

RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 5 ELEMEN SEBAGAI PENGUAT SINYAL 4G PADA FREKUENSI 1800 MHZ

Safwan Firas¹, Suwasti Broto²

1. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia

1firassafwan1210@gmail.com, 2swas.bro@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat antena yagi 5 elemen yang dioperasikan pada frekuensi 1800 MHz. Jenis antena ini digunakan sebagai penguat sinyal pada jaringan 4G telkomsel. Hasil perancangan disimulasikan dengan software MMANA-GAL untuk menentukan apakah hasil perancangan sudah sesuai atau belum dengan kondisi yang diinginkan. Setelah itu adalah pembuatan antena dan seluruh pelaksanaan fabrikasi dengan menggunakan kabel RG 58 dengan ukuran diameter pipa 0,6 mm dan 0,8 mm. Kinerja antena diamati dengan melakukan pengukuran sebanyak 2 kali dengan ukuran diameter pipa 0,6 mm dan 0,8 mm untuk perbandingan kinerja pada tiap ukuran pipa. Hasil dari pengukuran pertama yang dilakukan di lab Radar Universitas Indonesia dengan antena yagi 5 elemen berukuran pipa 0,6 mm didapatkan hasil valid pada parameter return loss dan VSWRnya. Hasil dari pengukuran antena yagi 5 elemen yang kedua dengan ukuran pipa 0,8 mm didapatkan hasil dengan nilai parameter return loss -10.151 dB dan VSWR 1,89 yang dimana nilai tersebut termasuk pada karakteristik nilai parameter return loss dan VSWR. Perubahan nilai pada hasil pengukuran dipengaruhi oleh ukuran diameter pipa dan penempatan elemen driven, semakin sejajar elemen driven dengan elemen lainnya semakin mendekati nilai yang ditentukan pada saat perancangan.

Kata Kunci: Antena Yagi 5 Elemen, MMANA-GAL, QOS (Quality of Service), Throughput, Latency

ABSTRACT

In this research, a 5-element yagi antenna has been operated at 1800 MHz. This type of antenna is used as a signal amplifier on Telkomsel 4G networks. The design results are simulated with MMANA-GAL software to determine whether the design results are appropriate or not with the desired conditions. After that is the making of the antenna and the entire fabrication implementation using RG 58 cable with a pipe diameter of 0.6 mm and 0.8 mm. Antenna performance was observed by measuring twice with a pipe diameter of 0.6 mm and 0.8 mm for a comparison of the performance of each pipe size. The results of the first measurements made at the University of Indonesia Radar lab with a yagi 5 element antenna measuring 0.6 mm pipe obtained valid results on the return loss and VSWR parameters. The results of the measurement of the 5 elements of the second yagi antenna with a pipe size of 0.8 mm obtained the results with the return loss parameter value -10.151 dB and VSWR 1.89 which is included in the characteristics of the return loss and VSWR parameter values. Changes in the value of the measurement results are influenced by the diameter of the pipe and the placement of the driven element, the more aligned the driven element is with the other elements the closer the value is determined at the time of design.

Keywords: Antenna Yagi 5 Elemen, MMANA-GAL, QOS (Quality of Service), Throughput, Latency

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi internet selaras dengan perkembangan teknologi telepon seluler, dapat dilihat perkembangan teknologi komunikasi telepon seluler saat ini sudah sampai tahap keempat yang biasa dikenal dengan sebutan 4G. Dalam perkembangan jaringan seluler masih ditemukan beberapa lokasi dimana sinyal – sinyal yang diterima kurang maksimal dalam pelanaan internetnya.

Pada jurnal yang ditulis S. Triadi, D. Suryadi dan N. Tjahjamoonsih [1] yang berjudul Rancang bangun antena yagi modifikasi dengan frekuensi 2,4 GHz untuk meningkatkan daya terima adaptor USB

nirkabel untuk sinyal WIFI. Dijelaskan uji modifikasi antena yagi dilakukan sampai jarak 75 meter dan 100 meter. Dengan rata – rata kekuatan sinyal yang diterima untuk eksperimen sepuluh kali -73,15 dBm pada 75 meter dan -79,1 dBm pada 100 meter.

Pada jurnal yang ditulis L. Hakim [2] yang berjudul Implementasi wajan bolic pada daerah blankspot desa wisata, cibuntu-kuningan. Membahas tentang memperkuat sinyal seluler melalui penerapan wajan bolic. Dengan demikian akses internet di daerah tersebut menjadi lebih mudah dan promosi wisata menjadi lebih dapat digencarkan dengan memanfaatkan internet. Implementasi wajan bolic juga sangat dipengaruhi

oleh penggunaan *provider* yang memiliki sinyal kuat serta ketinggian tiang wajan untuk menangkap sinyal yang berasal dari BTS.

Pada jurnal yang berjudul Implementasi Antena Yagi 5 Elemen sebagai penguat penerima siaran televisi di Bandung [3] yang membahas tentang merealisasikan antena yagi dengan rentang frekuensi 471,25 – 799,25 MHz dan jumlah elemen sebanyak 5. Nilai *return loss* pada frekuensi kerja 623,25 MHz sebesar -12,439 dB, gain antena yang didapat dengan cara pengukuran dan perhitungan adalah 13,52 dB. Besarnya *beamwidth* (lebar pancaran) antena secara vertical dan horizontal adalah 60°, besar daya terima antena dengan sembel dari salah satu pemancar TV di Bandung didapat sebesar 66 dBW atau $2,5 \times 10^{-7}$ Watt.

