

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Manusia adalah makhluk sosial dimana manusia tidak dapat bertahan hidup tanpa adanya interaksi dan komunikasi dengan yang lain. Di era yang semakin modern begitu banyak alat yang dapat menunjang interaksi dan komunikasi sesama manusia. Masyarakat sebagai pengguna layanan telekomunikasi sudah pastinya membutuhkan perangkat dan layanan telekomunikasi yang dapat membantu ataupun mendukung aktivitas mereka di platform digital yang sudah menjadi keseharian masyarakat di berbagai bidang. Selain itu, tingginya kebutuhan manusia dalam hal telekomunikasi membutuhkan adanya komunikasi yang secara cepat dan efisien dengan *cost* yang rendah namun dapat bekerja dengan hasil yang lebih optimal.

Teknologi LTE atau singkatan dari *Long Term Evolution* diyakini dengan kemampuannya lebih unggul dari teknologi telekomunikasi yang lain dapat menjawab pertanyaan tersebut. Hadirnya 4G LTE di Indonesia merupakan perkembangan dan menggantikan sistem jaringan komunikasi 3G. Di Indonesia, khususnya di Yogyakarta jaringan 4G belum dapat dirasakan oleh masyarakat Yogyakarta di semua wilayah, terutama di wilayah yang berjarak jauh dari kota Yogyakarta. Selain itu, performansi jaringan 4G di Yogyakarta perlu diteliti lebih lanjut agar jaringan 4G menjadi lebih efisien dan dapat bekerja dengan hasil yang lebih optimal sehingga tidak mengecewakan pengguna layanan jaringan 4G. Berdasarkan topik tugas akhir yang diambil terdapat beberapa referensi penelitian-penelitian yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

Menurut Danang Y. H., 2017, dalam tugas akhirnya yang berjudul *Optimalisasi dan Performansi Jaringan 4G LTE di Area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta* menjelaskan tentang kualitas performansi jaringan 4G LTE di area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimana penelitian tersebut difokuskan pada bagian *radio access* LTE dan RSRP (*Reference Signal Received Power*) sinyal yang dipancarkan.

Selanjutnya menurut Suko F. A., 2017, dalam tugas akhirnya yang berjudul Analisis Performansi Jaringan 4G LTE di Gedung E6 dan E7 (*Twin Tower Building*) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menjelaskan tentang kualitas performansi jaringan 4G LTE di salah satu gedung baru Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yaitu gedung E6 dan E7 dimana penelitian tersebut difokuskan pada bagian RSRP, RSRQ dan SNR sinyal yang dipancarkan.

Kemudian V. S. Kusumo, 2015, dalam jurnal yang berjudul Analisis Performansi dan Optimalisasi *Coverage* Layanan LTE Telkomsel di Denpasar Bali menjelaskan tentang analisis performansi dan optimalisasi *coverage* LTE Telkomsel dengan melakukan *drive test* pada *cluster* di wilayah Denpasar Barat dengan memperhitungkan parameter RSRP, SINR, dan *packet data* atau *throughput* yang kemudian ketiga parameter tersebut dibandingkan dengan KPI teori dan KPI Telkomsel.

Lalu menurut Fauzi Hidayat, 2016, dalam jurnal yang berjudul Analisis Optimasi Akses Radio Frekuensi Pada Jaringan *Long Term Evolution* (LTE) di Daerah Bandung menjelaskan tentang analisis proses optimasi yang efisien dalam mengatasi permasalahan *low* RSRP(Reference Signal Received Power), *low* RSRQ (Radio Signal Reference Quality) dan *low throughput* agar dapat memenuhi parameter KPI yang sesuai.

Selanjutnya menurut Andi Chaerunisa Utami Putri d.k.k, 2017, dalam jurnal yang berjudul Analisis Optimasi *Coverage* Jaringan *Long Term Evolution* (LTE) TDD pada Frekuensi 2300 MHz di Wilayah DKI Jakarta menjelaskan tentang analisis optimasi jaringan LTE mode TDD frekuensi 2300 MHz di daerah DKI Jakarta dengan menggunakan konfigurasi *bandwidth* 20 MHz.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Teknologi LTE

Pertumbuhan kebutuhan pelanggan data jauh mengalahkan layanan suara dan SMS dialami oleh banyak operator telekomunikasi dunia. Lalu lembaga resmi PBB *International Telecommunication Union of Radio* (ITU-R) mengeluarkan teknologi generasi keempat (4G) guna menjawab tantangan

kebutuhan komunikasi data yang kian tinggi tersebut. Faktor-faktor yang menjadi perhatian utama dalam membangun sistem teknologi generasi keempat yaitu pengurangan tunda (*latency*), perbaikan *coverage* dan *capacity*, kecepatan data yang tinggi, serta penekanan biaya. Disamping kecepatan data yang tinggi, 4G sama sekali tidak lagi menggunakan metode penyambungan *Circuit Switched* (CS). Semua penyambungan dalam 4G menggunakan protokol internet (IP) *Packet Switched* (PS).

