

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA UNIDIREKSIONAL TRIANGLE CIRCULAR LOOP DENGAN REFLEKTOR PADA FREKUENSI (2,3-2,4) GHZ

B. Pratiknyo Adi Mahatmanto¹, Bambang Setia Nugroho², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Perkembangan teknologi selular yang sangat pesat membutuhkan laju komunikasi data yang semakin cepat untuk memenuhi komunikasi data yang semakin besar. Standar Broadband Wireless Acces (BWA) yang saat ini umum diterima dan secara luas digunakan adalah standar yang dikeluarkan oleh Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE), seperti standar 802.16 untuk jaringan World wide Interoperability for Microwave Acces (WiMAX). Standar WiMAX 802.16e mampu mendukung untuk aplikasi portable dan mobile.

Dengan adanya teknologi WiMAX, maka diperlukan berbagai perangkat yang dapat mendukung teknologi WiMAX tersebut. Salah satunya adalah perangkat antenna, dimana diperlukan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan teknologi WiMAX. Kriteria antenna yang diperlukan untuk teknologi WiMAX seperti frekuensi kerja yang dialokasikan untuk teknologi tersebut, pola pancar dari antenna tersebut dan gain yang diperlukan untuk teknologi WiMAX tersebut.

Antena triangle circular loop yang merupakan pengembangan dari antenna loop yang berbentuk persegi dan lingkaran dan ditambah dengan reflektor dibagian luarnya. Antena triangle circular loop tersebut bekerja pada frekuensi 2,3GHz - 2,4GHz dengan VSWR $\leq 1,3$ dan pola pancar unidireksional dengan jenis polarisasi linier vertikal.

Analisa perbandingan hasil pengukuran secara langsung antenna yang telah dibuat dengan hasil simulasi dengan software Ansoft HFSS 10. Pengukuran yang dilakukan meliputi : pengukuran pola radiasi antenna, pengukuran gain antenna, pengukuran jenis polarisasi, pengukuran VSWR dan lebar pita frekuensi kerja antenna.

Kata Kunci : WiMAX, Antena Triangle Circular Loop, Reflektor

Abstract

The development of cellular technology requires a very rapid rate for data communications to meet the rapid communication of the larger data. Standard Broadband Wireless Access (BWA) is common at this time received and widely used is the standard issued by the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE) 802.16 standard such as a network for World wide Interoperability for Microwave Access (WiMAX). WiMAX 802.16e standard are able to support portable and mobile applications.

With WiMAX technology appearance, it is necessary tools that can support the WiMAX technology. One is an antenna device, where the required specification in accordance with the needs of the WiMAX technology. Criteria required for the antenna WiMAX technology such as the frequency of work allocated to technology, the radiation pattern of the antenna and the gain required for the WiMAX technology.

Triangle circular loop antenna, which is the development of a loop-shaped antenna and a square with a circle and outside the reflector. Triangle circular loop antenna is working at a frequency of 2,3GHz -2,4GHz with VSWR ≤ 1.3 and unidireksional radiation pattern with vertical polarization. Comparative analysis between measurement results directly antenna and results with simulation software Ansoft HFSS 10. Measurements made include: the measurement of antenna radiation pattern, antenna gain measurements, the type of polarization measurement, the measurement of VSWR and wide working frequency band antenna.

Keywords : WiMAX, Triangle Circular Loop Antenna, Reflector

BAB II DASAR TEORI

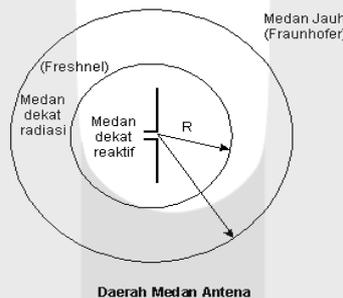
2.1 Konsep Dasar Antena

2.1.1 Definisi Antena

Antena merupakan suatu alat yang dapat merubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antena juga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dari udara bebas untuk kemudian dijadikan besaran listrik kembali melalui saluran transmisi. Atau dapat dikatakan bahwa antena adalah suatu transformator antara gelombang terbimbing dengan gelombang bebas dan sebaliknya.

