

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [1] membahas tentang melakukan peningkatan kualitas sinyal dengan mengumpulkan data-data sebelumnya yang sudah diperkirakan dengan mengetahui data posisi *Base Tranceicer Station* (BTS) yang sudah dilakukan instalasi, mengetahui data jumlah penduduk, serta mengumpulkan data-data aktual dari BTS tersebut. Mengoptimalkan parameter yang ingin diukur yaitu parameter RSRP, SINR dan *throughput* sebagai parameter berdasarkan standar *Key Performance Indicator* (KPI) dengan menggunakan metode *drivetest* dengan perangkat *Tems Pocket* dan untuk melakukan analisis data menggunakan *Tems discovery* dan *Mapinfo Pro* dengan merancang jalur untuk mengetahui *bad spot area* dua operator untuk merancang pengoptimalan kualitas sinyal dengan metode *physical tuning*. Hasil optimasi *bad spot* dan *bad signal* pada dua operator yang pertama pada wilayah 1 operator X mendapatkan nilai RSRP, SINR, dan *Throughput* adalah RSRP -118 dBm (Rendah), SINR 12 dB (Rendah), *Throughput* 1194 kbps (Rendah), Panjang *bad signal* 3.404 km. kedua *bad signal* 2 operator X mendapatkan nilai RSRP -114 dBm (Rendah), SINR 14 dB (Rendah), *Throughput* 638.13 kbps (Rendah), Panjang *bad sgnal* 2.185 km. Ketiga wilayah *bad signal* 1 operator Y mendapatkan nilai RSRP -110 (Rendah) dBm, SINR 6 dB (Rendah), dan *Throughput* 460.823 kbps (Rendah), panjang *bad signal* 3.18 km. Terakhir *bad signal* 2 operator Y mendapatkan nilai RSRP -102 dBm (Rendah), SINR 7 dB (Rendah)[1].

Penelitian [2] membahas tentang melakukan peningkatan performansi jaringan 4G LTE eNodeB baru (*New Site*) penambahan eNodeB baru dilakukan berdasarkan *bad spot area* dengan melakukan metode *drive test* menggunakan *software Tems Pocket* di wilayah Kecamatan Bukit Sundi. Sebelum melakukan peningkatan performansi jaringan 4G LTE penulis pada penelitian tersebut terlebih dahulu melakukan peninjauan lokasi, menentukan titik longitude dan latitude eNodeB baru, mendapatkan *azimuth* dilakukan simulasi arah sektor dengan menggunakan *software google earth*, melakukan

pengamatan peningkatan performansi jaringan khususnya pada parameter RSRP menggunakan *software* atoll, analisis data hasil *drive test* atau biasa disebut Log File hasil *drive test* menggunakan *software Tems discovery*, menentukan *bad spot area* menggunakan *software google earth*, dan menampilkan eNodeB baru menggunakan *software* atoll. penelitian yang dibahas oleh penulis tersebut menjelaskan bahwa terdapat dua solusi mengatasi masalah *bad spot* dengan cara penambahan eNodeB baru (*New site*) dan juga dapat melakukan konfigurasi antena dengan cara merubah *tilting* (mengatur arah sudut elevasi antena) mempengaruhi cakupan wilayah (*coverage*) dan menyebabkan penurunan kualitas sinyal. Berdasarkan hasil *drive test* sebelum melakukan peningkatan reformansi jaringan 4G LTE terdapat parameter-parameter pengukuran yang belum optimal yaitu RSRP -110 dBm (Rendah) dan parameter RSRQ -14 dB sampai dengan -9 dB (Baik). Dari hasil pengukuran parameter diatas di dapatkan sampel dimana parameter RSRP yang tergolong kategori bagus sebelum optimasi sebesar 14,5 % dan setelah melakukan optimasi di dapatkan peningkatan reformansi peningkatan jaringan 4G LTE pada parameter RSRP 26,79 %, peningkatannya sebesar 12,29 % setelah melakukan peningkatan reformansi jaringan 4G LTE parameter RSRP[2].

