

DAFTAR SINGKATAN

BSS	: <i>Base Station Sub-system</i>
BTS	: <i>Base Transceiver Station</i>
BLER	: <i>Block Error Rate</i>
CRC	: <i>Cyclic Redundancy Check</i>
DT	: <i>Drive Test</i>
DL	: <i>Downlink</i>
EIRP	: <i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
EPC	: <i>Evolved Packet Core Network</i>
EPS	: <i>Evolved Packet System</i>
eNode B	: <i>Envolved Node B</i>
E-UTRAN	: <i>Evolved UTRAN</i>
3GPP	: <i>The Third Generation Partnership Project</i>
OFDMA	: <i>Ortogonal Frequency Division Multiple Access</i>
MME	: <i>Mobile Management Entity</i>
SGW	: <i>service gateway</i>
SAE	: <i>System Architecture Evolution</i>
SF	: <i>Sub-frame</i>
RRM	: <i>Radio Resource Management</i>
HSDPA	: <i>High Speed Downlink Packet Access</i>
HSS	: <i>Home Subscription Service</i>
KPI	: <i>Key Performance Indikator</i>
LTE	: <i>Long Term Evolution</i>
MAPL	: <i>Maximum Allowable Path Loss</i>
MS	: <i>Mobile Station</i>
MT	: <i>Mechanical Tilting</i>
Mbps	: <i>Kilo bit per second</i>
MHz	: <i>Mega Hertz</i>

MIMO	: <i>Multiple Input Multiple Output</i>
PCRF	: <i>Policy and Charging Rules Function</i>
PDN-GW	: <i>Packet Data Network Gateway</i>
QoS	: <i>Quality of Service</i>
RB	: <i>Resource Block</i>
RE	: <i>Resource Element</i>
RBS	: <i>Radio Base Station</i>
RRU	: <i>Radio Remote Unit</i>
RSRP	: <i>Reference Signal Receive Power</i>
RSL	: <i>Received Signal Level</i>
RSSI	: <i>Received Signal Strength Indicator</i>
SIR	: <i>Signal Interference Ratio</i>
SINR	: <i>Signal Interference Ratio</i>
UE	: <i>User Equipment</i>
UMTS	: <i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
UL	: <i>Uplink</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi terus berkembang pesat seiring berjalannya waktu, kebutuhan masyarakat terhadap informasi dan komunikasi pun mengalami peningkatan. Hal ini menyebabkan kualitas layanan yang diberikan oleh pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler harus maksimal, agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan menjaga kualitas layanan yang diberikan. Teknologi LTE mampu memenuhi kebutuhan konsumen terkait layanan paket data seperti *chatting*, *browsing*, *streaming*, *gaming*, dan banyak layanan paket data lainnya. tetapi, ada beberapa hal yang bisa menyebabkan layanan data tidak maksimal pada teknologi LTE yaitu interferensi antar *cell*, kapasitas jaringan, kekuatan daya sinyal, serta area cakupan sinyal [1]. Kebun Raya Bogor adalah salah satu destinasi wisata di Kota Bogor yang luasnya mencapai 87 hektar dengan koleksi sebanyak 15.000 jenis koleksi pohon dan tumbuhan botani [2]. Pada Tahun 2019 Kebun Raya Bogor dikunjungi oleh 1.109.118 pengunjung. Dengan rincian pengunjung domestik sebanyak 1.089.935, dan pengunjung asing sebanyak 19.183 [2]. Terdapat pelemahan sinyal di area Kebun Raya Bogor dengan area yang paling besar yaitu pada area yang berbatasan langsung dengan Istana Bogor yang dapat mengganggu aktivitas *video streaming* yang dilakukan oleh pengunjung. Ditambah sebagian besar pengunjung yang datang menggunakan *smartphone* yang sudah terkoneksi dengan jaringan, Maka dari itu dibutuhkan layanan paket data yang berkualitas baik dikarenakan banyaknya pengunjung atau *user* yang menggunakan teknologi LTE sebagai kebutuhan.