2.1.2 Daerah Antena

Ruang disekitar antena biasanya dibagi kedalam 3 daerah :



Gambar 2.1 Daerah medan antena

dimana D merupakan dimensi terluar dari antena, λ merupakan panjang gelombang dan R adalah radius daerah antena, maka :

- Daerah medan dekat reaktif (daerah antena)

Merupakan daerah dimana medan reaktif sangat dominan. Radius daerah ini adalah :

$$R < 0.62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \quad (2.1)$$

- Daerah medan dekat radiasi (daerah Freshnel)

Didefinisikan sebagai daerah medan antenna medan-dekat reaktif dan daerah medan jauh dimana medan radiasi domain dan distribusi medan bergantung pada jarak dari antenna. Radius daerah Fresnel :

$$0.62\sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} < R < 2\frac{D^2}{\lambda} \quad (2.2)$$

- Daerah medan jauh (daerah Fraunhofer)

Merupakan daerah medan antenna dimana distribusi medan tidak lagi bergantung pada jarak antenna. Di daerah ini, komponen medan transversal dan distribusi angular tidak bergantung pada jarak radial dimana pengukuran dibuat. Pola radiasi diperoleh dari pengukuran yang dilakukan di daerah ini. Radius daerah Fraunhofer :

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

2.2 Parameter Dasar Antena

2.2.1 Pola Radiasi

Pola radiasi didefinisikan sebagai representasi grafis karakteristik radiasi antenna sebagai fungsi koordinat ruang. Biasanya pola radiasi ditentukan di daerah medan jauh dan direpresentasikan sebagai fungsi koordinat arah. Karakteristik radiasi meliputi: intensitas radiasi (U), kuat medan (E), fasa atau polarisasi.

2.2.2 Beamwidth

Beam area didefinisikan sebagai daerah permukaan bola yang dilihat dari titik pusat bola tersebut. Dalam terminologi antenna, beam area adalah sudut ruang yang seolah-olah mengandung seluruh daya radiasi jika intensitas radiasinya konstan dan sama dengan nilai maksimum U untuk seluruh sudut dalam Ω_A .

Dalam persamaan matematis dituliskan

$$\Omega_A = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{U(\theta, \phi)}{U(\theta, \phi)_{maks}} \sin \theta . d\theta . d\phi \quad (2.4)$$

Beam area dapat didekati dengan menentukan titik setengah daya dari berkas utama , yaitu

$$\Omega_A \approx \theta_{E\phi} \cdot \phi_{E\phi} \tag{2.5}$$

Besarnya lebar berkas dinyatakan dalam derajat atau radian.

2.2.3 Direktivitas

Direktivitas adalah kemampuan antenna memfokuskan energi kearah tertentu dibandingkan arah lain pada saat memancar atau menerima sinyal atau dapat dikatakan direktivitas merupakan perbandingan dari intensitas radiasi maksimum dengan intensitas radiasi rata-rata, atau dapat diartikan sebagai representasi dari pengarahan antenna. Dengan semakin besar direktivitas maka dapat diartikan bahwa lebar berkasnya akan semakin sempit. Direktivitas sebuah antenna isotropis adalah 1, karena daya yang diradiasikan ke segala arah sama

$$D_0 = \frac{U|_{\max}}{U_0} = \frac{U_{\max}}{W_{rad}/4\pi} = \frac{4\pi U_{\max}}{W_{rad}} \tag{2.6}$$

2.2.4 Gain Antena

Penguatan merupakan perbandingan intensitas radiasi maksimum suatu antenna terhadap intensitas radiasi antenna pembanding atau referensi dengan daya maksimum yang sama dengan faktor efisiensi antenna. Gain antenna sebagai parameter yang penting dalam suatu perancangan antenna

$$G = \frac{U_{maks}}{U_{maks.Re f}} \tag{2.7}$$

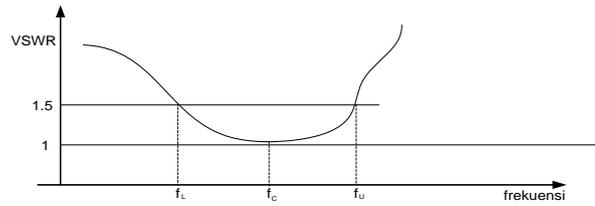
Gain antenna bergantung pada direktivitas dan efisiensi dari antenna. Besaran gain akan sama dengan besarnya direktivitas bila antenna mempunyai η sama dengan satu. Hubungan antara gain dan direktivitas dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$G = \eta D . \tag{2.8}$$

Dimana η adalah faktor efisiensi antenna ($0 \leq \eta \leq 1$).