Penelitian [3] membahas tentang menganalisis performansi jaringan 4G LTE dengan metode *drive test* dengan menentukan kualitas sinyal pada parameter-parameter yang dilakukan pengukuran yaitu terdapat parameter *Reference Signal Receives Power* (RSRP), *Signal To Interference Noise Rasio* (SINR), dan *Reference Signal Receives Quality* (RSRQ). Metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi kualitas secara *real* di lapangan, penelitian tersebut menggunakan *software* G-NetTrack Pro untuk melakukan *drive test*, penentuan *area* yang ingin dilakukan *drive test* menggunakan *software google maps*, menentukan provider yang ingin dilakukan performansi peningkatan jaringan 4G LTE menggunakan provider atau operator Telkomsel, melakukan *survey rute* sebelum melakukan *drive test* untuk mengetahui lokasi *site* BTS. Hasil pengukuran dengan menggunakan metode *drive test* dimana parameter RSRP sebelum melakukan peningkatan

performansi jaringan 4G LTE operator Telkomsel didapatkan nilai RSRP sebesar -77 dBm dikategorikan rendah (*low*), nilai RSRQ sebesar -6 dB rendah (*low*), dan SINR sebesar 6,71 dB baik (*good*). Perbandingan setelah melakukan peningkatan performansi jaringan 4G LTE dengan operator atau provider Telkomsel dimana terdapat peningkatan parameter RSRP -83,48 dBm baik (*good*), parameter RSRQ -11,18 dB baik (*good*), dan untuk parameter SINR 6,71 baik (*good*)[3].

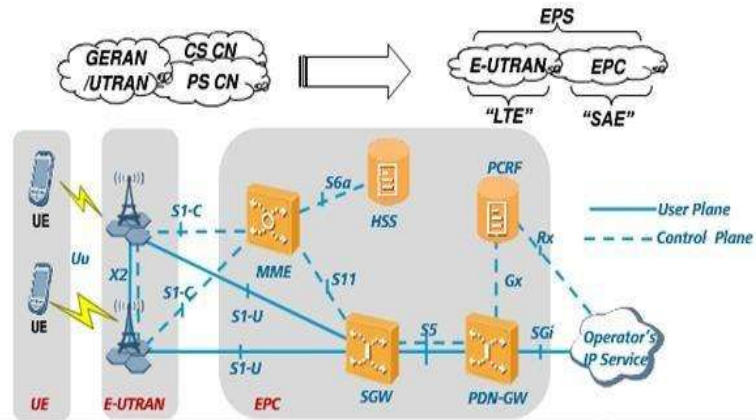
Penelitian [4] membahas tentang metode ACP tersebut merupakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) melakukan penerapan perhitungan otomatis terhadap *tuning* antenna berdasarkan ketinggian antenna, *azimuth* antenna, dan *tilting* antenna. Meningkatkan kualitas sinyal dengan penerapan optimasi jaringan 4G LTE terlebih dahulu mengetahui operator yang ingin dilakukan optimasi jaringan dengan metode ACP untuk *physical tuning* antenna sektoral operator yang digunakan yaitu Telkomsel, menentukan standar KPI berdasarkan operator yang digunakan dengan melihat parameter pengukuran dimana target yang harus dicapai pada parameter RSRP yaitu  $80\% > (-100)$  dBm dan SINR  $90\% > (0)$  dBm, menentukan wilayah optimasi ACP dilakukan pada wilayah Kecamatan Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara yang termasuk kategori wilayah *sub-urban* penentuan wilayah tersebut berdasarkan pengamatan luas wilayah dan jumlah penduduk. melakukan simulasi *Site Existing* berdasarkan data yang di peroleh operator Telkomsel dengan nama *site*, titik koordinat, tinggi antenna, *azimuth*, dan *tilting* antenna. Penerapan ACP pada optimasi *physical tuning* bertujuan agar kualitas pendistribusian sinyal antar *site* yang terhubung satu sama lain menjadi optimal terhadap *coverage* atau cakupan wilayah. Melakukan simulasi *site existing* untuk mengetahui nilai yang terdapat pada parameter RSRP dan parameter SINR pada saat melakukan simulasi tersebut didapatkan nilai RSRP sebesar  $78,30\% \geq (100)$  dBm belum memenuhi standar KPI, setelah melakukan optimasi ACP pada *physical tuning* antenna sektoral terdapat peningkatan parameter RSRP sebesar  $90,02\% \geq (100)$  dBm memenuhi standar KPI, terdapat peningkatan parameter RSRP sebesar 11,72%. Pada saat melakukan simulasi tersebut didapatkan nilai SINR  $66,82\% \geq (0)$  dB

belum memenuhi standar KPI, setelah melakukan optimasi ACP pada *physical tuning* antena sektoral terdapat peningkatan parameter SINR sebesar  $95,56\% \geq (0)$  dB memenuhi standar KPI, terdapat peningkatan parameter SINR sebesar 28,73%[4].