LTE atau singkatan dari *Long Term Evolution* adalah teknologi jaringan telekomunikasi berkecepatan tinggi keluaran dari 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) sebagai kelanjutan dari teknologi jaringan seluler 3G seperti WCDMA (*Wide Band CDMA*) dan HSPA (*High Speed Packet Access*).

Berikut adalah kriteria teknologi LTE dirumuskan oleh 3GPP:

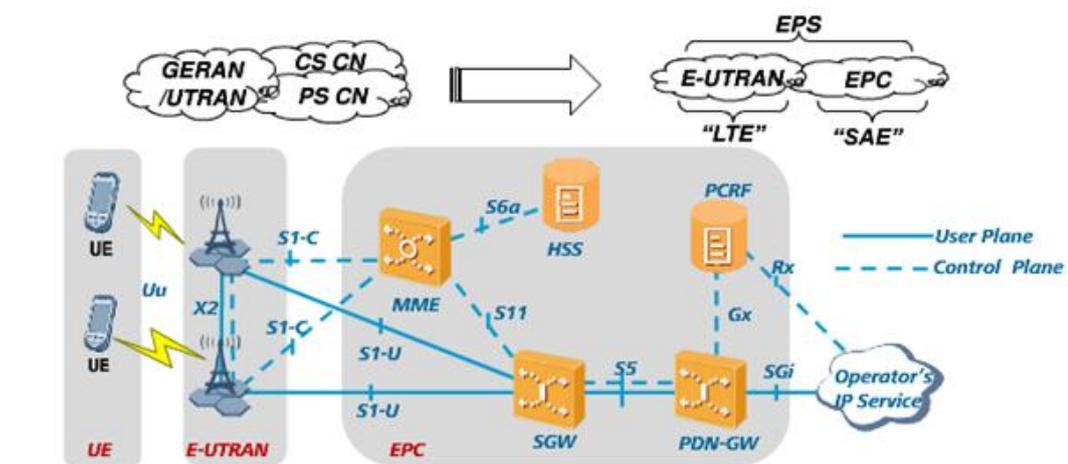
1. *Throughput* tinggi yang disebabkan karena kecepatan data yang tinggi dapat dicapai baik *uplink* maupun *downlink*.
2. Latensi transfer lebih rendah dari generasi sebelumnya.
3. Tunda sistem berkurang hingga 10 ms.
4. Ukuran *bandwidth* yang lebih besar dan fleksibel.
5. Meningkatkan layanan *broadcast*.
6. Jangkauan *cell* hingga 100 km.
7. Pengiriman data menggunakan protokol IP (*Internet Protocol*)
8. Perangkat *node-node* yang terhubung pada jaringan LTE lebih sedikit.

2.2.1.1. Arsitektur Jaringan LTE

Pada arsitektur LTE (Long Term Evolution) lebih ringkas dibandingkan dengan arsitektur jaringan pada generasi sebelumnya karena pada jaringan LTE tidak menggunakan *circuit switch*. *Circuit switch* sendiri berfungsi sebagai penghubung pasangan terminal jalur komunikasi yang dedicated (permanen) antara 2 buah *station* sehingga LTE dapat memberikan layanan *seamless Internet Protocol (IP) connectivity* antara UE (User Equipment)

dan PDN (Packet Data Network). Pada akses radio jaringan LTE, eNodeB akan terhubung secara langsung dengan *Core Network*.

Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal sebagai E-UTRAN dan SAE. E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*) atau SAE (*System Architecture Evolution*) merupakan jantung dari bagian sistem LTE yang dikenal sebagai EPC. UE (*User Equipment*), E-UTRAN dan EPC merupakan tiga komponen penting dalam arsitektur LTE.



Gambar 2.1. Arsitektur LTE

Berikut ini adalah penjelasan masing – masing bagian dari arsitektur LTE diatas:

1. Bagian Akses Radio (LTE)

- a. UE (User Equipment)

User Equipment adalah perangkat komunikasi pengguna yang berfungsi untuk memperoleh komunikasi jaringan 4G LTE tersebut. Perangkat yang dikategorikan sebagai *user equipment* dapat berupa telepon genggam (handphone), komputer, tablet, maupun segala perangkat yang dapat terhubung dengan internet. Pada bagian *user equipment*

