

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Berikut ini merupakan beberapa referensi dari penelitian analisis performansi jaringan 4G LTE yang menjadi sumber dalam Tugas Akhir ini:

Danang, Yaqinuddin (2017) dengan judul Optimalisasi dan Simulasi Jaringan 4G LTE di Area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan performansi dan memberikan solusi yang terbaik mengenai permasalahan jaringan 4G LTE dengan studi kasus di UMY. Optimasi dilakukan dengan menganalisa kekuatan sinyal yang didapat dari hasil *drive test* yaitu nilai RSRP, RSRQ dan SINR yang kemudian dilakukan *physical tuning* yang memperbaiki kualitas di daerah tersebut.

Suko, Fajar (2017) dengan judul penelitian Analisis performansi jaringan 4G LTE di gedung E6 dan E7 UMY. Penelitian ini menggunakan aplikasi G-Net Track Pro dengan menggunakan metode *drive test* untuk mengetahui kualitas sinyal berdasarkan RSRP, RSRQ dan SINR. Dihasil penelitian ini di dapat bahwa nilai rata rata RSRP berkisar -90 s/d -110 dBm, kemudian nilai RSRQ berkisar -7 s/d -15 dB dan Nilai SINR berkisar -5 dB s/d 10 dB. Dari data tersebut memperlihatkan bahwa kualitas jaringan di gedung tersebut belum maksimal masihh perlu adanya perbaikan kualitas jaringan dengan melakukan perancangan dan pemasangan antena *indoor*.

Kusuma, Sudiarta dan Ardana (2015) dengan judul Optimalisasi *Coverage* dan Analisis Performansi Layanan LTE produk Telkomsel di Denpasar Bali. Pada E-Journal Spektrum. Vol. 2, No. 3 membahas peningkatan kualitas jaringan LTE dapat dilakukan dengan cara nengoptimalisasi *coverage* serta menganalisis performansi salah satu operator di Indonesia yang memiliki frekuensi 900 Mhz. untuk mengetahui performansi teknologi LTE telkomsel dilakukan *drive test cluster* pada wilayah Denpasar barat dengan memperhitungkan parameter RSRP, SINR dan PDCP *Throughput*.

Intan Larasati (2017) dengan judul “Optimasi Jaringan LTE di Area Cigadung Bandung. Dalam penulisan proyek akhir dilakukan pengukuran data jaringan 4G didaerah Cigadung. Pengukuran dilakukan dengan metode *drive test*. Alat yang digunakan yaitu nemo handy dan untuk analisa digunakan nemo analyzer. Parameter yang diukur yaitu RSRP,SINR dan *throughput*. Hasil yang diperoleh yaitu RSRP > 10 dBm, SINR >0 db, dan *throughput* > 12Mbps.

Liberty, Artur, Yuyun dan Dennis (2017) dalam karya tulisnya yang berjudul Optimasi Jaringan 4G LTE di Area Jakarta Utara. Penelitian ini menjelaskan akan optimasi yang dilakukan dengan metode *drive test* dengan menggunakan nemo handy untuk area Jakarta Utara. Setelah dilakukan analisa *drive test* terdapat 2 area yang belum optimal dari jaringan seluler PT.Telkomsel yang dites jaringannya. Parameter yang diukur yaitu RSRP,SINR.

Firdaus R, Hafidudin dan Ichwan (2018) dalam jurnal penelitiannya yang berjudul Optimasi Jaringan LTE di Jalan Utama Kota Balikpapan. Penelitian ini bertujuan untuk pengukuran sistem dari jaringan 4G yang ada di kota Balikpapan terutama di Kota Samarinda. Metode yang digunakan adalah metode *drive test* dengan perangkat nemo handy. Optimasi disini bertujuan untuk mendapatkan nilai KPI yang sudah ditentukan. Dilakukan simulasi optimasi yang meningkatkan nilai parameter RSRP sebesar 44% dan parameter SINR 25,1%.