Penelitian [5] membahas tentang perancangan jaringan 4G LTE dengan target mengetahui kualitas jaringan 4G LTE terhadap parameter *best signal level*, nilai  $C/(N+I)$ , *Throughput*, RSRP, dan BLER. Perancangan jaringan 4G LTE menggunakan *software* Atoll dan melakukan *survey* terhadap lokasi *site* eNodeB agar dapat mengetahui kondisi sekitar *site* eNodeB secara *real*, melakukan *plotting site* eNodeB yang terdapat pada kota Balikpapan sebanyak 126 *site* eNodeB. Melakukan optimasi perencanaan jaringan 4G LTE mendapatkan rata-rata nilai setiap *site* terhadap beberapa parameter yang diukur diantaranya parameter *Reference Signal Streight Indicator* (RSSI) sebesar -70,04 dBm dikategorikan baik (*good*), nilai rata-rata  $C/(N+I)$  yang didapatkan sebesar 5.08 dB dikategorikan baik (*good*), nilai rata-rata parameter RSRP yang didapatkan sebesar -115,88 dikategorikan normal (*fair*), nilai rata-rata BLER yang didapatkan sebesar 0,03 dikategorikan baik (*good*). Berdasarkan hasil perhitungan dengan parameter yang di tentukan maka dapat dikatakan pada optimasi perancangan jaringan 4G LTE sesuai dengan standar KPI yang ditentukan[5].

## 2.2. ARSITEKTUR LONG TERM EVOLUTION (LTE)

Gambar 2.1 arsitektur LTE memiliki istilah *System Architecture Evolution* (SAE) mengalami evolusi dari teknologi sebelumnya, LTE mengadopsi teknologi *Evolved Packet System* (EPS). Pada arsitektur tersebut terdapat beberapa komponen penting diantaranya yaitu *User Equipment* (UE), *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN), dan *Evolved Packet Core* (EPC).



Gambar 2.1 Arsitektur Teknologi LTE [6].

Fungsi komponen-komponen yang terdapat pada arsitektur LTE diantaranya yaitu:

1. *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*

E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*) adalah suatu system dalam arsitektur LTE yang berfungsi untuk menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan core. Pada teknologi sebelumnya hanya terdapat satu komponen pada sistem teknologi LTE E-UTRAN yaitu *Evolved Node B (eNodeB)*, secara fisik bisa dikatakan suatu *base station* yang diletakkan pada permukaan bumi (*BTS Greenfield*) dan juga bisa di tempatkan diatas gedung atau biasa disebut dengan (*BTS Roof Top*)

2. *Evolved Packet Core (EPC)*

EPC adalah suatu sistem yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler, EPC berfungsi untuk melakukan layanan pengiriman IP secara *end-to-end* pada LTE. EPC pada generasi sebelumnya memiliki fungsionalitas *core mobile* (2G, 3G) terdapat dua bagian yang terpisah yaitu bagian *circuit switch* (CS) untuk layanan *voice* dan *packet switch* (PS) untuk layanan data. Selain itu EPC juga berperan dalam pengenalan model bisnis baru seperti konten dan penyedia aplikasi. EPC terdiri dari MME (*Mobile Management Entity*), SGW (*serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*).

3. *Mobile Management Entity* (MME)

MME adalah suatu elemen yang terdapat pada arsitektur SAE (*System Architecture Evolution*) sebagai *control* utama pada EPC. MME berfungsi dalam pelayanan lokasi keamanan operator atau bisa dikatakan MME berfungsi sebagai *authentication* dan *security*, *mobile management*, *managing subscription profile* dan *service connectivity*. MME juga berperan dalam melakukan pelacakan keberadaan *user* dengan cara *tracking* dan *pagging*.

4. *Home Subscription Service* (HHS)

*Home Subscription Service* (HHS) merupakan *server database* yang dipusatkan pada PHO (*premises home operator*) yang berfungsi untuk menyimpan semua data pelanggan atau *user* secara permanen. HHS juga dapat menyimpan lokasi *user*.

5. *Serving Gateway* (S-GW)

*Serving Gateway* (S-GW) adalah bagian dari infrastruktur jaringan yang bertujuan sebagai pusat operasional dan *maintenance*. Pada arsitektur SAE (*System Architecture Evolution*) jaringan LTE dimana S-GW berfungsi sebagai jembatan antara manajemen dan *switching user plane*. Pada fungsi pengontrolan peranan S-GW sangat sedikit dan hanya bertanggungjawab pada sumbernya sendiri.

