

# Rancang Bangun Antena Yagi Pada Frekuensi 1800 MHz Untuk Penguatan Sinyal Modem

I.G.N. Dharmayana<sup>1</sup>, I.P. Ardana<sup>2</sup>, I.M.O. Widyantara<sup>3</sup>

**Abstrak**— *In this article, the authors present a new design of a Yagi antenna which works on the LTE 1800MHz frequency. Yagi chosen because it is directional or transmits a focused direction. The design is based on a Yagi antenna less inequality XL LTE 4G infrastructure development in Bali that requires the use of an external antenna to improve modem signal quality. In this makalah, Yagi antenna design includes the design on the part of the reflector, driven and director. The author began designing using Yagi Calculator to obtain measurements of each element Yagi antenna, then the authors will examine the feasibility of aligning the antenna with the parameters of the simulation results using software MMANA-GAL with the actual antenna design. The author analyzes some modem performance parameters include Signal Strength, RSSI, RSRP and RSRQ conducted at three locations and the results obtained from the performance improvement of the condition of medium and poor areas become excellent area. These results indicate that the Yagi antenna can improve signal quality modem.*

**Keywords :** Yagi, LTE, Performance

**Abstrak**— *Dalam makalah ini, penulis menyajikan sebuah rancangan baru dari sebuah antena Yagi yang bekerja berdasarkan frekuensi LTE 1800MHz. Antena Yagi dipilih karena sifatnya yang directional atau arah pancarannya terfokus pada satu arah. Perancangan antena Yagi ini didasarkan pada kurang meratanya pembangunan infrastruktur 4G LTE XL di Bali sehingga mengharuskan penggunaan antena external untuk meningkatkan kualitas sinyal modem. Pada makalah ini, perancangan antena Yagi meliputi perancangan pada bagian reflektor, driven dan direktor. Penulis memulai perancangan menggunakan Yagi Calculator untuk mendapatkan ukuran-ukuran dari masing-masing elemen antena Yagi, selanjutnya penulis akan menguji kelayakan antena dengan menyelaraskan parameter hasil simulasi menggunakan software MMANA-GAL dengan perancangan antena sesungguhnya. Penulis menganalisa beberapa parameter performansi modem diantaranya adalah Signal Strength, RSSI, RSRP dan RSRQ yang dilakukan di 3 lokasi dan didapatkan hasil peningkatan performansi dari kondisi medium dan poor area menjadi excellent area. Hasil ini menunjukkan bahwa antena Yagi dapat meningkatkan kualitas sinyal modem.*

**Kata kunci :** Yagi, LTE, Performansi

<sup>1</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: gustidharya@gmail.com

<sup>2,3</sup>Dosen, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: <sup>1</sup>ardana@unud.ac.id, <sup>2</sup>oka.widyantara@unud.ac.id,

## I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini teknologi informasi memiliki peran yang sangat besar dan penting untuk menyampaikan informasi kepada masyarakat. Internet merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk menyampaikan informasi kepada masyarakat luas, oleh karena itu perkembangan teknologi internet pun berkembang sangat pesat, baik dari segi teknologi maupun bisnis. 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 (*Fourth Generation*). Teknologi 4G menggunakan teknik baru yang dapat meningkatkan efisiensi spektrum dan memperbaiki keandalan link. Pemakaian beberapa antena pada pemancar dan penerima, memberikan perbaikan yang signifikan dalam hubungannya dengan efisiensi spektrum dan keandalan link. Teknologi baru ini disebut dengan *multiple-input multiple-output* (MIMO) yang memanfaatkan *rich scattering* untuk memperoleh efisiensi spectrum [1]. Terdapat dua acuan standar untuk teknologi 4G yang dikomersilkan di dunia yaitu standar WiMAX (Korea Selatan) [2] dan standar *Long Term Evolution* (LTE). Di Indonesia standar LTE yang secara umum digunakan oleh berbagai operator telekomunikasi. Indonesia masih terus-menerus membangun infrastruktur 4G baik oleh pemerintah maupun operator telekomunikasi. Para vendor pun secara perlahan ikut membangun infrastruktur 4G LTE di Indonesia.

Namun, tidak meratanya pembangunan infrastruktur 4G LTE di Indonesia menjadi kendala utama bagi masyarakat yang ingin mengakses internet broadband berkecepatan tinggi, khususnya bagi pengguna yang berada di daerah pedesaan dan kota-kota kecil. Pengguna di pedesaan dan kota-kota kecil pada umumnya hanya bergantung pada layanan seluler sebagai satu-satunya sumber internet broadband. Sayangnya, berada di daerah tersebut berarti pengguna tidak mendapatkan sinyal yang maksimal karena posisi pengguna berada jauh dari lokasi BTS. Dalam hal ini, antena eksternal yang dirancang khusus untuk bekerja pada frekuensi tertentu dapat menjadi sebuah solusi yang baik.

Pada saat ini jenis antena eksternal yang paling tepat untuk digunakan adalah antena jenis Yagi. Beberapa hal yang menunjukkan bahwa antena Yagi menjadi yang paling tepat digunakan adalah :

1. Proses perancangan dan pembangunan tergolong mudah
2. Bahan-bahan yang diperlukan mudah untuk dicari



3. Biaya pembuatan antenna secara umum tergolong murah
4. Pemerataan internet di Indonesia menjadi lebih baik karena *user* dapat membuat antenna sendiri dirumah
5. Sifatnya *directional* yang berarti arah pancarannya terfokus (tidak seperti antenna omni yang pancarannya kesegala arah)
6. Antena Yagi bekerja pada frekuensi UHF (Ultra High Frequency) yakni 300 MHz sampai 3 GHz dimana frekuensi 4G LTE di Indonesia khususnya di Bali berada pada frekuensi 1800 MHz [3].