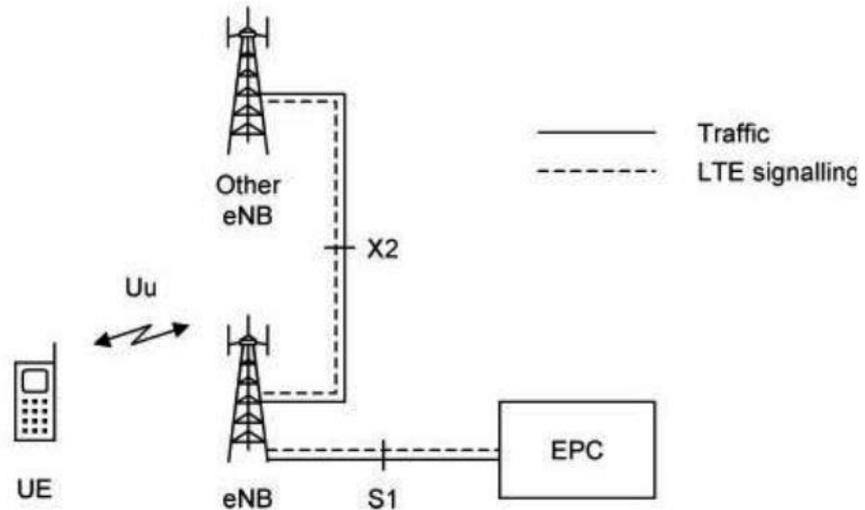
terdapat dua penyusun yakni ME (Mobile Equipment) dan UICC (Universal Integrated Circuit Card).

b. E-UTRAN

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network atau E-UTRAN berfungsi menangani komunikasi radio antara mobile equipment (ME) dan evolved packet core (EPC) dan hanya mempunyai satu komponen yaitu evolved Node B (eNodeB) yang saling terhubung satu sama lain melalui *logical link X2 interface*. Fungsi dari X2 sendiri adalah untuk mendukung akses komunikasi dan penerusan paket trafik pada saat UE melakukan *handover*. Pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni Evolved Node B (eNodeB) yang telah menggabungkan fungsi keduanya. eNodeB secara fisik adalah suatu *base station* yang terletak di permukaan bumi (*BTS Greenfield*) atau ditempatkan diatas gedung-gedung (*BTS roof top*).

Pada eNodeB LTE dapat meminimalisir ketidakefisienan yang menimbulkan *delay time* yang terjadi pada teknologi sebelumnya dimana pada arsitektur UTRAN NodeB hanya memiliki konektivitas dengan RNC sehingga apabila NodeB ingin berkomunikasi dengan NodeB lainya harus melewati RNC. Oleh karena itu, pada eNodeB LTE memungkinkan dilakukan *protocol control plane* dan *air interface user plane* secara bersamaan dalam satu unit tersebut. Sehingga perbedaan tersebut menghilangkan sisi hirarki pada sisi Radio Network.

Ada dua tugas penting yang dimiliki eNodeB yaitu sebagai radio *transmitter* dan *receiver*, dan mengontrol *low-level operation* semua *mobile user*.



Gambar 2.2. Arsitektur E-UTRAN

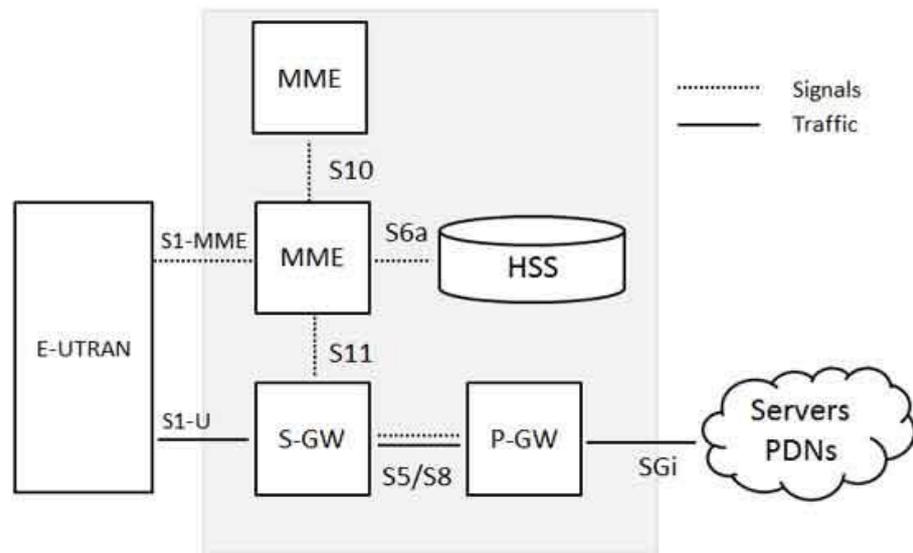
c. EPC (Evolved Packet Core)

EPC adalah sebuah sistem yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler dimana pada bagian *core-network* menggunakan all-IP yaitu sebuah kerangka konvergensi yang berbasis *packet realtime* dan layanan *non-realtime* yang dibentuk oleh 3GPP Release 9 standar. EPC dengan sistem arsitektur jaringan all-IP dalam *mobile network* akan berimplikasi pada:

- Layanan mobile
- *Interworking* arsitektur baru dengan generasi sebelumnya.
- Skalabilitas sangat dibutuhkan untuk mengatasi peningkatan dalam jumlah besar untuk koneksi langsung ke terminal pengguna, pelipatan penggunaan *bandwidth*, dan mobilitas terminal yang bergerak dinamis.
- Keandalan dan *availability* setiap elemen untuk menjamin layanan untuk mengatasi perbedaan

jaringan dan layanan, EPC harus mampu ikut pada jaringan yang sudah ada.