2.2. Dasar Teori

2.2.1.Sistem Telekomunikasi

Telekomunikasi berasal dari kata tele dan komunikasi. Tele yang berarti jauh dan komunikasi yang berarti hubungan atau pertukaran informasi. Sehingga apabila arti dari kedua kata tersebut digabungkan akan menjadi pertukaran informasi (komunikasi) dalam jarak yang jauh atau yang biasa disebut dengan telekomunikasi. Telekomunikasi adalah pemancaran, pengiriman, dan atau penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda-tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara, dan bunyi melalui kawat, optik, radio atau system elektromagnetik lainnya. (Undang-Undang RI no 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi).

Sistem telekomunikasi adalah seluruh unsur / elemen infrastruktur telekomunikasi, perangkat telekomunikasi, sarana dan prasarana telekomunikasi, maupun peyelenggara telekomunikasi, sehingga komunikasi jarak jauh dapat dilakukan. Untuk melakukan komunikasi dibutuhkan jaringan telekomunikasi. Jaringan telekomunikasi adalah segenap perangkat telekomunikasi yang dapat menghubungkan pemakainya dengan pemakai lain, sehingga kedua pemakai tersebut dapat saling bertukar informasi baik dengan cara bicara, menulis, menggambar atau mengetik pada saat itu juga (Wardhana,2014)

2.2.2. Jaringan Seluler

Jaringan seluler atau jaringan bergerak adalah jaringan nirkabel yang didistribusikan di daratan yang disebut *cell*, tiap *cell* sedikitnya dilayani oleh satu *transceiver*, yang disebut *cell site* atau *base station*. Dalam jaringan seluler, tiap *cell* menggunakan frekuensi yang berbeda dari *cell* sekitarnya untuk menghindari interferensi dan menyediakan *bandwidth* yang ditanggung tiap *cell*.

Saat bergabung *cell* tersebut menyediakan wilayah cakupan radio pada wilayah yang luas. Ini memungkinkan banyaknya *transceiver portable* (e.g. *Handphone, Pager, dll*) berkomunikasi dengan satu sama lain dan dengan *fixed transceiver* dan jaringan telepon dimana mana, *via base stations*, meskipun ada yang berpindah selama transmisi berlangsung. Jaringan seluler menawarkan beberapa fitur :

- a. Kapasitas yang lebih besar daripada satu *transmitter* berukuran besar, karena frekuensi yang sama dapat digunakan selama berada di *cell* yang berbeda.
- b. Perangkat *mobile* memerlukan daya yang lebih sedikit dibandingkan dengan *single transmitter* atau *satellite* karena menara seluler (BTS) lebih dekat.
- c. Cakupan wilayah yang luas dibandingkan dengan *single terrestrial transmitter*, karena penambahan menara *cell* (BTS) dapat ditambahkan kapan saja.

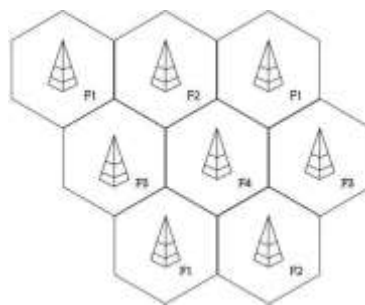
Penyedia layanan telekomunikasi sudah menyediakan *voice* dan *data* jaringan seluler di hampir seluruh belahan bumi. Ini memungkinkan perangkat *mobile phones* dan *mobile computing* terhubung ke telepon rumah dan internet.

Agar dapat mengcover cakupan yang begitu luas, dalam sistem komunikasi bergerak daerah penerima atau daerah layanan keseluruhan dibagi menjadi beberapa wilayah pelayanan yang lebih kecil yang disebut *cell*. *Cell* adalah area cakupan atau *coverage area* dari *Radio Base Stasion*. Dimana *cell* menunjukkan cakupan sinyal dan setiap *cell* dilayani oleh *Base Transceiver Station* (BTS).

Terdapat tiga jenis model sel yaitu sel berbentuk bujur sangkar atau *square*, sel berbentuk segitiga sama sisi –sisi atau *equilateral triangle*, dan sel yang berbentuk segi enam atau *hexagonal*. Ketiga bentuk sel ini digunakan , karena dapat disusun menjadi daerah tanpa *overlap*.