Untuk mengukur kualitas layanan data pada jaringan LTE, diperlukan metode pengukuran jaringan yaitu *Drive Test*. *Drive Test* dilakukan guna mendapat nilai dari beberapa parameter yang dibutuhkan sesuai dengan *Key Performance Indicator* (KPI) suatu operator, seperti parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR), *Throughput*, dan BLER [3]. Setelah melaksanakan

Drive Test, didapatkan hasil pengukuran yang mengalami penurunan daya sinyal dengan nilai RSRP yang rendah, nilai parameter SINR yang rendah, dan nilai parameter *throughput* yang rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter yang diperoleh tidak sesuai standar KPI sehingga perlu dilakukan optimasi.

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengukuran performansi layanan data pada jaringan LTE, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mashudul Haq dari Universitas Telkom yaitu “OPTIMASI JARINGAN LTE DI DAERAH LEMBANG, JAWA BARAT” penelitian tersebut menggunakan Teknik *Tilting Antenna* dan *Re-Azimuth* di Area Lembang. Hasil yang didapatkan adalah kenaikan presentase RSRP pada kategori dibawah standar sebesar 4,02%, kenaikan presentase SINR yang tidak memenuhi standar sebesar 2,255%, dan kenaikan presentase nilai *throughput* <5 Mbps sebesar 2% [4].

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengoptimalkan jaringan LTE pada area wisata Kebun Raya Bogor guna meningkatkan kualitas layanan data. Ada beberapa target optimasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan data, diantaranya adalah *Coverage Optimization*, *Interference*, *Mobility*, *Capacity* dan *Quality* [5]. Pendekatan yang digunakan dalam meningkatkan performansi layanan data pada penelitian ini adalah *Coverage Optimization* dengan memperhitungkan distribusi RSRP, SINR, BLER serta perhitungan *Throughput*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang di atas, rumusan masalah pada Tugas Akhir yang akan dibahas adalah melakukan analisis terhadap perbaikan performansi jaringan LTE dengan layanan yang diuji yaitu layanan *video streaming* pada di area Kebun raya bogor dengan parameter seperti *Reference Signal Received Power (RSRP)*, *Signal Interference Noise Ratio (SINR)*, *Troughput*, dan *Block Error Rate (BLER)*.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan analisis hasil simulasi guna meningkatkan performansi kinerja suatu jaringan, yaitu dengan melakukan perbaikan terhadap daerah cakupan layanan (*coverage*) yang disebabkan oleh melemahnya daya sinyal pada parameter RSRP, SINR, BLER, dan *Throughput*. Dan Meningkatkan kualitas *Video streaming* pada area Kebun Raya Bogor. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai analisis untuk mengoptimalkan kualitas jaringan yang ideal di daerah cakupan Kebun Raya Bogor.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran jaringan hanya dilakukan pada area sekitar Kebun Raya Bogor.
2. Parameter pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah RSRP, SINR, *Throughput*, dan BLER.
3. Menggunakan frekuensi kerja 1850 Hz.
4. Menggunakan metode pendekatan *coverage planning* untuk penentuan *Site microcell*.
5. *Data engineer parameter* yang digunakan adalah data tahun 2019.
6. Metode pengukuran kualitas daya sinyal BTS dengan *drive test*.
7. Menggunakan *software* Atoll untuk simulasi, dan Actix Analyzer untuk melihat hasil Drive Test.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun Metode penelitian pada tugas akhir ini adalah:

1. Identifikasi masalah
Mengukur jaringan agar dapat mengetahui masalah yang terjadi sehingga bisa menentukan solusi yang sesuai dengan masalah tersebut.
2. Metode studi literatur

Membaca teori yang berkaitan dengan topik tugas akhir.

