

RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 2,1 GHz UNTUK MEMPERKUAT PENERIMAAN SINYAL 3G

Abdullah Habibi Lubis, Rahmad Fauzi

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: wanquhabib@gmail.com

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*. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun antena Yagi 2,1GHz untuk memperkuat penerimaan sinyal 3G. Antena ini ditujukan untuk menjadi media bantu dalam memperkuat penerimaan sinyal 3G demi memaksimalkan perolehan sinyal dan koneksi. Adapun 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 ±5,57 km dan yang kedua ±5755,2 meter.

Kata kunci: Antena Yagi, Gelombang Elektromagnetik.

1. Pendahuluan

Antena merupakan salah satu elemen penting di dalam terselenggaranya hubungan komunikasi nirkabel 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. Kondisi di atas menghasilkan suatu konsep baru yang disebut 3G(*Third Generation*).

2. 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 di ruang adalah sebagai gelombang transversal.

Gelombang dikarakteristikan oleh panjang gelombang dan frekuensi. Panjang gelombang (λ) memiliki hubungan dengan frekuensi (f) dan kecepatan (v) yang ditunjukkan oleh Persamaan 1 :

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

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

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

2.1 Parameter Antena

Parameter-parameter antena digunakan untuk menguji atau mengukur performa antena yang akan digunakan. Berikut penjelasan beberapa parameter antena yang sering digunakan yaitu direktivitas antena, gain antena, pola radiasi antena, polarisasi antena, *beamwidth* antena dan *bandwidth* antena.

2.1.1 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[2].

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

2.1.2 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 [2]. *Gain* dari sebuah antena adalah kualitas nyata yang besarnya lebih kecil dari pada penguatan antena tersebut yang dapat dinyatakan pada Persamaan 2.4[3].

$$Gain = G = k \cdot D \quad (4)$$

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

2.1.3 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 [3]. Pola radiasi antena adalah plot 3 dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antena, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antena [4].

Pola Radiasi Antena meliputi :

- a. Pola Radiasi Antena *Unidirectional*
- b. Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*

2.1.4 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 [5]. Besarnya *beamwidth* adalah sebagai berikut[5] :

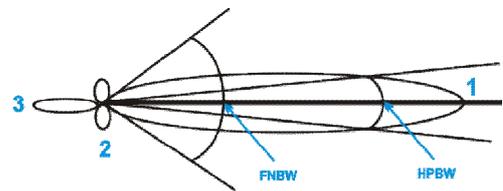
$$B = \frac{21,1}{f \cdot d} \text{derajat} \quad (5)$$

Dimana :

B = 3 dB *beamwidth* (derajat)

f = frekuensi (GHz)

d = diameter antena (m)

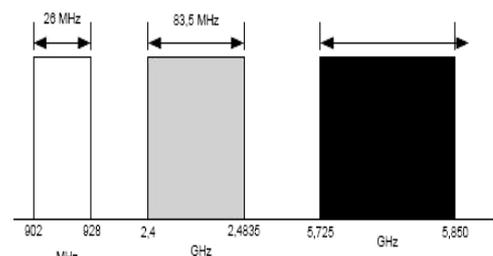


Gambar 1 *Beamwidth* Antena

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.

2.1.5 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 antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth* antenna. Misalnya sebuah antenna 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 tersebut adalah :

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

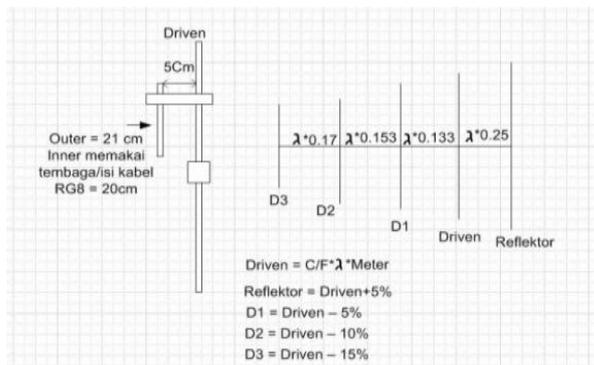
2.2 Antena Yagi

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

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

3. 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 antenna yagi digambarkan oleh Gambar 4.



Gambar 4 Model Antena Yagi

3.1 Komponen Antena Yagi

Komponen antenna yagi terdiri atas perlengkapan dan peralatan. Berikut perlengkapan dan peralatan yang dibutuhkan dalam rancang bangun antenna 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 5 Pipa Aluminium

2. Besi

Besi berfungsi sebagai *mounting* antenna 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 antenna dan *driven element*. Gambar 6 memperlihatkan gambar besi yang digunakan.



Gambar 6 Besi Penyangga

3. Baut

Baut berfungsi sebagai pelekat antara antenna dengan *mounting*. Baut yang akan digunakan berukuran 10. Gambar 7 memperlihatkan baut yang digunakan untuk perancangan antenna.



Gambar 7 Baut

4. Kabel Koaksial

Kabel koaksial berfungsi sebagai penghubung antara antena dengan handphone. Kabel koaksial yang digunakan berukuran 75Ω dengan panjang 30 cm. Gambar 8 memperlihatkan kabel yang digunakan untuk perancangan antena.



Gambar 8 Kabel Koaksial

5. Induktor

Induktor berfungsi sebagai penghasil induktansi pada handphone. Induktor ini diletakkan pada ujung kabel koaksial. Gambar 9 memperlihatkan induktor yang dipakai dalam perancangan antena.



