

**EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS DAYA TANGKAP
ANTENA EKSTERNAL PAYUNGBOLIC DENGAN
ANTENA *DIRECTIONAL* PARABOLA
PADA WLAN 2,4 GHZ**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan
Program Strata 1 (S1) Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Jurusan Teknik Elektronika*



Oleh

DODI NOFRIYOLIADI

NIM. 74091 / 2006

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2011

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Efisiensi Dan Efektivitas Daya Tangkap
Antena Eksternal Payungbolic Dengan Antena
Directional Parabola Pada WLAN 2,4 Ghz'

Nama : Dodi Nofrioliadi

NIM : 74091

Program Studi: Pendidikan Teknik Elektronika

Jurusan : Teknik Elektronika

Fakultas : Teknik

Padang, 24 Januari 2011

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. Fasrijal Yakup, M.Pd	1. _____
Sekretaris	: Drs. H. Ahmad Jufri, M.Pd	2. _____
Anggota	: 1. Drs. Yusri Abdul Hamid, M.Pd	3. _____
	2. Drs. H. Sukaya	4. _____
	3. Drs. Efrizon, M.T	5. _____

ABSTRAK

Dodi Nofrioliadi :“Efisiensi dan efektivitas daya tangkap Antena eksternal payungbolic dengan Antena directional parabola pada WLAN 2,4 Ghz”.

Wireless LAN (WLAN) dinilai sangat efisien tetapi tetap memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah terbatasnya area yang dapat dilayani oleh *accesspoint*. Antena payungbolic merupakan salah satu antena yang dapat digunakan untuk menangkap sinyal WLAN 2,4 GHz pada sisi penerima. Antena ini termasuk dalam kategori antena parabola yang terdiri dari reflector, director dan feeder (focus). reflectornya menggunakan payung bekas dan tangkai payung yang di manfaatkan untuk penempatan feeder (focus) dan director. Fokus menggunakan pipa paralon yang diberi *foil* (lapisan tembaga). Pada bagian fokus dipasang sebuah USB *adapter* yang berfungsi untuk menampung semua sinyal yang dipantulkan oleh reflektor kemudian disalurkan ke komputer atau laptop melalui kabel penghubung. Antena ini dapat dibuat sendiri dengan biaya yang tidak terlalu mahal dibandingkan antena grid yang ada di pasaran. Untuk melihat kelayakan sebuah alat perlu dibandingkan dengan peralatan yang sudah ada dan memiliki *data sheet* standar. Maka dilakukanlah penelitian dengan membandingkan efisiensi dan efektivitas daya tangkap Antena eksternal payungbolic dengan Antena *directional* parabola. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen sungguhan, yaitu melakukan percobaan pengukuran *signal strength* terhadap kedua antena pada lokasi yang sama, ketinggian, dan panjang kabel sama serta dipilih lokasi yang dapat menerapkan komunikasi *LOS*. Dari hasil percobaan yang dilakukan di lima jarak (radius) yakni pada radius 50 meter, 75 meter, 125 meter, 150 meter, dan 300 meter, terlihat jelas terjadi penurunan kuat sinyal, semakin jauh jarak tangkap semakin kecil sinyal yang diterima, hal ini terjadi pada kedua antena. Setelah data didapatkan berupa *signal strength* selanjutnya dilakukan perhitungan *gain* antena. Dari hasil perhitungan *gain* antena terlihat jelas perbedaan *gain* antena payungbolic dengan antena *directional* parabola. Untuk melihat apakah perbedaan *gain* antena signifikan dianalisis dengan uji t. Dari uji t tersebut ternyata t hitung lebih kecil dari t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan *gain* yang signifikan antara antena payungbolic dan *directional* parabola pada jarak ≤ 300 meter.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan penelitian ini dengan baik.

Shalawat dan Salam senantiasa tercurahkan untuk baginda Rasulullah Muhammad SAW atas segala perjuangan yang dilakukan dalam mengantarkan umatnya menjadi umat yang terbaik, semoga kita mendapat syafaatnya di hari akhir nanti.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Fasrijal Yakub, M.Pd selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.
2. Bapak Drs. H. Ahmad Jufri, M.Pd selaku Pembimbing II, yang juga telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Bapak Drs. Denny Kurniadi, M.kom selaku Pembimbing Akademik, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Ayah dan Ibunda tercinta yang selalu mendoakan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

6. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektronika, yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan penelitian ini.
7. Bapak-Bapak dan Ibu-Ibu dosen dan para teknisi Jurusan Teknik Elektronika FT UNP.
8. Kakak dan abangku yang kucintai, terima kasih atas semangat dan bantuannya.
9. Rekan-rekan seperjuangan Jurusan Teknik Elektronika, khususnya mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Angkatan 2006 (Basecamp 2006).
10. Kepada semuanya yang telah memberikan bantuan dan partisipasinya.