3. Metode diskusi dan konsultasi

Konsultasi dan diskusi terhadap dosen pembimbing tentang masalah yang terjadi di lapangan dan melakukan diskusi dengan orang-orang yang berkompeten di bidang yang berhubungan dengan penelitian ini.

4. Analisis kebutuhan sistem

Menyiapkan perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir.

5. Metode deskriptif

Penelitian dilakukan dengan melakukan penggambaran secara sistematis secara aktual dan cermat.

6. Analisis dan evaluasi

Dilakukan melalui software yang digunakan dan dilakukan evaluasi dengan melihat kesalahan yang ada

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang dari penelitian yang dilakukan, rumusan masalah penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori yang akan dijadikan landasan dari permasalahan yang akan dianalisis yaitu tentang perbaikan performansi jaringan lte pada layanan *video streaming* di daerah cakupan Kebun Raya Bogor.

BAB III KONDISI EKSISTING LAYANAN VIDEO STREAMING DI KEBUN RAYA BOGOR

Bab ini menjelaskan tentang kondisi eksisting jaringan lte yang ada di Kebun Raya Bogor, Diagram alir penelitian, hasil *drive test*, perhitungan *coverage area*, dan Usulan perbaikan

BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang analisis kondisi eksisting, analisis perbaikan performansi yang dilakukan dari tiap skenario yang digunakan, dan analisis dari hasil rekapitulasi perbaikan *coverage*.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil pembahasan dan analisis dari sebelumnya serta saran yang dibutuhkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

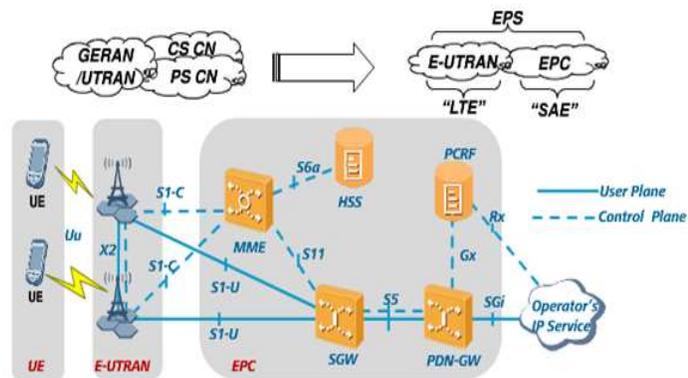
2.1 Teknologi Long Term Evolution (LTE)

Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) lebih dikenal dengan sebutan teknologi 4G-LTE adalah teknologi terbaru komunikasi data nirkabel. Tujuan dari LTE adalah untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan data nirkabel yang telah dikembangkan pada awal milenium baru. Sistem antarmuka nirkabel 4G-LTE ini berbeda dengan jaringan 3G dan 3.5G sehingga harus dioperasikan pada spektrum yang terpisah. Koneksi Internet dengan menggunakan teknologi 4G-LTE mampu mencapai kecepatan akses data untuk mengunduh (*download*) hingga 300 Mbps dan untuk mengunggah (*upload*) 75 Mbps [6].

Layanan akses data menggunakan Teknologi 4G-LTE pertama kali disediakan oleh Tella Sonera dan Ericsson di Swedia pada tahun 2009. Kecepatan akses datanya mencapai 42,78 Mbps untuk mengunduh dan 5,30 Mbps untuk mengunggah. Sejak saat itu teknologi 4G-LTE secara luas digunakan oleh berbagai negara di dunia, termasuk Indonesia. Di Indonesia, layanan akses data menggunakan teknologi 4G-LTE diluncurkan pada 14 November 2013 oleh perusahaan Internux, melalui produknya yaitu *Bolt* yang menawarkan kecepatan akses Internet hingga 75 Mbps. Untuk menyelenggarakan layanan teknologi 4G-LTE, Internux mengeluarkan investasi senilai 550 juta dollar AS atau sekitar Rp 6,3 triliun untuk menyewa menara BTS hingga menyediakan perangkat *mobile* wi-fi di pasar. Selanjutnya Kementerian Komunikasi dan Informatika mengeluarkan lisensi *Broadband Wireless Access* (BWA) dengan teknologi 4G-LTE kepada *First Media*, Berca, IM2, dan Jasnita, meskipun hanya diizinkan menggelar layanan data (*Internet*) dengan jangkauan layanan masih di wilayah Jabodetabek [6].