Namun dari ketiga bentuk sel tersebut, sel yang paling sering digunakan adalah sel berbentuk segi enam, karena dengan jumlah sel yang sedikit dapat mencakup area yang luas.

Didalam suatu wilayah *cell* terdapat beberapa BTS yang akan melayani jumlah trafik yang ada. Antara BTS yang satu dengan BTS yang lainnya dari masing – masing *cell* akan saling berhubungan dan dikendalikan oleh *Base Station Control* (BSC). Setiap sel akan mengacu pada suatu frekuensi pembawa. Daerah cakupan sel dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Daerah Cakupan *Cell*

Teknologi seluler ialah teknologi yang dibutuhkan oleh masyarakat pada saat ini. Hampir seluruh lapisan masyarakat menggunakan fasilitas jaringan ini untuk memudahkan mereka dalam berkomunikasi dengan satu sama lain. Masyarakat sangat tergantung pada teknologi ini karena sifat mobilitasnya dan keanekaragaman layanan yang diberikan mulai dari komunikasi *voice*, komunikasi

data, dan *videocall*. Banyaknya minat masyarakat menyebabkan teknologi ini terus berkembang untuk memberikan pelayanan terbaik untuk masyarakat.

2.2.3. Perkembangan Teknologi Seluler

a. Generasi pertama

Pada generasi pertama ini teknologi selular masih menggunakan analog sehingga kecepatannya pun masih rendah dan hanya bisa untuk komunikasi melalui media suara. Contoh generasi pertama teknologi selular yaitu NMT (*Nordic Mobile Telephone*) dan AMPS (*Analog Mobile Phone System*).

b. Generasi kedua

Pada generasi kedua sudah mulai menggunakan teknologi digital dengan kecepatan rendah sampai dengan menengah. Contoh dari generasi kedua teknologi telekomunikasi selular antara lain GSM dan CDMA2000 1xRTT.

c. Generasi ketiga

Pada generasi ketiga sudah menggunakan digital dengan kecepatan yang tinggi dan sudah bisa untuk sebuah broadband. Contoh dari generasi ketiga ini antara lain yaitu W-CDMA.

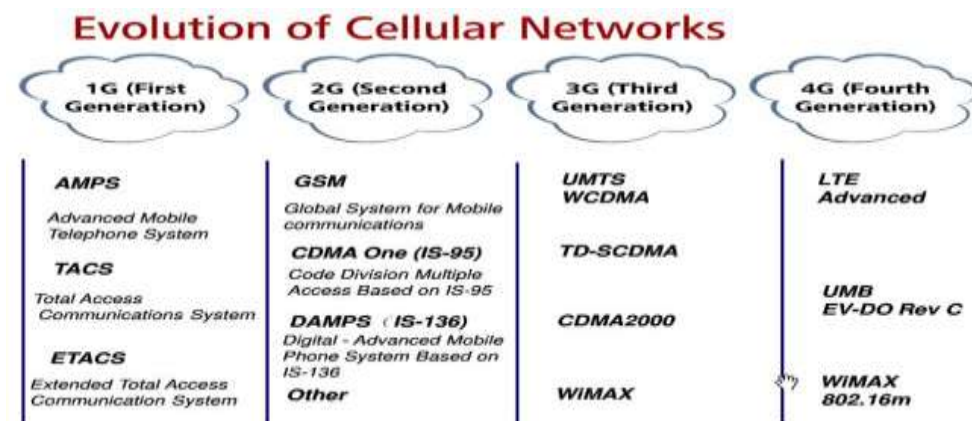
d. Generasi keempat

Pada generasi keempat menyediakan layanan berkualitas tinggi dan kecepatan transfer data yang tinggi dibandingkan generasi sebelumnya. Jaringan ini ditunjukkan untuk memberikan kualitas penerimaan yang lebih baik, aliran transfer data lebih stabil, serta pertukaran informasi lebih cepat. Contoh dari generasi ke empat ini adalah 4G LTE.