Pada jurnal yang ditulis A. Karim [4] yang berjudul Perancangan jaringan *Wireless* menggunakan Antena Kaleng sebagai penguat sinyal. Membahas tentang Antena kaleng mampu meningkatkan kecepatan dan daya pancaran sinyal yang baik dengan jarak yang cukup jauh. Ketinggian juga menentukan kekuatan sinyal yang dipancarkan pada antena kaleng. Ketinggian tergantung daerah tempat tinggal, minimal ketinggian kaleng 2 m, maksimal 10 meter. Penghalang seperti adanya gedung, pohon besar dan lain – lain. Dapat mengurangi daya pancar sinyal. Sinyal dan kecepatan akan bertambah bila antena kaleng diarahkan searah dengan antena penangkap sinyal.

Pada jurnal yang ditulis T. Silvia, D. Abdurrahman, dan A. Muhammad [5] yang berjudul Analisis Performansi Antena Yagi-Uda 11 Elemen Sebagai penguat sinyal Global Sinyal For Mobile Communication (GSM). Membahas tentang mensimulasikan model ini diusulkan untuk menganalisis parameter kinerja antena yaitu pola lapangan, F/B rasio. Pertama-tama kinerja antena dioperasikan pada frekuensi 925 MHz, merupakan frekuensi yang terbaik agar mendapatkan SWR yang ideal. Selanjutnya parameter kinerja dari 2 dB. Namun, kekurangan kinerja antena ini terjadi karena antena model Yagi-Uda dioperasikan pada frekuensi pusat *download* GSM 947,5 MHz. Hal ini menyatakan bahwa pola memancarkan kembali lobus lebih dominan daripada lobus utama, adalah sebaliknya dengan dua frekuensi yang dioperasikan lainnya. Selain itu nilai SWR, sedikit di atas 4,6 dB, lebih dari 2 dB.

Pada penelitian yang ditulis yang berjudul Rancang Bangun Antena *Quadrifillar Helix* sebagai *ground station* satelit cuaca noaa15 dan noaa19 dengan perangkat rtl-sdr [6] Yang membahas tentang antena *quadrifillar helix* (QFH) yang dioperasikan pada frekuensi 137 – 138 MHz dengan rentang *bandwidth* sebesar 1 MHz. Pengukuran pertama yang didapatkan nilai *matching* pada frekuensi 142 MHz. Terjadi pergeseran frekuensi resonan sebanyak 5 MHz dari perancangan sebelumnya, yaitu pada frekuensi 137 MHz. Hasil pengukuran yang kedua didapatkan bahwa

pergeseran frekuensi antena frekuensi resonan dipengaruhi oleh balun yang dibuat, semakin banyak dan semakin rapat lilitannya, akan menghasilkan frekuensi resonan mendekati nilai yang ditentukan pada saat perancangan.

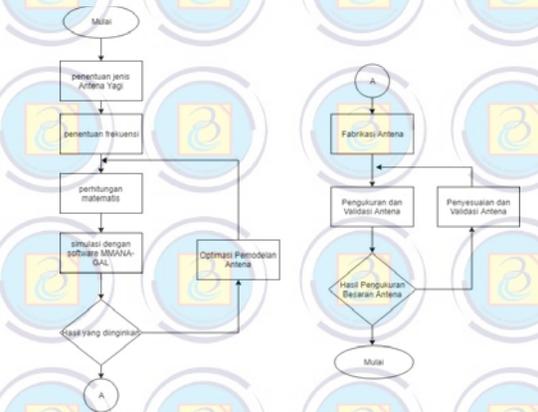
Berdasarkan penjabaran penelitian terdahulu kenapa antena yagi yang dipilih untuk penelitian ini karena pada antena yagi sifatnya *directional* yaitu fokus pada satu arah dan bisa diarahkan secara manual.

II. RANCANGAN SISTEM

Pada penelitian ini dirancang sebuah Antena Yagi 5 Elemen yang sebelumnya dilakukan perhitungan teoritis dan proses fabrikasi antena. Pada perhitungan teoritis dan fabrikasi antena untuk mendapatkan nilai parameter seperti *return loss* ≤ -10 dB dan *vswr* ≤ 2 . Pada parameter – parameter ini untuk mendapatkan kinerja antena yang bekerja pada frekuensi yang diinginkan.

A. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok sistem Rancang Bangun Antena Yagi 5 Elemen sebagai penguat sinyal 4G dengan *software* MMANA-GAL. Menunjukkan sistem yang dirancang berupa antena Yagi 5 Elemen sebagai penguat sinyal 4G. Diagram blok rancang bangun antena yagi 5 elemen ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok perancangan sistem

B. Perhitungan Teoritis

Tahap ini merupakan tahap awal yang biasa dilakukan dalam perancangan sebuah antena. Pada tahap ini dilakukan perkiraan kasar akan besaran dari dimensi antena dengan menggunakan rumus sederhana dan bantuan *software* MMANA-GAL.

1. Spesifikasi Antena Yagi 5 Elemen

Dalam penentuan spesifikasi antena yagi 5 elemen ini meliputi jumlah elemen antena yagi yang akan dibuat. Antena yagi yang akan direalisasikan mempunyai spesifikasi sebagai berikut.

- Frekuensi kerja : 1800 MHz
- Impedansi : 50Ω
- VSWR : ≤ 2

- *Return loss* : ≤ -10 dB
- Pola radiasi : direksional
- Polarisasi : linier
- Gain : ± 10 dB [7]

2. Perhitungan matematis Antena Yagi 5 Elemen.

Berikut perhitungan untuk menentukan λ (Panjang Gelombang) : [8].