2.2 Arsitektur jaringan LTE

Jaringan LTE terdiri dari dua jaringan dasar serta empat level utama. Dua jaringan dasar tersebut yaitu *Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN) dan *Evolved Packet Core* (EPC) sedangkan empat level utama tersebut yaitu *User Equipment* (UE), *Evolved UTRAN* (E-UTRAN), *Evolved Packet Core Network* (EPC), dan *Service domain*. Dibawah ini merupakan arsitektur dari jaringan LTE



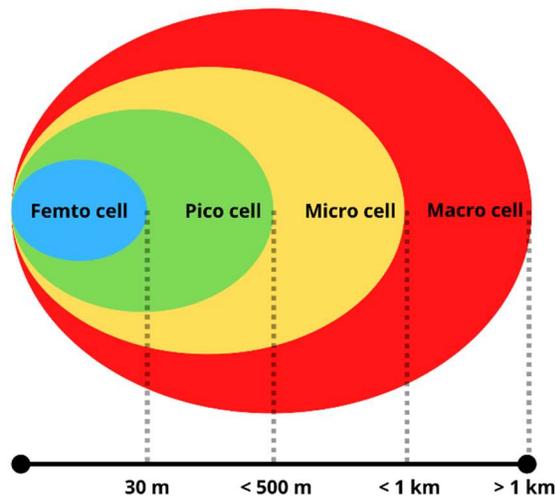
Gambar 2. 1 Arsitektur Jaringan LTE [3]

Pada Gambar 2.1 terlihat bahwa Arsitektur jaringan LTE mempunyai 4 level utama. *User Equipment* (UE) adalah perangkat dalam LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan *user*. *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN) adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan *core*. Pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni *Evolved Node B* (eNode B). Sistem E-UTRAN menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk *downlink* dan *Single Carrier FDMA* (SC-FDMA) untuk *uplink* [7]. *Evolved Packet Core* (EPC) berfungsi untuk menyediakan jaringan *mobile-broadband* seperti autentikasi, fungsi *charging*, dan mengatur koneksi *end to-end*. EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*) yaitu sebagai pengontrol setiap node pada jaringan akses LTE, SGW (*Serving Gateway*) untuk mengatur jalan dan meneruskan data yang berupa paket dari setiap *user*, HSS (*Home Subscription Service*) untuk *subscriber management* dan *security*, PCRF (*Policy and Charging Rules Function*) yang mengatur QoS serta mengontrol *rating* dan *charging*, dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*) yang bertugas

untuk menyediakan hubungan bagi UE ke jaringan paket & menyediakan link hubungan antara teknologi LTE dengan teknologi non-3GPP (WIMAX) dan 3GPP2 (CDMA2000 1x dan EVDO) [7] [8].

2.3 Microcell

Microcell merupakan sel kecil untuk menyediakan konektivitas seluler ke UE yang berjarak jauh dari sel makro dengan cakupan yang lebih kecil yaitu antara 500 m – 1 km. *Microcell* digunakan ketika ketinggian antena berkisar 30 meter atau kurang. *Microcell* biasa digunakan pada sel dengan area cakupan yang lebih kecil dibandingkan dengan *Macrocell*. *Microcell* adalah solusi yang dapat digunakan ketika *Macrocell* tidak dapat lagi memenuhi kebutuhan pelanggan dengan kepadatan tinggi.