2.2.5 Bandwidth Antena

Bandwidth sebuah antenna adalah daerah atau range frekuensi antenna bekerja dengan baik yang bergantung pada beberapa karakteristik, berada pada standar tertentu. Biasanya memakai standar nilai $SWR \leq 1,3$.



Gambar 2.2 Bandwidth antenna

2.2.6 Polarisasi Antena

Polarisasi antena dapat didefinisikan jejak kurva yang dibentuk oleh kuat medan listrik, yang diamati pada bidang konstan tegak lurus arah perambatan. Biasanya arah yang dimaksud adalah arah gain maksimum.

Polarisasi dikelompokkan menjadi polarisasi elips, sirkular dan linier. Polarisasi medan perlu diketahui agar pemasangan antena penerima sesuai dengan antena pemancar atau sebaliknya sehingga tidak ada daya yang hilang disebabkan oleh *polarization loss factor* (PLF). Selain itu dengan polarisasi bisa digunakan untuk mencegah interferensi sinyal antena lain.

2.2.7 Impedansi Antena

Impedansi input didefinisikan sebagai nilai impedansi antena di titik terminal inputnya atau perbandingan dari tegangan terhadap arus di titik terminal inputnya. Jika antena tidak sepadan dengan saluran transmisi yang mencatunya, sebuah gelombang berdiri akan terbentuk sepanjang saluran transmisi tersebut. Perbandingan dari tegangan maksimum terhadap tegangan minimum sepanjang saluran disebut dengan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Impedansi input antena dinyatakan dengan persamaan :

$$Z_T = \frac{\text{Beda Potensial}(V)}{\text{Arus}(I)} \tag{2.9}$$

Dimana $Z_T = Z_{\text{terminal}} = Z_{\text{pancar}} + Z_{\text{konstruksi}}$

2.2.8 VSWR

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matchingnya* impedansi input antena dengan saluran *feeder*.

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma(z)|}{1 - |\Gamma(z)|} \tag{2.10}$$

dimana $\Gamma(z)$ adalah koefisien refleksi.

Dengan $0 \leq |\Gamma(z)| \leq 1$, sehingga nilai VSWR adalah $1 \leq VSWR \leq \infty$.

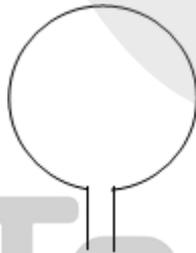
2.3 Antena

2.3.1 Antena Loop dan Antena Biquad

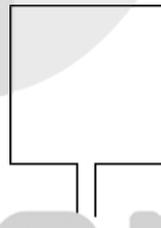
Ada berbagai macam antena yang dapat dipergunakan untuk teknologi WiMAX yang bekerja pada frekuensi 2,3GHz - 2,4GHz. Salah satunya adalah antena loop, antena unidireksional triangle circular loop dengan reflektor yang merupakan pengembangan dari antena loop yang berbentuk persegi dan lingkaran dan ditambah dengan reflektor dibagian luarnya yang berguna untuk membentuk pola pancar unidireksional.

Adapun keunggulan dari antena loop adalah :

- Pola pancar yang dimiliki adalah omnidireksional,
- Area yang dapat tercoverage oleh antena loop cukup luas,
- Memiliki range frekuensi yang lebar.



Gambar 2.3 Circular loop



Gambar 2.4 Square loop

Adapun keunggulan dari antena biquad adalah :

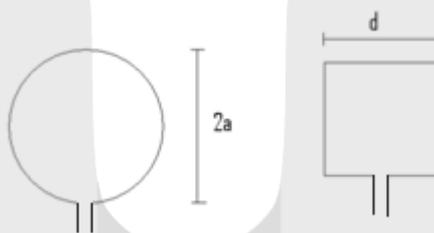
- Pola pancar yang dimiliki adalah omnidireksional,
- Adanya dua sisi pada antena biquad mengakibatkan radiasi yang dihasilkan bernilai maksimum,
- Sebagai *portable broadcast receivers* karena bentuknya yang dinamis,
- Baik digunakan untuk *very high frequency*.