2.2.4. Konsep Teknologi 4G-LTE (*Long Term Evolution*)

Long Term Evolution adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) untuk memperbaiki generasi sebelumnya yaitu generasi ketiga (3G) (Handayani,2018). Generasi LTE mulai dibangkitkan oleh generasi 3GPP (*Third Generation Partnership Project*), serta dikembangkan dari 3GPP *Release 8* hingga *Release 9* belum memenuhi standarisasi organisasi ITU-R. Versi perkembangan terbaru dari LTE dinamakan

LTE-Advanced, yang mana LTE-Advanced telah menjadi persyaratan dari ITU (*International Telecommunication Union*) untuk sebagai fitur IMT Advanced dalam proses kemajuan jaringan komunikasi generasi 4G, Oleh sebab itu LTE bisa disebut merupakan generasi pemula dari teknologi (*fourth generation technology*). Untuk dapat mengetahui perkembangan dari jaringan seluler dapat diperjelas dengan gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2 Evolusi Jaringan Seluler

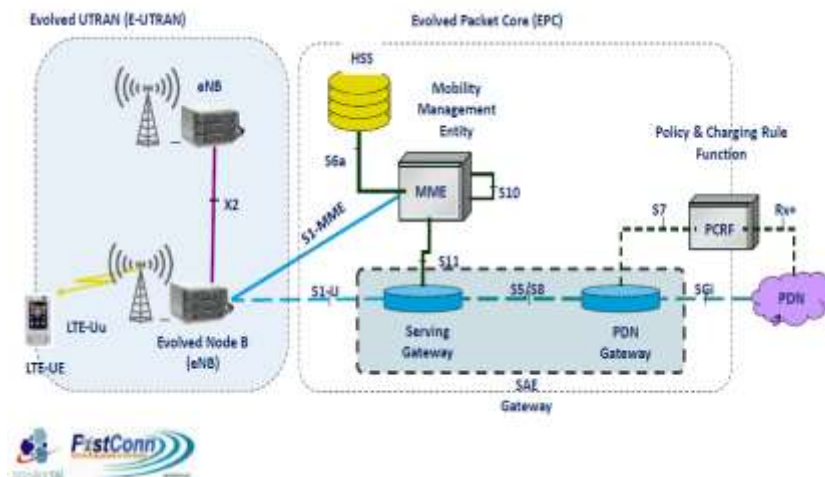
Bandwidth LTE adalah dari 1,4 MHz hingga 20 MHz. Operator jaringan dapat memilih *bandwidth* yang berbeda dan memberikan layanan yang berbeda berdasarkan *spektrum*. Itu juga merupakan tujuan *desain* dari LTE yaitu untuk meningkatkan efisiensi *spektrum* pada jaringan, yang memungkinkan operator untuk menyediakan lebih banyak paket data pada suatu *bandwidth*. LTE memberikan kemampuan kecepatan transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *Uplink*. LTE juga mampu mendukung semua aplikasi multimedia contohnya *voice*, *data*, *video* maupun IPTV. Gambar 2.3 dibawah ini merupakan evolusi penggunaan seluler oleh manusia yang dimana teknologi semakin berkembang maju.



Gambar 2.3 Evolusi Penggunaan Seluler

2.2.5. Arsitektur Jaringan 4G-LTE

Jaringan 4G LTE yang disebut sebagai SAE (*System Architecture Evolution*) hanya terdiri dari 2 bagian, yaitu EPC (*Evolved Packet Core*) dan E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Acces Network*).



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan 4G LTE

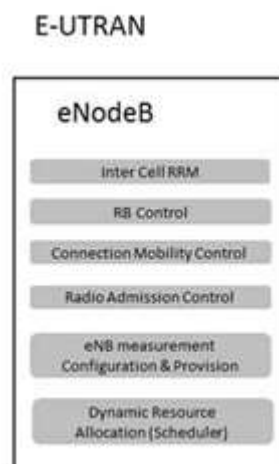
Gambar 2.4 diatas ini adalah arsitektur dari jaringan 4G LTE yang diketahui dibagi menjadi 2 bagian inti.

