

**PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA BIQUAD YAGI DAN
ANTENA BIQUAD OMNIDIRECTIONAL SEBAGAI REPEATER PASIF
UNTUK MENINGKATKAN DAYA TERIMA SINYAL WCDMA**

**DESIGN AND REALIZATION OF BIQUAD YAGI ANTENNA AND
OMNIDIRECTIONAL BIQUAD ANTENNA AS PASSIVE REPEATER TO
INCREASE RECEIVE SIGNAL LEVEL OF WCDMA**

Fakhrana Dhaifina¹, Bambang Setia Nugroho², M. Irfan Maulana³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

¹fakhrana@telkomuniversity.ac.id, ²bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id,

³muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pembangunan BTS (*Base Transceiver Station*) untuk jaringan WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) atau jaringan generasi ketiga (3G) pada saat ini sudah lebih merata hingga ke daerah pedesaan. Akan tetapi, masih terdapat daerah-daerah di pedesaan yang level daya terimanya rendah, seperti daerah yang terdapat banyak sawah ataupun hutan dengan pepohonan besar (daerah *rural*). Salah satu penyebab level daya terima yang rendah yaitu jarak pelanggan yang cukup jauh dari BTS sehingga dapat memperbesar *pathloss* dan tentunya akan menurunkan level daya terima di pelanggan. Dan untuk mengatasi kendala tersebut dapat ditambahkan penggunaan *repeater* pada sisi penerima.

Repeater terdiri dari dua jenis yaitu *repeater* aktif dan *repeater* pasif, dimana hal yang membedakannya yaitu dalam hal kebutuhan akan catuan dan ada tidaknya komponen aktif (*amplifier*). Jika *repeater* aktif membutuhkan catuan dan komponen aktif (*amplifier*), maka *repeater* pasif tidak membutuhkan catuan dan komponen aktif (*amplifier*).

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi antena serta pengujian *repeater* pasif terhadap penguatan sinyal radio pada frekuensi WCDMA pada ruangan *indoor* di daerah *rural*. Berdasarkan hasil pengukuran dari antena *outdoor* yang direalisasikan yaitu antena *biquad* yagi 10 elemen, antena bekerja pada frekuensi 2,02 GHz, *gain* sebesar 8,09 dBi, VSWR sebesar 1,182 dan pola radiasi *unidirectional*. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran dari antena *indoor* yang direalisasikan yaitu antena *biquad omnidirectional*, antena juga bekerja pada frekuensi 2,02 GHz, *gain* sebesar 1,39 dBi, VSWR sebesar 1,301 dan pola radiasi *omnidirectional*.

Kata Kunci: *Repeater* Pasif, Antena *Biquad* Yagi, Antena *Biquad Omnidirectional*.

Abstract

BTS (Base Transceiver Station) construction for WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) networks or third generation network (3G) has been more evenly distributed to the rural areas at this time. However, there are several areas with a low receptivity level, such as the areas that have rice fields or forests with large trees (rural areas). One of the causes of the low receptivity level is the customer's far distance from the BTS therefore it will increase the path loss and will certainly lower the customer's receptivity level. To overcome these obstacles, a repeater can be added at the receiver side.

There are two types of repeater; active and passive, which what distinguishes them is in terms of the need for the power input and the presence of active component (amplifier). If an active repeater requires power input and active component (amplifier), then the passive repeater does not need power input and active component (amplifier).

*In this final project is done the design and the realization of antenna with the testing of a passive repeater to strengthen the radio signal at a WCDMA frequency on the indoor room in rural areas. Based on the measurement result of outdoor antenna which is realized that is 10 elements *biquad* yagi antenna, the antenna works at a frequency of 2.02 GHz, *gain* is 8.09 dBi, VSWR is 1.182 and *unidirectional* radiation pattern. Meanwhile, based on the measurement result of indoor*

antenna which is realized that is omnidirectional biquad antenna, the antenna also work at a frequency of 2.02 GHz, gain is 1,39 dBi, VSWR is 1,301 and omnidirectional radiation pattern.