Panjang gelombang antenna :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1800 \times 10^6} = \frac{300}{1800} = \frac{3}{18} = 0,166m = 16,6cm$$

Dari perhitungan panjang gelombang fisik antenna bisa didapatkan hasil λ (Elektrik) dengan menggunakan rumus : [8].

$$\lambda = k \times \frac{c}{f} = 0,95 \times \frac{3 \times 10^8}{1800 \times 10^6} = 0,95 \times \frac{300}{1800} = 0,95 \times \frac{3}{18} = 0,14915m$$

- Dimana : λ = Panjang Gelombang (m)
 c = cepat rambat cahaya (m/s)
 f = frekuesni (Hz)
 k = Velocity Factor

Pada pembuatan antenna yagi 5 elemen, tiap sisi antenna mempunyai $\frac{1}{4} \lambda$, berikut perhitungan tiap elemen yang ada pada antenna yagi 5 elemen :



Gambar 2. Panjang Elemen Direktor

Berikut nilai jarak antara masing – masing elemen yang ditunjukkan pada Tabel 1: [8]

Hasil perhitungan secara keseluruhan bisa dilihat pada Tabel 1.

Nama Elment	Singkatan	Panjang Element (cm)	Jarak Antar Element (cm)
Reflektor 1	R	3,89 cm	5 cm
Driven Element	E	3,72 cm	0
Direktor 1	D1	3,534 cm	2 cm
Direktor 2	D2	3,529 cm	4 cm

a. Panjang *Driven element* : [8]

$$L = \frac{1}{4} \times \lambda = \frac{1}{4} \times 0,14915 = 0,0372m = 3,72 cm$$

b. Panjang *Reflektor* diatur 7% lebih panjang dari *driven element* untuk menghitung panjang *reflector* dapat dihitung dengan rumus : [8]

$$L = 3,72 \times 7\% = 0,2604 = 3,72 + 0,2604 = 3,98 cm$$

c. Jumlah elemen Direktor dalam pembuatan antenna yagi 5 elemen berjumlah 3 buah, elemen direktor, panjang *driven* lebih pendek 5 % : [8].

$$L = 3,72 \times 5\% = 0,186 = 3,72 - 0,186 = 3,534 cm$$

Panjang masing – masing direktor adalah sebagai berikut :

- Panjang Direktor 1
3,72 – 0,186 = 3,534 cm
- Panjang Direktor 2
3,715 – 0,186 = 3,529 cm
- Panjang Direktor 3
3,715 – 0,186 = 3,529 cm

Setiap panjang direktor dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 2.

Direktor 3	D3	3,529 cm	7 cm
------------	----	----------	------

Tabel 1. Panjang setiap Elemen Antena Yagi 5 Element Berdasarkan Perhitungan

III. PENGUJIAN DAN ANALISA

Dalam tahap ini membahas mengenai pengukuran kinerja antenna dengan parameter - parameter hasil pengukuran dan menganalisa untuk mengetahui apakah antenna yang dibuat telah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan atau belum. Sedangkan pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah antenna dapat bekerja sebagai penguat sinyal 4G pada *provider* Telkomsel dengan baik atau tidak.

A. Pengujian dan Analisa Antena Yagi 5 Elemen

Pada bagian akhir penelitian ini adalah pengukuran parameter – parameter antenna yang telah dibuat. Parameter yang diukur disini adalah *vswr*, *return loss* dan *gain*. Pengukuran parameter - parameter tersebut dilakukan di LAPAN (Lembaga

Penerbangan dan Antariksa Naional) Rumpin, Bogor dengan menggunakan *spectrum Analyzer* dengan frekuensi kerja 1800 MHz, dengan pengukuran tersebut untuk menentukan bahwa rancang bangun antenna yagi 5 elemen bekerja dengan baik atau tidak.

Dan rancangan antenna juga dilakukan dengan *software* MMANA-GAL untuk menentukan *design* pada antenna yagi 5 elemen yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Simulasi Pada Software MMANA-GAL

B. Pengukuran Parameter Kinerja Antena Yagi 5 Elemen

Parameter – parameter antenna ini dilakukan dengan menggunakan FSH20 *Spectrum Analyzer* yang memiliki rentang frekuensi Rf 9 KHz – 3 GHz, dapat dilihat hasil pengukuran dengan menggunakan *spectrum analyzer* pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran Antena Yagi 5 Elemen Dengan Spectrum Analyzer

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa pengujian yang dilakukan dengan langsung menghubungkan konektor dari Antena Yagi 5 Elemen dengan port dari FSH20 *Spectrum Analyzer* yang memiliki port BNC. Pengukuran parameter Antena Yagi 5 Elemen, dengan rentang frekuensi 1770 MHz sampai frekuensi 1815 MHz. Dari hasil pengukuran kinerja antenna yagi 5 elemen dengan *spectrum analyzer* didapatkan hasil yang *valid* dikarenakan antenna yagi 5 elemen yang telah dirancang kurang presisi pada bagian elemen *driven*-nya.

C. Pengukuran Parameter Antena Yagi 5 Elemen Lanjutan

Dikarenakan pada pengukuran parameter yang pertama hasil yang didapatkan tidak memuaskan dan data hasil pengukuran pertama *valid*, karena kurang presisinya antenna yagi 5 elemen pada bagian *driven*-nya. Maka diputuskan untuk melakukan pengukuran parameter lanjutan.