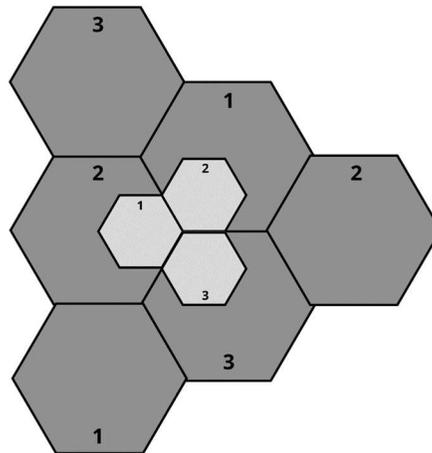


Gambar 2. 2 Sel berdasarkan Luas wilayahnya

2.4 Cell Splitting

Cell Splitting adalah metode pemecahan sel besar dengan intensitas komunikasi tinggi menjadi sel-sel yang lebih kecil dan menempatkannya di antara sel-sel yang sudah tersedia untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 2.3. Masing-masing sel pecahan ini memiliki stasiun pangkalan sendiri dengan daya pancar rendah dan tinggi antena rendah. Metode ini membuat sel baru dengan pola berulang yang mengikuti pola aslinya, sehingga dapat meningkatkan kapasitas sistem seluler dengan menambah

jumlah saluran per satuan luas. Dalam hal ini, jika mengurangi setiap sel ke radius yang setengah dari radius asli, itu akan memakan waktu sekitar empat kali lebih lama dari jumlah sel asli untuk menutupi seluruh area dengan sel-sel kecil ini. Tidak semua sel dipecah menjadi sel yang lebih kecil saat menggunakan metode ini karena sangat tidak mungkin mencari kondisi ideal untuk melakukan pembelahan sel. Memisahkan lebih banyak sel dapat memperumit sistem, seperti mengatur jarak minimum untuk mendapatkan C/I dan faktor handover yang optimal. Semakin kecil jarak antar sel, semakin rumit proses *handover* untuk pengguna yang bergerak dengan kecepatan tinggi.



Gambar 2.3 Ilustrasi *Cell Splitting*

2.5 Link Budget

Link budget atau yang biasa disebut dengan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) digunakan untuk mengetahui nilai redaman maksimum yang diperbolehkan antara *transmitter* dan *receiver*. Untuk mendapatkan nilai MAPL pada arah *Downlink* dan *Uplink* maka bisa menggunakan rumus berikut [8] :

Downlink:

$$MAPL = EIRP_{DL} - S_{UE} - LNF - IM_{DL} - L_{pen} - L_{bodyloss} - G_{EU\ antenna} \quad (2.1)$$

Uplink:

$$MAPL = EIRP_{UL} - S_{eNB} - LNF - IM_{UL} - L_{pen} - L_{bodyloss} - G_{eNB\ antenna} \quad (2.2) \\ + G_{eNB\ TMA}$$

Dimana:

MAPL : *Maximum Allowable Path Loss*

EIRP : *Equivalent Isotropic Radiated Power*

S_{UE} : *Receiver sensitivity UE (User Equipment)*

S_{eNB} : *Receiver sensitivity eNodeB (BTS)*

LNF : *log normal fading margin*

IM : *Interference Margin*

G_{antena}: *Antena Gain*

G-shad : *Gain Against Shadowing*

L_{pen} : *Penetration loss*

L_{bodyLoss}: *Body Loss*

2.6 Model Propagasi Cost 231 Hata

Model propagasi COST-231 Hata merupakan ekstensi dari model propagasi Okumura-Hata yang dikembangkan oleh European COST-231. Model propagasi ini dapat digunakan pada frekuensi 1500-2000 MHz. Parameter untuk mendukung propagasi Cost 231 adalah tinggi antena eNodeB 30 meter – 200 meter dan jarak antara eNodeB ke UE adalah 1 km – 20 km. Model propagasi ini dapat menghitung redaman lintasan pada daerah *urban*. Persamaan rumus Cost 231 adalah sebagai berikut [7] :

$$L_p = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log(h_b)) \log(d) + C_m \quad (2.3)$$

Keterangan :

fc = Frekuensi dalam MHz

h_b = Tinggi antena *transmitter* dalam meter.

h_m = Tinggi antena *Mobile Station* dalam meter.

d = Jarak antara eNodeB dengan UE dalam kilometer.

