

## PENGARUH POSISI ANTENA TERHADAP SINYAL GELOMBANG ANTENA YAGI ALUMINIUM

**A.Zulkifli Lubis**

Departemen Teknik Mesin

Fakultas teknik Universitas Sumatera Utara (USU)

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

e-mail: [msc.zulkifli@yahoo.co.id](mailto:msc.zulkifli@yahoo.co.id)

### Abstrak

Antena adalah suatu alat yang digunakan untuk memancarkan gelombang elektromagnetik atau menerima gelombang elektromagnetik. *Provider* layanan 3G (*Third Generation*) dengan keterbatasan jaringan yang dicakupnya menjadikan kebutuhan akan penguatan perolehan sinyal sangat besar. Antena Yagi adalah salah satu pilihan penguatan perolehan sinyal. Antena Yagi memiliki komponen utama yaitu sebuah *Driven element* yang merupakan dipole aktif dan sebuah *Element* yang berfungsi untuk memantulkan pancaran dari *Driven element*. Pada paper ini membahas tentang rancang bangun antena Yagi 2,1GHz untuk memperkuat penerimaan sinyal 3G. **Tujuan** pembuatan Antena ini ditujukan untuk menjadi media bantu dalam memperkuat penerimaan sinyal 3G demi memaksimalkan perolehan sinyal dan koneksi. Adapun **Metode** parameter antena diuji sebagai titik ukur kemampuan antena, Setelah pengujian dan analisa data diperoleh bahwa parameter yang diuji berupa pola radiasi, beamwidth, gain dan transfer data. Pertama kali yang akan diukur adalah level sinyal maksimum yang diperoleh tanpa menggunakan antena Yagi. Pengukuran antena dilakukan pada dua tempat yang berbeda. Jarak pertama antara tempat pengukuran dengan BTS  $\pm 5,57$  km dan yang kedua  $\pm 5,75$  km.

*Kata kunci: Base Transceiver Server (BTS), Antena Yagi, Gelombang Elektromagnetik.*

### 1. Pendahuluan.

Perkembangan sejarah komunikasi menunjukkan bahwa Antena merupakan salah satu elemen penting di dalam terselenggaranya hubungan komunikasi kabel antara dua user atau lebih yang ingin berkomunikasi. Perkembangan komunikasi data beberapa tahun belakangan yang kian pesat membutuhkan perkembangan perangkat fisik yang mampu menjadikan jembatan komunikasi antara satu perangkat komunikasi dengan yang lainnya. Dengan semakin bertambahnya pemakaian handphone semakin besar pula kebutuhan akan pentransferan data dari satu terminal ke terminal yang lain yang dipisahkan oleh jarak yang semakin jauh sehingga penggunaan jaringan kabel menjadi kurang efisien. Teori Maxwell dibuktikan kebenarannya oleh percobaan yang dilakukan fisikawan Jerman Heinrich Hertz, tahun 1880. Hertz memasang

peralatan sistem radio dengan antena dipole sebagai pengirim dan antena loop segi empat sebagai penerima. Kemudian Guglielmo Markoni pada 1895, berhasil mengirim sinyal komunikasi dengan gelombang elektromagnetik sejauh 1,5 km melintasi samudra Atlantik dari Inggris ke Newfoundland, Kanada. Kondisi di atas menghasilkan suatu konsep baru yang disebut 3G (*Third Generation*) [1].

### 2. Tinjauan Pustaka.

#### 1. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang mempunyai sifat listrik dan sifat magnet secara bersamaan. Gelombang radio merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik pada spektrum frekuensi radio. Transmisi gelombang elektromagnetik diruang adalah sebagai gelombang transversal. Gelombang panjang dikarakteristikkan oleh panjang

gelombang dan frekuensi[2]. Panjang gelombang ( $\lambda$ ) memiliki hubungan dengan frekuensi ( $f$ ) dan kecepatan ( $v$ ) yang ditunjukkan oleh Persamaan 1 :

$$\lambda = \frac{v}{f} \dots \dots \dots (1)$$

Kecepatan ( $v$ ) bergantung pada medium. Ketika medium rambat adalah hampa udara (*free space*), maka :

$$v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \dots \dots \dots (2)$$

Antena dapat didefinisikan sebagai sekelompok konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang dari ruang bebas. Energi listrik dari pemancar dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik[3].

## 2. Parameter Antena

Untuk menguji atau mengukur performa antena yang akan digunakan memerlukan parameter-parameter. Berikut penjelasan beberapa parameter antena yang sering digunakan yaitu direktivitas antena, gain antena, pola radiasi antena, *beamwidth* dan Bandwidth antena.