EPC sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end-to-end* pada LTE, berperan dalam pengenalan model bisnis baru, dan sebagai gerbang untuk pengenalan layanan baru yang inovatif dan pemberdayaan aplikasi baru.



Gambar 2.3. Arsitektur EPC

2. Bagian Sentral (SAE)

a. MME (Mobility Management Entity)

MME atau singkatan dari *Mobility Management Entity* merupakan elemen kontrol utama yang terdapat pada EPC. Pengoperasiannya hanya pada *control plane* dan tidak meliputi data *user plane*. Fungsi utama MME pada arsitektur jaringan LTE adalah sebagai berikut:

- *Authentication* dan *security*
- *Mobility Management*
- *Managing Subscription Profile* dan *Service Connectivity*

b. S-GW (Serving Gateway)

S-GW merupakan bagian dari infrastruktur jaringan sebagai pusat operasional dan *maintenance*. Pada arsitektur jaringan LTE S-GW memiliki level fungsi tertinggi yaitu sebagai jembatan antara manajemen dan *switching user plane*. Peranan S-GW sangat sedikit pada fungsi pengontrolan.

c. PDN-GW (Packet Data Network Gateway)

Sama halnya dengan SGW, *Packet Data Network Gateway* atau PDN-GW adalah komponen penting pada LTE untuk melakukan terminasi dengan *Packet Data Network* (PDN) berfungsi mengatur hubungan jaringan data antara UE dengan jaringan paket data lain diluar 3GPP seperti WLAN, Wimax, dan EVDO.

d. PCRF (Policy and Changing Rules Function)

PCRF merupakan bagian dari arsitektur jaringan yang berfungsi mengumpulkan informasi dari dan ke jaringan, sistem pendukung operasional, dan sumber lainnya secara *real time*, yang mendukung pembentukan aturan dan kemudian secara otomatis membuat keputusan kebijakan untuk setiap pelanggan aktif di jaringan.

e. HSS (Home Subscription Service)

HSS singkatan dari *Home Subscription Service* adalah tempat penyimpanan data pelanggan untuk semua data permanen *user* yang dipelihara secara terpusat pada *premises home operator*.

2.2.2. Drive Test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. 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. Perjalananpun dilengkapi dengan peta digital, GPS, *handset* dan *software drive test*, seperti Agilent, Nemo(Nokia), TEMS (Ericson), dan Rohde & Schwarz.

Selain tujuan umum diatas, dalam proses *drive test* dapat bertujuan khusus untuk optimasi suatu jaringan seperti berikut:

- a. Untuk mengetahui *coverage* sebenarnya di lapangan, apakah sudah sesuai dengan prediksi *coverage* pada saat *planning*.
- b. Untuk mengetahui parameter jaringan di lapangan, apakah sudah sesuai dengan parameter *planning* dan optimasi.
- c. Untuk mengetahui performansi jaringan setelah dilakukan perubahan seperti penambahan atau pengurangan TRX.
- d. Untuk mengetahui adanya interferensi dari sel-sel tetangga.
- e. Untuk mencari adanya *poor coverage* atau daerah yang memiliki daya terima signal yang rendah.
- f. Untuk mencari RF *issue* yang berkaitan adanya Drop Call atau Block Call.
- g. Untuk mengetahui performansi jaringan operator lain atau Benchmarking.

2.2.2.1. Perlengkapan Drive Test

Proses *drive test* membutuhkan peralatan – peralatan yang mendukung dalam pengukuran. Dalam modul ini *drive test* dilakukan menggunakan *software* TEMS dan apapun perlengkapan lengkapnya sebagai berikut:

- a. Laptop

Laptop digunakan sebagai alat monitoring parameter hasil *drive test* secara visual. Laptop yang dilengkapi dengan *software* TEMS Investigation untuk mengambil dan

mengolah data. Spesifikasi Laptop untuk *drive test* harus memiliki memori RAM lebih dari 1GB.

b. Perangkat lunak TEMS

Perangkat lunak TEMS yang digunakan untuk *drive test* di luar ruangan adalah software TEMS Investigation.

c. Handphone TEMS

Ada berbagai jenis *handphone* yang support pada TEMS Investigation diantaranya adalah Sony Ericson K800i, T610, dan W995i. *Handphone* sebagai terminal untuk panggilan, *upload* dan *download* data maupun *video call*. Dan untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh pelanggan. Selain itu perlu juga disiapkan *sim card* dari operator yang akan diukur.