$a(h_m)$ = Faktor koreksi untuk tinggi antena UE yang merupakan fungsi dari ukuran area cakupan

C_m = Sebuah parameter yang berdasarkan perbedaan lingkungan

Dimana nilai C_m akan bernilai 0 jika berada di daerah *suburban* dan *rural*, bernilai 3 jika berada di pusat perkotaan atau daerah *urban*.

Faktor koreksi $a(h_m)$ daerah *urban*:

Frekuensi > 300 MHz

$$a(h_m) = \left(3,2(\log_{10}(11,75 \times h_m))^2 \right) - 4,97 \quad (2.4)$$

Untuk daerah *suburban*:

$$a(h_m) = ((1,1 \log_{10}(fc) - 0,7)h_m) - (1,56 \log_{10}(fc) - 0,8) \quad (2.5)$$

2.7 Perhitungan Kebutuhan Jumlah Site Berdasarkan Coverage Planning

Dalam menghirung jumlah site yang dibutuhkan berdasarkan *Coverage planning*, ada 2 rumus yang dapat digunakan yaitu *Cell coverage* dan Menghitung *number of site*. *Cell coverage* adalah luas cakupan dari setiap site untuk memenuhi kebutuhan parameter jaringan. *Number of site* merupakan jumlah site yang dibutuhkan

agar dapat mencakup area kebutuhan parameter jaringan. Nilai dari 2 rumus tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.6 dan 2.7 di bawah ini:

$$Cell\ Coverage\ 3\ sector = 1,95 \times 2,6 \times d^2 \quad (2.6)$$

$$Number\ of\ Site = \frac{Area\ Wide}{Cell\ Coverage} \quad (2.7)$$

2.8 Parameter kualitas jaringan

Berikut merupakan beberapa parameter yang dapat dipertimbangkan ketika melakukan perbaikan jaringan, diantaranya adalah:

2.8.1 Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP adalah rata-rata linier dari *resource elements* yang membawa *cell specific reference signal* dalam pengukuran *bandwidth* frekuensi yang dipertimbangkan. RSRP berfungsi memberikan informasi kepada UE mengenai kuat sinyal pada suatu sel berdasarkan perhitungan *path loss* dan mempunyai peranan penting mengenai proses *handover* dan *cell selection-reselection*. *User* yang berada diluar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE, karena RSRP berada di setiap titik jangkauan layanan (*coverage*).

$$RSRP\ (dBm) = RSSI\ (dBm) - 10\ log\ (12*N) \quad (2.8)$$

Dengan RSSI merupakan daya yang diterima dalam 1 *resource element* (RE) dan N adalah jumlah RBs pada RSSI.

Tabel 2. 1 Rentang nilai RSRP [9]

RF Condition	Informasi
$\geq -70\ dBm$	Sangat Baik
$< -80\ dBm\ sampai\ < -70\ dBm$	Baik
$< -90\ dBm\ sampai\ < -80\ dBm$	Normal
$< -101\ dBm\ sampai\ < -90\ dBm$	Buruk
$< -101\ dBm$	Sangat Buruk

2.8.2 *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*

SINR adalah rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan *noise* yang timbul (tercampur dengan sinyal utama).

$$\text{SINR} = \frac{p}{(I+N)} \quad (2.9)$$

Dengan S merupakan daya yang diukur berdasarkan sinyal yang digunakan, I adalah besar interferensi rata-rata, dan N adalah *Noise*. Berikut adalah tabel rentang nilai RSRP :

Tabel 2. 2 Rentang nilai SINR [10]

RF condition	SINR
Very Good	> 20 dB
Good	> 10 dB
Bad	> 0 dB

Berdasarkan Tabel 1.3, Nilai SINR bisa dikatakan baik jika diatas 20 dB, dan Normal jika berada diatas 10 dB. Nilai SINR dikatakan buruk jika dibawah 0 dB.

