Sumber: Hasil pengujian

Dari hasil pengujian gain yang dijabarkan pada Tabel 4 maka dapat dilihat bahwa penguatan rata-rata antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* adalah sebesar 16.08 dBi.

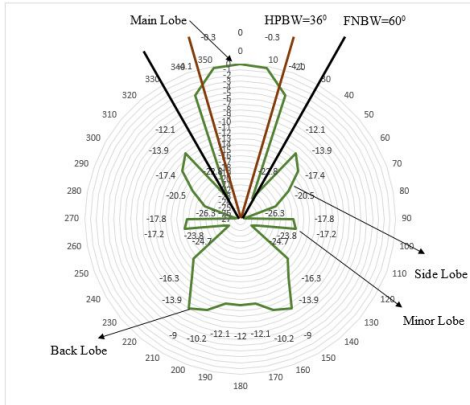
### 5.1.3 Pengujian Polaradiasi

Pada pengujian pola radiasi digunakan antenna berjenis dipole sebagai antenna pemancar dan antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* diposisikan sebagai antenna penerima. Untuk menentukan pola radiasi maka antenna penerima diputar 360° dengan kenaikan 10° untuk tiap datanya. Dari hasil pengujian didapatkan pola radiasi seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Diagram pola radiasi horizontal  
Sumber: Hasil pengujian

Dari diagram pada Gambar 9 maka antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* memiliki pola radiasi direksional dengan HPBW=40° pada posisi *horizontal*.

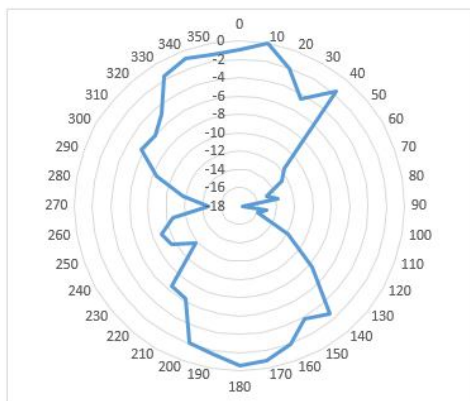


Gambar 10 Diagram pola radiasi vertical  
Sumber: Hasil pengujian

Dari diagram pada Gambar 10 maka antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* memiliki pola radiasi direksional dengan HPBW=36° pada posisi *vertical*.

### 5.1.4 Pengujian Polarisasi

Untuk pengujian polarisasi, antenna diputar pada porosnya sampai 360° dengan kenaikan 10° untuk tiap datanya. Dari hasil pengujian didapatkan bentuk polarisasi seperti pada Gambar 12.



Gambar 11 Diagram polarisasi  
Sumber: Hasil pengujian

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* memiliki polarisasi linear.

### 5.1.5 Implementasi Pada WIFI USB Adapter

Implementasi antenna menggunakan software inssider sebagai software monitoring penerimaan sinyal



Gambar 12 Monitoring Dengan Software Inssider

Hasil monitoring dan pengujian menggunakan VOIP ditunjukkan pada tabel 7 dibawah ini

Tabel 5 Hasil monitoring Antena

Jarak	RSSI Level <i>built-in</i>	Kualitas Layanan
25 m	-60 dB sampai 50 dB	Baik
50 m	-90 dB	Sering Putus
Jarak	RSSI Level Yagi	Kualitas Layanan
25 m	-50 dB sampai -40 dB	Baik
50 m	-60 dB sampai -70 dB	Baik

Dari hasil pengukuran dapat diketahui sinyal yang diterima dapat mempengaruhi layanan suara dari VOIP, semakin buruk sinyal yang diterima maka layanan suara Voip sering terputus.

## 6. Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai antenna yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* yang telah difabrikasi yaitu:

1. Dari hasil simulasi dan fabrikasi return loss yang diperoleh kurang dari -14dB dan VSWR kurang dari 1,4 sehingga antenna dapat digunakan pada frekuensi 2,4Ghz sampai 2,5Ghz

2. Dari hasil pengukuran polaradiasi, antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* memiliki polaradiasi *directional* dengan HPBW sebesar  $40^{\circ}$  pada posisi *horizontal* dan HPBW sebesar  $36^{\circ}$  pada posisi *vertical*  
[http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1104:balun-balanced-unbalanced&catid=12:antena&Itemid=14](http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1104:balun-balanced-unbalanced&catid=12:antena&Itemid=14) February 2013:18.00
3. Dari hasil monitoring implementasi menggunakan *software insider*, antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* memiliki penerimaan sinyal lebih baik dari antena built-in, dan pada saat pengujian dengan VOIP layanan tanpa putus saat menggunakan antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole*  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Voip> February 2013:18.00  
<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wifi/80211-channels-number-frequencies-bandwidth.php> February 2013:18.00

## 6.2 Saran

Saran yang bisa diambil dari penelitian mengenai antena yagi 11 elemen dengan elemen pencatu *folded dipole* adalah:

- Untuk meningkatkan matching antara antena dan saluran transmisi dapat digunakan microstrip sebagai balun.
- Untuk meningkatkan *gain* dan memperkecil *beamwidth* maka dapat ditambahkan elemen *director*.
- Pengujian sebaiknya dilakukan di ruangan bebas pantulan (anechoic chamber) untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dalam pengukuran pola radiasi dan polarisasi antena

## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory Analisis dan Design Second Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Balanis, Constantine A. 2005. *Antena Theory Analisis dan Design Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- ARRL team.2007. *Antenna Design Handbook*. New York : ARRL
- Tuwono, Tito.2008. *Yagi Antenna Design for Wireless LAN 2,4 GHz*. Yogyakarta.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/LAN\\_nirkabel](http://id.wikipedia.org/wiki/LAN_nirkabel):10 Oktober 2012:07.00