Keywords: Passive Repeater, Biquad Yagi Antenna, Biquad Omnidirectional Antenna.

1. Pendahuluan

Pembangunan BTS (*Base Transceiver Station*) untuk jaringan WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) atau jaringan generasi ketiga (3G) dari GSM (*Global System for Mobile Communications*) di daerah pedesaan memang sudah lebih merata jika dibandingkan dengan pembangunan BTS untuk jaringan LTE (*Long Term Evolution*) atau jaringan generasi keempat (4G). Akan tetapi, di daerah pedesaan yang masih terdapat banyak sawah ataupun hutan dengan pepohonan besar (daerah *rural*), level daya terimasingal WCDMA yang didapatkan masih cukup rendah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh: daya pancar dari BTS yang terbatas, jarak penerima yang cukup jauh sehingga dapat memperbesar *pathloss* ataupun keadaan lingkungan seperti masih terdapat banyaknya pepohonan besar yang dapat menyebabkan *scattering* sehingga dapat terjadi *multipath*.

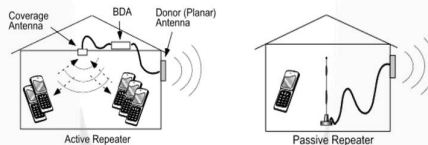
Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut yaitu penggunaan *repeater* pada sisi penerima. Dan pada tugas akhir ini penulis melakukan perancangan serta realisasi *repeater* pasif terhadap penguatan sinyal radio pada frekuensi WCDMA di daerah *rural*.

2. Teori

2.1 Repeater

Repeater merupakan suatu alat yang berfungsi untuk meneruskan sinyal radio yang diterima dari suatu BTS. Selain itu, *repeater* juga berfungsi untuk meningkatkan daya jangkau sinyal radio sehingga daerah yang menerima sinyal radio dengan lemah atau daerah yang berada diluar *coverage* (cakupan daerah) suatu BTS dapat tercakupi.

Repeater terdiri dari 2 jenis yakni *repeater* aktif dan *repeater* pasif. Hal yang membedakan kedua jenis *repeater* tersebut adalah kebutuhan akan catuan dan ada tidaknya komponen aktif (*amplifier*), dimana *repeater* aktif membutuhkan catuan dan komponen aktif (*amplifier*) sedangkan *repeater* pasif tidak membutuhkan catuan dan komponen aktif (*amplifier*). Adapun blok diagram dari *repeater* aktif terdiri dari empat bagian yakni antena *outdoor*, antena *indoor*, *amplifier* dan saluran transmisi. Sedangkan blok diagram dari *repeater* pasif terdiri dari tiga bagian yakni antena *outdoor*, antena *indoor* dan saluran transmisi[1].



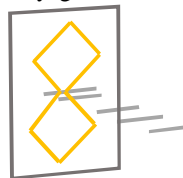
Gambar 1. Perbedaan *repeater* aktif dan *repeater* pasif[2]

2.2 Antena Biquad Yagi

Antena *biquad* yagi merupakan variasi dari antena Yagi-Uda atau pada umumnya dikenal dengan nama antena yagi yang terlebih dulu ada pada tahun 1926. Antena *biquad* yagi memiliki elemen-elemen yang sama seperti antena yagi[3], yaitu terdiri dari *driven*, *reflector*, *director*, dan *boom*.

Akan tetapi, hal yang membedakan antara antena *biquad* yagi dengan antena yagi yaitu *driven* dan *reflector* yang digunakan, dimana pada antena *biquad* yagi tidak menggunakan sebuah komponen linier biasa pada elemen *driven* dan *reflector*, melainkan menggunakan sebuah komponen berbentuk *biquad* (dua kawat berbentuk persegi) pada bagian *driven* dan plat aluminium pada bagian *reflector*.