### 2.1 Direktivitas Antena

*Directivity* dari sebuah antena atau deretan antena diukur pada kemampuan yang dimiliki antena untuk memusatkan energi dalam satu atau lebih ke arah khusus. Antena dapat juga ditentukan pengarahannya tergantung dari pola radiasinya. Dalam sebuah array propagasi akan diberikan jumlah energi gelombang radiasi. Elemen dalam array dapat diatur sehingga akan mengakibatkan perubahan pola atau distribusi energi lebih yang memungkinkan ke semua arah (*omnidirectional*). Suatu hal yang tidak sesuai juga memungkinkan. Elemen dapat diatur sehingga radiasi energi dapat dipusatkan dalam satu arah (*unidirectional*) [1]. Direktivitas antena merupakan perbandingan kerapatan

daya maksimum dengan kerapatan daya rata-rata. Seperti pada Persamaan 3[3].

$$\text{Direktivitas} = D = \frac{P(\theta, \phi)_{\text{maks}}}{P(\theta, \phi)_{\text{rata-rata}}} \dots \dots \dots (3)$$

### 2.2 Gain Antena

*Gain* (*directive gain*) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari 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 [4]. *Gain* dari sebuah antena adalah kualitas nyata yang besarnya lebih kecil dari pada penguatan antena tersebut yang dapat dinyatakan pada Persamaan.4[4].

$$\text{Gain} = G = k \cdot D \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :  $k$  = efisiensi antena,  $0 \leq k \leq 1$

### 2.3 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena atau pola antena didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antena sebagai fungsi dari koordinat. Pada sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional [6]. Pola radiasi antena adalah plot 3dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antena, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antena [4].

Pola Radiasi Antena meliputi :  
Pola Radiasi Antena *Unidirectional* dan  
Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*

### 2.4 Beamwidth Antena

*Beamwidth* adalah besarnya sudut berkas pancaran gelombang frekuensi radio utama (*main lobe*) yang dihitung pada titik 3 dB menurun dari puncak

lobe utama [7]. Besarnya *beamwidth* adalah sebagai berikut [7] :

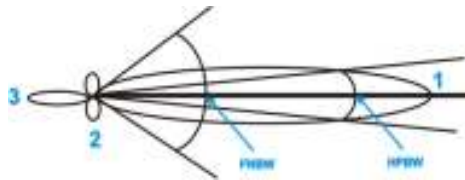
$$B = \frac{21.1}{f \cdot d} \text{derajat} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

B = 3 dB *beamwidth* (derajat)

f = frekuensi (GHz)

d = diameter antenna (m)

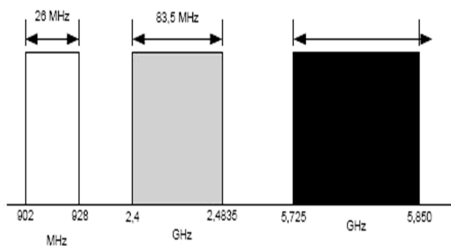


**Gambar 1** *Beamwidth* Antena

Gambar 1 menunjukkan tiga daerah pancaran yaitu *lobe* utama (*main lobe*, nomor 1), *lobe* sisi samping (*side lobe*, nomor dua), dan *lobe* sisi belakang (*back lobe*, nomor 3). *Half Power Beamwidth* (HPBW) adalah daerah sudut yang dibatasi oleh titiktitik ½ daya atau -3 dB atau 0.707 dari medan maksimum pada lobe utama. *First Null Beamwidth* (FNBW) adalah besar sudut bidang diantara dua arah pada main lobe yang intensitas radiasinya nol.

**2.5 Bandwidth Antena**

Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada *range* frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada *band* frekuensi tertentu seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** *Bandwidth* Antena

Daerah frekuensi kerja dimana antena masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth* antena. Misalnya sebuah antena bekerja pada frekuensi tengah sebesar  $f_c$ , namun *bandwidth* ini juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi  $f_1$  (di bawah  $f_c$ ) sampai dengan  $f_2$  (di atas  $f_c$ ), maka *bandwidth* antenna[8] tersebut adalah :

$$BW_{\%} = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \% \dots \dots \dots (6)$$

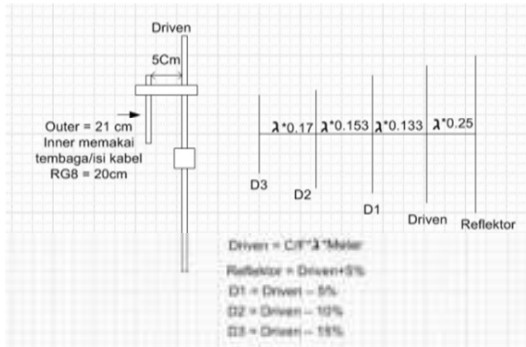
**3.Pembuatan Antena Yagi**

Antena Yagi terdiri dari tiga bagian yang mempunyai fungsi tersendiri [9], yaitu :

1. **Driven** adalah titik catu dari kabel antena, biasanya panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang ( $0,5 \lambda$ ) dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima.
2. **Reflektor** adalah bagian belakang antena yang berfungsi sebagai pemantul sinyal, dengan panjang fisik lebih panjang daripada *driven*. Panjang *driven* biasanya adalah  $0,55 \lambda$  (panjang gelombang).
3. **Direktor** adalah bagian pengarah antena, ukurannya sedikit lebih pendek daripada *driven*. Penambahan batang *director* akan menambah gain antena, namun akan membuat pola pengarah antena menjadi lebih sempit. Semakin banyak jumlah *director*, maka semakin sempit arahnya.