Semoga semua bantuan, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah. Segala upaya penulis lakukan untuk menyajikan skripsi ini sebaik mungkin. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini berguna bagi kita semua. Amin.

Padang, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Perumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Antena	6
1. Radio Frekuensi (RF)	7
2. Frekuensi	8
3. <i>Wavelength</i> (Panjang Gelombang).....	8
4. <i>Microwave</i> (Gelombang Mikro)	9
5. <i>Decibel</i>	12
B. Jenis-Jenis Antena.....	13
1. Ukuran Frekuensi	13
2. Direktivitas (Arah Radiasi)	14
C. Polarisari Antena	16
D. Pola Radiasi Antena.....	18
1. Pola radiasi <i>Omnidirectional</i>	18
2. Pola radiasi <i>Directional</i>	18
2. Pola radiasi <i>Bidirectional</i>	19

E. Frekuensi Antena	20
F. Gain Antena	22
G. Antena Parabola	23
1. Reflektor Antena Parabola	25
2. Fokus Antena Parabola	26
3. <i>Gain</i> Antena Parabola	28
4. Antena <i>Directional</i> Parabola	28
5. Antena Payungbolic	29
H. <i>Wireless LAN</i>	32
1. Wi-fi atau Wifi	33
2. <i>Channel</i>	33
3. SSID atau ESSID	34
4. Hotspot	35
I. <i>Wirelessmon</i>.....	35
J. <i>Netstumbler</i>	37
K. <i>Wifi Adapter</i>	38
L. <i>Access Point</i>	38
M. Penelitian yang Relevan.....	39
N. Kerangka Berfikir.....	40
O. Pertanyaan Penelitian.....	40
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	41
A. Metode Penelitian.....	41
B. Model Rancangan eksperimen	41
C. Objek Penelitian	42
1. Antena Payungbolic	43
2. Antena <i>Directional</i> Parabola.....	43
D. Objek Pendukung Penelitian	44
1. Laptop	44
2. <i>Access Point</i>	45

3. <i>USB Wifi</i>	45
4. Antena <i>Omnidirectional</i>	46
E. Variabel dan Data Penelitian	47
F. Teknik Pengumpulan Data	47
G. Langkah-Langkah Penelitian	48
1. Tahap Persiapan	48
2. Tahap Percobaan	48
3. Tahap Pengolahan Data	50
H. Alat Pengumpul Data	51
I. Teknik Analisa Data	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	53
A. Deskripsi Data	53
1. Menggunakan antena Payungbolic	53
2. Menggunakan antena <i>directional</i> parabola	54
3. Menggunakan antena <i>omnidirectional</i>	55
B. Analisa Gain Antena	56
C. Pembahasan	59
BAB V PENUTUP	62
A. Kesimpulan	62
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Panjang gelombang (<i>Wavelength</i>)	9
2. Spektrum Elektromagnetik	10
3. Antena tipe <i>dipole omnidirectional</i>	14
4. Antena tipe sectoral.....	14
5. Antena tipe <i>yagi directonal</i>	15
6. Antena parabola <i>directional</i>	15
7. Polarisasi vertical	17
8. Polarisasi horizontal.....	17
9. Polarisasi <i>circular</i>	17
10. Bentuk polaradiasi antena <i>omnidirectional</i>	18
11. Bentuk polaradiasi <i>directional</i>	19
12. Bentuk pola radiasi <i>bidirectional</i>	19
13. Bentuk gambaran pola radiasi berbagai antena	20
14. Bandwith pada antena	21
15. Prinsip kerja cermin cekung	24
16. Sinar istimewa pada cermin cekung	24
17. Reflector antena parabola	26
18. Titik fokus antena parabola	27
19. Perhitungan titik fokus antena parabola	27
20. Reflektor antena directional parabola.....	29
21. Fokus antena directional parabola	29

22. Reflektor antena payungbolic	30
23. <i>Feeder</i> antena payungbolic	31
24. Director antena payungbolic.....	32
25. Kanal dan frekuensi tengah untuk 802.11b	34
26. Tampilan alat ukur software <i>wirelessMon</i>	36
27. Tampilan alat ukur software <i>netstumbler</i>	37
28. USB Wi-fi merk TP-Link WN422G	38
29. <i>Access point</i> merk Linksys WRT54GS	39
30. Kerangka Konseptual	40
31. Antena payungbolic	43
32. Antena parabola <i>directional</i>	44
33. Penggunaan laptop dalam pengukuran <i>signal strength</i> antena	44
34. Antena <i>access point</i> yang berada di café Sejahtera jl. Cendrawasih...	45
35. USB Wi-fi merek TP-Link WN422G	45
36. Antena Tp-link <i>omnidirectional</i> 4 dBi	46
37. Tampilan <i>wirelessmon</i> dan <i>netstumbler</i>	49
38. Pengukuran antena <i>omnidirectional</i>	50
39. Grafik penurunan kuat sinyal antena payungbolic	53
40. Grafik penurunan kuat sinyal antena <i>directional</i> parabola	54
41. Grafik perbandingan penurunan kuat sinyal terhadap jarak tangkap antena	56
42. Grafik perbandingan <i>gain</i> antena payungbolic dengan antena <i>directional</i> parabola	57

43. Lokasi pengukuran antena pada radius 50 meter.....	71
44. Lokasi pengukuran antena pada radius 75 meter.....	77
45. Lokasi pengukuran antena pada radius 125 meter.....	83
46. Lokasi pengukuran antena pada radius 150 meter.....	89
47. Lokasi pengukuran antena pada radius 300 meter.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perancangan Antena Payungbolic.....	66
2. Data gambar pengambilan data.....	71
3. Data perhitungan <i>gain</i> antena payungbolic dan antena <i>directional</i> parabola	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. ISM <i>bands</i> oleh ITU-T.....	10
2. IEEE <i>microwawe frequency bands</i>	11
3. Standar <i>wireless</i> LAN	33
4. Perbandingan gain antena	42
5. Parameter pengukuran	48
6. Data <i>signal strength</i> antena payungbolic	53
7. Data <i>signal strength</i> antena <i>directional</i> parabola.....	54
8. Data <i>signal strength</i> antena standar <i>omnidirectional</i>	55
9. Hasil perhitungan <i>gain</i> antena payungbolic dengan antena <i>directional</i> parabola	57
10. Uji t data <i>gain</i> antena	58

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Antena merupakan salah satu elemen yang penting didalam terselenggaranya hubungan komunikasi nirkabel antara dua pengguna atau lebih bila ingin berkomunikasi. Peranan antena sendiri tidak terlepas dari perkembangan teknologi informasi, Karena penggunaan antena tidak hanya terbatas pada komunikasi suara saja, tetapi juga sudah terintegrasi dengan komunikasi data pada beberapa tahun belakangan ini perkembangannya makin pesat, sehingga membutuhkan perangkat fisik yang mampu menjadi jembatan komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya. Perkembangan itu akhirnya memunculkan konsep *Local Area Network* (LAN).

Semakin bertambahnya pemakaian komputer, semakin besar kebutuhan akan pentransferan data dari suatu terminal ke terminal lain yang dipisahkan oleh jarak yang semakin jauh, sehingga penggunaan jaringan kabel menjadi kurang efisien. Kondisi ini melahirkan suatu konsep baru yang disebut *Wireless Local Area Network* (WLAN). WLAN menggunakan frekuensi radio (RF) dan udara sebagai media transmisinya. Walaupun konsep WLAN dinilai sangat efisien tetapi tetap memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah terbatasnya area yang dapat dilayani oleh *accesspoint*.

Peningkatan jarak jangkauan untuk WLAN diperlukan antena *external* dengan *gain* lebih besar dari antena standar yang sudah tersedia di laptop. Penggunaan antena *directional* merupakan sebuah solusi bagi para pengguna laptop dan komputer yang ingin menjangkau sebuah *accesspoint* yang jauh. Antena tersebut populer di masyarakat khususnya yang berkecimpung di dunia *wireless*. Namun dari segi harga dan cara mendapatkan antena ini relatif mahal. Beberapa tahun lalu telah ditemukan antena *wajanbolic* yang fungsinya hampir sama dengan antena *directional*, yang terbuat dari bahan yang ada disekitar kita dan relative lebih murah. Dimana *wajan* dimanfaatkan sebagai *reflector* dan menambahkan sebuah *feeder* yang terbuat dari pipa paralon didalamnya terdapat sebuah *usb wireless* sebagai penerima sinyal *wifi*.

Hasil analisa antena *wajanbolic* yang dilakukan M. Ali Sihombing (2009:101) dapat disimpulkan bahwa antena ini memiliki penguatan yang cukup bagus, efektifitas dan efisiensi kalau dilihat dari segi harga beli. Tetapi, antena *wajanbolic* belum memiliki spesifikasi dan *data sheet* yang resmi dan belum ada perusahaan yang memproduksi antena ini secara massal. Namun dari hasil analisa perbandingan *gain* dan daya tangkap antara antena *wajanbolic* dan antena *directional* yang dilakukan oleh Walim Harianja (2010:60) disimpulkan bahwa antena *wajanbolic* belum memiliki *gain* dan daya tangkap yang baik pada jarak tertentu bila dibandingkan dengan antena *directional*.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, *wajanbolic* masih memiliki banyak kelemahan dari antena *directional*. Oleh karena itu dilakukan rekayasa antena *wajanbolic* menjadi antena *payungbolic*. Pada

prinsipnya antena ini hampir sama dengan antena wajanbolic, namun pada bagian reflectornya menggunakan payung bekas dan tangkai payung yang di manfaatkan untuk penempatan feeder (sebagai focus) dan director, yang sebelumnya tidak terdapat pada antenna wajanbolic. Dengan penggantian reflector dari wajan ke payung bekas dapat menghemat biaya pembuatan antena. Begitu juga dengan feeder yang di tempatkan pada tangkai payung yang diharapkan untuk mendapatkan focus antena yang tepat bila dibanding dengan antenna wajanbolic, dimana feedernya langsung di tempelkan pada wajan. Berikutnya tentang penambahan director yang menyerupai antena yagi pada bagian ujung tangkai payung, yang diharapkan dapat menambah daya tangkap antena payungbolic tersebut. Setelah dilakukan rekayasa, maka akan dilakukan sebuah penelitian tentang **“Efisiensi Dan Efektivitas Daya Tangkap Antena Eksternal Payungbolic Dengan Antena *Directional* Parabola Pada WLAN 2,4 Ghz”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diungkapkan, maka identifikasi masalah yang timbul antara lain :

1. Sejauh mana pengaruh jarak tangkap terhadap *signalstrength* antena *directional* parabola?
2. Sejauh mana pengaruh jarak tangkap terhadap *signalstrength* antena payungbolic?

3. Pada jarak berapakah antenna payungbolic dan antenna *directional* parabola dapat menangkap sinyal WLAN 2,4 GHz secara maksimal dari sebuah *access point*?
4. Sejauh mana perbedaan *gain* antenna payungbolic dengan antenna *directional* parabola untuk menangkap sinyal WLAN 2,4 GHz?

C. Batasan Masalah

Keterbatasan waktu, tenaga, dan agar penelitian ini lebih terfokus untuk dapat mencapai tujuan yang dimaksud, maka masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

Melihat perbedaan efisiensi dan efektivitas *gain* antenna payungbolic dengan antenna *directional* parabola untuk komunikasi WLAN 2,4 GHz.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

Sejauh mana perbedaan efisiensi dan efektivitas *gain* antenna payungbolic dengan antenna *directional* parabola untuk komunikasi WLAN 2,4 GHz?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan secara empiris Perbandingan efisiensi dan efektivitas *gain* antenna payungbolic dengan antenna *directional* parabola untuk komunikasi WLAN 2,4 GHz.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan masukan bagi masyarakat yang ingin menggunakan antena *wifi* untuk dapat mengakses jaringan *wifi* yang ada di disekitar tempat tinggalnya dengan modal yang relative murah.
2. Sebagai bahan pengetahuan dan masukan bagi mahasiswa yang ingin mendalami dunia telekomunikasi data dengan sistem *wireless*.
3. Sebagai pemacu kreativitas masyarakat untuk memanfaatkan benda disekitarnya sebagai solusi penemuan teknologi dan alat yang sederhana namun bermanfaat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena payungbolic dengan antena *directional* parabola tidak memiliki perbedaan *gain* yang signifikan untuk menangkap sinyal WLAN 2,4 GHz pada jarak ≤ 300 meter dalam keadaan *LOS* berdasarkan analisa data dengan uji t.
2. Antena Payungbolic lebih efisien dari antenna *directional* dari segi biaya pembuatan dan pembelian berdasarkan lampiran 1 dan antenna payungbolic memiliki efektifitas hampir sama dengan antenna *directional* parabola berdasarkan data hasil penelitian dan analisa uji t.