d. Kabel Data

Kabel data untuk menghubungkan antara komputer dan *handphone*. Kabel data yang digunakan antara lain USB, Serial.

e. Global Positioning System (GPS)

Sebuah sistem yang dapat menunjukkan posisi benda di permukaan bumi secara cepat, di semua tempat, pada semua kondisi dan pada setiap waktu. GPS ini digunakan untuk *tracking rute* pengukuran sehingga akan diketahui posisi pengambilan data sepanjang pengukuran *drive test*.

f. Aksesoris

Perangkat yang mendukung dalam pengukuran menggunakan TEMS, seperti USB Hub, Inverter, dan *charger handphone*.

2.2.2.2. Jenis-jenis Pengukuran Drive Test

Jenis – jenis pengukuran *drive test* diibagi menjadi mode pengukuran dan cara pengambilan data. Pada mode pengukuran *drive test* ada tiga jenis, yaitu:

a. Drive Test Idle Mode

Pengukuran kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan *idle* (tidak melakukan call/sms). Biasanya mode ini dilakukan hanya untuk mengetahui *signal strength* suatu area yang terindikasi *low signal/no service*.

b. Drive Test Dedicated Mode

Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (long call/short call ke *destination number* tertentu). Untuk mengukur dan mengidentifikasi kualitas *voice* dan data.

c. Drive Test QoS Mode

Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal dengan metode *call set up* dan *call end* dengan *formula time / command squence* tertentu.

Sedangkan untuk cara pengambilan data secara *drive test* dibagi menjadi empat proses, antara lain:

a. Single Site Verification (SSV), merupakan *drive test* untuk memverifikasi setiap *site* bagus atau tidak.

b. *Cluster*, merupakan *drive test* yang mengukur jaringan setiap *cluster* atau daerah yang terdiri dari beberapa *site* namun hanya untuk satu operator jaringan.

c. *Benchmark*, merupakan *drive test* yang membandingkan beberapa operator dalam satu *cluster* atau daerah.

d. Optimasi, merupakan bagian analisa gangguan atau kurangnya *service quality* pada *site* yang sudah jadi.

2.2.2.3. Parameter Drive Test

Meningkatnya jumlah pelanggan sebuah operator tidak hanya berdampak pada peningkatan *revenue*, namun juga berakibat pada naiknya jumlah panggilan gagal. Kegagalan panggilan bisa disebabkan oleh 3 faktor, pertama komponen dalam ponselnya yang bermasalah, kedua pelanggan memang berada pada luar *coverage* BTS sehingga saat *handover*, ponsel tidak tercover oleh BTS lain atau pelanggan berada pada daerah *blankspot*. Ketiga, jaringan operator yang memang sedang padat.

Faktor pertama tentu bisa diatasi dengan melakukan penggantian komponen, sementara yang faktor kedua tidak bisa berbuat banyak selain menunggu ponsel mendapatkan sinyal kembali, solusinya mungkin bisa dilakukan dengan penggantian *simcard* operator lain. Pada faktor harus dikembalikan ke operator yang bersangkutan, apakah jaringan yang mereka pasang sudah baik, sehingga bisa mengcover seluruh kawasan. Panggilan gagal seringkali terjadi di daerah perkotaan (kepadatan traffic) dan pegunungan (*overlap*). Oleh karena itu dilakukan *drive test* sebagai dari optimasi jaringan untuk mengetahui parameter-parameter yang terukur agar dapat dievaluasi sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk menjamin kualitas layanan yang lebih baik lagi.

a. Drive Test 3G (WCDMA/UMTS)

Sama halnya pada GSM, parameter untuk drive test 3G juga dikelompokkan menjadi dua yaitu parameter untuk verifikasi data BTS dan parameter untuk verifikasi kualitas jaringan. Parameter untuk verifikasi data BTS, antara lain:

- Cell ID, merupakan nomor unik yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap BTS atau sektor dari BTS dalam kode area lokasi (LAC). Pada umumnya digit terakhir dari Cell ID merupakan Sektor ID sel. Nilai 0 digunakan untuk antena Omnidirectional. Nilai 1, 2, 3 digunakan

untuk mengidentifikasi sektor antena *trisector* atau *bisektris*. Misalnya sektor 1 BTS maka digit terakhir *cell* id-nya 1, dan seterusnya.

- Universal Absolute Radio Frequency Channel Number (UARFCN), merupakan nomor kanal yang mewakili *carrier* UMTS sebesar 5 MHz. Nomor kanal UARFCN dihitung sesuai dengan frekuensi yang digunakan dikalikan 5. Misalnya jika frekuensi 2132,8 MHz maka $UARFCN = 2132,8 \text{ Mhz} * 5 = 10.664$.
- Scrambling Code (SC), merupakan kode yang membedakan antar sektor BTS atau sel digunakan untuk membedakan *user* yang satu dengan yang lainnya.