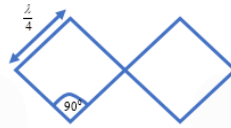
Berikut skema konstruksi dari antena *biquad* yagi:



Gambar 2. Skema konstruksi antena *biquad* yagi

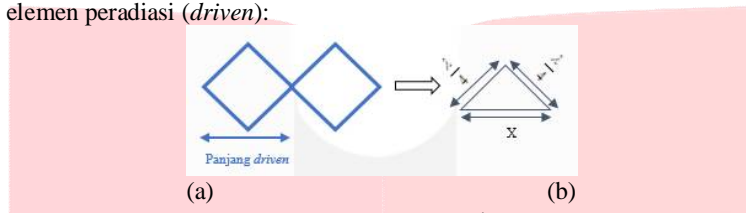
Adapun dibawah ini merupakan perumusan dimensi fisik dari masing-masing elemen:

1. Elemen peradiasi (*driven*)
 Elemen peradiasi (*driven*) yang digunakan pada antenna *biquad* yagi adalah antenna *biquad* dengan panjang setiap sisinya $\lambda/4$ dan titik catuannya berada di tengah-tengah.



Gambar 3. Antena *biquad* [bidang y-z]

∴ Panjang elemen peradiasi (*driven*):



Gambar 4. (a) 1 elemen antenna *biquad* (b) $\frac{1}{4}$ elemen antenna *biquad*

$$x = \sqrt{\left(\frac{\lambda}{4}\right)^2 + \left(\frac{\lambda}{4}\right)^2} \tag{1}$$

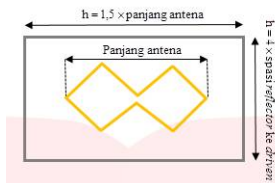
2. Elemen pengarah (*director*)

Dalam perhitungan elemen pengarah (*director*), panjang elemen pengarah (*director*) dirumuskan sebagai berikut[5]:

$$\text{Panjang } \textit{director} = \text{Panjang elemen sebelumnya} - 5\% \text{ panjang elemen sebelumnya} \tag{2}$$

3. Elemen pemantul (*reflector*)

Elemen pemantul (*reflector*) yang digunakan pada antenna *biquad* yagi yaitu pelat aluminium dengan tebal 4 mm. Adapun perumusan panjang dan lebar pelat sebagai berikut[6]:



Gambar 5. Konstruksi elemen pemantul (*reflector*) dan elemen peradiasi (*driven*) tampak depan

Adapun untuk perumusan jarak atau spasi antara satu elemen dengan elemen lainnya didapatkan sebagai berikut[5]:

$$\textit{Reflector} \rightarrow \textit{driven} = 0,2\lambda \tag{3.a}$$

$$\textit{Driven} \rightarrow \textit{director 1} = 0,1\lambda \tag{3.b}$$

$$\textit{Director 1} \rightarrow \textit{director 2} = 0,15\lambda \tag{3.c}$$

$$\textit{Director 2} \rightarrow \textit{director 3}, \text{ dan seterusnya} = 0,2\lambda \tag{3.d}$$

Berikut tabel hasil perhitungan dimensi fisik dari masing-masing elemen antenna *biquad* yagi:

Tabel 1. Hasil perhitungan dimensi fisik elemen antenna *biquad* yagi

Panjang <i>driven</i>	5,24 cm	Lebar pelat <i>reflector</i>	11,88 cm
Panjang <i>director 1</i>	4,98 cm	Jarak <i>reflector</i> ke <i>driven</i>	2,97 cm
Panjang <i>director 2</i>	4,73 cm	Jarak <i>driven</i> ke <i>director 1</i>	1,49 cm
Panjang <i>director 3</i>	4,49 cm	Jarak <i>director 1</i> ke <i>director 2</i>	2,23 cm
Panjang <i>director 4</i>	4,27 cm	Jarak <i>director 2</i> ke <i>director 3</i>	2,97 cm
Panjang <i>director 5</i>	4,06 cm	Jarak <i>director 3</i> ke <i>director 4</i>	2,97 cm
Panjang <i>director 6</i>	3,86 cm	Jarak <i>director 4</i> ke <i>director 5</i>	2,97 cm
Panjang <i>director 7</i>	3,67 cm	Jarak <i>director 5</i> ke <i>director 6</i>	2,97 cm
Panjang <i>director 8</i>	3,49 cm	Jarak <i>director 6</i> ke <i>director 7</i>	2,97 cm
Panjang pelat <i>reflector</i>	15,72 cm	Jarak <i>director 7</i> ke <i>director 8</i>	2,97 cm