Gambar 9 Induktor

3.2 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.

3.2.1 Pembuatan *Driven Element*

Langkah kerja pembuatan *driven element* antena :

1. Potong pipa alumunium sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan.
2. Lengkungkan 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 10 memperlihatkan gambar *driven element* yang telah dirakit.



Gambar 10 *Driven Element* Antena Yagi

3.2.2 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 11 memperlihatkan gambar *driven element* dan reflektor yang telah di hubungkan.



Gambar 11 *Driven element* dan reflektor antena yagi

4. Persiapan Pengukuran dan Pengujian

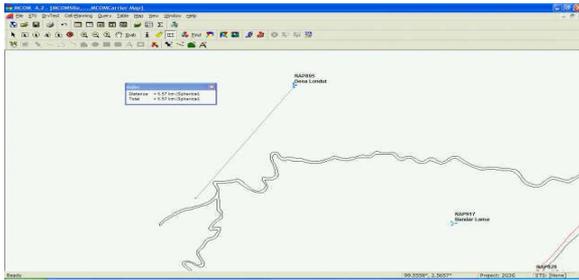
Persiapan pengujian antena meliputi persiapan peralatan dan *handphone* pendukung. Peralatan yang disiapkan meliputi :

- a. Antena Yagi
- b. Kabel Koaksial
- c. Handphone
- d. Tempat Peletakan Antena Dan Busur

4.3 Pengukuran Pola Radiasi

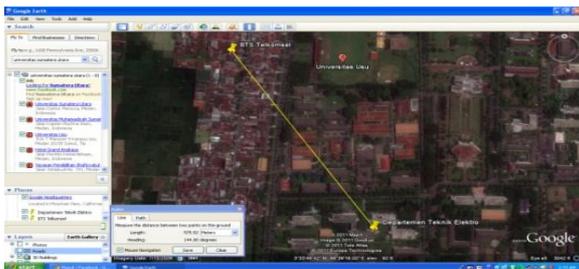
Sebelum melakukan pengukuran pola radiasi, hal yang harus dilakukan adalah menanyakan kepada pihak *provider* polarisasi antena pemancar. Pada pengukuran pertama posisi BTS Telkomsel yang akan dituju berada pada jarak ± 5.57 km. Gambar 12 menunjukkan

perkiraan jarak dengan menggunakan *MCOM 4.1*.



Gambar 12 Perkiraan Jarak Pengukuran ke BTS Dengan Menggunakan *MCOM 4.3*

Gambar 13 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 13 Perkiraan Jarak Pengukuran ke BTS Dengan Menggunakan Google

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa BTS yang dituju terletak pada jalan pembangunan sedangkan antena terletak pada Departemen Teknik Elektro yang memiliki jarak ±5755,2 meter.

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

1. Rangkai semua peralatan seperti pada Gambar 14.



Gambar 14 Rangkaian Pengukuran

2. Buka menu tekan options lalu tekan status pada *handphone*.
3. Setelah terlihat status, putar antena setiap 10⁰ searah jarum jam.
4. Setelah selesai, ulangi pengukuran sebanyak empat kali untuk mendapatkan ketepatan pembacaan.
5. Simpan hasilnya.

Tabel 1 Data Rata-Rata Hasil Pengukuran Tidak Menggunakan Antena Yagi

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
190	-102	-25
200	-101	-20
210	-105	-26
220	-101	-22
230	-98	-16
240	-92	-13
250	-98	-15
260	-89	-12
270	-87	-12
280	-86	-12
290	-105	-26
300	-102	-24
310	-105	-27
320	-98	-25
330	-85	-15
340	-75	0
350	-75	0

Tabel 2 Data Rata-Rata Hasil Pengukuran Menggunakan Antena Yagi

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
190	-104	-27
200	-101	-24
210	-105	-28
220	-101	-24
230	-92	-15
240	-90	-13
250	-91	-14
260	-89	-12
270	-87	-10
280	-87	-10
290	-105	-28
300	-100	-23
310	-105	-28
320	-101	-24
330	-94	-17
340	-79	-2
350	-78	-1

5. 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 pada Lantai 4 Departemen Teknik Elektro 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° agar mendapatkan level sinyal maksimal.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Drs.A.Zulkifli Lubis M.Sc dan Siti Hajar Panggabean selaku orangtua penulis, juga Rahmad Fauzi, ST. MT, Ali Hanafiah Rambe, ST. MT, Ir. M. Zulfin, MT, dan Maksum Pinem, ST. MT selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan paper ini, serta teman-teman penulis yang sudah memberikan dukungan selama pembuatan paper ini.

7. Daftar Pustaka

1. Kraus, John D. 2002, *Antennas*, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, hal 2, 23, 24. (A)
2. Utomo, Pramudi, 2008. *Teknik Telekomunikasi Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Jakarta, Hal 127,
3. Anonim, 30 April 2010, *Karakter Antena*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Antena_\(radio\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Antena_(radio))
4. Wowok, 2008, *Antena Wireless Untuk Rakyat*. Penerbit Andi: Yogyakarta. Hal 14 -16. 21, 79-80
5. Balanis, Constantine A. 2005, "*Antena Theory – Analysis and Design*". Third Edition. John Wiley & Sons Inc: New Jersey. Hal 28