Sedangkan parameter kualitas jaringan pada WCDMA, antara lain:

- RSCPx(Receive Signal Code Power), tingkat kekuatan sinyal di jaringan 3G yang diterima ponsel sama halnya dengan RxLev pada GSM dengan satuan -dBm.
- Ec/Nox(Energy Carrier per Noise), perbandingan (ratio) antara kekuatan sinyal (signal strength) dengan kekuatan derau (noise level) atau SNR (signal/noise ratio) yang dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur (medium) koneksi. Fungsinya sama dengan RxQual di jaringan 2G.
- CSSR (Call Setup Success Ratio).
- CCSR (Call Completion Success Ratio).
- DCR (Drop Call Ratio).
- BCR (Blocked Call Ratio), untuk CSSR, CCSR, DCR, BCR dalam parameter kualitas jaringan 3G sama dengan parameter kualitas jaringan 2G/GSM.

b. Drive Test 4G LTE

Untuk mengukur kualitas dari jaringan 4G LTE ada beberapa parameter yang paling utama yaitu:

- RSSI (Received Signal Strength Indicator) merupakan *power* sinyal yang diterima user dalam rentang frekuensi tertentu termasuk *noise* dan interferensi (disebut juga *wideband power*).
- RSRP (Reference Signal Received Power) merupakan sinyal LTE *power* yang diterima oleh user dalam frekuensi tertentu. Semakin jauh jarak antara *site* dan *user*, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima oleh *user*. RS merupakan Reference Signal atau RSRP di tiap titik jangkauan *coverage*. *User* yang berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE.
- RSRQ (Reference Signal Received Quality) merupakan parameter yang menentukan kualitas dari sinyal yang diterima.
- SINR (Signal to Interference Noise Ratio) merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan *noise* yang timbul (tercampur dengan sinyal utama).
- CQI (Channel Quality Index) merupakan kualitas dari sebuah *channel downlink* (dari *site* ke *user*) dengan kondisi *dedicated mode* (pada LTE, *user* melakukan download data). CQI dapat diperoleh dari *user* yang melakukan pemberian informasi terhadap *site* berupa modulasi yang digunakan, *code rate*, dan *efficiency*.
- PCI (Physical Cell ID) merupakan kode identitas fisik tiap *cell*. Pada dasarnya, setiap *cell* akan melakukan

broadcast informasi mengenai *cell ID* yang dimilikinya agar *user* mengenali *site* tersebut.

- BLER (Block Error Rate) merupakan rasio perbandingan antara total *error block* dengan *total block* dari sebuah transmisi data digital. BLER digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari demodulasi sinyal dengan menggunakan metode CRC.

2.2.3. Test Mobile System (TEMS)

TEMS adalah kependekan dari *Test Mobile System* yang merupakan perangkat untuk men-*setting* dan *maintaining* jaringan seluler. Perangkat TEMS ini merupakan keluaran Ericson untuk *drive test*. Pada dasarnya sendiri dari ponsel TEMS *mobile phone* yang dikendalikan oleh perangkat lunak pada komputer. Salah satu fitur utama dari TEMS adalah menggunakan ponsel dengan bagian radio standar dan daya standar, yaitu suatu ponsel biasa dengan perangkat lunak yang diubah. Maka dari itu TEMS akan berperilaku sama seperti ponsel standar. Namun memiliki fitur tambahan sebagai pengumpul informasi tentang level sinyal dan kualitas sinyal dan banyak lagi yang dipancarkan oleh BTS.

Ada tiga jenis TEMS yang sesuai dengan tujuan penggunaannya, antara lain:

a. TEMS Investigation

TEMS ini digunakan untuk *drive test* di luar ruangan (*outdoor*). Mulai versi 4 sudah dapat digunakan untuk *drive test* dalam ruangan (*indoor*). Menggunakan GPS (Global Positioning System) sebagai alat navigasi dan *plotting parameter* pada rute *drive test* yang dilalui.

b. TEMS Light

Jenis TEMS Light ini digunakan untuk *drive test* di dalam ruangan (*indoor*). TEMS Light merupakan versi penyederhanaan dari TEMS Investigation dengan menghilangkan beberapa fitur,

yang bertujuan mengurangi beban kerja dan konsumsi baterai komputer, hal tersebut dilakukan karena saat itu komputer portable/laptop masih mempunyai keterbatasan perangkat dan baterai. Data *logfile* yang dihasilkan TEMS Light sama lengkapnya dengan yang dihasilkan oleh TEMS Investigation. *Plotting parameter* dilakukan secara manual karena GPS tidak dapat menerima sinyal dari satelit.

c. TEMS Automatic

TEMS Automatic ini digunakan untuk *drive test* di luar ruangan (outdoor). TEMS Investigation dan TEMS Light hanya bisa mengukur sisi *downlink* saja yaitu dari arah BTS ke MS. Untuk *uplink* yaitu dari MS ke BTS, TEMS Investigation dan Light tidak dapat mengukur karena alat pengukurnya hanya *handphone*. TEMS Automatic menggunakan sistem *client-server* untuk pengukuran *uplink* dan *downlink*. *Client*-nya menggunakan MTU (Mobile Test Unit) yang bekerja secara otomatis saat dinyalakan. Hasil pengukuran di MTU dikirim lewat GPRS ke *server*. *Server* akan menerima data dari MTU dan mengolahnya.