2.3 Antena *Biquad*

Antena *biquad* 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. Berikut konstruksi antenna *biquad*:



Gambar 6. Konstruksi antenna *biquad*

Pada dasarnya antenna *biquad* memiliki pola radiasi *bidirectional* atau fokus ke dua arah. Untuk mendapatkan pola radiasi *omnidirectional* maka antenna *biquad* disusun seperti skema pada Gambar 4 berikut:



Gambar 7. Skema konstruksi antenna *biquad omnidirectional*[4]
Berikut adalah perhitungan dimensi fisik dari antenna *biquad omnidirectional*[4]:



Gambar 8. Konstruksi antenna *biquad omnidirectional*

$$\therefore \text{Maka panjang setiap sisi} = \frac{\lambda}{4} = \frac{14,851 \text{ cm}}{4} = 3,71 \text{ cm}$$

2.4 Parameter Transmisi dan Propagasi

Untuk mendapatkan sistem komunikasi yang baik, maka perlu dilakukan perhitungan link budget dari sistem komunikasi tersebut. Adapun beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam perhitungan link budget diantaranya[8]:

1. Perhitungan loss (redaman)

FSL (Free Space Loss) atau redaman ruang bebas merupakan penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Redaman ruang bebas dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$FSL = 92,45 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(km)} \tag{4}$$

dimana:

f = frekuensi operasi (GHz)

d = jarak antara pengirim dan penerima (km)

2. Perhitungan EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

EIRP merupakan besaran yang menyatakan kekuatan daya pancar suatu antenna yang dapat dihitung dengan rumus:

$$EIRP = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx} \tag{5}$$

dimana:

P_{tx} = daya pancar (dBm)

G_{tx} = penguatan antenna pengirim (dB)

L_{tx} = rugi-rugi pada pengirim (dB)

3. Perhitungan RSL (Receive Signal Level)

RSL adalah level sinyal yang diterima di penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat penerima ($RSL \geq R_{th}$). Nilai RSL dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$RSL = EIRP - FSL + G_{rx} - L_{rx} - FM \tag{6}$$

dimana:

EIRP = Effective Isotropic Radiated Power (dBm)

FSL = Free Space Loss (dB)

G_{rx} = penguatan antenna penerima (dB)

L_{rx} = rugi-rugi pada penerima (dB)

FM = Fading Margin (dB)

3. Perancangan

3.1 Perhitungan Link Budget

Sebelum merancang suatu sistem repeater pasif dibutuhkan perhitungan link budget guna

mengetahui kebutuhan gain dari sistem repeater pasif tersebut. Berikut tabel 2 dan tabel 3 yang menunjukkan parameter link budget downlink yang digunakan dalam perhitungan.

Tabel 2. Parameter *link budget downlink* pada sisi pengirim

Transmitter Parameter	
Max Tx Power	33 dB
Max Tx Gain	3 dB (antena <i>omnidirectional</i>)
Loss system	3,06 dB (asumsi penggunaan kabel RG8 LMR400 sebagai kabel <i>feeder</i> dengan <i>loss</i> 2,97 dB/15 m ditambah <i>loss connector</i> 0,09 dB/pasang)

Tabel 3. Parameter *link budget downlink* pada sisi penerima

Receiver Parameter	
Receiver sensitivity	-85 dBm
Loss system	2,352 dB (asumsi penggunaan kabel Coaxial RG58 sebagai kabel <i>feeder</i> dengan <i>loss</i> 2,262 dB/3 m ditambah <i>loss connector</i> 0,09 dB/pasang)
Fading margin	10 dB

Keterangan:

Nilai receiver sensitivity didapatkan dari persamaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Receiver sensitivity} &= \frac{\text{RSCP}_{1(\text{num})} + \text{RSCP}_{2(\text{num})} + \text{RSCP}_{3(\text{num})} + \text{RSCP}_{4(\text{num})} + \text{RSCP}_{5(\text{num})} + \text{RSCP}_{6(\text{num})}}{6} \\
 &= \frac{10^{-101/10} + 10^{-97/10} + 10^{-95/10} + 10^{-93/10} + 10^{-91/10} + 10^{-89/10}}{6} \\
 &= 3,15 \times 10^{-9} \text{ mW} = -85 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Dari data-data tersebut akan diperoleh nilai LFS dan nilai EIRP pada link budget downlink. Berikut adalah hasil perhitungan nilai LFS, nilai EIRP dan nilai G_{rx} yang didapatkan dari persamaan (4), persamaan (5) dan persamaan (6) :

$$\begin{aligned}
 \text{FSL} &= 118,56 \text{ dB} \approx 119 \text{ dB} \\
 \text{EIRP} &= 32,94 \text{ dB} \\
 G_{rx} &= 13,412 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan *link budget*, sistem *repeater* pasif pada tugas akhir ini membutuhkan *gain* total sebesar 13,412 dB dengan asumsi jarak transmisi antara antenna BTS dan antenna *repeater* pasif yaitu 10 km (*line of sight* terpenuhi). Maka dari itu dibutuhkan spesifikasi antenna *indoor* dan antenna *indoor* yang dapat memenuhinya.

3.2 Spesifikasi Teknik

Sebelum dilakukan realisasi sistem *repeater* pasif, maka ditentukan terlebih dahulu spesifikasi tekniknya. Pada pembuatan sistem *repeater* pasif digunakan dua antenna, yaitu antenna *outdoor* dan antenna *indoor*. Spesifikasi antenna *outdoor* dan antenna *indoor* yang diharapkan adalah sebagai berikut:

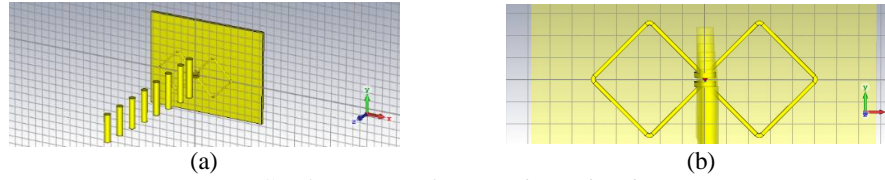
- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Antena <i>outdoor</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frekuensi tengah : 1,92 – 2,12 GHz ▪ VSWR : ≤ 2 ▪ <i>Return Loss</i> : ≤ 10 ▪ <i>Bandwidth</i> : 200 MHz ▪ Pola Radiasi : <i>Unidirectional</i> ▪ Polarisasi : Linier ▪ <i>Gain</i> : ≥ 12 dBi | <ol style="list-style-type: none"> 2. Antena <i>indoor</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frekuensi tengah : 1,92 – 2,12 GHz ▪ VSWR : ≤ 2 ▪ <i>Return Loss</i> : ≤ 10 ▪ <i>Bandwidth</i> : 200 MHz ▪ Pola Radiasi : <i>Omnidirectional</i> ▪ Polarisasi : Linier ▪ <i>Gain</i> : ≥ 2 dBi |
|--|---|

3.3 Simulasi Antena Biquad Yagi

Setelah dilakukan perhitungan sebelumnya, kemudian dilakukan simulasi menggunakan *software simulator* antenna untuk mendapatkan desain yang diinginkan. Dalam tugas akhir ini dirancang antenna *biquad* yagi 10 elemen dengan tujuan dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dalam perancangan, salah satunya yaitu mendapatkan *gain* ≥ 12 dBi.

Untuk mendapatkan desain antenna yang dapat memenuhi semua spesifikasi saat perancangan, dilakukan iterasi desain antenna *biquad* yagi sebanyak 9 kali. Dan desain antenna *biquad* yagi iterasi 8 dipilih sebagai desain akhir dari antenna *biquad* yagi yang akan dilakukan realisasi karena telah memenuhi semua spesifikasi saat perancangan.

Berikut gambar dari desain antenna *biquad* yagi iterasi 8 secara lengkap.