6. *Packet Data Network Gateway* (PDN-GW)

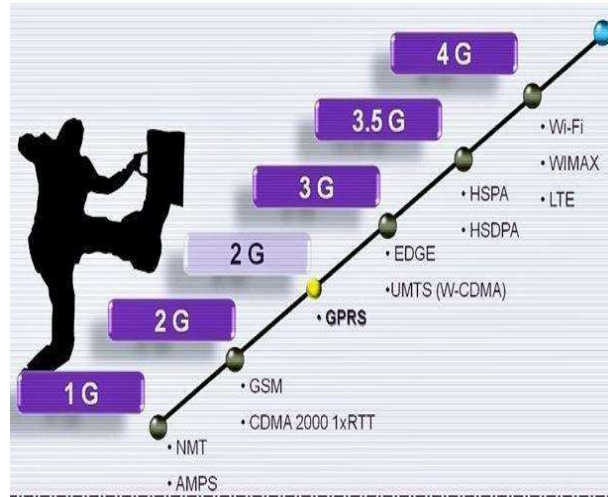
*Packet Data Network Gateway* (PDN-GW) berfungsi untuk mengalokasikan *IP Address* ke *user* ataupun sebagai penyedia hubungan untuk *user* ke jaringan paket dan juga manajemen QoS (*Quality Of Service*) dan sebagai pusat *link* yang menghubungkan antara teknologi LTE dengan teknologi non-3GPP contohnya wimax dan 3GPP2.

7. *Policy and Charging Rules* (PCRF)

*Policy and Charging Rules* (PCRF) adalah sebagai pengontrol QoS (*Quality Of Service*) saat saling terhubung antar jaringan, pengontrol *routing*, dan *charging* saat *user* terhubung ke jaringan untuk memperhitungkan *billing user* [7].

### 2.3. LONG TERM EVOLUTION (LTE)

*LONG TERM EVOLUTION* (LTE) adalah teknologi yang dikembangkan *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) yang dikhususkan untuk memberikan layanan yang cepat dari segi kecepatan *Downlink* dan kecepatan *Uplink*. LTE dapat memberikan layanan kecepatan pada sisi *downlink* sebesar 100 Mbps dan pada sisi kecepatan *uplink* sebesar 50 Mbps [8]. LTE merupakan generasi keempat atau suatu perkembangan teknologi yang dilakukan guna memberikan suatu manfaat bagi jaringan seluler dan menggantikan teknologi yang sebelumnya pada generasi ketiga. Berikut adalah gambar perkembangan teknologi seluler 3GPP.



Gambar 2.2 Perkembangan Teknologi Seluler [5].

Pada perkembangan teknologi seluler terdapat beberapa tahapan perkembangan yang dilakukan seperti pada Gambar 2.2 perkembangan tersebut memiliki perbedaan pada bagian jaringan yang digunakan teknologi 1G digunakan hanya untuk melakukan komunikasi jarak jauh ataupun hanya digunakan untuk telfon saja, generasi 1G menggunakan teknologi berbasis analog atau biasa disebut dengan teknologi AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*). Generasi kedua yaitu 2G memiliki perbedaan teknologi pada generasi sebelumnya yaitu 1G pada generasi 2G menggunakan teknologi berbasis digital dan dibekali dengan perkembangan teknologi jaringan *Code Division Multiple Access* (CDMA) dan *Global System For Mobile Communications* (GSM) pada teknologi tersebut sudah dapat digunakan

untuk mengirim suatu pesan bergambar dengan kecepatan transfer data sebesar 50 Kbps. Berkembang lagi ke generasi 3G pada generasi ini memiliki kelebihan pada sisi kecepatan transfer data dibandingkan pada generasi sebelumnya dimana kecepatan transfer data generasi 3G sebesar 1 Mbps dengan menggunakan teknologi *Enhanced Data Rates For GSM Evolution* (EDGE). Generasi 3G sudah dapat digunakan untuk melakukan suatu panggilan *video* (*video Call*). Perkembangan teknologi generasi 4G terdapat kecepatan transfer data yang sangat berguna dan bermanfaat pada teknologi seluler kecepatan yang terdapat pada generasi 4G mencapai maksimum 100 Mbps. Teknologi 4G dapat digunakan untuk melakukan *streaming video*, memainkan suatu *game* yang bersifat *online* atau terhubung ke *internet*, dan lain sebagainya layanan generasi 4G yang sering digunakan yaitu WiFi dan WiMax.