Pengukuran parameter lanjutan ini dilakukan di LAB Radar Universitas Indonesia. Pengukuran antenna ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur Rohde & Schwarz ZVL13 *Network Analyzer* yang memiliki rentang frekuensi 9 KHz – 13,6 GHz, dengan cara menghubungkan kabel RG58 dari

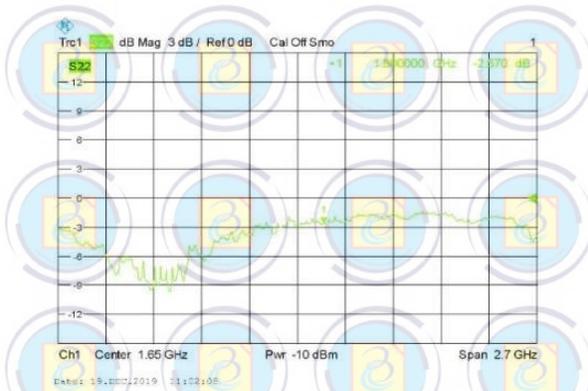
antenna yang memiliki konektor PL-259 dengan *probe* dari alat ukur yang sudah disambung dengan *converter* dari konektor sma ke PL-259. Proses pengukuran parameter Antena Yagi 5 Elemen lanjutan yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses Kalibrasi Alat Ukur

Pengukuran dengan *Network Analyzer* pada Gambar 5 di Lab Radar Universitas Indonesia dilakukan dengan dua antenna yang masing – masing antenna memiliki perbedaan pada ukuran diameter elemen – elemennya, dengan ukuran 0,6 mm dan 0,8 mm. pengukuran ini dilakukan menggunakan dua ukuran diameter pipa antenna guna untuk melakukan perbandingan antenna hasil antenna pertama yang sebelumnya sudah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur *Spectrum Analyzer*.

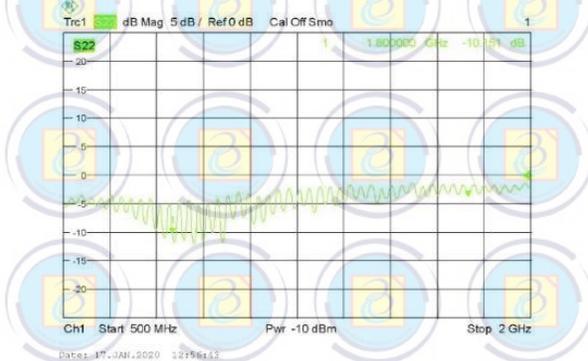
Dari hasil pada pengujian kedua antenna dengan ukuran 0,8 mm didapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan antenna yang berukuran 0,6 mm yang dilakukan di LAPAN dengan menggunakan alat *Spectrum Analyzer*. Dapat dilihat hasil pengukuran antenna pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran Parameter Antena Yagi 5 Elemen 0,6 mm

Dapat dilihat pada Gambar 6 pada pengujian di LAB Radar UI, Antena yang dirancang pada frekuensi 1800 MHz didapatkan nilai pada *Return Loss* sebesar -2.570 dB. Dari nilai *return loss* yang didapatkan maka dapat dihitung nilai *vswr* dengan rumus sebagai berikut:

$$RL(dB) = 20 \log |r| \quad V_{swr} = \frac{1+r}{1-r} = \frac{1+0,74}{1-0,74}$$



Gambar 7. Pengukuran Parameter Antena Yagi 5 Elemen 0,8mm

Dapat dilihat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil *return loss* pada frekuensi 1800 MHz yang didapatkan sebesar -10.151 dB, dengan rentang frekuensi sebesar 500 MHz – 2 GHz, dengan didapatkannya nilai *return loss* tersebut maka dengan kata lain antena tersebut telah menghasilkan *return loss* sesuai dengan karakteristik yang diinginkan yaitu ≤ 10 dB.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Antena Yagi 5 Elemen Lanjutan

paramete r	nilai standar pengukura n	frekuensi i resonan	ukuran diameter elemen 0,6 mm	ukuran diameter elemen 0,8 mm
VSWR	< 2	1800 MHz	6.69	1.89
<i>Return Loss</i>	< -10 dB		-2.570	-10.151

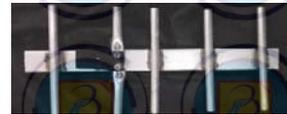
Pada Tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan pengukuran Antena Yagi 5 Elemen dengan ukuran diameter yang berbeda dengan alat ukur Rohdez & Schwarz ZVL13 *Network Analyzer*. Perubahan pada nilai parameter ini dipengaruhi dengan ukuran dari

diameter elemen. Berikut Gambar dari ukuran diameter elemen antena.



Gambar 8. Antena 0,6 mm

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa ukuran diameter elemen yang dibuat dengan ukuran 0,6 mm didapatkan hasil dengan nilai parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 9. Antena 0,8 mm

Pada Gambar 9 menunjukkan diameter elemen dengan ukuran 0,8 mm didapatkan hasil dengan nilai parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

D. Pengujian Penguat Sinyal 4G Telkomsel

Pada pengujian ini untuk pengukuran parameter Antena Yagi 5 Elemen yang meliputi pengukuran *QOS (Quality of Service)* dan pengukuran Performansi LTE untuk memudahkan pengukuran parameter pada modem saat menggunakan antena. Pada Gambar 10 menunjukkan data *QOS (Quality of Service)* sebelum menggunakan antena yagi 5 elemen.