Banyak rancangan antenna Yagi untuk meningkatkan kualitas sinyal yang telah diusulkan. Beberapa usulan rancangan diantaranya adalah *Dual-element folded dipole design for broadband multilayered Yagi antenna for 2G/3G/LTE applications* [4] dan *Broadband Quasi-Yagi Antenna with Enhanced Radiation Pattern for MIMO Applications* [5].

Pada makalah ini penulis mengusulkan sebuah rancangan antenna Yagi baru yang dapat meningkatkan kualitas sinyal modem 4G. Rancangan ini dibuat berdasarkan frekuensi yang digunakan oleh operator 4G di Bali yakni 1800 MHz. Perancangan antenna dimulai dengan mencari ukuran dari tiap-tiap elemen menggunakan *Yagi Calculator* [6]. Selanjutnya karena keterbatasan daripada alat ukur dalam proses uji kelayakan maka uji kelayakan pada makalah ini menggunakan skema penyalarsan antara simulasi pada *software* MMANA-GAL [7] dengan antenna yang telah dirancang. Kemudian antenna yang sudah selesai dibangun dihubungkan ke *dual slot pigtail* modem menggunakan kabel LMR200 yang mempunyai impedansi  $50 \Omega$  [8]. Pengujian performansi modem dilakukan di 3 lokasi berbeda namun mengacu pada 1 BTS (*Base Transceiver Station*) saja yakni BTS dengan *Cell Name Sector* : LTE\_JIMBARAN\_GWK\_ROAD\_1 [9]. Pengujian dilakukan pada jarak 500 meter, 750 meter dan 1km dari BTS. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya adalah :

- Makalah ini fokus membahas perancangan antenna Yagi yang dapat bekerja pada frekuensi LTE 1800 MHz
- Penulis mengusulkan perancangan antenna menggunakan *software* *Yagi Calculator* karena *software* ini dapat memberikan ukuran-ukuran elemen antenna Yagi secara lebih detail dan penggunaannya yang *user friendly*.
- Penulis mengusulkan penggunaan *software* simulasi MMANA-GAL untuk mendapatkan hasil uji kelayakan antenna yang meliputi parameter Gain, Impedansi dan SWR
- Penulis mengusulkan dan mengevaluasi penggunaan parameter *Signal Strength*, *RSSI (Received Signal Strength Indicator)* [10], *RSRP (Reference Signal Received Power)* dan *RSRQ (Reference Signal Received Quality)* [11] untuk digunakan sebagai parameter pengukuran performansi modem pada jaringan 4G LTE dengan bantuan beberapa *software* diantaranya : *Mobile Partner* [12] dalam pengukuran *Signal Strength*, *MDMA (Mobile Data Monitoring Application)* [13] dalam pengukuran *RSSI*, *QPST (Qualcomm Product Support Tools)* [14] dan *QXDM (Qualcomm Extensible*

*Diagnostic Monitor)* [14] dalam pengukuran *RSRP* dan *RSRQ*

Sisa dari makalah ini disusun sebagai berikut. Bab 2 memaparkan tentang antenna Yagi dan parameter performansi LTE. Bab 3 memaparkan tentang alur penelitian dan alur rancang bangun dari antenna yang dibuat. Bab 4 memaparkan tentang hasil uji kelayakan antenna hasil simulasi dengan antenna yang dibangun dan juga memaparkan hasil pengujian parameter LTE di ketiga lokasi. Bab 5 memaparkan tentang kesimpulan dari keseluruhan makalah ini dan saran dari penulis.

## II. ANTENA YAGI DAN PARAMETER PERFORMANSI LTE

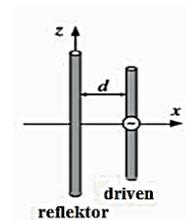
### A. Antena Yagi

Antena Yagi digunakan untuk menerima atau mengirim sinyal radio. Antena Yagi adalah antenna *directional* yang artinya dia hanya dapat menerima sinyal pada satu arah (arah depan), oleh karena itu antenna ini berbeda dengan antenna dipole standar yang dapat mengambil sinyal sama baiknya dalam setiap arah ( $360^\circ$ ).

Antena Yagi disusun oleh beberapa elemen, diantaranya *Driven*, Reflektor, Direktor dan *Boom* [15][16]. Dibawah ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai masing – masing elemen dari antenna Yagi.

#### 1. Reflektor

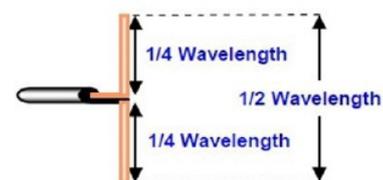
Reflektor merupakan elemen pemantul [15]. Elemen reflektor ditempatkan di bagian belakang antenna dipole (*driven*) dengan tujuan membatasi radiasi agar tidak melebar kebelakang namun kekuatan pancarannya akan diperkuat ke arah sebaliknya (arah depan). Elemen Reflektor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Susunan Reflektor dan Driven

#### 2. Driven

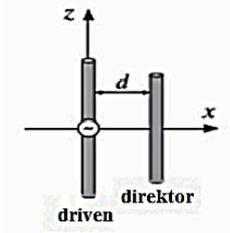
Driven [15] merupakan elemen yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan di pancarkan, driven biasanya menggunakan antenna dipole (*single dipole* atau *folded dipole*). Antena dipole dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Antena Dipole

3. Direktor

Direktor [15] adalah bagian pengarah radiasi antenna, elemen direktor akan menambah gain antenna, namun akan membuat pola pengarahannya antenna menjadi lebih sempit. Semakin banyak jumlah direktor, maka semakin sempit arahnya. Elemen ini juga kadang sering disebut dengan elemen parasitic. Elemen direktor dapat dilihat pada Gambar 3.



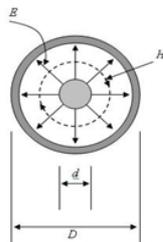
Gambar 3 :Penempatan Susunan Direktor

4. Boom

Boom adalah bagian ditempatkannya driven, reflektor, dan direktor.