Gambar 2.5 Antena biquad

2.3.2 Antena Unidireksional Triangle Circular Loop dengan Reflektor

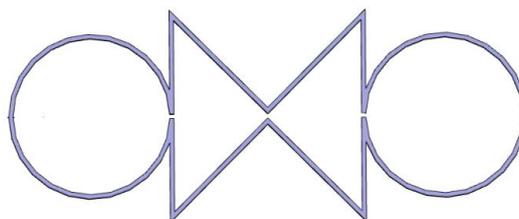
Pada loop kecil ditunjukkan bahwa pada medan jauh untuk loop lingkaran dan loop persegi mempunyai luas yang sama, tetapi akan berubah mengikuti perubahan dari panjang gelombang dari loop. Anggap sebuah loop lingkaran dengan jari-jari lingkaran a , dengan jari-jari lingkaran a tersebut sangat kecil dibandingkan dengan panjang gelombang ($a \ll \lambda$). Maka loop lingkaran tersebut dapat digantikan oleh sebuah loop persegi dengan panjang tiap sisi d .



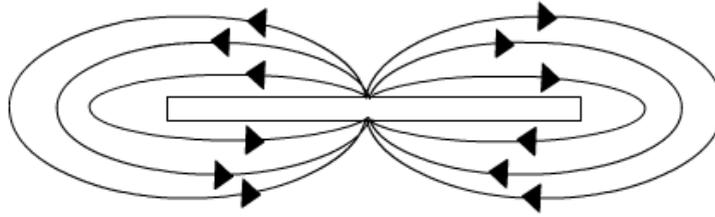
Gambar 2.6 Circular loop dan square loop

Untuk mendapatkan nilai a yang merupakan jari-jari lingkaran pada loop lingkaran ataupun nilai d yang merupakan sisi dari loop persegi menggunakan persamaan luas, dimana luas lingkaran dan luas persegi bernilai sama dengan menggunakan rumus $d^2 = \pi a^2$

Adanya berbagai kelebihan-kelebihan yang dimiliki antenna loop dan antenna biquad menjadi dasar dari perancangan antenna triangle circular loop, dengan penggabungan kedua antenna tersebut diharapkan akan diperoleh sebuah antenna yang dapat memberikan kontribusi maksimal untuk teknologi WiMAX.

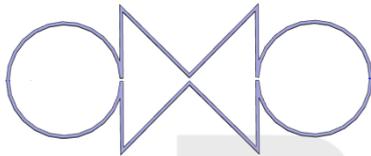


Gambar 2.7 Antena triangle circular loop

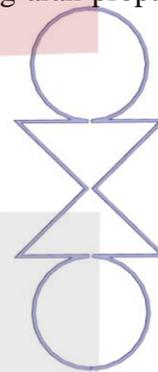


Gambar 2.8 Medan elektromagnetik pada antena triangle circular loop

Polarisasi gelombang teradiasi adalah karakteristik gelombang elektromagnetik teradiasi yang menggambarkan arah fungsi waktu dan magnitude relative dari vektor medan listrik yang diamati sepanjang arah propagasi. Maka jenis polarisasi dari antena triangle circular loop adalah :



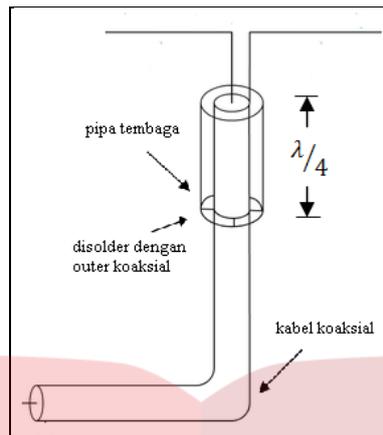
Gambar 2.9 Polarisasi vertikal



Gambar 2.10 Polarisasi horizontal

2.3.3 Balun Bazooka

Saluran transmisi dua kawat merupakan saluran yang simetris sedangkan kabel koaksial bukan merupakan saluran simetris atau sering disebut sebagai saluran *unbalanced*. Dikarenakan pada kabel koaksial bagian *inner* dan *outernya* tidak terpasang sama pada saat terhubung dengan antena. Untuk menyepadankan kabel koaksial yang *unbalanced* dengan antena *balance* maka digunakan balun. Salah satunya dengan menggunakan balun bazooka yang menggunakan pipa tembaga yang mempunyai panjang $\lambda/4$ sebagai penyepadanan antara saluran *unbalanced* dengan saluran *balance* ataupun sebaliknya.