**A Langkah Pengerjaan Antena Yagi**

Langkah yang dilakukan setelah selesai pengumpulan teori dan informasi yang dibutuhkan adalah membuat perancangan dari teori yang diperoleh mengenai dimensi dan bentuk antena yagi digambarkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3** Model Antena Yagi

**B Komponen Antena Yagi**

Komponen antena yagi terdiri atas perlengkapan dan peralatan. Berikut perlengkapan dan peralatan yang dibutuhkan dalam rancang bangun antena yagi :

1. Pipa Aluminium

Pipa aluminium ini berfungsi sebagai *driven element* pada pencatu. Panjang pipa aluminium driven element mempunyai panjang 35 cm dan diameter 0.5 cm, dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4** Pipa Aluminium

2. Besi

Besi berfungsi sebagai *mounting* antena dan penyangga *driven element*. Besi yang digunakan untuk *mounting* berukuran 2 inci dan untuk penyangga *driven element* berukuran 15.3 cm dan diameter 1 inci. Besi dirancang untuk dapat menyangga antena dan *driven element*. Gambar 5 memperlihatkan gambar besi yang digunakan.



**Gambar 5** Besi Penyangga

3. Baut

Baut berfungsi sebagai pelekat antara antena dengan *mounting*. Baut yang akan digunakan berukuran 10. Gambar 6, memperlihatkan baut yang digunakan untuk perancangan antena.



**Gambar 6** Baut

4. Kabel Koaksial

Kabel koaksial berfungsi sebagai penghubung antara antena dengan handphone. Kabel koaksial yang digunakan berukuran 75Ω dengan panjang 30 cm. Gambar 7 memperlihatkan kabel yang digunakan untuk perancangan antena.



**Gambar 7** Kabel Koaksial

5. Induktor

Induktor berfungsi sebagai penghasil induktansi pada handphone. Induktor ini diletakkan pada ujung kabel koaksial. Gambar 8 memperlihatkan induktor yang dipakai dalam perancangan antena.



Gambar 8 Induktor

**C Perakitan Antena Yagi**

Sebelum proses perakitan dimulai, seluruh peralatan yang dibutuhkan sudah disiapkan. Ada dua tahap dalam perakitan antena yagi, meliputi pembuatan *driven element* antena, pembuatan reflektor antena.

**D Pembuatan Driven Element**

Langkah kerja pembuatan *driven element* antena :

1. Potong pipa alumunium sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan.
2. Lengkungkan (Bending) pipa alumunium sampai terlihat terbagi dua dengan panjang dan jarak yang telah di perhitungkan.
3. Letakkan pipa pada box dan ikat memakai baut.
4. Potong kabel koaksial dengan ukuran yang telah diperhitungkan.
5. Hubungkan kabel koaksial ke ujung-ujung pipa alumunium.
6. Baut *box driven element* ke pipa alumunium pada tiang penyangga untuk diletakkan pada reflektor.

Gambar 9, memperlihatkan gambar *driven element* yang telah dirakit.



Gambar 9 Driven Element Antena Yagi

**E Pembuatan Reflektor Antena**

Langkah kerja pembuatan reflektor antena:

1. Potong plat alumunium sesuai dengan yang telah diperhitungkan.

2. Berdirikan pipa alumunium yang telah diletakkan *driven element* sesuai dengan ukuran yang diperhitungkan.

Gambar 10 memperlihatkan gambar *driven element* dan reflektor yang telah di hubungkan.



Gambar 10 Driven element dan reflektor antena yagi

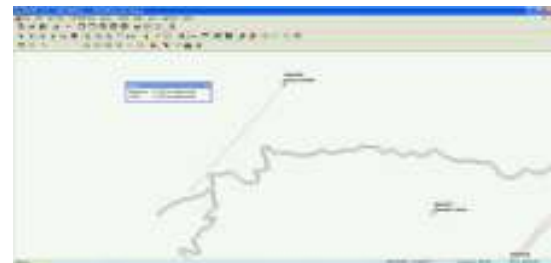
**4. Persiapan Pengukuran dan Pengujian**

Persiapan pengujian antena meliputi persiapan peralatan dan *handphone* pendukung. Peralatan yang disiapkan meliputi :

- Antena Yagi, Kabel Koaksial, Handphone dan tempat Peletakan Antena Dan Busur

**1. Pengukuran Pola Radiasi**

Sebelum melakukan pengukuran pola radiasi, hal yang harus dilakukan adalah menanyakan kepada pihak *provider* polarisasi antena pemancar. Pada pengukuran pertama posisi BTS Telkomsel yang akan dituju berada pada jarak ± 5.57 km. Gambar 11 menunjukkan perakiraan jarak dengan menggunakan *MCOM 4.1*.