2.8.3 *Throughput*

Throughput merupakan *bandwidth* aktual atau *bandwidth* yang sebenarnya yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu. Pada jaringan LTE parameter *mean throughput* dijadikan sebagai acuan untuk menyatakan kondisi performansi suatu jaringan. *Mean throughput* adalah jumlah rata-rata bit yang diterima untuk semua terminal pada sebuah jaringan. Nilai *Throughput* dapat dikatakan baik ketika bernilai > 2,1 Mbps. *Throughput* memiliki satuan bit per second (bps). Parameter *throughput* merupakan parameter yang dirasakan langsung oleh pengguna atau *user* sehingga akan berpengaruh pada kepuasan pada *user* dalam menggunakan jaringan LTE tersebut [3]. Rentang parameter *Throughput* dapat dilihat melalui Tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Rentang nilai *Throughput*

Nilai	Informasi
> 65.000 <i>kbps</i>	Sangat Baik
40.000 <i>kbps</i> – 65.000 <i>kbps</i>	Baik
10.000 <i>kbps</i> – 40.000 <i>kbps</i>	Normal
5000 <i>kbps</i> – 10.000 <i>kbps</i>	Cukup Buruk
2000 <i>kbps</i> – 5000 <i>kbps</i>	Buruk
< 2000 <i>kbps</i>	Sangat Buruk

2.8.4 Block Error Rate (BLER)

Block Error Rate (BLER) merupakan rasio antara total error block dengan total block dari keseluruhan data digital yang dikirimkan dalam proses transmisi. Mengetahui tingkat keberhasilan dari demodulasi sinyal adalah fungsi dari BLER. Metode CRC merupakan metode yang digunakan untuk menghitung BLER. Parameter nilai BLER yang baik adalah ketika bernilai <10%. Semakin besar nilai BLER mengakibatkan gagal demodulasi data digital menjadi informasi. Untuk perhitungan BLER dapat menggunakan rumus dibawah ini [11]:

$$BLER = \left(\frac{\text{Total error block}}{\text{Total block}} \right) \times 100\% \quad (2.10)$$

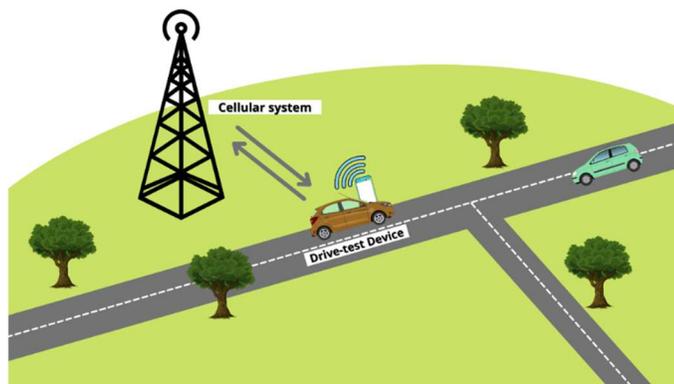
2.9 Key Performance Indicator (KPI)

KPI adalah sebuah indikator sebuah operator untuk mengukur kualitas performansi suatu jaringan berdasarkan parameter-parameternya. KPI dijadikan sebuah acuan untuk mengoptimalkan kondisi jaringan, sehingga jika nilai parameter yang didapatkan mendekati rentang nilai KPI maka performansi suatu jaringan tersebut makin bagus. Standar KPI terhadap jaringan 4G terbagi menjadi *accessibility*, *retainability*, *mobility*, *integrity* dan *availability* [12]. *Accessability* merupakan salah satu jenis KPI yang mengukur kemampuan *user* untuk dapat mengakses layanan yang