Gambar 10. Sebelum Menggunakan Antena Yagi 5 Elemen

Pada Gambar 10 data *QOS (Quality of Service)* yang didapat dalam pengujian sebelum menggunakan Antena Yagi 5 Elemen. *Latency* yang didapat pada jaringan 4G LTE pada *provider* Telkomsel 4G LTE = 31 ms, *Jitter* = 122 ms, *download* = 0.8 Mbps dan *upload* = 3.7 Mbps.

1. Pengukuran *QOS (Quality of Service)*

Pada pengujian antena ini melakukan pengujian disatu lokasi yaitu di desa Wanayasa dengan berbeda ketinggian, ketinggian 5 m, 8 m, 10 m, 14 m dan 18 m. Dengan azimuth sebagai sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30°. Dari ketinggian dan sudut yang berbeda – beda pada pengujian itu dilakukan dengan tujuan

untuk memberikan *network analyzer* yang lebih baik dan terencana dengan *dedicated bandwidth* yang terkontrol dan meningkatkan loss. Dapat dilihat pada Tabel 3 hasil pengujian *QOS (Quality of Service)* sebelum menggunakan antenna yagi 5 elemen.

- a. Sebelum menggunakan antenna yagi 5 elemen

Tabel 3. Pengujian Sebelum Menggunakan Antena

Ping	Jitter	Download	Upload
31 ms	122 ms	0.8 Mbps	3.7 Mbps

Terdapat perbedaan setelah menggunakan antenna yagi 5 elemen dengan melakukan pengujian antenna yagi 5 elemen pada ketinggian 5 meter, 8 meter, 10 meter, 14 meter dan 18 meter dengan sudut azimuth 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30°.

b. Pengujian pertama pada ketinggian 5 meter dengan sudut 0° didapatkan ping 43 ms, jitter 22 ms, download 2.6 Mbps dan upload 4.0 Mbps, pada sudut 10° didapatkan ping 35 ms, jitter 13 ms, download 1.0 Mbps dan upload 3.9 ms, pada sudut 15° didapatkan ping 35 ms, jitter 119 ms, download 0.8 Mbps dan upload 3.7 Mbps, pada sudut 20° ping 38 ms, jitter 176 ms, download 1.3 Mbps dan upload 4.2 Mbps, pada sudut 25° didapatkan 44 ms, jitter 132 ms, download 2.1 Mbps dan upload 4.3 Mbps dan pada sudut 30° didapatkan ping 31 ms, jitter 85 ms, download 1.2 Mbps dan upload 3.7 Mbps.

c. Pengujian pertama pada ketinggian 8 meter dengan sudut 0° didapatkan ping 45 ms, jitter 25 ms, download 1.6 Mbps dan upload 5.1 Mbps, pada sudut 10° didapatkan ping 42 ms, jitter 20 ms, download 1.1 Mbps dan upload 4.2 ms, pada sudut 15° didapatkan ping 32 ms, jitter 18 ms, download 0.7 Mbps dan upload 5.0 Mbps, pada sudut 20° ping 47 ms, jitter 196 ms, download 2.1 Mbps dan upload 3.5 Mbps, pada sudut 25° didapatkan 35 ms, jitter 9 ms, download 0.4 Mbps dan upload 3.1 Mbps dan pada sudut 30° didapatkan ping 48 ms, jitter 86 ms, download 1.5 Mbps dan upload 4.7 Mbps.

d. Pengujian pertama pada ketinggian 10 meter dengan sudut 0° didapatkan ping 42 ms, jitter 184 ms, download 0.8 Mbps dan upload 1.4 Mbps, pada sudut 10° didapatkan ping 45 ms, jitter 22 ms, download 1.3 Mbps dan upload 3.1 ms, pada sudut 15° didapatkan ping 17 ms, jitter 30 ms, download 0.7 Mbps dan upload 5.2 Mbps, pada sudut 20° ping 44 ms, jitter 196 ms, download 1.6 Mbps dan upload 5.0 Mbps, pada sudut 25° didapatkan 41 ms, jitter 27 ms, download 2.0 Mbps dan upload 4.7 Mbps dan pada sudut 30° didapatkan ping 45 ms, jitter 103 ms, download 1.8 Mbps dan upload 2.5 Mbps.

e. Pengujian pertama pada ketinggian 14 meter dengan sudut 0° didapatkan ping 44 ms, jitter 116 ms, download 1.8 Mbps dan upload 2.4 Mbps, pada sudut 10° didapatkan ping 37 ms, jitter 7 ms, download 2.1 Mbps dan upload 3.6 ms, pada sudut 15° didapatkan ping 34 ms, jitter 86 ms, download 1.0 Mbps dan upload 3.7 Mbps, pada sudut 20° ping

29 ms, jitter 13 ms, download 0.6 Mbps dan upload 5.3 Mbps, pada sudut 25° didapatkan 32 ms, jitter 18 ms, download 0.2 Mbps dan upload 4.1 Mbps dan pada sudut 30° didapatkan ping 28 ms, jitter 93 ms, download 1.3 Mbps dan upload 5.1 Mbps.

f. Pengujian pertama pada ketinggian 18 meter dengan sudut 0° didapatkan ping 31 ms, jitter 122 ms, download 1.8 Mbps dan upload 3.7 Mbps, pada sudut 10° didapatkan ping 28 ms, jitter 13 ms, download 2.1 Mbps dan upload 1.9 ms, pada sudut 15° didapatkan ping 20 ms, jitter 8 ms, download 1.2 Mbps dan upload 3.6 Mbps, pada sudut 20° ping 30 ms, jitter 196 ms, download 1.1 Mbps dan upload 2.5 Mbps, pada sudut 25° didapatkan 29 ms, jitter 27 ms, download 2.8 Mbps dan upload 5.1 Mbps dan pada sudut 30° didapatkan ping 34 ms, jitter 86 ms, download 1.0 Mbps dan upload 3.7 Mbps.