2.2.5.1. E-UTRAN

System arsitektur LTE yang bernama *Evolved UMTS Terrestrial Radio Acces Network* berfungsi mengatasi bagian sisi radio akses dari UE ke jaringan *core*. Berbeda dari teknologi sebelumnya yang memisahkan Node B dan RNC menjadi elemen tersendiri, pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni *Evolved Node B* (eNode B) yang telah menggabungkan fungsi keduanya. eNode B secara fisik adalah suatu *base station* yang terletak dipermukaan bumi (*BTS Greenfield*) atau ditempatkan diatas gedung-gedung (*BTS roof top*).

Ponsel LTE berkomunikasi hanya dengan satu BTS dan satu sel pada satu waktu dan berikut adalah dua fungsi utama yang didukung oleh eNB:

1. eNB mengirim dan menerima transmisi radio untuk semua ponsel menggunakan analog dan fungsi pemrosesan sinyal digital dari antarmuka udara LTE.
2. eNB mengontrol operasi tingkat rendah dari semua ponselnya, dengan mengirimkan sinyal pesan seperti perintah *handover*.



Gambar 2.5 Fungsi eNodeB pada E-UTRAN

Gambar 2.5 diatas merupakan fungsi-fungsi dari eNodeB. Setiap eNB dihubungkan ke EPC dengan menggunakan antarmuka S1 dan ini juga dapat terhubung ke BTS terdekat dengan antarmuka X2, yang utamanya digunakan untuk pemberian isyarat dan melanjutkan paket selama *handover*.

2.2.5.2. EPC (*Evolved Packet Core*)

EPC adalah *System Core Network* arsitektur LTE yang baru dalam perkembangan jaringan seluler. Sistem EPC (*Evolved Packet Core*) ini telah menggunakan *all-IP* pada sisi *core network* sehingga menyediakan *core mobile* secara fungsionalis pada teknologi generasi sebelumnya 2G dan 3G yang dimana masih memiliki 2 bagian yang terpisah yaitu *Circuit Switch* (CS) untuk *voice* dan *Packet Switch* (PS) untuk data. EPC ini sangat penting untuk dapat mengirimkan layanan IP secara *end to end* pada generasi LTE. Sistem EPC terdiri dari beberapa komponen penting didalamnya antara lain yaitu:

a. *Mobility Management Entity*. (MME)

MME (*Mobility Management Entity*) adalah elemen pengatur utama yang terdapat pada EPC yang mempunyai peran sebagai *node control* yang memproses sinyal antara *User Equipment* (UE) dan *Core Network* (CN). Tugas dari MME untuk bertanggung jawab untuk memilih *serving gateway* yang akan digunakan UE saat *initial attach* pada saat UE melakukan *intra handover*.

Fungsi dari MME yaitu berkaitan dengan *bearer management* yang artinya berfungsi untuk *establishment*, *maintenance* dan *release bearer*. MME memproses *management* sesi dalam NAS protokol. Berkaitan dengan *connection management* artinya MME membuat koneksi dan mengamankan jaringan saat melakukan koneksi dan hal ini terjadi dalam NAS Protokol. Selain itu fungsi MME pada arsitektur jaringan LTE sebagai *Mobility management* serta *security* dan *authentication*.

b. *Home Subscriber Server* (HSS)

Home Subscriber Server (HSS) adalah tempat untuk menyimpan data pelanggan untuk semua data permanen. Data yang disimpan pada HSS ini adalah data dimana lokasi pelanggan melalui level *eNodeB* untuk mengatur jaringan dari sebuah provider dan juga melakukan pengamanan dan *subscriber management*. HSS ini berbentuk sebuah *big data* yang dimana disimpan di *server data base* yang dipelihara secara terpusat pada *premises home operator*.

c. *Serving Gateway (SGW)*

Serving Gateway didalam arsitektur jaringan LTE ini adalah yang mengontrol dan meneruskan jalur data paket pelanggan menuju ke tujuan. Selain itu sebagai jangkar mobilitas *user* selama berhubungan dengan eNodeB dan juga sebagai penghubung antara jaringan LTE atau *inter handover* menuju jaringan teknologi 3GPP lainnya. SGW juga berperan sebagai pusat *maintenance* dan operasional. Saat UE sedang keadaan *idle* maka SGW bertugas mengakhiri jalur *downlink* dan melakukan *paging* saat memulai kembali *downlink* dan pada saat itu SGW akan mengatur kembali parameter IP dan informasi perutean kepada UE.

d. *Packet Data Network Gateway (PDN GW)*

Menyediakan konektivitas UE ke jaringan paket data eksternal, PDN-GW menjadi titik keluar masuknya lalu-lintas pada UE. Sebuah UE bisa melakukan konektivitas lebih dari satu PDN-GW untuk mengakses beberapa paket pada jaringan data. PDN-GW juga berfungsi untuk *packet filtering* setiap pengguna, menentukan jenis layanan, *interception*, dan *packet screening*. PDN-GW juga berfungsi sebagai jangkar untuk mobilitas antara jaringan 3GPP lainnya.

e. *Policy and Charging Rules Function (PCRF)*

Pada arsitektur jaringan memiliki bagian yang mana berguna untuk memobilisasi informasi ke jaringan, *system* membantu operasional dan sumber lainnya dinamakan PCRF, misalnya portal secara *real time* yang dapat membantu aturan dalam pembentukan yang secara otomatis membuat keputusan untuk setiap *customer* yang berperan aktif di jaringan, selain itu berfungsi untuk mengatasi QoS serta mengatur dalam *charging* dan *rating*.

2.2.6. Drive test

Drive test adalah suatu bagian dari pekerjaan didalam dunia telekomunikasi seluler. *Drive test* ini mempunyai peranan penting untuk optimasi

jaringan seluler. Tujuan dilakukannya pengetesan jaringan seluler dengan metode *drive test* ini adalah guna mengumpulkan data aktual dari *Radio Frequency* yang terdapat di suatu BTS (*Base Transceiver Station*), selain mengumpulkan data actual tujuan dari *drive test* ini adalah untuk mengetahui performansi dari dari suatu eNodeB dan mengetahui apakah adanya interferensi antar sel maupun antar BTS. Mode yang digunakan dalam melakukan *drive test* yaitu:

a. *Idle mode*

Idle mode adalah mode yang dimana kondisi UE dalam keadaan tidak melakukan aktifitas apapun. Pada metode ini digunakan untuk mengetes seberapa sinyal level yang diterima oleh UE.

b. *Dedicate Mode*

Dedicate mode adalah mode yang dimana UE dalam kondisi beraktifitas seperti melakukan panggilan ataupun saat *downlink* maupun *uplink*

Metode yang digunakan untuk melakukan *drive test* pun mempunyai 3 metode yang disesuaikan dengan kegunaannya masing-masing yaitu:

a. *Cluster*

Metode *cluster* biasanya digunakan oleh operator untuk mengetes jaringan seluler dalam satu wilayah yang besar yang terdiri dari beberapa *site*. Biasanya metode ini digunakan untuk tolak ukur dari sebuah wilayah disekitarnya.

b. *Benchmark*

Metode benchmark ini adalah metode *drive test* untuk membandingkan jaringan dari sebuah operator dengan jaringan dari operator lain dalam satu *cluster*.

c. *Single Site Verification (SSV)*

Single Site Verification merupakan salah satu metode *drive test* yang dilakukan untuk satu *site* saja. Metode ini dilakukan pada *site* yang bermasalah

ataupun *site-site* yang baru dibangun untuk mengetahui seberapa jarak jangkauan dari *site* tersebut dan apakah mengganggu dari *site-site* yang ada didekatnya. SSV ini dilakukan untuk memastikan *site* tersebut dalam keadaan yang optimal dan proposional.

2.2.7. Optimasi

Optimasi secara umum berarti mencari nilai yang paling optimal dalam suatu konteks. Optimasi dalam penulisan ini mempunyai konteks yaitu upaya untuk meningkatkan kinerja dari sebuah jaringan seluler sehingga mempunyai nilai yang optimal dan hasil yang baik. Optimasi merupakan proses dimana semua informasi tentang konfigurasi perangkat dan parameter telah sesuai dengan acuan yang telah menjadi standar KPI. Tujuan dilakukannya optimasi sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kualitas jaringan.
- b. Meminimalisir *churn rate* (penggantian kartu ke operator lain oleh pelanggan).
- c. Meningkatkan *revenue* untuk operator seluler.

2.2.7.1. Metode Optimasi

Metode optimasi untuk jaringan telekomunikasi seluler dapat dilakukan dalam dua bentuk metode optimasi yaitu:

1. Metode Fisikal

Metode ini menggunakan *physical* atau merubah secara fisik dari sebuah antenna agar dapat *menserving* lebih baik lagi. Metode ini terbagi lagi menjadi dua yaitu :

a. *Tilting* Antena

Tilting antena adalah metode optimasi dengan cara mengatur arah sudut elevasi antena, berfungsi untuk menetapkan area yang akan mendapat cakupan sinyal. Terdapat dua jenis arahan *tilt* yaitu *Uptilt* dan *Downtilt*. *Uptilt* untuk memperluas cakupan, sedangkan *downtilt* untuk memperkecil cakupan. Suatu pancaran *main lobe* dapat dibagi atas tiga

cakupan, yaitu cakupan *lower* 3 dB, *center*, dan *upper* 3 dB. Cakupan *lower* 3 dB mendapat penguatan sinyal 0 sampai 0,5 kali kuat sinyal maksimum. Cakupan *center* mendapat penguatan sinyal 0,5 sampai 1 kali kuat sinyal maksimum. Cakupan *upper* 3 dB mendapat penguatan sinyal 0 sampai 0,5 kali kuat sinyal maksimum.

b. Pengaturan Azimuth

Pengaturan *azimuth* dilakukan apabila hendak mengarahkan *main lobe* sektor antenna ke area yang menjadi prioritas optimasi, contohnya area yang memiliki lebih banyak *user*. Area yang mendapatkan sinyal dari *main lobe* sektor antenna memiliki kuat sinyal yang lebih tinggi.

2. Metode non fisik

Metode non fisik ini menggunakan metode optimasi dengan cara konfigurasi parameter dengan menggunakan *software*. Optimasi untuk mendapatkan cover atau pancaran yang lebih jauh ataupun terlalu *over* dalam *servicing* dari sebuah *site* digunakan parameter RS (*Reference Signal*) Power agar pancaran dari sebuah antenna dapat lebih fokus dan tidak mengganggu dari *site* yang berada disekitarnya.

2.2.8. Pengukuran Performa LTE

Pengukuran performa dari jaringan 4G LTE ini dilakukan untuk dapat dilakukannya optimasi jaringan, untuk mendapatkan nilai performan dari jaringan dapat melihat dari 2 aspek penting yaitu:

a. KPI (*Key Performance Indicator*)

KPI merupakan salah satu indikator terpenting yang digunakan untuk menentukan baik buruknya suatu jaringan. Ada 3 kategori yang digunakan dalam KPI ini yaitu *Accesbility*, *Retainbility*, dan *Integrity*.

b. *User Experince*

User Experience ini adalah indikator yang diberikan langsung oleh pengguna atau pelanggan jaringan operator seluler mengenai baik atau buruknya kualitas jaringan yang berada di tempatnya.

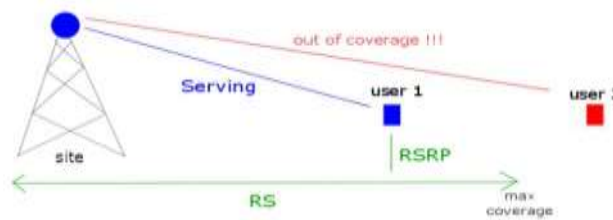
Semua kegiatan yang berkaitan dengan optimasi harus mengacu kepada nilai standar KPI yang telah ditetapkan oleh operator jaringan. Sehingga kegiatan pelaksanaan optimasi dapat dilakukan tidak sembarangan. *User experience* juga berperan penting karena itu menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan dari optimasi.

2.2.9. Parameter *Drive test* LTE

Tahapan untuk menganalisa dapat mengerti parameter yang digunakan untuk menganalisa hasil dari *drive test*. Hasil pengukuran *drive test* dapat ditampilkan dalam bentuk data statistik yang bisa merepresentasikan distribusi *RSRP*, *SINR*, dan *throughput* atau dalam bentuk peta yang bisa menggambarkan secara visual distribusi *RSRP* dan *SINR* pada jalur *drive test* yang dilalui. Berikut ini penjelasan parameter-parameter *drive test* pada jaringan LTE yang terdiri dari:

a. *RSRP (Reference Signal Received Power)*

Reference Signal Received Power (RSRP) adalah parameter *drive test* LTE untuk menentukan besar daya yang digunakan. Didefinisikan sebagai rata-rata linier daya yang dibagikan pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* dalam rentang frekuensi *bandwidth* yang digunakan. *Reference signal* dibawa oleh simbol tertentu pada satu *sub-carrier* dalam *resource block*, maka pengukuran hanya dilakukan pada beberapa *resource element* yang membawa *cell-specific reference signal*. Sehingga *UE* tidak mengukur setiap *reference signal* pada semua *sub-carriers*. *RSRP* berfungsi memberikan informasi ke *UE* mengenai kuat sinyal pada suatu sel berdasarkan perhitungan *path loss* dan mempunyai peranan penting dalam proses *handover* dan *cell selection-reselection*. Gambar 2.6 merupakan contoh simulasi dari penerimaan sinyal.



Gambar 2.6 simulasi UE menerima sinyal

b. SINR

Merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan noise yang timbul (tercampur dengan sinyal utama). SINR sendiri tidak didefinisikan pada standard spesifikasi 3GPP dan pada jaringan nilai SINR tidak dilaporkan ke jaringan oleh UE. Parameter SINR justru sering digunakan oleh vendor atau operator dalam menentukan relasi antara kondisi akses radio frekuensi (*radio frequency*) dengan *throughput* yang diterima oleh *user*.

c. *Throughput*

Throughput adalah jumlah bit persatuan waktu yang diterima oleh suatu terminal tertentu di dalam sebuah jaringan. *Throughput* memiliki satuan bit per *second* (bps). Jumlah *throughput* adalah jumlah rata-rata bit yang diterima untuk semua terminal pada sebuah jaringan. Salah satu operator di Indonesia yaitu Telkomsel menerapkan *threshold* rata-rata *throughput* pada jaringan LTE adalah sebesar 10 Mbps.

d. PCI (*Physical Cell ID*)

PCI (*Physical Cell ID*) merupakan cara untuk mengidentifikasi pada fisik *cell* dalam jaringan LTE. Setiap *cell* melakukan broadcast penandaan identifikasi berupa PCI yang digunakan oleh perangkat untuk mengidentifikasi *cell* (melibatkan frekuensi dan waktu) dalam prosedur *handover*.

2.2.10. Pengenalan Perangkat Optimasi dan *Drive test*

Melaksanakan optimasi dan *drive test* ini memerlukan beberapa alat pendukung yang digunakan. Perangkat yang digunakan berupa *hardware* maupun *software* sebagai berikut:

a. Nemo Handy

Nemo Handy adalah suatu perangkat yang digunakan pada saat melakukan *drive test*. Bentuk dari nemo handy ini adalah sebuah telepon genggam atau *handphone* yang didalamnya telah terdapat aplikasi atau *software* khusus yang bernama Nemo Handy. Orang yang melakukan *drive test* biasanya menyusun *script* terlebih dahulu pada nemo handy sesuai dengan kebutuhan *drive test*. Gambar 2.7 dibawah ini merupakan tampilan dari perangkat nemo handy.



Gambar 2.7 tampilan Nemo Handy

b. *Nemo Analyzer*

Nemo Analyzer adalah *software* yang digunakan untuk menganalisa hasil dari *drive test* yang mana di dalamnya dapat menganalisa tentang parameter-parameter yang sesuai dengan KPI. Dalam *Nemo Analyzer* data yang dianalisis adalah berupa *logfile* dari *Nemo Handy* yang sebelumnya digunakan untuk *drive test*. Gambar 2.8 adalah tampilan dari *Nemo Analyzer*.



Gambar 2.8 Tampilan *Nemo Analyzer*