

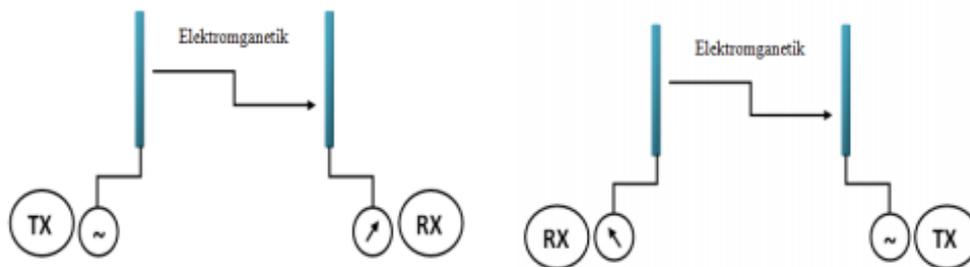
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antena

2.1.1 Pengertian Antena

Antena merupakan tulang punggung jaringan nirkabel. Antena sangat penting sebagai perangkat penyesuai (*matching device*) antara sistem pemancar dengan udara bila antena berfungsi sebagai media radiasi gelombang radio dan sebagai perangkat penyesuai dari udara ke sistem penerima. Desain antena ideal yang diharapkan adalah antena yang mempunyai nilai $VSWR \leq 2$, nilai *return loss* ≤ -10 , *gain* yang tinggi dan *bandwidth* yang lebar.[4]

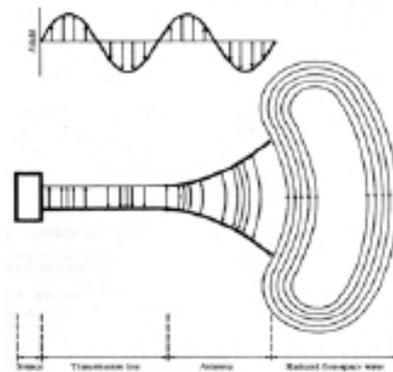
Antena dianggap sebagai tulang punggung sistem nirkabel. Antena sangat penting sebagai perangkat penyesuai (*matching device*) antara *system* pemancar dengan udara bila antena berfungsi sebagai media radiasi gelombang radio dan sebagai perangkat penyesuai dari udara ke sistem penerima. Bentuk dan desain antena ideal yang diharapkan adalah antena yang mempunyai *gain* yang tinggi, efisiensi tinggi, bobot yang ringan. Sesuai dengan definisinya dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Gambaran Sifat *Reciprocal* Antena^[8]

Pada gambar 2.1 merupakan gambaran sifat *reciprocal* Antena yang menjelaskan bahwa antena mempunyai sifat kerja bolak-balik. Dimana 1 buah antena dapat dioperasikan sebagai antena transmitter dan sekaligus sebagai antena *receiver*.

Antena didefinisikan sebagai “sebuah alat logam yang digunakan untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio”. Menurut “*The IEEE Std 145-1983*), definisi antenna adalah suatu bagian dari sistem telekomunikasi nirkabel yang digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang radio.



Gambar 2.2 Antena Sebagai Alat Transisi [4]

Pada gambar 2.2 Gelombang terpandu adalah gelombang dengan sedikit rugirugi dalam saluran transmisi, sedangkan gelombang ruang hampa adalah gelombang yang dipancarkan ke ruang bebas sehingga membentuk lapisan-lapisan. Gelombang terpandu yang mengalir sepanjang saluran transmisi diradiasikan menjadi gelombang ruang hampa. Daerah transisi antara gelombang terpandu dan gelombang ruang hampa dapat disebut antenna.

Antena sebagai alat untuk mengirim dan menerima gelombang elektromagnetik, bergantung kepada pemakaian dan penggunaan frekuensinya, antena bisa berwujud berbagai bentuk, mulai dari seutas kabel, dipole, ataupun yagi, dsb. Antena adalah alat pasif tanpa catu daya (power), yang tidak bisa meningkatkan kekuatan sinyal radio, dia seperti reflektor pada lampu senter, membantu mengkonsentrasi dan memfokuskan sinyal.

Kekuatan dalam mengkonsentrasi dan memfokuskan sinyal radio, satuan ukurnya adalah dB. Jadi ketika dB bertambah, maka jangkauan jarak yang bisa ditempuh pun bertambah.

2.1.2 Fungsi Antena

Antena adalah salah satu perangkat yang mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkannya ke udara bebas atau

sebaliknya menangkap sinyal gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Berdasarkan definisi tersebut maka antenna memiliki 3 fungsi pokok, yaitu :

1. Antena berfungsi sebagai konverter. Dikatakan sebagai konverter karena antenna tersebut mengubah bentuk sinyal, yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, atau sebaliknya.[5]
2. Antena berfungsi sebagai radiator. Dikatakan sebagai radiator karena antenna tersebut memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas sekelilingnya. Jika sebaliknya antenna menerima atau menangkap energi radiasi gelombang elektromagnetik dari udara bebas, maka fungsinya dikatakan re-radiator.[5]
3. Antena berfungsi sebagai impedance matching (penyesuaian impedansi). Dikatakan sebagai impedance matching karena antenna tersebut akan selalu menyesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud adalah saluran transmisi dan udara bebas. Pada saat antenna tersebut bekerja atau beroperasi maka antenna akan menyesuaikan impedansi karakteristik saluran dengan impedansi karakteristik udara.

Antena dapat digunakan baik pada pemancar maupun penerima. Sifat antenna pemancar dan penerima dikatakan reciprocal yaitu sebuah antenna dapat digunakan sebagai antenna pemancar maupun sebagai antenna penerima. Maka dari itu, selain berfungsi sebagai pengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik, antenna juga berfungsi untuk mengubah sinyal gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik.

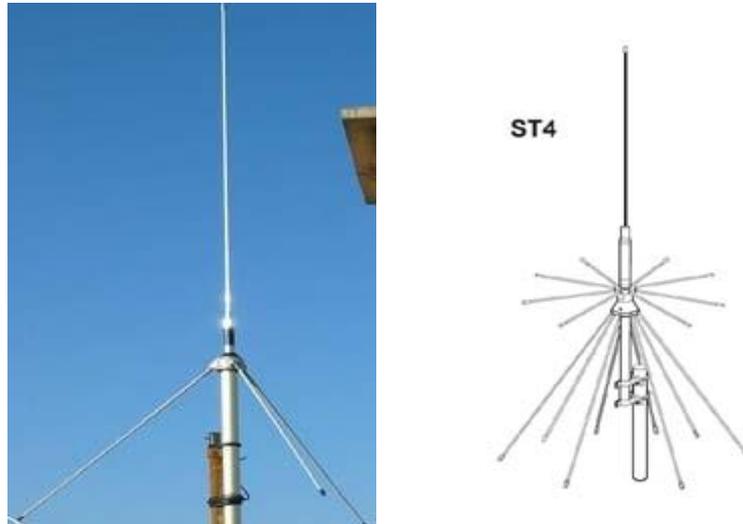
2.2 Antena Omnidirectional

2.2.1 Pengertian Antena Omnidirectional

Antena *omnidirectional* yaitu jenis antenna yang memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah dengan daya yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, *gain* antenna *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horizontal, dengan mengabaikan pola pancaran ke atas dan ke bawah. Dengan demikian, keuntungan dari antenna jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak dan biasanya digunakan untuk posisi pengguna yang melebar.

Kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi.[8]

Kebanyakan antenna ini mempunyai polarisasi vertikal, meskipun tersedia juga polarisasi horizontal. Gambar 2.5 memperlihatkan beberapa contoh antenna *omnidirectional*.



