

RANCANG BANGUN ANTENA KALENG DI FREKUENSI 2.4 GHZ UNTUK MEMPERKUAT SINYAL WIFI

Teten Dian Hakim¹, Andi Nurdianto²
tetendianhakim@unkris.ac.id, Andy619.a6@gmail.com

Abstrak - Suatu bentuk pemanfaatan teknologi *Wireless LAN* yang mungkin kian marak saat ini adalah koneksi jaringan *Hotspot (Wi-Fi)* yang biasa menggunakan standarisasi WLAN - IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) IEEE 802.11b atau IEEE 802.11g. Teknologi ini bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan mampu memberikan kecepatan akses yang tinggi hingga 11 Mbps untuk IEEE 802.11 b, dan 54 Mbps pada IEEE 802.11 g, dengan jangkauan sinyal Sampai dengan jarak hingga 100 meter.

Proyek jaringan dengan merancang antena kaleng sebagai penerima sinyal *hotspot* pada lokasi penelitian, Antena kaleng ini bisa menangkap sinyal pada frekuensi 2.4 GHz maka Nilai diameter input yang dapat di terima adalah antara 0,60 dan 0,75 panjang gelombang di udara pada frekuensi yang diinginkan. Pada panjang gelombang frekuensi 2.44 Ghz maka oleh sebab itu diameter kaleng sebaiknya dalam wilayah 73 - 92 mm, dan disini peneliti menggunakan kaleng dengan diameter 85 mm dengan panjang 232,5 mm. Karena dengan *software Cantennator* atau *Cantenna Calculator online* peneliti bisa menentukan ukuran kaleng yang pas agar kaleng bisa bekerja di frekuensi 2.4 GHz, biasanya untuk antena kaleng maka akan mendapatkan atau memperoleh gain sekitar 5-14 dB.

Kata kunci : *Antena Kaleng, Cantenna, Wireless USB Adapter, Access Point, Gain*

Abstract - A form of utilization of *Wireless LAN* technology that may be increasingly prevalent at this time is the connection of *Hotspot (Wi-Fi)* networks which commonly use the IEEE 802.11b or IEEE 802.11g WLAN - IEEE standardization. This technology works on the 2.4 GHz frequency and is able to provide high access speeds of up to 11 Mbps for IEEE 802.11 b, and 54 Mbps on IEEE 802.11 g, with a signal range up to a distance of up to 100 meters.

The network project by designing a can antenna as a recipient of hotspot signals at the research location. This can antenna can capture signals at a frequency of 2.4 GHz so the value of the input diameter that can be received is between 0.60 and 0.75 wavelength in the air at the desired frequency. At a frequency wavelength of 2.44 Ghz the can diameter is therefore preferably in the region of 73 - 92 mm, and here the researcher uses cans with a diameter of 85 mm with a length of 232.5 mm. Because with the *Cantennator* or *Cantenna Calculator online* software researchers can determine the right size of cans so that cans can work at a frequency of 2.4 GHz, usually for can antennas it will get or gain a gain of about 5-14 dB.

Keywords: *Canned Antenna, Cantenna, Wireless USB Adapter, Access Point, Gain*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dibidang telekomunikasi saat ini berkembang sangat pesat. Salah satu

perkembangan teknologi yakni antena. Antena merupakan salah satu elemen penting dalam terselenggaranya hubungan

komunikasi nirkabel antara dua user atau lebih yang ingin berkomunikasi. Peranan antena sendiri tidak lepas dari perkembangan teknologi informasi, karena kini penggunaan antena tidak hanya terbatas pada telekomunikasi suara saja tetapi sudah terintegrasi dengan komunikasi data. Perkembangan komunikasi data beberapa tahun kebelakang yang kian pesat membutuhkan perkembangan perangkat fisik yang mampu menjadi jembatan komunikasi antara perkembangan perangkat fisik yang mampu menjadi jembatan komunikasi antara satu perangkat komunikasi dengan yang lainnya. Perkembangan itu akhirnya memunculkan konsep *Local Area Networking* (LAN), sebuah jaringan fisik dengan media transmisi berupa kabel.

Dengan demikian bertambahnya pemakaian komputer, semakin besar kebutuhan akan pentransferan data dari satu terminal ke terminal lainnya yang dipisahkan oleh jarak yang semakin jauh, sehingga penggunaan kabel menjadi kurang efisien. Kondisi diatas melahirkan suatu konsep baru yang disebut *Wireless LAN* (WLAN). WLAN menggunakan frekuensi radio (RF) dan udara sebagai media transmisi. Walaupun konsep *Wireless LAN* (WLAN) dinilai sangat efisien tetapi tetap memiliki beberapa kelemahan, salahsatunya adalah sangat terbatasnya area yang dapat dilayani oleh sebuah *accesspoint*.

Penggunaan antena *omnidirectional* merupakan sebuah solusi bagi para user yang ingin menjangkau sebuah *accesspoint* yang jauh lebih cepat. Tugas akhir ini mencoba untuk merancang sebuah antena *omnidirectional*, dalam memperkuat tangkapan *signal*

wireless dimana antena dari kaleng bekas adalah merupakan solusi yang tepat dan di satu sisi juga biaya pembuatannya sangat terjangkau dan mudah.

Antena dari kaleng bekas merupakan sebuah terobosan untuk memperkuat tangkapan *signal wireless*. Dimana Antena kaleng atau biasa disebut antena *Wave Guide* merupakan sebuah antenna yang dapat memperkuat penangkapan *signal wireless*, dan juga di lain sisi masih banyak orang yang belum paham bagaimana cara membuat antena dari kaleng bekas, Antena kaleng membuat pancaran *signal* atau *refleksinya* lebih focus sehingga sinyal yang dihasilkan mengalami penguatan pada satu arah[1].

1.1 Identifikasi Masalah

Masalah – masalah yang timbul setelah diidentifikasi :

- Wifi USB Adapter* bawaan pabrik hanya bisa membaca beberapa *access point* yang jaraknya kurang dari 50 meter.
- Jarak tangkap atau penerima sinyal pada *wifi USB adapter* ataupun laptop yang terbatas, dan belum cukup memuaskan.
- Jangkauan *wifi USB adapter* yang rendah karena bentuk antena yang ditanam didalam cover plastik akan menghambat daya pancar dan penerima pada jenis perangkat ini.

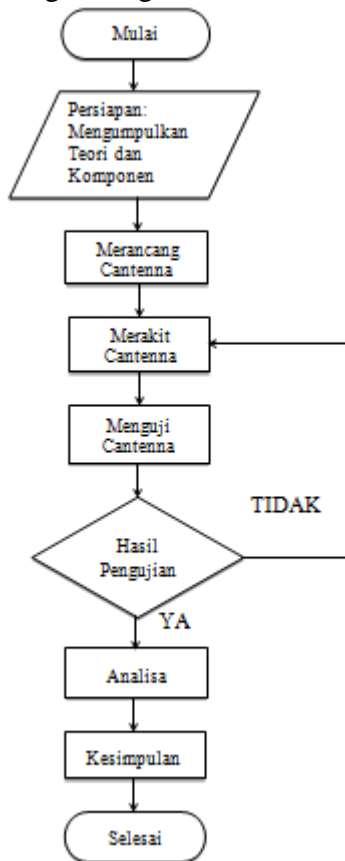
1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat antena dari kaleng bekas yang bekerja pada frekuensi 2.4 Ghz dengan menggunakan media kaleng sebagai *reflector*, dan juga kaleng sebagai bumbung gelombang dan sebuah kawat pendek yang disolder di konektor N sebagai probe

untuk peralihan dari kabel koaksial ke bumbung gelombang. Juga dengan menggunakan alat-alat dan bahan-bahan yang sederhana sehingga didapatkan harga yang lebih murah jika dibandingkan dengan membeli antena *grid*. Selain itu, dengan menggunakan antena dari kaleng bekas bisa didapat *gain* antena yang lebih besar bila dibandingkan dengan *wireless USB adapter* standar sehingga jarak jangkauan antena juga bisa lebih jauh.

II. METODE PENELITIAN

Langkah penelitian perancangan *Cantenna* digambarkan sesuai dengan diagram alur.