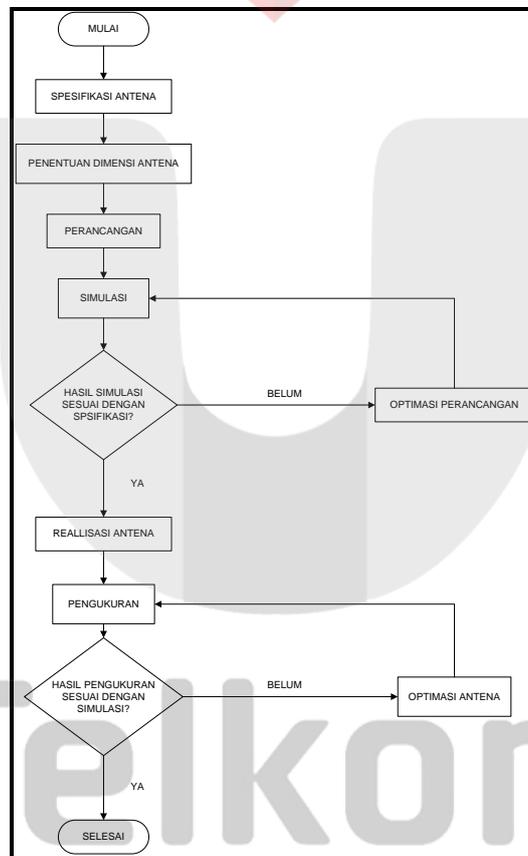
Gambar 2.11 Balun bazooka

Balun bazooka bekerja dengan cara meletakkan kabel koaksial didalam pipa tembaga dan bagian ujung pipa yang satu *dishort* dengan *outer* dari kabel koaksial dan di bagian ujung lainnya dibiarkan terhubung dengan bagian *outer* dari kabel koaksial. Konduktor $\lambda/4$ berfungsi sebagai transformator yang mengubah nilai impedansi yang tak terhingga pada bagian ujung pipa tembaga menjadi impedansi yang bernilai nol pada bagian yang *dishort* dengan *outer* kabel koaksial.

BAB III

PERANCANGAN, SIMULASI DAN REALISASI ANTENA

Perancangan antenna unidireksional triangle circular loop dengan reflektor melalui beberapa tahap yaitu menentukan spesifikasi antenna dan menentukan dimensi fisik dari antenna, tahap selanjutnya melakukan simulasi perancangan antenna dengan menggunakan software Ansoft HFSS 10 untuk mendapatkan parameter antenna, melakukan perancangan fisik antenna sesuai dengan hasil dari simulasi. Setelah itu akan dilakukan analisa perancangan hasil simulasi dengan hasil pengukuran di lapangan. Tahap-tahap tersebut dapat dibuat seperti *flow chart* dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan dan realisasi antenna

3.1 Spesifikasi Teknik Antena

Antena unidireksional triangle circular loop dengan reflektor yang dirancang memiliki spesifikasi teknik sebagai berikut :

- Frekuensi kerja : 2,3GHz – 2,4GHz
- Impedansi terminal : 50 Ω (koaksial)
- VSWR ≤ 1,3

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan realisasi antenna unidireksional triangle circular loop dengan reflektor, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengukuran dengan dibatasi nilai $VSWR \leq 1,3$ dari frekuensi 2,3GHz - 2,4GHz didapatkan bandwidth antenna sebesar 100MHz.
2. Pola radiasi yang didapatkan adalah unidireksional.
3. Nilai impedansi terminal antenna pada frekuensi 2,35 GHz untuk simulasi adalah $48,35\Omega + j4,544\Omega$ dan untuk pengukuran *prototype* antenna bernilai $49,3\Omega - j5,04\Omega$.
4. Gain antenna simulasi didapatkan 10,169 dBi dan untuk pengukuran *prototype* antenna bernilai 11,286 dBi sudah sesuai dengan spesifikasi awal yang diharapkan bernilai ≥ 10 dBi.
5. Polarisasi yang didapatkan adalah ellips.
6. Hasil pengukuran parameter-parameter antenna unidireksional triangle circular loop dengan reflektor dan hasil simulasi menggunakan software Ansoft HFSS 10 sudah memenuhi spesifikasi awal perencanaan antenna.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi antenna yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan kedepannya, antara lain :

1. Pengukuran dilakukan di suatu ruangan yang benar-benar memenuhi syarat pengukuran seperti *anechoic chamber*.
2. Peningkatan kepresisian pembuatan antenna.
3. Penggunaan antenna referensi yang sudah terstandarisasi.