5. Kabel koaksial

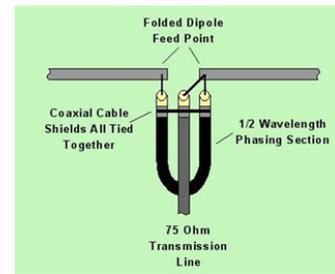
Kabel koaksial adalah salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebagai penghubung antara modem dengan antenna (melalui driven). Saat menghubungkan antara driven dengan kabel koaksial terdapat impedansi yang harus dimatchingkan. Perhitungan impedansi dapat dilakukan dengan membandingkan diameter inti dengan kabel yang dipengaruhi oleh bahan insulator kabel [17] seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 :Penampang Koaksial

6. Balun (Balance Unbalance)

Balun adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara antenna dengan kabel koaksial, dalam hal ini digunakan untuk menghubungkan antara feeder line yang unbalance misalnya kabel koaksial dengan antenna yang balance misalnya antenna dipole. Contoh antenna dipole pada konstruksi antenna Yagi dapat dilihat pada Gambar 5 [18].



Gambar 5 : Balun Untuk Folded Dipole

7. Pigtail

Kabel Pigtail atau kabel jumper adalah kabel yang diperlukan untuk menghubungkan antara antenna dengan dengan access point (dalam penelitian ini adalah modem), panjang maksimal yang diperlukan hanya 1 meter, lebih dari itu anda akan mengalami degradasi sinyal/loss (dB). Contoh pigtail dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 : Pigtail Connector

B. Standar Spesifikasi Antena

Dalam standar pengaplikasian antenna untuk penguatan sinyal modem LTE tidak ada ketentuan khusus dalam spesifikasi yang harus dibuat. Tetapi dalam berbagai pemasaran antenna, sudah banyak beredar spesifikasi yang diberikan oleh berbagai industri antenna. Berikut ini merupakan 3 spesifikasi yang secara umum digunakan :

1. Gain dan Direktivitas
2. Impedansi Antena
3. SWR (Standing Wave Ratio)

C. Parameter Performansi LTE

Pengukuran Radio Frequency (RF) pada LTE ditentukan oleh 3GPP yaitu RSRP (Reference Signal Received Power) dan RSRQ (Reference Signal Received Quality). Namun ada dua parameter lagi untuk memudahkan dalam pengukuran performansi modem saat menggunakan antenna yakni Signal Strength dan RSSI (Received Signal Strength Indicator).

1. Signal Strength

Apabila diartikan secara sederhana, Signal strength merupakan kuat sinyal yang diterima modem yang diukur dalam persen dan juga ditunjukkan dalam bentuk bar. Jika dalam bentuk persen, maka signal strength pada modem



berada diantara nilai 0% - 100%. 0% menunjukkan bahwa modem tidak mendapatkan jangkauan sinyal dari operator yang digunakan, sedangkan 100% menunjukkan bahwa modem menangkap sinyal yang sangat baik atau dapat diilustrasikan bahwa modem berada sangat dekat dengan BTS (*Base Transceiver Station*). Jika dalam bentuk bar maka pada aplikasi modem menggunakan tampilan antara 0 bar (tidak ada bar yang terlihat) dan 5 bar. Rata – rata bar menunjukkan kenaikan 20% dari 1 bar ke bar lainnya.

2. RSSI (*Received Signal Strengt Indicator*)

RSSI merupakan parameter yang menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada *band frequency channel pilot* yang diukur. Dalam artian semua daya sinyal yang terukur oleh penerima pada satu *band frequency wcdma* di gabungkan menggunakan proses *rake receiver* [19]. Parameter ini diukur pada arah downlink dengan acuan pengukuran pada konektor antena pada penerima (MS). Jika disederhanakan RSSI merupakan pengembangan *Signal strength* pada modem yang diukur dalam dBm. RSSI tidak memiliki standar baku dalam pembacaannya, semua tergantung dari vendor layanan masing-masing dan aplikasi saat pembacaannya. Karena penulis menggunakan *software* MDMA yang membatasi nilai RSSI Max pada nilai >-50dBm dan nilai RSSI Min berada pada nilai < -110 dBm sehingga dapat dibuatkan tabel sebagai berikut.

TABEL I  
STANDAR KUALITAS SINYAL PADA RSSI

Kualitas	Kuat Sinyal (dBm)
Excellent	> -51 - -62
Good	-63 - -74
Fair	-75 - -86
Poor	-87 - -98
Very Poor	-99 - 105
Unmeasured	< 110

3. RSRP dan RSRQ

RSRP adalah power rata-rata pada *resource element* yang membawa *reference signal* dalam *subcarrier*. UE (*User Equipment*) mengukur power dari banyak resource element yang digunakan untuk membawa reference signal kemudian dihitung rata-rata-nya dalam satu bandwidth. RSRQ didefinisikan sebagai rasio antara jumlah N RSRP terhadap RSSI (*Received Signal Strength Indication*). Atau biasa ditulis  $RSRQ = N \times RSRP / RSSI$  [20]. Dalam pengujiannya nanti semua aktivitas optimisasi mengacu pada target KPI (*Key Performance Indicator*) yang telah ditentukan[21].RF KPI untuk LTE dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II  
RF KPI PADA LTE

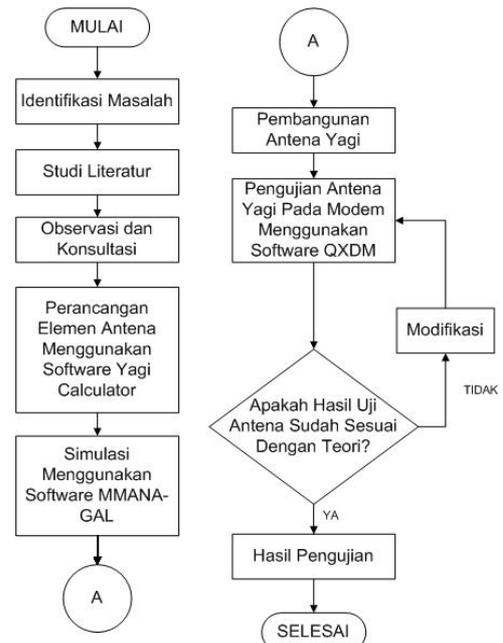
Test Scenario	LTE RSRP	LTE RSRQ
Near cell in good RF	> -50 dBm	RSRQ > -7 dB
Mid cell in medium RF	-50 dBm - -80 dBm	-7 dB - -12 dB
Far cell in poor RF	-80 - -100 dBm	-13 dB - -15 dB

Unmeasured	≤ 100 dBm	≤ 15dB
------------	-----------	--------

Tabel II menunjukkan kemungkinan target dalam kondisi RF yang berbeda.

III. PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN ANTENA YAGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Penelitian ini dilakukan pada Bulan November 2015 – Mei 2016. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 : Alur Penelitian

A. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam proses perancangan antena Yagi, ada beberapa perangkat lunak yang dibutuhkan antara lain dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III  
KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

No	Nama Software	Keterangan
1	Yagi Calculator	Digunakan untuk mendesain dan menghitung ukuran tiap-tiap bagian dari antena
2	Mobile Partner Huawei	Digunakan untuk mengetahui signal strength pada modem
3	MDMA	Digunakan untuk pengukuran RSSI sebelum dan sesudah menggunakan antena Yagi
4	QPST & QXDM	Digunakan untuk mengukur kuat sinyal yang diterima modem sebelum ataupun sesudah memakai antena

**B. Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware)**

Dalam proses pembangunan antenna Yagi, ada beberapa perangkat keras yang diperlukan, antara lain dapat dilihat pada Tabel IV.

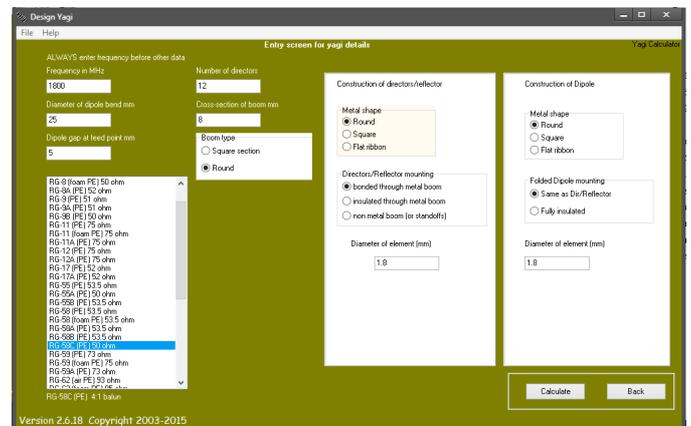
TABEL IV  
KEBUTUHAN PERANGKAT KERAS

No	Nama Hardware	Keterangan
1	Laptop	Mempunyai spesifikasi minimal Processor Pentium 4 Ram 512 MB Port USB
2	Modem 4G	Digunakan sebagai perantara koneksi ke jaringan 4G dan koneksi ke antenna Yagi. Menggunakan Modem Huawei E398 dengan Chipset Qualcomm agar bisa compatible dengan software QPST dan QXDM
3	Inti kabel tembaga 1,8mm	Digunakan sebagai bahan dari direktor, driven dan reflektor
4	Kabel LMR200	Titik catu daya yang menghubungkan antenna dengan pigtail
5	Dual Connector Pigtail ts9	Sebagai penghubung antara slot antenna pada modem dengan kabel RG316
6	Kabel RG316	Sebagai penghubung antara Dual Connector pigtail ts9 dengan connector RP SMA Female
7	Connector RP SMA Female	Menghubungkan Connector RP SMA Male dengan kabel RG316
8	Connector RP SMA Male	Menghubungkan kabel LMR200 yang menuju driven antenna dengan Connector RP SMA female
9	Pipa aluminium 8mm	Sebagai bahan dari boom antenna

**C. Desain Perangkat Lunak (Software)**

Tahap pertama dalam mendesain antenna Yagi [22][23][24][25] adalah menentukan frekuensi yang akan digunakan, frekuensi 4G LTE di Bali menggunakan frekuensi 1800MHz, jadi pada kolom *Frequency* ditulis 1800MHz. kemudian pada kolom *Diameter of dipole bend* dan *Dipole gap at feed point* biarkan terisi secara *default*. Pada kolom *Number of Directors* tuliskan 12 karena akan menggunakan 12 Direktor. Pada kolom *Cross Section of Boom* tuliskan 8 karena menggunakan pipa aluminium berdiameter 8mm. Pada kolom *Boom Type* pilih *Round*, karena menggunakan pipa sebagai tipe *boom*. Pada bagian pemilihan kabel gunakan RG 58 50ohm (karena pilihan lmr200 tidak ada). Pada kolom *Construction of directors/reflektor*, bagian *Metal Shape* pilih *Round*, pada bagian *Directors/Reflectormounting* pilih *bonded*

*through metal boom*, pada bagian *Diameter of element* tuliskan 1,8mm. pada kolom *Construction of Dipole* bagian *Metal Shape* pilih *Round*, pada bagian *Folded Dipole mounting* pilih *Same as Dir/Reflector*, pada bagian *Diameter of element* tuliskan 1,8mm. Desain antenna Yagi menggunakan *software Yagi Calculator* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 : Desain Antena Yagi

**D. Membangun Antena Yagi**

Setelah mendesain antenna Yagi dengan *Yagi Calculator* maka selanjutnya akan dilakukan proses kontruksi dengan menyiapkan beberapa alat dan perlengkapan untuk membangun antenna yang meliputi : Palu, Bor dengan mata Bor sebesar 2mm, Gergaji Besi, Amplas kasar, Penusuk logam, Jangka sorong/penggaris, Spidol permanen, Lem besi.

Kemudian setelah menyiapkan alat-alat tersebut maka dilanjutkan dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini :

1. Potong saluran pipa aluminium
2. Buat garis panduan sepanjang *boom*
3. Tandai Posisi Elemen
4. Bor lubang untuk reflektor dan director
5. Mengukur dan memotong reflektor dan direksi
6. Mengukur dan memotong elemen driven
7. Pasang Direktor pada *boom*
8. Pemasangan dipole pada *boom*
9. Pemasangan elemen reflektor pada *boom*
10. Membuat dan melampirkan balun (*balance unbalance*) untuk mematchingkan impedansi antara kabel dengan dipole
11. Perakitan dan perhitungan karakteristik kabel penghubung antara modem dengan antenna Yagi
12. koreksi ulang antenna yang sudah jadi

IV. EVALUASI PERFORMANSI



Setelah proses perancangan dan pembuatan Antena Yagi Uda 4G LTE pada frekuensi 1800 MHz selesai dibahas pada bagian 3, maka tahapan selanjutnya adalah pengukuran parameter-parameter antena, pengukuran dilakukan dalam dua tahap yakni tahap pertama adalah pengukuran parameter-parameter antena dengan cara simulasi pada software MMANA-GAL kemudian tahap kedua adalah pengujian antena secara langsung dan parameter-parameter diukur menggunakan software, MDMA, QPST dan QXDM. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh kinerja antena yang telah dibuat.

Pada simulasi antena menggunakan software MMANA-GAL parameter-parameter yang akan diukur untuk menunjukkan karakteristik serta kemampuan kerja dari antena, antara lain : *Impedansi*, *SWR* dan gain.

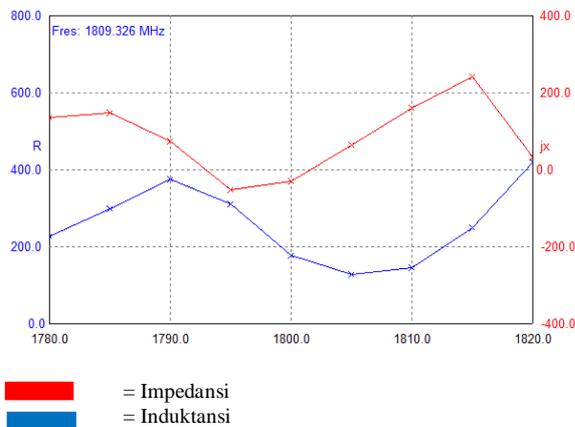
Pada pengujian antena terhadap modem Huawei E398 dengan Chipset Qualcomm untuk menunjukkan kemampuan antena dalam memperkuat sinyal modem ada beberapa parameter yang akan diukur, antara lain : *Signal Strength* pada *Mobile Partner* Huawei, *RSSI*, *RSRP* dan *RSRQ*

#### A. Analisa kelayakan hasil dari parameter – parameter antena

Karena keterbatasan alat pengujian seperti *Network Analyzer* maka pada penelitian ini uji kelayakan hanya menggunakan simulasi dan diselaraskan antara hasil simulasi dengan antena yang dirancang. Parameter-parameter yang akan diuji kelayakannya adalah impedansi ( $Z$ ), *SWR* (*Standing Wave Ratio*) dan Gain.

#### 1. Impedansi ( $Z$ )

Hasil pengukuran impedansi antena dapat dilihat pada Gambar 9.



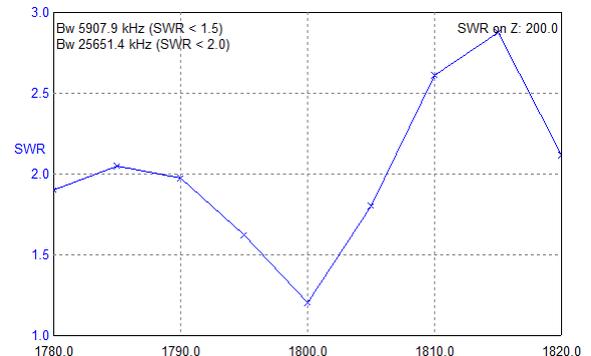
Gambar 9 : Grafik Impedansi Pada Simulasi Antena Yagi 1800MHz

Pada Gambar 9, grafik menunjukkan impedansi antena pada frekuensi 1800 MHz adalah  $180,2 - j29,4$ , maka dengan rumus impedansi antena didapatkan nilai Zantena adalah  $177,78 \Omega$ . Besar nilai tersebut mempengaruhi nilai VSWR karena apabila antena tersebut dihubungkan dengan saluran transmisi yang mempunyai impedansi karakteristik sebesar  $50\Omega$ , maka akan menimbulkan gelombang pantul dimana

perbandingannya dikenal dengan VSWR atau *Voltage Standing Wave Ratio*.

#### 2. SWR (Standing Wave Ratio)

Hasil pengukuran SWR antena dapat dilihat pada Gambar 10.

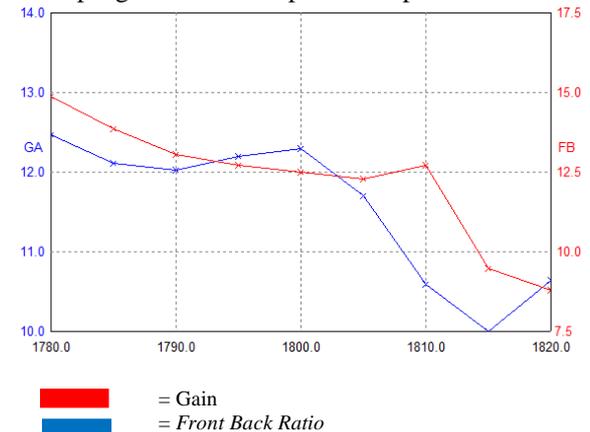


Gambar 10: Grafik SWR Pada Simulasi Antena Yagi 1800MHz

Gambar 10 menunjukkan bahwa SWR dari antena yang dirancang berada pada nilai 1,21. Hasil simulasi tersebut akan dibandingkan dengan hasil dari pengukuran berdasarkan rumus SWR. Nilai SWR setelah dihitung menggunakan rumus bernilai 1,32. Jika dibandingkan dengan SWR hasil simulasi yang bernilai 1,21 terjadi selisih senilai 0,11. Perbedaan nilai tersebut disebabkan karena pada software MMANA-GAL proses simulasi dilakukan dengan mencari nilai terbaik dari rancangan dan efisiensi yang digunakan pada simulasi merupakan efisiensi terbaik yang artinya tidak ada *losses* /rugi – rugi seperti pada proses mencari SWR secara manual. Tapi nilai tersebut sudah memenuhi syarat dari nilai SWR ideal daripada antena Yagi yakni  $< 1,5$ .