2.1 Pembahasan Hasil Penelitian Dan Pengujian Cantenna

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kinerja antena kaleng “*Cantenna*” tersebut sudah mendekati hasil rancangan atau

tidak. Hasil pengujian kuat sinyal ini dilakukan dalam metode *outdoor* atau secara Langsung (*Line of Sight / Surface Wave*) dan jarak daya tangkap sinyal dengan perbandingan sebelum-sesudah menggunakan *cantenna*. Pengujian antena ini menggunakan *wifi USB adapter* dan sebagai pengukur level sinyal memakai *software WireleesMon*. Kondisi antena saat pengujian berada pada ketinggian 100 cm diatas permukaan tanah, dan berjarak kurang lebih 50 meter pada percobaan pertama dan 80 meter di percobaan kedua dari letak *access point*, dan juga menghadap ke selatan sesuai letak *access point*.

2.2 Peralatan Pengujian Cantenna

Sebelum menguji kinerja dari antena yang telah dibuat, maka terlebih dahulu kita ketahui peralatan apa saja yang dibutuhkan untuk menguji antena tersebut.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian *cantenna*.

1. 1 unit komputer / laptop
2. 1 unit antena kaleng “*Cantenna*”
3. 1 unit *wifi usb adapter*
4. 1 unit kabel *coaxial* RG-58 atau kabel pigtail yang telah dimodifikasi
5. 1 unit kabel *usb extender*
6. 1 unit *access point*
7. 1 unit clamp pipa gantung
8. 1 unit tripod

2.3 Tahapan Pengujian

Hal yang perlu di siapkan pada saat pengujian *cantenna* atau antena kaleng tersebut diantaranya :

1. Mempersiapkan *Cantenna*, Laptop dan *wifi usb adapter*.
2. Menguji kuat sinyal *wifi* laptop tanpa *wifi usb adapter* dan *cantenna* :

- a. Lalu menyalakan laptop, sambungkan *wifi* laptop ke *access point* tersebut (Acer Liquid Z330).
 - b. Disini peneliti menyambungkan ke SSID Acer Liquid Z330, lalu uji dan ukur kuat sinyal dan *gain* menggunakan *software WirelessMon*.
 - c. Jika sudah mendapatkan hasil kuat sinyal dan *gain* dll. Dari pengujian *wifi* laptop tanpa *wifi usb adapter*.
 - d. Maka pengujian *wifi* laptop tanpa perangkat tambahan sudah selesai.
3. Menguji kuat sinyal *wifi usb adapter* tanpa bantuan *cantenna*.
 - a. Lalu sambungkan *wifi usb adapter* ke laptop.
 - b. Sambungkan ke *access point* yang sama yaitu dengan nama SSID Acer Liquid Z330.
 - c. Lalu buka *software WirelessMon* kembali dan lakukan *monitoring* dari *graphic*, kekuatan *gain*, dan kuat sinyal dll.
 - d. Jika sudah mendapatkan hasil kuat sinyal dan *gain* maupun *graphic* dll.
 - e. Maka pengujian *wifi usb adapter* tanpa bantuan *cantenna* pun selesai.
 4. Menguji kuat sinyal *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *Cantenna*.
 - a. Sambungkan atau pasang *Cantenna* ke *wifi usb adapter* sebagai antena.
 - b. Lalu sambungkan *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *cantenna* ke laptop.
 - c. Sambungkan kembali ke *access point* yang sama yaitu dengan nama SSID Acer Liquid Z330.
 - d. Lalu buka *software WirelessMon* kembali dan lakukan *monitoring* dari *graphic*, kekuatan *gain*, dan kuat sinyal.
 - e. Jika sudah mendapatkan hasil kuat sinyal dan *gain* maupun *graphic* dll.
 - f. Maka pengujian *Cantenna* yang terpasang di *wifi usb adapter* pun telah selesai.
 5. Lalu bandingkan hasilnya dari ketiga percobaan tersebut.
 - a. Hasil *monitoring* dari percobaan pertama pada saat hanya menggunakan *wifi* laptop tanpa perangkat tambahan.
 - b. Hasil *monitoring* dari percobaan kedua pada saat menggunakan *wifi usb adapter* tanpa bantuan *cantenna* atau sebelum *wifi usb adapter* di *upgrade* antenanya menggunakan *cantenna*.
 - c. Hasil *monitoring* dari percobaan ketiga saat *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *cantenna*.
 6. Pengukuran dilakukan dengan jarak yang berbeda – beda. Hasil perbandingan dari pengukuran dengan jaak ang berbeda bisa akan dibuatkan tabel agar lebih mudah dalam membandingkannya.
 7. Bandingkan dari ketiga tahap percobaan tersebut, jika ada peningkatan dari segala faktor seperti peningkatan *graphic level* sinyal dan juga *gain*. Bisa dikatakan *cantenna* yang peneliti rancang sudah berhasil, berhasil secara maksimal atau tidaknya

tergantung dari data yang di peroleh.