Gambar 11. Perakiraan Jarak Pengukuran ke BTS Dengan Menggunakan *MCOM 4.3*

Gambar 11, menunjukkan perkiraan jarak pengukuran kedua dengan menggunakan *Google Earth*. Untuk menentukan jarak pada software yang digunakan dengan cara membuka option ruler. Pada pengukuran pertama dan pengukuran kedua memiliki 2 software yang berbeda.



**Gambar 12**, Perkiraan Jarak Pengukuran ke BTS Dengan Menggunakan Google

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa BTS yang dituju terletak pada jalan pembangunan sedangkan antena terletak pada Universitas Sumatra Utara yang memiliki jarak ±5755,2 meter.

Langkah – langkah pengukuran pola radiasi yaitu dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Rangkai semua peralatan seperti pada Gambar 13.



**Gambar 13** Rangkaian Pengukuran

2. Buka menu tekan options lalu tekan status pada *handphone*.
3. Setelah terlihat status, putar antena setiap 10<sup>0</sup> searah jarum jam.
4. Setelah selesai, ulangi pengukuran sebanyak empat kali untuk mendapatkan ketepatan pembacaan.
5. Simpan hasilnya.

**5. Hasil pengukuran .**

**Tabel 1** Data Rata-Rata Hasil Pengukuran Tidak Menggunakan AntenaYagi

Sudut (°)	Sinyal Diterima (dBm)	Sinyal ternormalisasi (dBm)
0	-105	0
10	-108	-3
20	-103	-15
30	-101	-22
40	-105	-26
50	-101	-28
60	-101	-26
70	-101	-22
80	-98	-15
90	-98	-12
100	-96	-16
110	-94	-12
120	-104	-27
130	-105	-25
140	-102	-28
150	-102	-26
160	-106	-22
170	-104	-26
180	-106	-26

**Tabel 2** Data Rata-Rata Hasil Pengukuran Menggunakan AntenaYagi

Sudut (°)	Sinyal Diterima (dBm)	Sinyal ternormalisasi (dBm)
0	-77	0
10	-78	-1
20	-92	-15
30	-101	-24
40	-105	-28
50	-101	-24
60	-101	-24
70	-101	-24
80	-92	-15
90	-90	-13
100	-92	-15
110	-92	-15
120	-104	-27
130	-105	-28

140	-101	-24
150	-101	-24
160	-101	-24
170	-101	-24
180	-105	-28

## 6. Kesimpulan

Dari hasil yang didapat maka ditarik kesimpulan :

1. Antena yagi dapat memberikan peningkatan sinyal sebesar 31 dBi pada jarak  $\pm 5,57$  km sedangkan di USU pada jarak  $\pm 5755,2$  meter adalah 25 dBi pada pukul 09.00 WIB, 30 dBi pada pukul 12.30 WIB, 30 dBi pada pukul 16.30 dan pada Pukul 19.00 WIB adalah 23 dBi. Hal ini juga menunjukkan bahwa memperpanjang diameter dan kedalam antena Yagi memberikan penambahan penguatan yang sangat besar .
2. Antena yagi memiliki pola radiasi terarah dengan *beamwidth* yang cukup sempit sebesar  $31^\circ$  agar mendapatkan level sinyal maksimal.

## Daftar Pustaka

1. Kraus, John D. 2002, *Antennas*, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, hal 2, 23, 24. (A)
2. Sears dan Zemansky", *Fisika untuk Universitas jilid I ,II,III "*. Ganesa Bandung
3. Utomo, Pramudi, 2008. *Teknik Telekomunikasi Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Jakarta, Hal 127,
4. Anonim, 30 April 2010, *Karakter Antena*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_\(radio\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Antena_(radio))

5. Wowok, 2008, *Antena Wireless Untuk Rakyat*. Penerbit Andi: Yogyakarta. Hal 14 -16. 21, 79-80
6. Balanis, Constantine A. 2005, "*Antena Theory – Analysis and Design*". Third Edition. John Wiley & Sons Inc: New Jersey. Hal 28.
7. Rahman, 6 April 2009 Link Budget VSAT point-to-point.
8. Adiyanto Molin, 2008. "*Pembuatan Antena*"; Surabaya.