2.2.4. Optimalisasi Jaringan 4G LTE

Instalasi pada setiap *site* baru, tim *drive tester* bertugas untuk melakukan pengecekan standar *new site* (audit) tersebut untuk melihat apakah instalasi sudah berjalan baik atau belum. Selain itu, tim *drive tester* juga bertugas untuk melakukan optimalisasi antena pada tower atau *pole site* tersebut serta kemiringannya (*tilting*) agar didapatkan *coverage* yang optimal dan tepat sasaran. Dalam pelaksanaan pengoptimalan orientasi antena tersebut tim *drive tester* dilengkapi oleh *rigger*. *Rigger* adalah alat ukur *tilt* meter yang memperlihatkan derajat kemiringan antena. Tim *drive tester* bertugas berada dibawah arahan dari DT dan RNO *Engineer*.

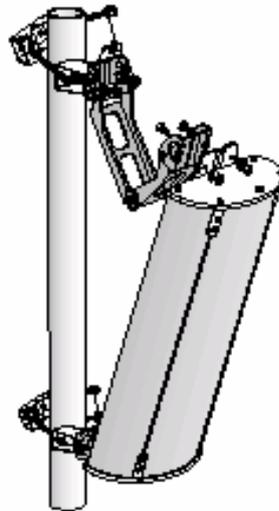
Pengecekan *site* salah satu faktor penting untuk dilakukannya optimasi jaringan karena dari hasil *drive test site* tersebut dapat diketahui apakah pengaturan *coverage site* tersebut sudah baik atau belum. Jika pengaturan *coverage* baik maka akan membuat kinerja dari *site* tersebut juga akan berjalan dengan baik. Beberapa antena yang dimodifikasi sudah memiliki motor elektrik yang secara otomatis dapat merubah arah dan kemiringan antena. Namun walaupun demikian informasi dari hasil audit *site* tetap diperlukan untuk memantau area sekitar dan topologinya untuk menentukan nilai yang sesuai. Selain itu audit *site* juga berfungsi untuk melihat instalasi yang terpasang. Hasil dari audit *site* berupa dan foto.

Ketika melakukan audit *site*, penentuan tilting dan pengarahan antena adalah hal yang berkaitan langsung dengan optimasi. Disini peran DT Engineer dalam menganalisa nilai yang tepat sangat dibutuhkan. Hal-hal yang dapat menjadi pertimbangan adalah jarak neighbor terdekat, lokasi konsumen dan topologi wilayah. *New site* yang berdiri diupayakan untuk dapat mengcover suatu area. Bisa itu merupakan area perluasan cakupan (*new coverage*), ataupun penambahan titik untuk mengurangi kepadatan trafik (*splitting*). Oleh karena itu penentuan tilting dengan menganalisa posisi neighbour terdekat untuk dapat membagi beban trafik haruslah tepat. Agar tidak ada overshooting *coverage* sehingga cenderung menimbulkan gangguan pada sisi *site neighbour*. Selain itu tembakan sinyal yang dipancarkan perlu untuk mempertimbangkan wilayah cakupan. Harus tepat sasaran dan sebisa mungkin mengantisipasi adanya *blocking* yang biasanya disebabkan oleh gedung, pohon, gunung dan lain-lain.

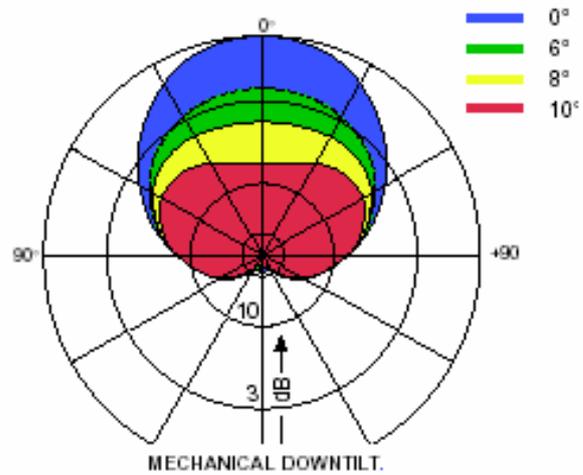
Tilting antena adalah suatu pengaturan kemiringan antena yang berfungsi untuk menetapkan area yang akan menerima cakupan sinyal. Untuk mengubah *coverage area* yang dilayani oleh BTS dapat dilakukan dengan teknik tilting, yaitu pemiringan/perubahan posisi antena yang dilakukan untuk mengatur *coverage* dari antena. Menurut jenisnya tilting dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