#### 2.4. PARAMETER RADIO

Parameter radio adalah parameter yang digunakan untuk mengukur suatu kualitas sinyal dan menentukan kualitas performansi yang biasa disebut dengan KPI (*Key Performance Indicator*) dalam suatu jaringan LTE terdapat beberapa jenis parameter yang dapat menentukan suatu kualitas sinyal antara lain parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal To Interference Noise Ratio*), RSRQ (*Reference Signal Received Quality*), dan PCI (*Physical Cell Id*) [9]. Perlunya parameter radio tersebut diperlukan untuk melakukan optimasi jaringan berdasarkan standar KPI *provider* dan terdapat standar KPI pada parameter radio yang digunakan sebagai berikut:

##### 1. *Reference Signal Received Power* (RSRP)

Merupakan kekuatan sinyal LTE yang diterima *user* tetapi dalam frekuensi tertentu. Parameter RSRP menjadi suatu parameter yang sangat penting dalam melakukan optimasi jaringan nantinya dikarenakan parameter RSRP yang akan mengukur kualitas sinyal yang didapatkan *user* tergantung dari jarak antara *user* dan *site* dimana semakin jauh jarak antara *user* dan *site* maka semakin kecil sinyal yang akan didapatkan dan juga terdapat factor lain yang mempengaruhi nilai parameter RSRP menurun yaitu dengan melihat kondisi disekitar *site*



apakah terdapat banyak *obstacle* atau penghalang sehingga pancaran sinyal oleh antenna sektoral menurun sehingga menyebabkan nilai parameter RSRP menurun. Berdasarkan nilai RSRP di kategorikan berdasarkan kualitas sinyal pada table 2.1.

Tabel 2.1 *Range* Nilai RSRP [6]

Range (dBm)	Keterangan
(-70) – (-90)	Bagus
(-91) – (-110)	Normal
(-111) – (-130)	Buruk

### 2. *Signal To Interference Noise Ratio* (SINR)

Merupakan parameter pengukuran yang membandingkan antara sinyal utama yang terdapat interferensi yang dipancarkan dibanding sinyal utama yang tercampur *noise background*. Dapat diartikan sebagai rasio antara *noise* dan rata-rata *power* yang diterima. CQI (*Channel Quality Indicator*) sebagai acuan UE (*User Equipment*) dalam menentukan nilai parameter SINR. Berdasarkan nilai SINR di kategorikan berdasarkan kualitas sinyal pada table 2.2.

Tabel 2. 2 *Range* Nilai SINR [6]

Range (dBm)	Keterangan
16 – 30	Bagus
1 – 15	Normal
-10 – 0	Buruk

### 3. *Reference Signal Received Quality* (RSRQ)

Merupakan Parameter yang menentukan kualitas sinyal yang diterima pada *user equipment* (UE). RSRQ juga sebagai pembanding antara RSRP dan *wideband power* (RTWP). Dalam menentukan baik buruknya sinyal yang diterima oleh UE (*user equipment*) tentunya dapat dilihat dari rasio parameter yang digunakan dalam melakukan optimasi dan parameter ini juga dapat menentukan kualitas suatu sinyal. Berdasarkan nilai RSRQ di kategorikan berdasarkan kualitas sinyal pada table 2.3.

Tabel 2. 3 *Range* Nilai RSRQ [6]

Range (dBm)	Keterangan
(-15) – (0)	Bagus
(-20) – (16)	Normal
(-30) – (-21)	Buruk

#### 4. *Physical Cell Identity* (PCI)

PCI merupakan suatu kode yang diberikan pada setiap *site*. Interferensi sering terjadi antar *site* dikarenakan saling berdekatan antar satu sama lain dan juga dapat menyebabkan terjadinya *failure handover* sebagaimana banyak kasus yang sering terjadi. PCI juga berfungsi agar *user equipment* (UE) dapat mengidentifikasi *cell* dengan melihat suatu frekuensi dan sinkronisasi waktu. Dalam pengalokasian PCI pada jaringan LTE terdapat beberapa ketentuan antara lain:

1. Apabila terdapat dua *site* tetangga yang tidak memiliki kode PCI dalam suatu area maka setiap *site* tersebut harus mempunyai kode PCI yang unik untuk masing-masing *cell*.
2. Terjadi suatu *failure handover* dikarenakan PCI yang sama antara dua *site* yang saling berdekatan.
3. Sebuah sel tidak diperbolehkan memiliki PCI yang berdekatan dengan sel tetangga.

### 2.5. OPTIMASI JARINGAN SELULER

Optimasi jaringan seluler merupakan suatu cara agar dapat meningkatkan kualitas suatu sinyal agar lebih stabil dan meningkatkan cakupan area suatu *site* atau BTS. Optimasi jaringan dilakukan untuk memberikan suatu layanan yang bermanfaat bagi masyarakat agar dapat memberikan kepuasan terhadap dunia teknologi yang berbasis internet. Optimasi juga dapat dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai konfigurasi perangkat keras, masalah yang terdapat pada perangkat keras, konfigurasi antena yang meliputi perubahan sudut *azimuth* antena, perubahan *tilting* antena, ketinggian antena, pengaturan parameter pengukuran sinyal, dan performansi jaringan. Proses optimasi jaringan yang penulis lakukan yaitu meningkatkan *coverage* suatu *site* pada antena sektor 3 dan juga melakukan

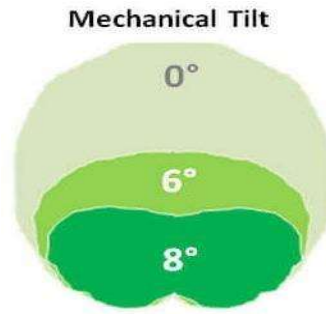
peningkatan sinyal pada area yang dicakup oleh *site* yang penulis lakukan, *case issue* yang penulis dapatkan yaitu terjadinya *badspot* pada cakupan area suatu *site* dengan menggunakan metode *physical tuning*.

## 2.6. **PHYSICAL TUNING**

*Physical tuning* merupakan suatu metode optimasi yang dilakukan untuk meningkatkan cakupan area atau *coverage* suatu *site* dengan cara mengatur ataupun juga merubah arah suatu perangkat fisik, tinggi suatu antenna, dan mengatur arah pancaran suatu antenna yang disesuaikan dengan ketentuan *coverage* yang telah di tentukan pada *engineer* parameter (engpar). *Tilting* antenna merupakan perubahan arah *azimuth* atau *direction* dan juga mengubah arah perangkat fisik yaitu antenna fisik di Menara atau tower terdapat 2 jenis *tilting* yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting* [10]. Terdapat dua cara pada saat melakukan perubahan arah antenna atau yang biasa disebut dengan *tilting* antara lain yaitu:

### 1. *Mechanical tilting*

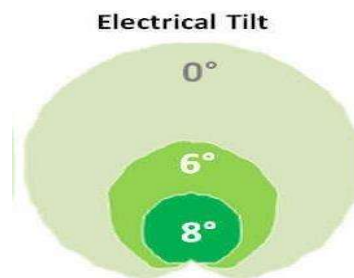
Merupakan aktifitas *physical tilting* dengan cara merubah kemiringan antenna secara fisik dengan cara manual. Untuk mengukur arah sudut derajat kemiringan menggunakan *tilting* meter. Perubahan *mechanical tilting* yaitu merubah arah antenna secara vertikal (ke atas dan ke bawah) dimana semakin kecil derajat kemiringan antenna maka antenna semakin mendonga ke atas atau kata lain semakin tidak menunduk, dan sebaliknya semakin besar derajat kemiringan antenna maka antenna semakin menunduk. Tingkat kemiringan antenna juga berpengaruh terhadap cakupan area atau *coverage* suatu antenna dimana semakin besar tingkat derajat kemiringan antenna yang menyebabkan antenna menjadi menunduk ke bawah maka semakin kecil tingkat *coverage* yang didapatkan ataupun yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin kecil tingkat derajat kemiringan antenna yang menyebabkan antenna menjadi mendonga ke atas maka semakin besar juga tingkat *coverage* yang didapatkan atau dihasilkan.



Gambar 2.3 Polarisasi *main lobe* pada pengaturan *mechanical tilting*

## 2. *Electrical tilting*

*Electrical tilting* merupakan perubahan yang terjadi pada polarisasi yang dihasilkan dikarenakan pengaturan parameter kelistrikan pada antena. Mengatur secara elektronik dapat merubah bentuk polarisasi pada antena. *Electrical tilting* adalah metode *tilting* yang berfungsi untuk mengubah karakteristik fasa sinyal atau daya pancar suatu antena. Tingkat *coverage* yang dihasilkan tergantung pada besar kecilnya nilai *electrical* yang diatur dimana semakin besar nilai *electrical* maka semakin kecil *coverage* yang dihasilkan. Bentuk polarisasi radiasi tidak berubah tetap sama pada saat mengatur *electrical tilting* tetapi yang berubah hanya *coverage*.



Gambar 2.4 Polarisasi *main lobe* pada pengaturan *electrical tilting*

## 3. *Azimuth Tilting*

*Azimuth tilting* merupakan perubahan arah antena baik kekiri atau kekanan (*horizontal*). Perubahan arah antena dilakukan untuk menentukan *coverage* antena sesuai dengan data engpar yang telah dilakukan evaluasi dan pengecekan agar dapat melayani masyarakat dengan baik. Terdapat Batasan perubahan *azimuth* antena sebesar  $5^\circ$

sampai 100°. Kompas merupakan alat yang digunakan untuk melihat perubahan antenna agar sesuai dengan *planning site*. Posisi 0° terletak di sebelah utara dan menjadi acuan.

## 2.7. **BAD SPOT**

*Bad spot* adalah suatu area yang kurang mendapatkan cakupan dari *transmitter* sehingga mendapatkan hasil performansi yang buruk[11]. Terdapat beberapa *complain* dari beberapa area yang tidak tercakup oleh *site* atau pancaran antenna yang dihasilkan tidak sampai pada cakupan yang ditentukan tentunya *case issue* ini sangat penting dikarenakan terjadi penurunan QoS (*Quality Of Service*) atau hasil dari *drive test* yang dilakukan dapat dianalisa dimana terdapat penurunan pada kualitas sinyal di cakupan area *site*. Terdapat beberapa factor yang mempengaruhi terjadinya *bad spot* antara lain jumlah penduduk yang setiap harinya meningkat atau setiap bulan dan tahun meningkat dan mengakibatkan penurunan kualitas sinyal, kondisi geografi atau kontur tanah dan *obstacle* yang terdapat pada *site* yang mengalami kendala *bad spot* tersebut, perubahan *azimuth* antenna diakibatkan karna kondisi suatu cuaca yang dapat menggeser antenna dan terjadi pengaruh buruk terhadap *coverage* yang dihasilkan, ketinggian antenna yang terhalang oleh pepohonan atau gedung tinggi sehingga mengakibatkan penurunan parameter radio jaringan LTE berupa RSRP, RSRQ, dan SINR dimana parameter tersebutlah yang menentukan kekuatasn sinyal yang diterima *user* apabila terdapat masalah maka sinyal yang diterima oleh *user* rendah sehingga tidak sesuai standar ketetapan provider tertentu[12].

## 2.8. **MODEL PROPAGASI COST 231 HATA**

Propagasi cost 231 hata merupakan perkembangan propagasi sebelumnya yaitu propagasi *Okumura* hata tetapi kedua propagasi ini memiliki persamaan emperik. Propagasi cost 231 hata digunakan untuk memprediksi kekuatan sinyal, karakteristik gelombang radio berdasarkan frekuensi, jarak, ketinggian, dan kondisi lainnya[13]. Model propagasi ini digunakan pada frekuensi 1500 – 2100 MHz tetapi propagasi cost 231 hata masih relevan digunakan pada frekuensi 3000 MHz. Terdapat persamaan propagasi cost 231 hata sebagai berikut[14].

Frekuensi (f) pada range 1500 MHz – 2000 MHz.

Tinggi *base station* (hb) pada range 30 meter – 200 meter.

Jarak antara eNodeB ke UE (d) pada range 1 km – 20 km.

Persamaan yang digunakan yaitu persamaan cost hatta 231 dsebagai berikut:

$$L_p(\text{dB}) = 46,33 + (44,9 - 6,55 \log_{10} ht) \log_{10} d + 33,9(\log_{10} f) + \text{cm} - 13,82 \log_{10} (hr) - a(hr) \quad [2.1]$$

CM = 0 dB (untuk ukuran medium kota dan daerah sub-urban)

CM = 3 dB (untuk daerah pusat kota)

Untuk area Urban:

$$a(hr) = 3,2 (\log_{10} 11,75hr)^2 - 4,97 \quad [2.2]$$

Untuk area Sub Urban dan Rural:

$$a(hr) = (1,1 \log_{10} f - 0,7)hr - (1,56 \log_{10} f - 0,8) \quad [2.3]$$

Keterangan :

f = Frekuensi dari 1500 – 2100 MHz

ht = Tinggi eNodeB (m)

hr = Tinggi UE (m)

d = Jarak antar eNodeb dengan UE (km)

a(hr) = Faktor koreksi untuk tinggi efektif antena

## 2.9. PARAMETER JARINGAN 4G LTE

### 1. *Reference Signal Received Power* (RSRP)

Parameter RSRP merupakan parameter yang bertujuan untuk mengidentifikasi kuat sinyal yang diterima oleh user kualitas sinyal yang menurun dapat menyebabkan penurunan terhadap parameter RSRP. Pengukuran parameter RSRP digunakan unruk menunjukkan *coverage* dari jaringan LTE dan juga berperan dalam menentukan titik *handover*[7].

### 2. *Signal To Interference Noise Ratio* (SINR)

Parameter SINR merupakan parameter yang bertujuan untuk

membandingkan *power* dari sinyal referensi dengan *power* interferensi dan *noise* yang mempengaruhi pada saat melakukan pengiriman atau menerima data[6].

### 3. *Reference Signal Received Quality* (RSRQ)

Parameter RSRQ merupakan parameter pengukuran yang bertujuan untuk menentukan kualitas sinyal yang diterima. Parameter RSRQ berkaitan dengan parameter RSRP untuk membantu menentukan titik pada saat terjadi *handover* dimana RSRQ dapat meranking performansi kandidat sel pada saat proses *cell selection* dan *reselection* berdasarkan kualitas sinyal yang diterima[6].

### 4. *Received Signal Strength Indicator* (RSSI)

Parameter RSSI merupakan parameter pengukuran *power* sinyal yang diterima dalam rentang frekuensi tertentu yang terdapat *noise* dan interferensi biasa juga disebut dengan *signal level*[5].

### 5. *Physical Cell Identity* (PCI)

PCI merupakan mengidentifikasi suatu *cell* dengan cara memberikan kode unik setiap *cell* agar menghindari terjadinya suatu interferensi dan juga menghindari terjadinya *failure handover* agar dapat terjadi perpindahan *-serving cell* atau *handover*[6].

## 2.10. PITA FREKUENSI FDD

*Frequency Division Duplex* (FDD) digunakan untuk frekuensi *uplink* terpisah dan *downlink* yang digunakan, yang memungkinkan perangkat untuk mengirimkan dan menerima data pada saat yang sama. Jarak antara *uplink* dan *downlink* saluran disebut sebagai jarak *duplex*. Saluran *uplink* beroperasi pada frekuensi yang lebih rendah. Hal ini dilakukan karena frekuensi yang lebih tinggi mengalami redaman yang lebih besar dari frekuensi yang lebih rendah[21].

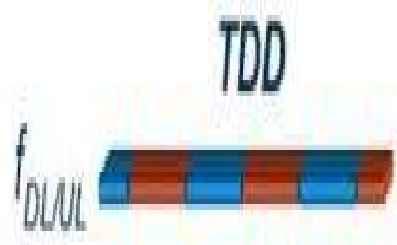


Gambar 2.5 FDD Mode[21]

Pada Gambar 2.5 yaitu *frequency division duplex (FDD) mode* yang memungkinkan untuk mengirim dan menerima sinyal secara simultan dengan frekuensi yang berbeda-beda. dengan Teknik ini dibutuhkan *guard frequency* untuk memisahkan frekuensi pengirim dan penerima secara simultan, serta dibutuhkan proses *filter* frekuensi yang harus akurat.

## 2.11. PITA FREKUENSI TDD

*Time Division Duplexing (TDD)* digunakan untuk operasi *full duplex* menggunakan pita frekuensi tunggal dan pembagian waktu *multiplexing uplink* dan *downlink* sinyal. Keuntungan yang didapatkan adalah kemampuannya untuk memberikan asimetris *uplink* dan *downlink* alokasi. Keuntungan lainnya termasuk alokasi dinamis, peningkatan efisiensi spektral, dan meningkatkan penggunaan Teknik *beamforming*[21].



Gambar 2.6 TDD Mode[21]

Pada Gambar 2.6 yaitu *time division duplex (TDD) mode* Setiap kanal tersebut di-*multiplexing* dengan menggunakan basis waktu sehingga setiap kanal memiliki *time slot* yang berbeda.