Gambar 2.3 Contoh Antena *Omnidirectional*[8]

Pada gambar 2.3 merupakan bagian contoh dari antenna *omnidirectional*, antenna *omnidirectional* dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antenna yang lebih kompleks contoh antenna *omnidirectional* antara lain antenna *dipole*, antenna Brown, antenna *coaxial*, antenna *super-turnstile*, antenna *groundplane*, antenna *collinear*, antenna *slotwave guide*, dan lain – lain.[8]

Dengan ditambah antenna *omnidirectional* yaitu jenis antenna yang memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah dengan daya yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, *gain* antenna *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara mendatar, dengan mengabaikan pola pancaran ke atas dan ke bawah. Dengan demikian, keuntungan dari antenna jenis omnidirectional ini adalah bisa melayani jumlah pengguna yang lebih luas dan biasanya digunakan untuk posisi pengguna yang luas. Kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi.[8] Kebanyakan antenna omnidirectional ini mempunyai polarisasi tegak lurus, meskipun tersedia juga polarisasi mendatar.



Gambar 2.4 Antena Omnidirectional

Pada gambar 2.4 merupakan antena omnidirectional. Antena omnidirectional ini dapat memancarkan sinyal ke seluruh arah dengan putaran 360 derajat secara horizontal. Tetapi dengan menunjukkan adanya directivitas dengan arah tegak lurus, dengan memfokuskan energinya ke bentuk piringan atau kue donat. Antena omnidirectional ini sering juga digunakan perbandingan dengan antena yang sudah lebih kompleks, antena omnidirectional juga mempunyai contoh lainnya yaitu antena dipole, antena horn, antena coaxial, antena super-turnstile, antena collinear dan lainnya.

Spesifikasi dari antena omnidirectional antara lain yaitu:

1. Support untuk GSM, GPRS, 4G LTE frekuensi.
2. Directional: Omni-directional
3. Frekuensi: 600-2700MHz
4. Gain: 7dBi
5. SWR: kurang lebih 1.5
6. Impedance: 50 ohm
7. Bahan kabel: RG58U
8. Panjang kabel: 5m/16.4ft
9. Interface: SMA Inner Thread
10. Pin bagian dalam (berlapis nikel putih)

2.2.2 Antena Donor

Antena donor berfungsi untuk menangkap sinyal yang akan digunakan. Antena ini yakni berupa antenna *omnidirectional*. Dalam pemasangannya antena ini diletakkan diluar gedung / disisi yang lebih tinggi agar sinyal yang diterima lebih baik. Sebelum pemasngan antena, hendaknya dilakukan test sinyal terlebih dahulu untuk menentukan dimana letak pemasangan yang tepat.

Berikut merupakan contoh dari antena donor yang digunakan.



Gambar 2.5 Antena Donor *Omnidirectional*

2.2.3 Parameter Antena *Omnidirectional*

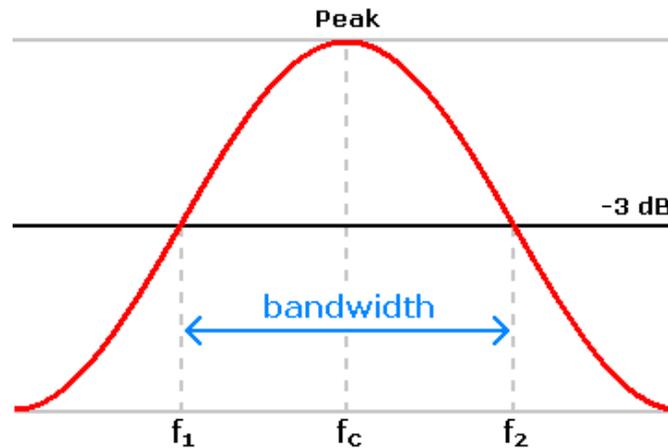
Karakteristik atau Parameter Kinerja Antena *omnidirectional* diantaranya adalah sebagai berikut :

a. *Return Loss*

Return loss adalah perbandingan antara gelombang amplitudo yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Nilai dari *return loss* yang baik adalah di bawah $-9,54$ dB, sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan katan lain, saluran transmisi sudah matching. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antena sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.[3]

b. *Bandwith*

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar. Dengan mengacu kepada ketentuan pada sistem *wireless* terhadap perolehan nilai *bandwidth*, maka *bandwidth* yang termasuk ke dalam kategori pita lebar (*wideband*) yaitu *bandwidth* diantara 100 MHz sampai dengan 500 MHz.[3]



Gambar 2.6 *Bandwidth*

$$\text{Bandwidth (MHz)} = f_2 - f_1 \quad (2.1)$$

Dimana :

- f_1 = frekuensi terendah (MHz)
- f_2 = frekuensi tertinggi (MHz)

c. *VSWR (Voltage standing Wave Ratio)*

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V_{\max}|$) dengan minimum ($|V_{\min}|$). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut koefisien refleksi tegangan (Γ). Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($S=1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran berada dalam keadaan *matching* sempurna. Namun pada kenyataannya nilai tersebut sulit didapatkan sehingga nilai dasar VSWR yang digunakan pada antenna umumnya ≤ 1.5 . [3]

$$\text{VSWR} = \frac{1+r}{1-r} \quad (2.2)$$

Dimana r adalah refleksi koefisien.

d. Pola Radisasi Antena (*Radiation Pattern*)

Pola radiasi (*radiation pattern*) merupakan pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi dari antena (pada medan jauh) sebagai fungsi dari arah dan penggambarannya dapat dilihat pada diagram pola radiasi yang sudah diplot sesuai dengan hasil pengukuran sinyal radiasi dari suatu antena. Apabila dilihat dari penamaan bidang pola radiasi ada 4 macam, yaitu: Bidang H ialah bidang magnet dari pola radiasi antena, bidang E ialah medan listrik dari pola radiasi antena, bidang elevasi ialah pola radiasi yang diamati dari sudut elevasi dan bidang azimuth ialah pola radiasi yang diamati dari sudut azimuth. [3] Adapun pola radiasi antena dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. *Isotropis* adalah arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi sama besar pada seluruh bidang.
2. *Directional* adalah arah pancaran antena ke satu arah saja.
3. *Omnidirectional* adalah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi satu bidang yang sama besar.

e. *Gain*

Penguatan sangat erat hubungannya dengan *directivity*. Penguatan mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh antena tertentu dibandingkan dengan *radiator isotropis* yang bentuk pola radiasinya menyerupai bola.[3] Perhitungan *gain* dapat dilihat pada persamaan (2.3)

$$R > 2 \frac{D^2}{\pi} \quad (2.3)$$

Dengan :

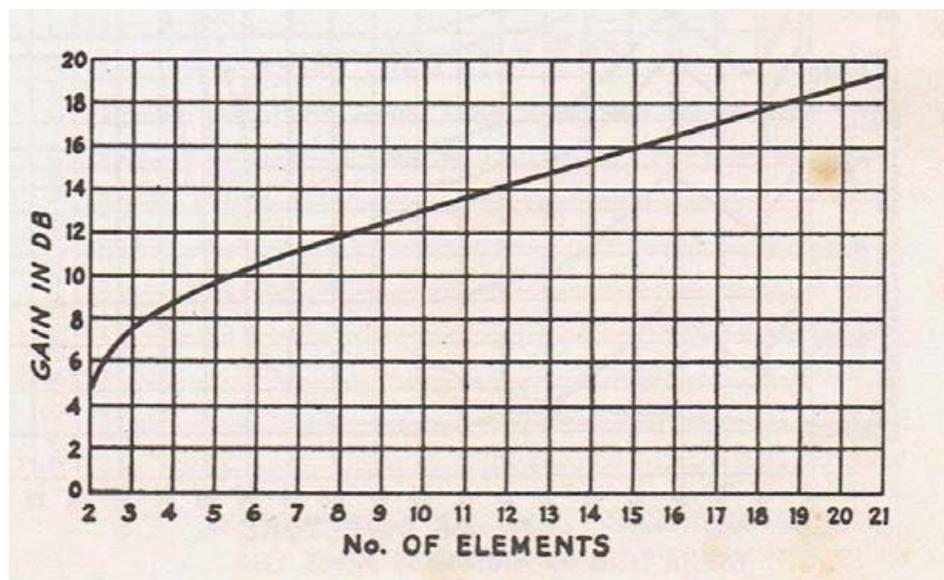
- R = jarak medan jauh
- D = panjang diagonal antena
- π = panjang gelombang

f. Direktivitas

Direktivitas adalah nilai gain direktif di arah nilai maksimumnya (*MAG=Maximum Available Gain*). Direktivitas antena (D) dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi (daya tiap unit sudut ruang) pada arah tertentu $U(\theta,\phi)$ terhadap intensitas radiasi rata-rata U_0 (dari seluruh permukaan).

2.3 Penguatan (Gain) Antena

Gain (*directive gain*) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. gain antena juga dapat didefinisikan sebagai ukuran keberarahan sebuah antena dimana gain antena sebagai keluaran daya pada 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.[11]



Gambar 2.7 Gain dalam dB pada sebuah antena dipole $\frac{1}{2} \lambda$ vs jumlah elemen[8]

Pada Gambar 2.7 dimana semakin banyak elemen pada Yagi semakin besar pula *Gain* yang dihasilkan. Perolehan *Gain* pada antena Yagi berdasarkan buku *Arrl Antenna Book* (1976). Perolehan gain yang diperoleh dari banyaknya jumlah elemen pada antena Yagi.

Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara *isotropic* sama dengan daya yang diterima oleh antena (P_{in}) dibagi dengan 4π . Penguatan absolut ini dapat dihitung dengan rumus [8] :

$$gain = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (2.4)$$

Selain penguatan absolut, ada juga penguatan relatif. Penguatan relatif didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama diantara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber *isotropic* yang *lossless*. Secara umum dapat dihubungkan sebagai berikut [8] :

$$G = \frac{4\pi A}{\lambda^2} \quad (2.5)$$

Keterangan : π = 3,14

D = Aperture antenna (**meter²**)

λ = panjang gelombang (meter)

Untuk antenna Yagi aperturennya adalah 0.015472 meter², dimana frekuensi tengah adalah 2.045 MHz. Berdasarkan persamaan $\lambda = \frac{c}{f}$ maka didapat lambda (λ) sebesar :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2.045} = 0,147 \text{ meter} \quad (2.6)$$

Berdasarkan persamaan (2.4) besarnya *gain* dapat dihitung seperti dibawah, yaitu :

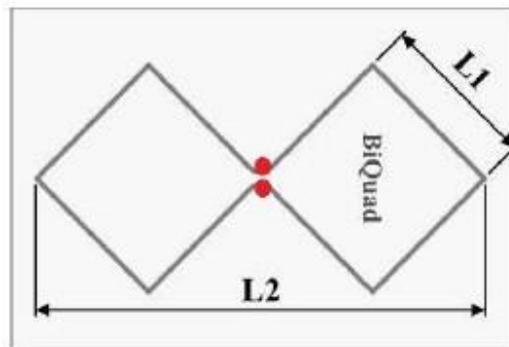
$$G = \frac{4\pi A}{\lambda^2} = \frac{4(3,14)(0,017102)}{(0,147)^2} \quad (2.7)$$

$$= \frac{0,21480112}{0,021609} = 9,9403 \text{ dBi}$$

Gain atau penguatan dari sebuah antenna yagi diperoleh dari memaksimalkan faktor-faktor penting elemen-elemen parasitic anten ayagi. dalam meningkatkan gain antenna yagi mengubah pengaturan driven tidak akan memberikan efek yang banyak dalam penguatannya, cara yang paling efektif adalah dengan melakukan pengaturan yang tepat pada besarnya ukuran serta jarak dalam penempatan elemen tersebut [11]

2.4 Antena Biquad

Antena *biquad* merupakan antenna kawat *dipole loop* persegi ganda dengan reflektornya berbentuk sebuah *flat* panel dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang dari pada rangkaian dipolnya sehingga bertindak seolah-olah sebagai bidang yang tak terhingga luasnya. Letak reflektor tidak jauh dari dipolnya yang bertujuan untuk mengurangi radiasi kearah belakang. Dengan jarak yang kecil antara antenna dengan reflektornya, Antena ini terdiri dari 2 buah antenna *loop* persegi yang digabungkan menjadi satu, sehingga antenna *biquad* memiliki 2 *loop*. Bentuk antenna *biquad* seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Konfigurasi Antena Biquad [4]

Pada gambar 2.8 merupakan bentuk dari antenna *biquad gain* yang dihasilkan oleh antenna dengan large *flat sheet* reflektor relatif tergantung dari jarak dipolnya. Semakin jauh jarak dipolnya, gain yang diperoleh akan semakin kecil namun *bandwidth*nya akan semakin besar. Sedangkan pola radiasi antenna *biquad* pada umumnya.[4]

2.4.1 Dimensi Antena Biquad

Antena *biquad* merupakan perpaduan 2 antenna quad yang dirancang dalam 1 elemen. Panjang elemen *driven* antenna *biquad* adalah 1λ yang mana nilai panjang gelombangnya (λ) yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$(\lambda) = \frac{c}{f} (m) \quad (2.8)$$

Dengan : λ = Panjang gelombang (m)

c = Kecepatan gelombang cahaya

F = Frekuensi gelombang kerja (Hz)

Untuk rancangan dipole antenna *biquad* didapat dari panjang gelombang $1/8\lambda$. Jarak dipole *biquad* yang digunakan sejauh $1/8\lambda$ dari reflektornya. Reflektor antenna *biquad* berbentuk bujur sangkar dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolennya, dengan ukuran dapat dirumuskan sebagai berikut: [4]

$$R = R_a + 0,1 R_a \quad (2.9)$$

Dengan: R = Panjang elemen reflector (m) R_a = Panjang elemen dipolennya (m)

Perencanaan ukuran desain antenna *biquad* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.9 Konstruksi antenna *biquad* [4]

Pada gambar 2.9 merupakan gambar dari antenna *biquad* yang merupakan antenna yang terbentuk dari gabungan dua kawat *dipole loop* berbentuk *quad* (persegi) dimana bahan yang digunakan berupa kawat tembaga dan letak titik catuan berada di tengah-tengah.

2.4.2 Kelebihan Antena Biquad

Beberapa kelebihan antenna *biquad* diantaranya:

1. Dapat menghemat ruang karena desainnya yang kecil dibandingkan antenna kawat panjang.
2. Memiliki nilai gain yang lebih besar kearah depan
3. Dapat meningkatkan kinerja sistem *transmitter* yang sederhana.

Berdasarkan karakteristik dari antenna *biquad* yang di jelaskan diatas maka penulis memilih Antena *biquad* untuk dijadikan bahan penelitian dalam penulisan tugas akhir ini.

Kesimpulannya, antenna ideal adalah antenna yang dapat memancarkan semua daya yang dikirim kepadanya dari arah yang diinginkan atau arah lain. Dalam prakteknya, keadaan ideal tersebut tidak dapat dicapai, namun dapat dibuat mendekati. Terdapat berbagai jenis antenna saat ini dan masing- masing jenis antenna dapat

mengambil bentuk yang berbeda untuk mencapai karakteristik radiasi yang diinginkan untuk aplikasi tertentu.[4]

2.5 *Repeater* Sebagai Penguat Sinyal

Penguat Sinyal *Repeater* merupakan sebuah perangkat elektronik yang menerima isyarat dan mentransmisikan kembali isyarat tersebut dengan daya yang lebih tinggi, sehingga isyarat tersebut dapat menjangkau area yang lebih luas. penguat isyarat *repeater* berasal dari istilah telegrafi dan merujuk ke perangkat elektromekanis yang digunakan untuk regenerasi isyarat *telegraf*. Penggunaan istilah terus dalam komunikasi telepon dan data. dalam industri komunikasi nirkabel ialah suatu alat penguat isyarat yang berfungsi untuk meningkatkan daya tangkap isyarat telepon genggam dalam suatu wilayah. Penguat isyarat terdiri dari antena penerima, penguat sinyal, dan antena pengirim sinyal.

Tujuan adanya penguat sinyal *repeater* untuk memudahkan para pengguna seluler dan jaringan telekomunikasi untuk mendapatkan isyarat yang baik dan kuat dengan jaringan nirkabel atau *wireless*, sehingga komunikasi menjadi lebih lancar dan lebih baik.

Perangkat Repeater harus 2 alat, yakni untuk menerima sinyal dari server (*client*) dan untuk menyebarkan lagi sinyal Wifi (*accesspoint*). Seperti yang telah diketahui bahwa penggunaan *wireless* di dunia ini sudah sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari – hari kita, dengan adanya *wireless* kita tidak perlu pusing dengan masalah kabel yang berantakan, dengan adanya *wireless* ini di rumah, kantor, dan kampus. *Wireless* disebut nirkabel, adalah teknologi yang menghubungkan dua piranti untuk bertukar data atau suara tanpa menggunakan media kabel. Data dipertukarkan melalui media gelombang cahaya tertentu (seperti teknologi infra merah pada remote TV) atau gelombang radio (seperti bluetooth pada komputer dan ponsel) dengan frekuensi tertentu. Kelebihan teknologi ini adalah mengeliminasi penggunaan kabel, yang bisa cukup mengganggu secara estetika, dan juga kerumitan instalasi untuk menghubungkan lebih dari 2 piranti bersamaan. Kekurangan teknologi ini adalah kemungkinan interferensi terhadap sesama hubungan nirkabel pada piranti lainnya.

2.6 Perbandingan Penelitian

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penulis	Hardware	Software	Kategori	Kelebihan	Kekurangan
Benny Nixon,Rifqi Wahyu Purnomo (2019)	Octaquad, Omnidirectional, Repeater	CST	Pengujian Lab	Memperkenalkan Sinyal 4G	Desain nya belum dapat diakses secara luas
Wisnu Arif Kridawan,Rahmat (2020)	Antena Mikrostrip	CST	Desain Antena dan pengujian	Menjelaskan secara rinci tentang karakteristik	Hanya menggunakan satu topologi saja
Andini Dani Achmad, Andani Achmad, Dwi Ria Anggreni (2016)	Personal Computer (PC)	HFSS	pengukuran antena	pengukuran unjuk kerja antena berbeda dengan hasil simulasi.	pengukuran yang tidak dilakukan di lingkungan yang bebas pantul
Estari, Yurike Alta (2015)	Personal Computer (PC)	VSWR	Monitoring Body Health With IoT	antena bekerja pada frekuensi 623,5 - 710 MHz dengan nilai VSWR 1,89	Hasil pengukuran Bandwith belum sesuai
Dharmayana, Ardana, Widyantara (2017)	Modem,Antena Yagi, Personal Computer (PC)	CST	telah merancang, membangun, dan mengevaluasi	karena tingkat keakuratannya sangat tinggi sehingga menghasilkan antena yang lebih baik	perancangan dengan mengandalkan simulasi saja