#### 3. Gain

Hasil pengukuran Gain dapat dilihat pada Gambar 11.



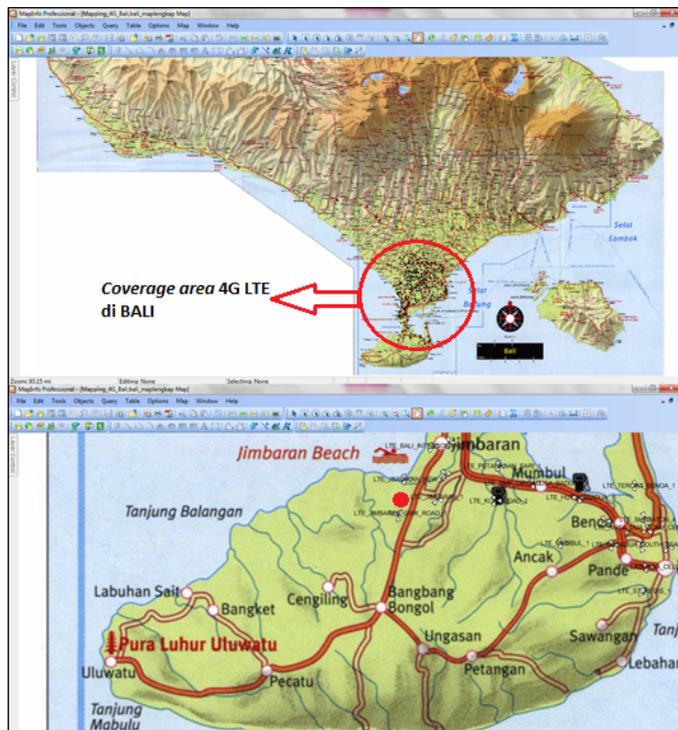
Gambar 11 :Grafik Gain dan Front back Ratio Pada Simulasi Antena Yagi 1800MHz

Pada gambar 11 didapatkan gain mencapai maksimal pada frekuensi 1800MHz sebesar 12,3 dB. Pada penelitian ini

nilai gain pada simulasi tidak dapat dibandingkan dengan nilai gain antenna yang dirancang karena pada penelitian ini tidak menggunakan antenna referensi (seperti antenna Horn) dalam percobaannya. Namun menurut penelitian dari Syarifah Asyura dan Ali Hanafiah Rambe dalam penelitiannya yang berjudul "Rancang Bangun Antena Yagi-Uda Cohen-Minkowski Pada Frekuensi 433MH" menyatakan gain yang ia capai rata-rata pada 10,72 dB sedangkan gain yang kita dapatkan sebesar 12,31 dB ini menyatakan bahwa gain yang dicapai antenna sudah cukup baik.

**B. Coverage Area 4G XL di Bali**

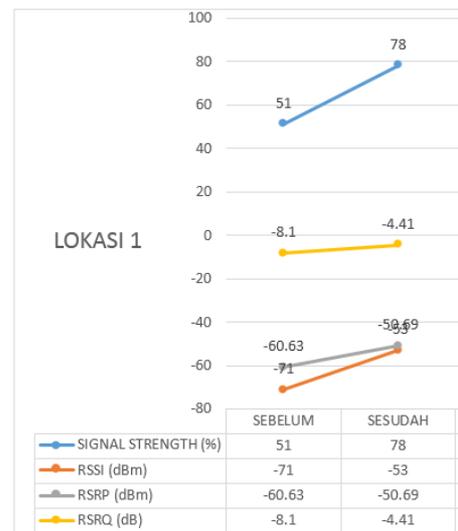
Pada pembahasan kali ini, acuan coverage 4G XL didapatkan dari posisi masing-masing BTS 4G yang berada di Bali. Data lengkap mengenai BTS 4GXL di Bali didapatkan langsung dari PT. XL AXIATA Pada Gambar 13 dapat dilihat area cakupan 4G XL di Bali.



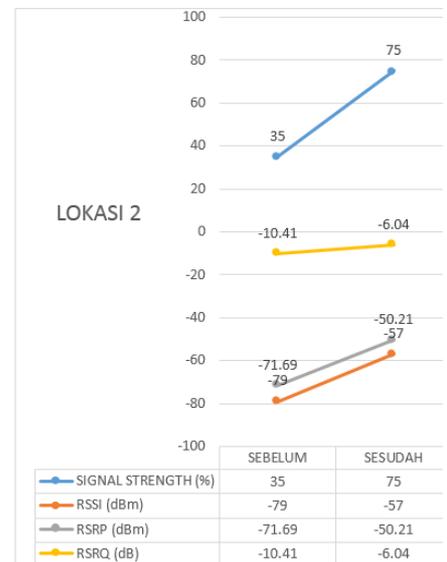
Gambar 12 :Cakupan Area 4G XL di Bali Dan Titik Merah Sebagai Target BTS Yang Dituju

**C. Hasil pengukuran dan analisa peningkatan/penurunan performansi antena dari ketiga lokasi pengukuran.**

Setelah proses pengujian dilakukan, maka didapatkan hasil pengukuran dari ketiga lokasi ditunjukkan oleh Gambar 13, 14, dan 15 berikut ini :

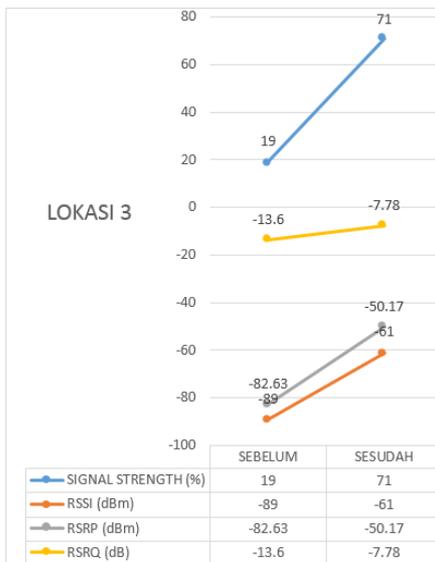


Gambar 13 : Hasil Pengukuran Performansi Di Daerah Pertama



Gambar 14 : Hasil Pengukuran Performansi Di Daerah Kedua





Gambar 15 : Hasil Pengukuran Performansi Di Daerah Ketiga

Setelah diketahui hasil performansi antenna dari ketiga lokasi pengukuran, maka selanjutnya adalah proses analisa performansi yang meliputi :

### 1. Signal Strength

Jika dilihat pada Gambar 13, 14 dan 15 maka didapatkan kenaikan performansi dari lokasi pertama sebesar 27%, lokasi kedua sebesar 40%, dan lokasi ketiga sebesar 52%. Dari ketiga lokasi tersebut didapatkan rata-rata kenaikan performansi sebesar 39% atau sekitar 2 bar sinyal. Jika dibandingkan dengan makalah yang berjudul *YAGI ANTENA DESIGN FOR WIRELESS LAN 2,4 GHZ* yang ditulis oleh Tito Tuwono, ST, M.Sc, beliau meneliti kenaikan performansi antenna Yagi yang digunakan dalam komunikasi *wireless*. Menurut penelitian beliau, kenaikan gain berpengaruh pada peningkatan performansi pada modem seperti peningkatan *signal strength*. Hasil yang beliau dapatkan adalah adanya kenaikan gain dari gain kondisi dipole standar 2,2dB menjadi 14dB dibandingkan dengan penelitian ini kenaikan performansi terjadi karena antenna Yagi sudah meningkatkan gain yang dimiliki antenna dipole standar 2,2dB (nilai dipole standar) menjadi sekitar 12,3 dB.

Parameter Pengukuran	Peningkatan Performansi			Rata-Rata
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	
Signal Strength	27%	40%	52%	39%
RSSI	18 dBm	22 dBm	28 dBm	22,6 dBm
RSRP	10 dBm	21 dBm	32 dBm	21 dBm
RSRQ	4 dB	4 dB	6 dB	4,6 dB

### 2. RSSI (Received Signal Strength Indicator)

Jika dilihat pada Tabel I diatas lokasi pertama mengalami peningkatan sebesar 18dBm. Lokasi kedua mengalami peningkatan sebesar 22 dBm. Lokasi ketiga mengalami peningkatan sebesar 28dBm.

Pada RSSI peningkatan performansi terjadi karena perbedaan dari pola radiasi antenna internal modem dengan antenna eksternal Yagi. Antenna internal modem menggunakan jenis Omni magnetic *Directional* Antenna yang berarti pancaran/radiasi sinyal 360<sup>0</sup> ini yang membedakan dengan pola pancaran/radiasi antenna Yagi. Antenna Yagi memiliki pancaran yang terfokus pada satu titik saja sehingga pancaran ke sudut lainnya sangat sempit ini yang menyebabkan kenaikan performansi karena antenna Yagi terfokus pada satu BTS yang dituju.

### 3. RSRP dan RSRQ

Mengacu pada Tabel II. Pada lokasi pertama terdapat peningkatan RSRP dari kondisi mid (-60,63 dBm) menjadi kondisi near (-50,69 dBm), atau terjadi peningkatan senilai 10 dBm. Untuk RSRQ terjadi peningkatan dari kondisi mid (-8,10 dB) menjadi kondisi near(-4,41 dB), atau peningkatan terjadi peningkatan senilai 4 dB.

Pada lokasi kedua terdapat peningkatan RSRP dari kondisi mid (-71,69 dBm) menjadi kondisi near (-50,21 dBm), atau terjadi peningkatan senilai 21 dBm. Untuk RSRQ terjadi peningkatan dari kondisi mid (-10,41 dB) menjadi kondisi near (-6,04 dB), atau peningkatan terjadi peningkatan senilai 4 dB.

Pada lokasi ketiga terdapat peningkatan RSRP dari kondisi far -82,63 menjadi kondisi near -50,17 dBm atau terjadi peningkatan senilai 32 dBm. Untuk RSRQ terjadi peningkatan dari kondisi far -13,60 dBm menjadi kondisi near -7,78 dB atau terjadi peningkatan senilai 6 dB.

Jika disimpulkan, performansi RSRP dan RSRQ meningkat setelah menggunakan antenna Yagi, hal ini terjadi secara umum hampir sama dengan kenaikan performansi pada RSSI, penguatan sinyal pada 1 titik fokus (*directional*) terhadap BTS menyebabkan kenaikan performansi pada modem itu sendiri berbeda halnya dengan hanya menggunakan modem yang pola radiasinya kesegala arah (360<sup>0</sup>). Hal ini juga diperkuat oleh penelitian yang menyatakan kenaikan performansi saat menggunakan antenna Yagi pada jaringan wireless, dan beliau juga menyatakan bahwa kenaikan performansi dipengaruhi oleh 3 hal yakni kualitas bahan yang digunakan, panjang elemen driver, elemen reflektor, maupun elemen direktorinay dan jarak antara tiap elemennya [26].

Untuk memudahkan pembacaan hasil pengujian, maka penulis membuat Tabel rincian pengujian di 3 lokasi yang dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V  
RATA-RATA PERFORMANSI KETIGA LOKASI

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Pada makalah ini, penulis telah merancang, membangun, dan mengevaluasi sebuah konsep baru antenna Yagi yang tujuannya menguatkan sinyal modem 4G LTE dan fokus pada frekuensi 1800 MHz. Hasil rata-rata performansi modem menyatakan bahwa antenna Yagi yang telah dirancang dan dibangun dapat menaikkan kualitas sinyal modem 4G LTE yang digunakan. Namun perancangan dengan mengandalkan simulasi saja dirasa kurang efektif sehingga penulis menyarankan penggunaan alat yang bernama *Network Analyzer*, karena tingkat keakuratannya sangat tinggi sehingga menghasilkan antenna yang lebih baik selain hal tersebut dalam pengembangan antenna Yagi untuk LTE penulis juga menyarankan untuk menggunakan 2 antenna (*dual antenna*) sesuai dengan prinsip MIMO yang berlaku sehingga diharapkan kualitas peningkatan performansi dapat lebih baik.

## REFERENSI

- [1] N. Pramaita, "Simulasi Unjuk Kerja MIMO Dengan Arsitektur V-BLAST Pada Kanal Flat Fading Rayleigh," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 5 No. 1, Januari – Juni, 2006.
- [2] G. Sukadarmika, N. I. ER, Linawati, N. W. Saputra, " Analisis Coverage WLAN (Wireless Local Area Network) 802.11a Menggunakan Opnet Modeler," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 9 No.2, Juli - Desember, 2010.
- [3] Corry A. (2015). Layanan 4G XL Resmi Sapa 11 Kota. [Online]. Available : <http://liputan6.com/teknoread/2373947/layanan-4g-xl-resmi-sapa-11-kota>
- [4] Z. Wang, X. Liu, Y. Yin, J. Wu, "Dual-element folded dipole design for broadband multilayered Yagi antenna for 2G/3G/LTE applications" *Electronics Letters*, Vol. 50 No. 4 pp. 242-244, 13 Februari 2014
- [5] C. Yen, P. Nysen, "Broadband Quasi-Yagi Antenna with Enhanced Radiation Pattern for MIMO Applications" *IEEE*, 2013.
- [6] Drew, John. 2009. Yagi Calculator Version 2.6.3. [Online]. Available: [Vk5dj@wia.org.au](mailto:Vk5dj@wia.org.au). Australia
- [7] Macoto M., Alex M., Igor G. 2012. MMANA-GAL basic v.3.0.0.31. [Online]. Available: <http://hamsoft.ca>
- [8] Anonim, LMR-200 Flexible Low Loss Communication Coax. Times Microwave System. [Online]. Available : <http://www.timesmicrowave.com>
- [9] Laksmi D., Datasheet cakupan 4G XL di Bali menggunakan Mapinfo 11. PT. XL Axiata, Bali
- [10] Bardwell Joe., Converting Signal Strength Percentage to dBm Values. WildPackets, Inc. California. 2002.
- [11] Afroz F., Subramanian R., Roshanak H., 2015. SINR, RSRP, RSSI AND RSRQ MEASUREMENTS IN LONG TERM EVOLUTION NETWORKS. *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)* Vol. 7, No. 4, August 2015.
- [12] Anonim, 2016. Huawei Mobile Partner 23.0. [Online]. Available: <http://huawei-mobile-partner.software.informer.com>
- [13] Anonim, 2016. Mobile Data Monitoring Application. [Online]. Available: <http://nerve.org.za/mdma/download/mdma1103.zip>
- [14] QUALCOMM. (2008). QPST and QXDM Professional. QUALCOMM Inc.
- [15] N Kusyaman. 2010. *Rancang Bangun Antena Yagi 2.4 GHz Untuk Jaringan Wireless LAN*. Indonesia : Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Komputer Indonesia.
- [16] Lubis A. H. 2013. "Rancang Bangun Antena Yagi 2,1 GHz Untuk Memperkuat Penerimaan Sinyal 3G" (*skripsi*). Medan: Universitas Sumatera Utara
- [17] Lesmana, Y. -R. (n.d.). ANTENA YAGI untuk 2 m Band. 2.
- [18] RCGROUPS, (2014). [Online]. Available: <http://www.rcgroups.com/forums/attachment.php?attachmentid=3960325>.
- [19] Lavezzi D., 2014. RSSI (*Received Signal Strength Indicator*). [Online]. Available : <http://ugm.academia.edu/LavezziDetto>
- [20] Slamet P. 2015. LTE RF Measurement. [Online]. Available: <http://teknologi-4g-lte.blogspot.co.id/2015/05/lte-rf-measurement.html?m=1>
- [21] Slamet P. 2015. Pengukuran Performansi LTE [Online]. Available: <http://teknologi-4g-lte.blogspot.co.id/2015/06/pengukuran-performansi-lte.html?m=1>
- [22] Anonim. (2012). Homemade 3G 4G LTE Yagis for all bands. [Online]. Available : [http://whirlpool.net.au/wiki/homemade\\_Yagi](http://whirlpool.net.au/wiki/homemade_Yagi)
- [23] Chandler D. (2012). DIY 4G LTE Yagi Antena in 10 Steps for \$10. [Online]. Available [http://bcbj.org/antennae/lte\\_Yagi\\_diy.htm](http://bcbj.org/antennae/lte_Yagi_diy.htm)
- [24] Meserve M. E. (2013). VHF/UHF Yagi Antena Quick Designer. [Online]. Available: [http://www.k7mem.com/Electronic\\_Notebook/antenas/Yagi\\_vhf\\_quick.html](http://www.k7mem.com/Electronic_Notebook/antenas/Yagi_vhf_quick.html).
- [25] YC7XOK. (2009). YAGI 2 METER BAND. [Online]. Available: <http://yc7xok.blogspot.com/2009/09/Yagidirectional-2-m-band.html>.
- [26] Tuwono T, YAGI ANTENA DESIGN FOR WIRELESS LAN 2.4 GHZ. Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia 21-23 Mei 2008, Jakarta



{ sengaja di kosongkan }