2. Analisa Hasil Pengukuran QOS Pada Antena Yagi 5 Elemen

Hasil pengujian *QOS (Quality of service)* yang sudah dilakukan dengan ketinggian 5 m, 8 m, 10 m, 14 m dan 18 m didapatkan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel

a. Latency

Tabel 34. Hasil Pengujian QOS Latency Ketinggian 5 Meter

Ketinggian	Sudut	Latency	Indeks	Kategori Latency
5 meter	0°	43 ms	4	Perfect
5 meter	10°	35 ms	4	Perfect
5 meter	15°	35 ms	4	Perfect
5 meter	20°	38 ms	4	Perfect
5 meter	25°	44 ms	4	Perfect
5 meter	30°	31 ms	4	Perfect
Nilai Rata - rata		37 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 5 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 43 ms dikategorikan *perfect*.

Tabel 35. Hasil Pengujian QOS Latency Ketinggian 8 Meter

Ketinggian	Sudut	Latency	Indeks	Kategori Latency
8 meter	0°	45 ms	4	Perfect
8 meter	10°	42 ms	4	Perfect
8 meter	15°	32 ms	4	Perfect
8 meter	20°	47 ms	4	Perfect
8 meter	25°	35 ms	4	Perfect
8 meter	30°	48 ms	4	Perfect
Nilai Rata - rata		39 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 8 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 27 ms dikategorikan *perfect*.

Tabel 36. Hasil Pengujian QOS Latency Ketinggian 10 Meter

Ketinggian	Sudut	Latency	Indeks	Kategori Latency
10 meter	0°	42 ms	4	Perfect
10 meter	10°	45 ms	4	Perfect
10 meter	15°	17 ms	4	Perfect
10 meter	20°	44 ms	4	Perfect
10 meter	25°	41 ms	4	Perfect
10 meter	30°	45 ms	4	Perfect
Nilai Rata - rata		39 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 10 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 30 ms dikategorikan perfect.

Tabel 37. Hasil Pengujian QOS Latency Ketinggian 14 Meter

Ketinggian	Sudut	Latency	Indeks	Kategori Latency
14 meter	0°	44 ms	4	perfect
14 meter	10°	37 ms	4	Perfect
14 meter	15°	34 ms	4	Perfect
14 meter	20°	29 ms	4	Perfect
14 meter	25°	32 ms	4	Perfect
14 meter	30°	28 ms	3	Poor
Nilai Rata - rata		34 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 14 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 108 ms dikategorikan medium.

Tabel 4. Hasil Pengujian QOS Latency Ketinggian 18 Meter

Ketinggian	Sudut	Latency	Indeks	Kategori Latency
18 meter	0°	31 ms	4	Perfect
18 meter	10°	28 ms	4	Perfect
18 meter	15°	20 ms	4	Perfect
18 meter	20°	30 ms	4	Perfect
18 meter	25°	29 ms	4	Perfect
18 meter	30°	34 ms	4	Perfect
Nilai Rata - rata		28 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 18 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

b. Jitter

Tabel 5. Hasil Pengujian QOS Jitter Ketinggian 5 Meter

Ketinggian	Sudut	Jitter	Indeks	Kategori Jitter
5 meter	0°	22 ms	3	Good
5 meter	10°	13 ms	3	Good
5 meter	15°	119 ms	1	Poor
5 meter	20°	176 ms	1	Poor
5 meter	25°	132 ms	1	Poor
5 meter	30°	85 ms	2	Medium
Nilai Rata - rata		91 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 15 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 6. Hasil Pengujian QOS Jitter Ketinggian 8 Meter

Ketinggian	Sudut	Jitter	Indeks	Kategori Jitter
8 meter	0°	25 ms	3	Good
8 meter	10°	20 ms	3	Good
8 meter	15°	18 ms	3	Good
8 meter	20°	196 ms	1	Poor
8 meter	25°	9 ms	3	Good
8 meter	30°	86 ms	2	Medium
Nilai Rata - rata		59 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 8 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 7. Hasil Pengujian QOS Jitter Ketinggian 10 Meter

Ketinggian	Sudut	Jitter	Indeks	Kategori Jitter
10 meter	0°	184 ms	1	Poor
10 meter	10°	22 ms	3	Good
10 meter	15°	30 ms	3	Good
10 meter	20°	196 ms	1	Poor
10 meter	25°	27 ms	3	Good
10 meter	30°	103 ms	2	Medium
Nilai Rata - rata		93 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 10 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 8. Hasil Pengujian QOS Jitter Ketinggian 14 Meter

Ketinggian	Sudut	Jitter	Indeks	Kategori Jitter
14 meter	0°	116 ms	2	Medium
14 meter	10°	7 ms	3	Good
14 meter	15°	86 ms	2	Medium
14 meter	20°	13 ms	3	Good
14 meter	25°	18 ms	3	Good
14 meter	30°	93 ms	2	Medium
Nilai Rata - rata		55 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 14 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 9. Hasil Pengujian QOS Jitter Ketinggian 18 Meter

Ketinggian	Sudut	Jitter	Indeks	Kategori Jitter
18 meter	0°	122 ms	2	Medium
18 meter	10°	13 ms	3	Good
18 meter	15°	8 ms	3	Good
18 meter	20°	196 ms	1	Poor
18 meter	25°	27 ms	3	Good
18 meter	30°	86 ms	2	Medium
Nilai Rata - rata		75 ms		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 18 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

c. *Throughput*

Tabel 10. Hasil Pengujian QOS Throughput Ketinggian 5 Meter

Ketinggian	Sudut	Throughput	Indeks	Kategori Throughput
5 meter	0°	2600 Kbps	4	Excelent
5 meter	10°	1000 Kbps	2	Fair
5 meter	15°	800 Kbps	2	Fair
5 meter	20°	1300 Kbps	3	Good
5 meter	25°	2100 kbps	3	Good
5 meter	30°	1200 kbps	3	Good
Nilai Rata - rata		8000 Kbps		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 5 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 11. Hasil Pengujian QOS Throughput Ketinggian 8 Meter

Ketinggian	Sudut	Throughput	Indeks	Kategori Throughput
8 meter	0°	1600 Kbps	3	Good
8 meter	10°	1100 Kbps	3	Good
8 meter	15°	700 Kbps	2	Fair
8 meter	20°	2100 Kbps	3	Good
8 meter	25°	400 kbps	1	Poor
8 meter	30°	1500 kbps	3	Good
Nilai Rata - rata		6150 kbps		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 8 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 12. Hasil Pengujian QOS Throughput Ketinggian 10 Meter

Ketinggian	Sudut	Throughput	Indeks	Kategori Throughput
10 meter	0°	800 Kbps	2	Fair
10 meter	10°	1300 Kbps	3	Good
10 meter	15°	700 Kbps	2	Fair
10 meter	20°	1600 Kbps	3	Good
10 meter	25°	2000 kbps	3	Good
10 meter	30°	1800 kbps	3	Good
Nilai Rata – rata		6700 Kbps		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 10 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 13. Hasil Pengujian QOS Throughput Ketinggian 14 Meter

Ketinggian	Sudut	Throughput	Indeks	Kategori Throughput
14 meter	0°	1800 Kbps	3	Good
14 meter	10°	2100 Kbps	3	Good
14 meter	15°	1000 Kbps	2	Fair
14 meter	20°	600 Kbps	1	Poor
14 meter	25°	200 kbps	1	Poor
14 meter	30°	1300 kbps	3	Good
Nilai Rata – rata		1,166.6 Kbps		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 14 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 14. Hasil Pengujian QOS Throughput Ketinggian 18 Meter

Ketinggian	Sudut	Throughput	Indeks	Kategori Throughput
18 meter	0°	1800 Kbps	3	Good
18 meter	10°	2100 Kbps	3	Good
18 meter	15°	1200 Kbps	3	Good
18 meter	20°	1100 Kbps	2	Fair
18 meter	25°	2800 kbps	4	Excelent
18 meter	30°	1000 kbps	2	Fair
Nilai Rata – rata		1,666.6 Kbps		

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada ketinggian 18 meter dengan sudut 0°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30° mendapatkan nilai rata – rata pengujian 89 ms dikategorikan Medium.

Tabel 15. Hasil Analisa Pengujian

Tinggi (Meter)	Sudut	Latency	Jitter	Throughput	Rata - rata
5	0°	4	3	4	3.7
5	10°	4	3	2	3
5	15°	4	1	2	2.4
5	20°	4	1	3	2.7
5	25°	4	1	3	2.7
5	30°	4	2	3	3
8	0°	4	3	3	3.4
8	10°	4	3	3	3.4
8	15°	4	3	2	3
8	20°	4	1	3	2.7
8	25°	4	3	1	2.7
8	30°	4	2	3	3
10	0°	4	1	2	2.4
10	10°	4	3	3	3.4
10	15°	4	3	2	3
10	20°	4	1	3	2.7
10	25°	4	3	3	3.4
10	30°	4	2	3	3
14	0°	4	2	3	3
14	10°	4	3	3	3.4
14	15°	4	2	2	2.7
14	20°	4	3	1	2.7
14	25°	4	3	1	2.7
14	30°	3	2	3	2.7
18	0°	4	4	3	3
18	10°	4	4	3	3.4
18	15°	4	4	3	3.4
18	20°	4	4	2	2.4
18	25°	4	4	4	3.7
18	30°	4	4	2	2.7
Rata - rata indeks					2.98

Setelah dilakukan pengujian dengan 5 ketinggian dan sudut yang berbeda, maka pada Tabel 49 dapat dilihat, hasil yang dikategorikan baik yaitu pada ketinggian 18 m dengan sudut 25°, latency mendapatkan indeks 4, jitter termasuk kedalam indeks 3 dan throughput termasuk indeks 4.

2. Kondisi Existing Jaringan 4G LTE Di Wanayasa

Tidak meratanya pembangunan infrastruktur 4G LTE di desa Wanayasa menjadi kendala utama bagi masyarakat untuk mengakses internet berkecepatan tinggi. Pengguna jaringan 4G di desa Wanayasa pada umumnya hanya bergantung pada

layanan seluler sebagai satu – satunya sumber internet dan tidak meratanya pembangunan infrastruktur 4G LTE di desa Wanayasa berarti pengguna tidak mendapatkan sinyal yang maksimal karena posisi pengguna berada jauh dari lokasi BTS. Dalam hal ini, antenna yagi 5 elemen yang dirancang bekerja pada frekuensi 1800 MHz akan melakukan penguatan sinyal pada jaringan 4G dengan *provider* Telkomsel di desa Wanayasa.



Gambar 11. Kondisi existing BTS Telkomsel

3. Performansi Parameter LTE Antena Yagi 5 Elemen

Setelah melakukan pengukuran parameter – parameter *QOS* sebelum menggunakan antenna dan sesudah menggunakan antenna, maka selanjutnya adalah proses Analisa performansi yang meliputi *SINR* (*Signal Interference to Noise Ratio*), *RSSI* (*Received Signal Strength Indicator*), *RSRP* dan *RSRQ* dengan menggunakan aplikasi *G-NetTrack*. Sebelum pengukuran ini dilakukan menggunakan antenna yagi 5 elemen, berikut hasil pengukuran performansi sebelum menggunakan antenna.

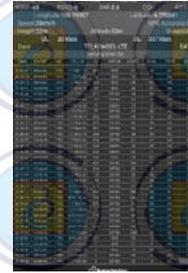


Gambar 12. Performansi Sebelum Menggunakan Antena

Dari hasil pengukuran performansi LTE sebelum menggunakan antenna pada Gambar 12 didapatkan hasil dengan nilai rata – rata, berikut nilai rata – rata dari parameter *SINR*, *RSRP* dan *RSRQ* ditunjukkan pada Tabel 50.

Tabel 16. Nilai Rata – rata sebelum menggunakan antenna performansi LTE

Nilai Rata – rata SINR	Nilai Rata – rata RSRP	Nilai Rata – rata RSRQ
4.8 dB	-86	-9



Gambar 13. Hasil Parameter Performansi LTE

Tabel 17. Nilai rata – rata *SINR*, *RSRP* dan *RSRQ*

Nilai Rata – rata SINR	Nilai Rata – rata RSRP	Nilai Rata – rata RSRQ
11.9 dB	-70.5 dB	-6.5 dB

Berikut parameter *RSSI* (*Received Signal Strengt Indicator*), dari parameter ini menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada saat pengujian menggunakan antenna yagi 5 elemen. Dengan hasil nilai rata – rata -95.9 yang berarti bahwa sinyal *good* pada pengukuran.

IV. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan dari hasil pembuatan rancang bangun antenna yagi 5 elemen sebagai berikut:

Pada penelitian ini, telah dirancang sebuah antenna Yagi 5 elemen yang bertujuan untuk menguatkan sinyal 4G dan focus pada frekuensi 1800 MHz. Hasil rata – rata performansi 4G LTE dengan menggunakan antenna Yagi 5 Elemen yang telah dirancang dan dibangun dapat menaikkan kualitas sinyal 4G LTE. Serta perancangan dan pengujian antenna Yagi dengan menggunakan alat ukur Rohdez dan Schwarz ZVL13 *Network Analyzer* dapat menghasilkan pengukuran kinerja antenna yang akurat.

V. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran, antara lain adalah:

1. Dalam membangun antenna yagi disarankan untuk pengembangan simulasi baik untuk mencari dimensi antenna maupun simulasi untuk mencari parameter – parameter antenna yang lebih baik.
2. Pemilihan ukuran bahan dalam pembuatan antenna harus dipertimbangkan dengan matang, terutama kabel. Karena sangat berpengaruh terhadap impedansi antenanya.

VI. REFERENSI

- [1] S. Triyadi, D. Suryadi, and N. Tjahjamoonsih, “RANCANG BANGUN ANTENA YAGI MODIFIKASI DENGAN FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK MENINGKATKAN DAYA TERIMA WIRELESS USB ADAPTER TERHADAP

SINYAL WIFI,” no. 1, 2017.

[2] L. Hakim, “Implementasi Wajan Bolic pada Daerah Blankspot Desa Wisata Cibuntu-Kuningan,” *J. FORMAT*, vol. 6, no. 1, pp. 14–26, 2017.

[3] D. N. Rokhman, A. R. Darlis, and L. Lidyawati, “Implementasi Antena Yagi 5 Elemen Sebagai Penerima Siaran Televisi Di Bandung Kota,” *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 3, no. 1, 2016.

[4] A. Karim, “Perancangan Jaringan Wireless Menggunakan Antena Kaleng Kaleng Sebagai Penguat Sinyal,” *Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. 12, no. May, pp. 209–214, 2017.

[5] T. Silviati, D. Abdurrahman, and A. Muhammad, “Analisis Performansi Antena Yagi-Uda 11 Elemen Sebagai Penguat Sinyal Global System For Mobile Communication (GSM),” *J. PROtek*, vol. 05, no. 2, pp. 80–83, 2018.

[6] H. Mustofa, *Rancang bangun antena quadrifillar helix sebagai ground station satelit cuaca noaa15 dan noaa19 dengan perangkat ril-sdr*. 2019.

[7] A. D. Prasetyo and P. W. Purnawan,

“MENGUNAKAN MMANA-GAL UNTUK PENGUAT SINYAL GSM FREKUENSI 1800 MHZ,” *MAESTRO*, vol. 2, no. 2, pp. 509–517, 2019.

[8] A. Santoso, slamet purwo . Tita, “RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 7 ELEMEN LINGKARAN PENGUAT SINYAL WIFI,” *Ilm. ELEKTROKRISNA*, vol. 7, no. 3, pp. 93–101, 2019.

[9] H. Darmono, “DIPOLE CETAK 900 MHZ DAN 1800 MHZ UNTUK ANTENA REFRENSI,” *Pros. SENTRINOV*, vol. 3, no. 2477–2097, pp. 10–21, 2017.

[10] M. R. Syahputra and M. Irhamsyah, “Perancangan Antena Microstrip Rectangular Patch Array 4 Elemen Untuk Aplikasi LTE,” *Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 4, pp. 52–58, 2017.