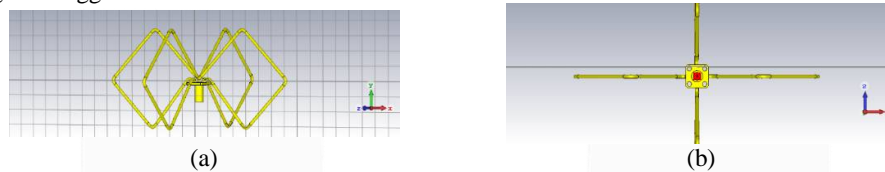


Gambar 9. Bentuk antenna *biquad* yagi:
 (a) tampak samping (b) dengan *discrete port*

3.4 Simulasi Antena Biquad

Setelah dilakukan perhitungan secara matematis untuk dimensi serta ukuran antenna *indoor* yakni antenna *biquad omnidirectional*, maka dilakukan simulasi menggunakan *software simulator* antenna yang kemudian dilakukan penyesuaian atau optimisasi agar mendapatkan ukuran yang tepat sehingga dapat menghasilkan gain sekitar 2 dBi dan juga bekerja sesuai di frekuensi yang dioperasikan.

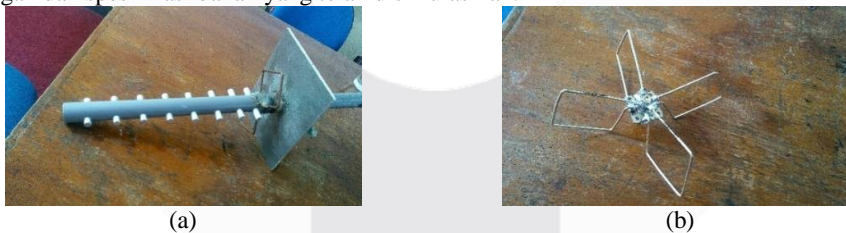
Antena *biquad omnidirectional* sebelum optimisasi yang dirancang dengan panjang sisi masing – masing elemen yaitu $\lambda/4$ atau 3,71 cm belum memenuhi spesifikasi antenna *indoor* yang telah ditentukan. Maka dari itu, agar dapat memenuhi spesifikasi antenna *indoor* yang telah ditentukan, antenna *biquad omnidirectional* dirancang dengan memperpanjang sisi masing-masing elemen menjadi $\lambda/3$ atau 4,95 cm. Hal tersebut dilakukan karena prinsip antenna *biquad* adalah antenna *dipole* $\lambda/2$ yang dilipat menjadi dua bagian. Berikut gambar dan hasil simulasi dari antenna *biquad omnidirectional* setelah dilakukan optimisasi dengan panjang setiap elemen menjadi $\lambda/3$ dengan menggunakan konektor.



Gambar 10. Bentuk antenna *biquad omnidirectional* setelah optimisasi:
 (a) tampak samping (b) dengan *waveguide port*

3.5 Realisasi Antena

Setelah dilakukan simulasi antenna menggunakan *software simulator* antenna, maka tahap selanjutnya adalah merealisasikan antenna di tempat pembuatan dan perakitan antenna dengan rancangan dan spesifikasi bahan yang telah disimulasikan.



Gambar 11. (a) Realisasi antenna *biquad* yagi (b) Realisasi antenna *biquad omnidirectional*

4. Pengukuran dan Analisis

4.1 Pengukuran dan Analisis Medan Dekat dan Medan Jauh Antena

Setelah dilakukan perancangan dan realisasi antenna *outdoor* dan antenna *indoor*, maka selanjutnya dilakukan pengukuran parameter-parameter pada antenna *biquad* yagi dan antenna *biquad omnidirectional* kemudian hasil pengukuran dibandingkan terhadap hasil simulasi.

Berikut tabel perbandingan hasil pengukuran terhadap hasil simulasi.

Tabel 4. Perbandingan VSWR hasil pengukuran antenna *biquad* yagi terhadap hasil simulasi

Frekuensi (GHz)	VSWR	
	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
1,92	1,4179	1,906
2,02	1,4673	1,182

Tabel 5. Perbandingan VSWR hasil pengukuran antenna *biquad omnidirectional* terhadap hasil simulasi

Frekuensi (GHz)	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
1,92	1,7997	1,822
2,02	1,1702	1,301
2,12	1,2555	1,828

Tabel 6. Perbandingan return loss hasil pengukuran antenna *biquad yagi* terhadap hasil simulasi

Frekuensi (GHz)	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
1,92	-10,884	-10,708
2,02	-22,109	-17,662
2,12	-18,917	-10,665

Tabel 6. Perbandingan return loss hasil pengukuran antenna *biquad omnidirectional* terhadap hasil simulasi

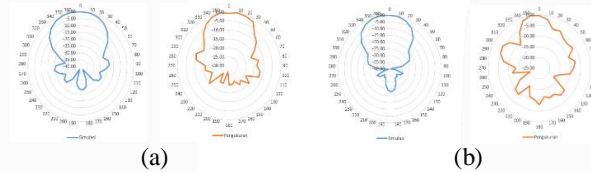
Frekuensi (GHz)	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
1,92	-15,248	-10,142
2,02	-14,453	-21,541
2,12	-11,308	-10,590

Tabel 7. Perbandingan bandwidth hasil pengukuran antenna *biquad yagi* terhadap hasil simulasi

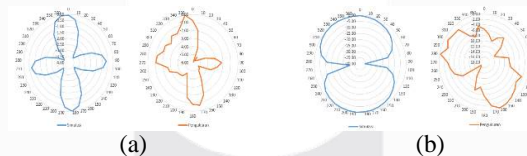
Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
310,1 MHz	240 MHz

Tabel 8. Perbandingan bandwidth hasil pengukuran antenna *biquad omnidirectional* terhadap hasil simulasi

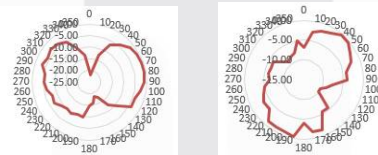
Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
443,5 MHz	250 MHz



Gambar 12. Pola radiasi antenna *biquad yagi*: (a) arah *azimuth* (b) arah elevasi



Gambar 13. Pola radiasi antenna *biquad omnidirectional*: (a) arah *azimuth* (b) arah elevasi



Gambar 14. Polarisasi antenna *biquad yagi*

Gambar 15. Polarisasi antenna *biquad omnidirectional*

Tabel 8. Perbandingan nilai gain hasil simulasi dan hasil pengukuran

Antena	Gain Hasil Simulasi	Gain Hasil Pengukuran
<i>Biquad Yagi</i>	12,32 dBi	8,09 dBi
<i>Biquad Omnidirectional</i>	2,634 dBi	1,39 dBi

Berdasarkan hasil pengukuran medan dekat dan medan jauh antenna dapat dilihat bahwa tidak sepenuhnya hasil pengukuran yang didapat sama seperti pada hasil simulasi. Hal tersebut dapat disebabkan karena hasil simulasi diasumsikan dalam keadaan ideal sedangkan pada saat pengukuran keadaan ideal sangat sulit untuk dicapai sehingga pada saat pengukuran antenna dapat terpengaruh oleh medan dari benda-benda di sekitarnya.

4.2 Pengujian Repeater Pasif

Untuk mengetahui kinerja dari sistem *repeater* pasif dilakukan pengukuran *walk test* dengan menggunakan *software G-Net Track* yang sudah terintegrasi pada ponsel Android. *Provider* telekomunikasi yang digunakan pada proses pengujian *repeater* pasif adalah *provider 3 (Tri)* yang bekerja pada rentang frekuensi 1,92 GHz – 1,93 GHz pada *uplink* dan 2,11 GHz – 2,12 GHz pada *downlink* untuk UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*)^[7]. Adapun parameter yang diujikan pada proses pengujian sistem *repeater* pasif yaitu RSCP (*Received Signal Code Power*) dan DL (*Downlink*) *Rate*.

Tabel 9. Hasil pengujian *walk test*

Posisi	Sebelum menggunakan <i>repeater</i> pasif		Sesudah menggunakan <i>repeater</i> pasif		Peningkatan level daya terima
	RSCP	DL Rate	RSCP	DL Rate	
A	-101 dBm	2097 kbps	-95 dBm	3174 kbps	6 dB
B	-97 dBm	2361 kbps	-89 dBm	3667 kbps	8 dB
C	-95 dBm	2500 kbps	-91 dBm	2970 kbps	4 dB
D	-93 dBm	2769 kbps	-90 dBm	2857 kbps	3 dB
E	-91 dBm	3295 kbps	-87 dBm	3461 kbps	4 dB
F	-89 dBm	3467 kbps	-88 dBm	3495 kbps	1 dB

Pada titik B yang berjarak 15 cm dari antenna *indoor* didapatkan nilai RSCP (*Received Signal Code Power*) dan DL (*Downlink*) *Rate* yang lebih baik dibandingkan pada titik A yang hanya berjarak 10 cm dari antenna *indoor*. Hal tersebut dapat terjadi karena *main lobe* dari antenna *indoor* yang lebih besar pada arah di titik B dibandingkan pada arah di titik A.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan proses perancangan dan realiasi antenna serta pengujian *repeater* pasif pada tugas akhir ini adalah:

1. Antenna *outdoor* yang dirancang dan direalisasikan memiliki karakteristik pola radiasi *unidirectional* agar dapat terjadi komunikasi *point to point* dengan antenna yang berada di *site provider* telekomunikasi yang digunakan.
2. Antenna *indoor* yang dirancang dan direalisasikan memiliki karakteristik pola radiasi *omnidirectional* agar dapat terjadi komunikasi *point to multipoint* dengan *handset (receiver)* serta daerah cakupan antenna menjadi lebih luas karena tidak hanya pada satu titik.
3. Semakin dekat posisi *handset (receiver)* dengan antenna *indoor* maka peningkatan level daya terima yang didapatkan akan semakin besar. Dan sebaliknya, semakin jauh posisi *handset (receiver)* dengan antenna *indoor* maka peningkatan level daya terima yang didapatkan akan semakin kecil.

Daftar Pustaka

[1]	Perangin-nangin, Erwinsyah Putra Sbastian. Nugroho, Bambang Setia. Soedarsono, Suryadi. 2012. “ <i>Perancangan Dan Realisasi Repeater Pasif 3G Pada Teknologi W-CDMA</i> ”. Bandung : Universitas Telkom.
[2]	Criterion Cellular Company. “ <i>Improving Reception in a Home or Office - Fixed Location</i> ”, diakses tanggal 06 November 2016 (http://www.criterioncellular.com/tutorials/homeofficeantennas.html)
[3]	Sujendro, Herry. Nurhadi. 2014. “ <i>Perekayasaan Sistem Antena Kelas 11 SMK</i> ”. Malang : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
[4]	Petkov, Peter Z. Kalinovska, Kalina. 2016. “ <i>Omnidirectional Biquad Omni-Antenna for 2.4 GHz Wireless Link Application</i> ”. Sofia : Technical University.
[5]	Lesmana Ridwan-YCOPE. 2008. “ <i>Antena Yagi Untuk 2m Band</i> ”. Makalah tidak dipublikasikan.
[6]	Pratiwi, Nor Kumalasari Caecar. Sumajudin, Bambang. Zulfi. 2012. “ <i>Analisis Pengaruh Reflektor Sudut Untuk Antena Biquad Studi Kasus Pada Frekuensi 2.4 GHz</i> ”. Bandung : Universitas Telkom.
[7]	Winarko, Agus. 2016. “ <i>Peran UPT dalam Road Map Penataan Spektrum Frekuensi Nasional</i> ”, diakses tanggal 07 November 2016 (https://www.slideshare.net/AgusWinarko3/peran-balmon-dps-dalam-roadmap-penataan-spektrum-frekuensi-nasional)
[8]	Freeman, Roger L. 1996. “ <i>Telecommunication System Engineering, Third Edition</i> ”. New York : John Wiley & Sons.