III. PENGUJIAN

Tabel hasil pengujian *wifi* pada laptop tanpa menggunakan *wifi usb adapter* dan *cantenna* pada jarak 50 dan 80 meter.

Hasil pengujian <i>wifi</i> pada laptop		
Perbandingan	Percobaan pertama 50 meter	Percobaan kedua 80 meter
<i>Signal Strength</i> tertinggi	-78 dBm	-
<i>Strength</i> terendah	-84 dBm (7%)	-
<i>Frekuensi</i>	2437 Mhz	-
<i>Bandwidth (Mbits)</i>	108	-
Total <i>channel</i> yang terdeteksi	4 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 1, 6, 9, 11)	1 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 6)
AP yang terdeteksi	5 <i>Access Point</i> terdeteksi	1 <i>Access Point</i> terdeteksi
<i>Speed (Mbits)</i>	108	-
Sinyal bar	2 Baris	-
SSID yang terhubung	Acer Liquid Z330	-

Tabel hasil pengujian *wifi usb adapter* pada laptop tanpa menggunakan *cantenna* pada jarak 50 dan 80 meter.

Hasil pengujian <i>wifi usb adapter</i> tanpa <i>cantenna</i>		
Perbandingan	Percobaan pertama 50 meter	Percobaan kedua 80 meter
<i>Signal Strength</i> tertinggi	-72 dBm	-93 dBm
<i>Strength</i> terendah yang diterima	-78 dBm (15%)	-95 dBm (1%)
<i>Frekuensi</i>	2437 Mhz	2437 Mhz
<i>Bandwidth (Mbits)</i>	179	157
Total <i>channel</i> yang terdeteksi	5 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 6, 8, 9, 11, 12)	6 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 1, 2, 6, 8, 10, 11)
AP yang terdeteksi	6 <i>Access Point</i> yang	11 <i>Access Point</i> yang

	tedeteksi	tedeteksi
<i>Speed (Mbits)</i>	179	157
Sinyal bar	4 baris	3 baris
SSID yang terhubung	Acer Liquid Z330	Acer Liquid Z330

Tabel hasil pengujian *wifi usb adapter* yang menggunakan *cantenna* pada jarak 50 meter dan 80 meter.

Hasil pengujian <i>wifi usb adapter</i> menggunakan <i>cantenna</i>		
Perbandingan	Percobaan pertama 50 meter	Percobaan kedua 80 meter
<i>Signal Strength</i> tertinggi	-67 dBm	-92 dBm
<i>Strength</i> terendah yang diterima	-70 dBm (25%)	-93 dBm (1%)
<i>Frekuensi</i>	2437 Mhz	2437 Mhz
<i>Bandwidth (Mbits)</i>	186	160
Total <i>channel</i> yang terdeteksi	5 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 1, 6, 8, 9, 11)	7 <i>Channel</i> (<i>Channel</i> 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11)
AP yang terdeteksi	15 <i>Access Point</i> yang terdeteksi	19 <i>Access Point</i> yang terdeteksi
<i>Speed (Mbits)</i>	186	160
Sinyal bar	5 Baris (penuh)	3 baris
SSID yang terhubung	Acer Liquid Z330	Acer Liquid Z330

Dari ketiga tahapan hasil pengujian diatas dengan 2 jarak yang berbeda, dapat dilihat perbandingan dan perbedaannya. Peneliti bisa melihat perbedaannya mulai dari kuat sinyal, dan *gain* yang dihasilkan yang dimana pada saat menggunakan *wifi* laptop, *wifi usb adapter*, dan *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *cantenna*. Pada tabel dibawah ini dapat terlihat lebih jelas seberapa besar perbandingannya mulai dari *gain*, kuat sinyal dll.

Tabel Perbandingan Pengujian pada jarak 50 meter di percobaan pertama.

Perbandingan	WiFi Pada Laptop	WiFi USB Adapter	
		Tanpa Cantenna	Menggunakan Cantenna
Signal Strength tertinggi	-78 dBm	-72 dBm	-67 dBm
Strength terendah yang diterima	-84 dBm (7%)	-78 dBm (15%)	-70 dBm (25%)
Frekuensi	2437 Mhz	2437 Mhz	2437 Mhz
Bandwidth (Mbits)	108	179	186
Total channel yang terdeteksi	4 Channel (Channel 1, 6, 9, 11)	5 Channel (Channel 6, 8, 9, 11, 12)	5 Channel (Channel 1, 6, 8, 9, 11)
AP yang terdeteksi	5 Access Point terdeteksi	6 Access Point yang terdeteksi	15 Access Point yang terdeteksi
Speed (Mbits)	108	179	186
Sinyal bar	2 baris	4 baris	5 baris (penuh)
SSID yang terhubung	Acer Liquid Z330	Acer Liquid Z330	Acer Liquid Z330

Tabel Perbandingan Pengujian pada jarak 80 meter di percobaan kedua.

Perbandingan	WiFi Pada Laptop	WiFi USB Adapter	
		Tanpa Cantenna	Menggunakan Cantenna
Signal Strength tertinggi	-	-93 dBm	-92 dBm
Strength terendah yang diterima	-	-95 dBm (1%)	-93 dBm (1%)
Frekuensi	-	2437	2437 Mhz

		Mhz	
Bandwidth (Mbits)	-	157	160
Total channel yang terdeteksi	1 Channel (Channel 6)	6 Channel (Channel 1, 2, 6, 8, 10, 11)	7 Channel (Channel 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11)
AP yang terdeteksi	1 Access Point terdeteksi	11 Access Point yang terdeteksi	19 Access Point yang terdeteksi
Speed (Mbits)	-	157	160
Sinyal bar	-	3 baris	3 baris
SSID yang terhubung	-	Acer Liquid Z330	Acer Liquid Z330

IV. ANALISA

Dari hasil pengujian dan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa laptop yang menggunakan *wifi usb adapter* mengalami peningkatan *gain* sebesar 6 dB. dan bisa menangkap beberapa *access point* sebanyak 6 *access point* yang sebelumnya hanya bisa menangkap 5 *access point* saja pada saat tidak menggunakan *wifi usb adapter*.

Dan bisa dilihat dari hasil percobaan tersebut laptop yang menggunakan *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *antenna* mengalami peningkatan *speed* atau *bandwidth* mencapai 186 (Mbits) yang sebelumnya tanpa memakai *wifi usb adapter* hanya mencapai 108 (Mbits).

Wifi usb adapter yang sudah di *upgrade* menggunakan *antenna* mengalami peningkatan *gain* sebesar 5 dB. Jadi *gain* yang didapat dari hasil percobaan tersebut laptop yang menggunakan *wifi usb adapter* yang sudah di *upgrade* menggunakan *antenna* mengalami peningkatan *gain* sebesar 11 dB dari yang

sebelumnya hanya mengandalkan perangkat *wifi* bawaan laptop.

Perlu di ketahui karena cantenna ini menggunakan konektor yang berupa kabel pigtail *type* jenis kabel *coaxial* RG-58 sepanjang 50 cm jadi akan mengalami *loss* sebesar -0,5 dB. Maka disarankan jika ingin menggunakan kabel pigtail yang berukuran panjang gunakanlah *type* jenis kabel LMR 400 dengan nilai *loss* yang sangat kecil yaitu -0,22 dB untuk ukuran panjang 1 meter. Dikarenakan pada penelitian ini hanya menggunakan kabel pigtail sepanjang 50 cm maka sudah cukup dengan menggunakan kabel pigtail dengan *type* jenis kabel *coaxial* RG-58.

Setelah melakukan percobaan pengujian dalam beberapa tahap percobaan dan *monitoring* jaringan acces point dengan nama SSID Acer Liquid Z330, maka dapat didapatkan hasil hasil dari percobaan tersebut antara lain beberapa faktor yang menyebabkan sinyal *wireless* melemah adalah Sinyal dari Acces Point lain yang menyebabkan *Noise*, Jarak maximal Access point ke Client. dengan menggunakan tools *wirelessMon* kita dapat mengetahui SSID dari semua AP yang terpasang atau tersedia disebuah area, kemudian *channel* AP yang digunakan, serta *signal strenght* dari setiap AP yang ada. Setiap area mempunyai *signal strenght* yang berbeda-beda semakin kecil *signal strenght* yang dihasilkan maka akan semakin bagus juga pula kualitas pancaran dari AP tersebut, begitu juga dengan sebaliknya.

V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang peneliti lakukan terhadap tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Wifi* pada laptop dan *usb wifi adapter* yang mempunyai jarak tangkap yang dekat dapat diperkuat menggunakan media *cantenna* atau antena kaleng.
2. Dengan menggunakan *cantenna* sinyal yang kita dapatkan akan lebih kuat dan jarak *access point* yang jauh masih dapat dijangkau.
3. Antena kaleng atau *cantenna* yang berdiameter 85 mm dan dengan panjang 232,5 mm mempunyai nilai *gain* sebesar ± 6 dB sampai 11,5 dB pada jarak 1 meter dari permukaan tanah dan 50 meter dari *access point* dalam kondisi ruangan *outdoor* atau secara Langsung (*Line of Sight / Surface Wave*) berdasarkan hasil pengukuran penelitian.
4. *Cantenna* yang peneliti rancang juga bisa menangkap beberapa *access point* yang berada jauh dimana *wifi laptop* dan *usb wifi adapter* kurang maksimal dalam menjangkanya.
5. Pada Tugas akhir ini, *cantenna* yang telah dibuat telah berhasil walau tidak sesuai performansi pada umumnya. Hal ini dilihat dari *gain*, dan kecepatan transfer data yang dimiliki oleh *cantenna* yang telah dibuat.
6. Semakin dekat dengan Access Point maka *signal strength* yang didapat juga akan semakin baik, apabila tidak terhalang sesuatu yang menghambat daya pancar *signal Access Point*.
7. Semakin jauh dari sumber Access Point maka semakin lemah pula *signal strenght* yang di dapat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudibyo, Hari. (2007). *Wireless Home Networking*

- Panduan Membuat Antena Kaleng.*
Yogyakarta: Liliék Suheri.
- [2] Noesapati. (2010). *Internet Gratis dengan Antena Kaleng.* Diambil dari: <http://www.pusatgratis.com/ebook-gratis/ebook-tutorial-internet/internet-gratis-dengan-antena-kaleng.html>. (15 Desember 2017)
- [3] Sucipto. (2014). *Pembuatan Antena Dari Kaleng Bekas.* Bekasi: Mitra Utama
- [4] Harianto, Bambang. (2012). *Antena Omni directional 2,4 GHz Sebagai Pemancar Dan Penerima Untuk Akses Ke Jaringan Internet.* UG . Jurnal Vol. 6 N. 06 Tahun 2012. Depok: Universitas Gunadarma
- [5] Kamo, Bexhet,. Cakaj, Shkelzen,. Koliçi, Vladi,. Mulla, Erida. (2012). *Simulation and Measurements of VSWR for Microwave Communication Systems.* Albania: Polytechnic University of Tirana
- [6] Anandhaprabakaran B., Shanmugam S., Sridhar J., Ajaykumar S. (2015). *Enhancing the Coverage Area of a WI-FI Access Point Using Cantenna.* International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology (IJARTET) Vol. 2, Issue 4. India: Sri Ramakrishna Engineering College
- [7] Subagiyo, Danang. (2015). *Pemancar Wifi Wajan Bolic.* Pekalongan: Tidak diterbitkan
- [8] Kadu, Vrushali V. *Manually Designed Wi-Fi Cantenna and its Testing in Real-Time Environment.* International Journal of Engineering Research and Development Volume 3, Issue 2. (August 2012).
- [9] Sebastian Buttrich, “*Cantenna Building Instructions*”, sebastian@wire.less.dk
- [10] Hanggara, Surya. (2009). *Monitoring jaringan Wireless dengan menggunakan WirelessMon.* Semarang: Politeknik Negeri Semarang
- [11] Artiyasa, Marina, Sandi G, Asril Adi S. (2015). *Rancang Bangun Antena HELIX dan Simulasi Dengan Software MMANAGAL Untuk Aplikasi Penguat Wifi.* JURNAL REKAYASA NUSAPUTRA Vol 1 No. 1 2015. Sukabumi: STT Nusa Putra Sukabumi