a. Mechanical Tilting

Mechanical tilting dilakukan dengan cara mengubah *tilt angle* yang terletak pada *bracket* (pengait antenna) secara vertikal (ke atas atau ke bawah). Pada *mechanical tilting* mengubah *tilt angle* dari sisi fisik antenna. Pada metode ini, antenna diputar secara fisik pada porosnya dari posisi vertikal sehingga *front lobe* akan bergerak ke bawah dan *back lobe* akan bergerak ke atas. Semakin besar derajat *mechanical*, maka antenna semakin menunduk yang menyebabkan *coverage* pada *main lobe* berkurang, sedangkan pada sisi *side lobe* akan melebar. Begitu pula sebaliknya. Alat yang digunakan untuk mengukur sudut kemiringan antenna yaitu *tilt meter*.



Gambar 2.4. *Mechanical Downtilting*



Gambar 2.5. Efek *Mechanical Tilting*



Gambar 2.6. Alat ukur *tilt meter*

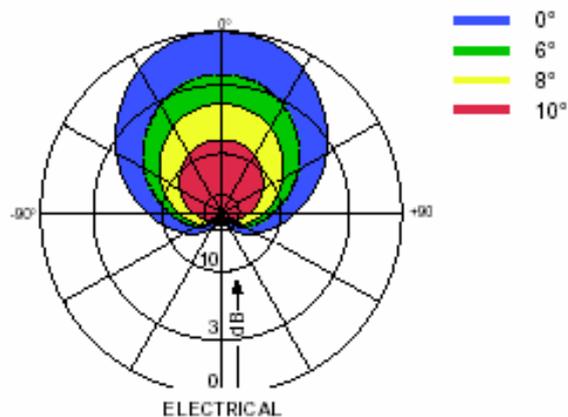
b. Electrical Tilting

Electrical tilting adalah mengubah coverage antenna dengan cara mengubah karakteristik fasa sinyal setiap elemen antenna, sehingga terjadi perubahan bentuk polarisasi antenna. Mengubah fasa antenna dapat dilakukan dengan cara mengubah pengaturan electrical tilt pada antenna yaitu 1, 2, 3, dst. Pada *electrical downtilting*, jika *front lobe* di *downtilt* maka *back lobe* juga di

downtilt dengan satuan yang sama. Semakin besar nilai *electrical* maka semakin kecil pula *coverage* yang diberikan.



Gambar 2.7. Perangkat *electrical tilting*



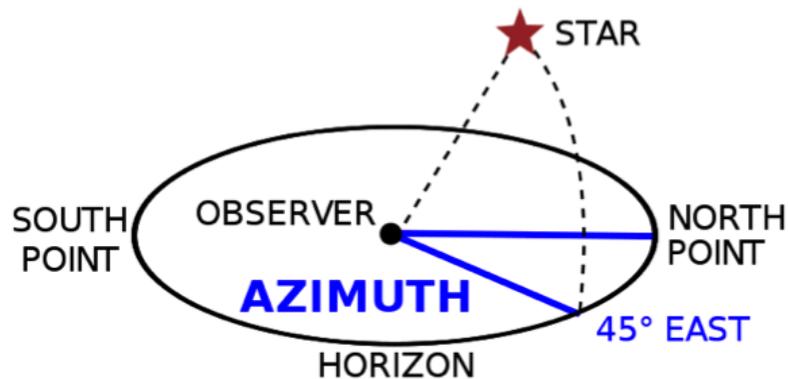
Gambar 2.8. Efek *electrical tilting*

c. Azimuth

Di dalam seni instalasi antena BTS juga kita harus mengenal apa yang dinamakan azimuth. Pengertian azimuth adalah sudut putar dari arah barat hingga timur. Sebagai referensi sudut nol dipakai arah mata angin utara. Tanda (+) berarti arah putar searah

jarum jam dari sudut nol. Tanda (-) untuk arah sebaliknya. Pada metode ini dilakukan dengan cara mengubah posisi *clamp* (penjepit antena) yang terhubung ke kaki tower secara horizontal. Petunjuk pengarahannya agar arah antena sesuai dengan *planning site* menggunakan alat bantu berupa kompas.

Azimuth dalam instal antena berdasarkan sektor atau jumlah antena dipasang ditentukan dari derajat terkecil. Sebagai contoh apabila ada 3 antena (sektor) dengan azimuth 80, 160, 320 maka untuk sektor 1 biasanya 80°, sektor 2 160° dan sektor 3 320° dan seterusnya.



Gambar 2.9. Penentuan sudut azimuth