B. Saran-saran

1. Percobaan pengukuran harus dilakukan dengan cermat, mengikuti langkah-langkah pengukuran, memilih tempat percobaan yang tidak ada penghalang untuk memenuhi komunikasi *LOS* antara pemancar dan penerima, pemasangan dan pengarahannya diusahakan sebaik mungkin untuk mendapatkan sinyal maksimal.
2. Pengukuran daya tangkap antena akan mendapatkan hasil yang lebih baik bila dilakukan dalam keadaan cuaca yang cerah, karena udara yang digunakan sebagai media transmisi akan lebih stabil merambatkan sinyal WLAN 2,4 GHz dari sebuah *access point*.

3. Antena payungbolic layak dan lebih efisien digunakan untuk menangkap sinyal WLAN 2,4 GHz pada jarak yang tidak terlalu jauh dari sebuah *access point* asalkan memenuhi komunikasi *LOS*. Sebab antena ini dilihat dari segi harga lebih murah dan dapat dibuat sendiri.
4. Antena payungbolic dari hasil pengukuran yang dilakukan memiliki daya tangkap yang lebih stabil dibanding daya tangkap antena *directional* parabola, dapat dilihat dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur *netstumbler*. Maka untuk komunikasi *wireless* yang membutuhkan sinyal stabil dapat menggunakan antena payungbolic.
5. Bagi rekan-rekan mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian pada antena payungbolic perlu untuk memfokuskan penelitian pada peningkatan *gain* antena, sehingga antena ini memang bisa dijadikan antena alternatif yang merakyat dengan harga yang relative murah dan dapat digunakan untuk komunikasi jarak jauh khususnya untuk mengakses internet dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, Molin (2008). *Pembuatan Antena Wajanbolic*. Surabaya : ITS Surabaya.
- Car J. Joseph. 2001. "Practical Antenna Handbook". McGraw-Hill;USA.
- Flickenger, Rob dkk. (2007). *Jaringan Wireless Di Dunia Berkembang*. London : Wndw.
- Hantoro. Gunadi (2009). *WiFi (WIRELESS LAN) Jaringan Komputer Tanpa Kabel*. Bandung : Informatika Bandung.
- Iwan Sofana. (2008). *Membangun Jaringan Komputer Wire dan Wireless Untuk Pengguna Windows Dan Linux*. Bandung : Informatika.
- Krous .John D. (1988). *Antennas Second edition*. London : McGraw-Hill Book Company.
- Liao, Samuel Y. (1987). *Microwave Devices and Circuit*. New Delhi : Prentice Hall of India.
- M. Ali Sihombing. (2009). *Analisa Daya Tangkap Antena Wajanbolic untuk menangkap sinyal wifi 2,4 GHz*. Padang : Universitas Negeri Padang.
- Onno W Purbo. (2004). *Practical Guide to build A wifi infrastructure*. 3 Mei 2009. <http://www.ilmukomputer.com/berseri/onnowifi/index.php>.
- Outmusguine mike. 2004. "Wi-Fi Toys 15 Cool Wireless Projects For Home, Office, And Entertainment".Wiley Publishing, Inc; USA.
- Prasetya, Irawan. (1999). *Logika Dan Prosedur Penelitian*. Jakarta : STIA-LAN Press.
- RM. Francis. D. Yuri. (1996). *Petunjuk Praktis Merakit Antena Radio Amatir*. Bandung : M2S Bandung.
- Salsabil Sailendra. (2006). *Pembuatan Antena Omni Directional 2,4 GHz Untuk Jaringan Wireless LAN*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Sugiono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung. Alfabeta bandung
- Tito Tuwono.(2008). *Yagi Antena Design For Wireless Lan 2,4 GHz*. Jakarta : Universitas Islam Indonesia.