disediakan jaringan. *Retainability* merupakan sebagai kemampuan pengguna untuk mempertahankan E-RAB yang pernah terhubung yang mengindikasikan kemungkinan suatu *service* dapat terus dipertahankan selama periode waktu tertentu. *Mobility* adalah salah satu jenis KPI yang mengindikasikan rasio keberhasilan suatu *event handover* yang terjadi di dalam suatu jaringan menggunakan presentasi keberhasilan *handover* yang berhasil dicapai UE selama rentang waktu tertentu. *Integrity* merupakan kualitas layanan KPI yang menentukan tersedianya latensi, transmisi ulang. *Availability* merupakan parameter yang mengukur ketersediaan sebuah jaringan dalam melayani *user*.

2.10 Drive Test

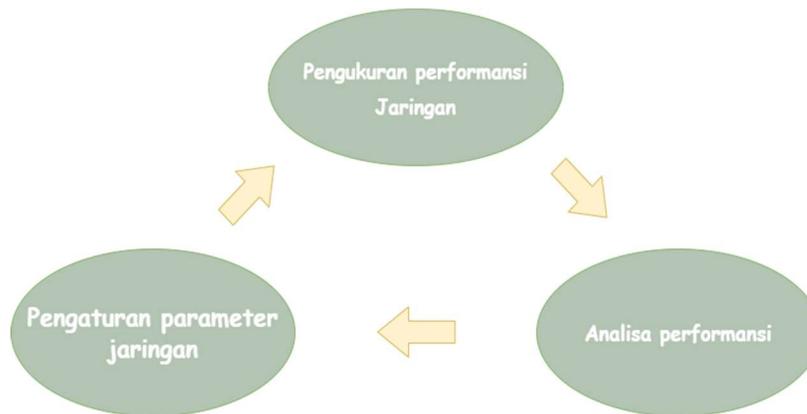
Drive test merupakan salah satu pengukuran untuk mengetahui kualitas daya sinyal terima di *mobile station* (MS). Tujuan *drive test* adalah mengumpulkan informasi jaringan secara *real* di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual *Radio Frequency* (RF) di suatu *Base Transceiver Station* (BTS) maupun dalam lingkup *Base Station Sub-system* (BSS) yang dilakukan dengan mobil sehingga pengukuran dilakukan bergerak. Pengukuran pada *drive test* dapat dilakukan statis atau *mobile* [9].



Gambar 2. 4 Ilustrasi Drive Test

2.11 Perbaikan Coverage Jaringan

Perbaikan jaringan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja atau performansi dari suatu jaringan seluler. Perbaikan dilakukan untuk mendapatkan kualitas jaringan yang terbaik dengan menggunakan data yang tersedia seefisien mungkin. Perbaikan ini diharuskan untuk memenuhi standar operator jaringan yang telah ditentukan. Pada penelitian ini melakukan perbaikan jaringan pada daerah cakupan layanan (*coverage*) saja. Tujuan dilakukannya perbaikan jaringan adalah meningkatkan kualitas jaringan, meningkatkan kemampuan jaringan (*service area* dan *radio coverage*) sesuai dengan acuan KPI. Perbaikan jaringan terhadap *coverage* bertujuan untuk melayani sel domain dan mengurangi terjadinya *coverage overlapping*. Metode utama dari perbaikan *coverage* adalah penyesuaian antena azimuth, penyesuaian antena *downtilt*, penyesuaian ketinggian antena, penyesuaian lokasi dari *site*, menambahkan *site* baru/RRU untuk area jangkauan yang jelek. Untuk pembahasan lebih lanjut terkait metode perbaikan *coverage* akan dibahas pada poin selanjutnya [5].



Gambar 2. 5 Siklus perbaikan jaringan

2.12 *Physical tuning*

Physical tuning merupakan sebuah metode yang dapat mengatur perubahan arah pancar antena sectoral secara fisik dengan tujuan memaksimalkan layanan pada suatu jaringan. *Physical tuning* terdiri dari [13]: