

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Afatah Purnama (2020), dengan judul “*Penerapan Metode ACP untuk Optimasi Physical Tuning Antena Sektoral pada Jaringan 4G LTE di Kota Purwokerto*” yang melakukan optimasi *physical tuning* antena sektoral untuk meningkatkan kualitas jaringan 4G (LTE) meliputi perubahan tinggi antena, *azimuth* dan *tilting* antena. menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) untuk memenuhi kebutuhan *coverage* di daerah Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara berdasarkan perolehan data *site existing* yang di simulasikan dengan *software* Atoll. Optimasi ini menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) kemudian akan dibandingkan dengan hasil *coverage prediction* berdasarkan data *site existing*. Hasil optimasi *physical tuning* antena sektoral menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) diperoleh nilai RSRP berada di atas -100 dBm dan 94,868% parameter CINR berada di atas 0 dB [2].

Sedangkan Aziz Makkatang dan Rianto Nugroho (2015), dengan penelitiannya yang berjudul “*Analisa Pengaruh Perubahan Tilt Antena Sektoral BTS Secara Electrical Dan Mechanical Site XL 3G Pakubuwono*” membahas mengenai unjuk kerja atau performansi sistem seluler baik berbasis sistem CDMA maupun GSM dapat diukur dengan melihat beberapa parameter Quality of Service (QoS) seperti *Key Performance Indicator* (KPI). Dari hasil penelitian salah satu penyebab menurunnya level sinyal dan kualitas sinyal pada suatu area adalah rundukan (*tilting*). Dari penelitian ini diperoleh *Tilting* secara *electrical* 2° didapatkan hasil sebesar -76 dBm, sedangkan *Tilting* secara *Mechanical* 2° didapatkan hasil sebesar -90 dBm [3].

V.S. Kusumo, P.K. Sudiarta, dan I.P. Ardana (2015) melalui penelitiannya dengan judul “*Analisis Performansi dan Optimalisasi Coverage Layanan LTE Telkomsel di Denpasar Bali*” yang membahas mengenai analisis dan optimalisasi jaringan Telkomsel dari sisi *coverage*. Pengumpulan data dilakukan dengan *drive*

test pada *cluster* wilayah Denpasar Barat yang masuk dalam *coverage area* 10 eNodeB dengan memperhitungkan parameter RSRP, SINR, dan PDCP *Throughput*. Hasil data yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan parameter KPI teori dan KPI Telkomsel. Nilai performansi LTE *Cluster* Denpasar Barat sebelum optimalisasi adalah 42,12 % untuk RSRP *Idle Mode*, 41,12 % untuk RSRP *Dedicated Mode*, 98,61 % untuk SINR, 82,3 % untuk *Download Throughput*, dan 59,78 % untuk *Upload Throughput*. Metode optimalisasi yang digunakan adalah mengubah *basic* parameter yaitu mengganti kabel *feeder* pada antena sektoral eNodeB, elektrik *tilt*, dan penambahan *new site* [4].

Muhammad Hafidh, Uke Kurniawan Usman, dan Hurianti Vidyaningtyas, (2019) melalui penelitiannya yang berjudul “*Analisa Dan Optimasi Bad Coverage Pada Jaringan 4g Lte 1800 Mhz (Studi Kasus Daerah Pengamatan Tanjakan Mauk Tangerang Selatan)*” melakukan pengukuran kualitas jaringan LTE dengan menggunakan metode *drive test* menggunakan *software* GENEX Probe dan disimulasikan menggunakan Atoll. Area yang di tinjau pada penelitian ini yaitu di kawasan Tanjakan Mauk. Dari hasil penelitian ini performansi pada kondisi eksisting mengalami peningkatan setelah dilakukan proses optimasi. Nilai RSRP meningkat menjadi 92,77% dengan *threshold* di -100 dB nilai RSRQ meningkat menjadi 96,05% dengan *threshold* diatas -15 dB 85% dan nilai SINR meningkat menjadi 94,93% [5].

Hajiar Yuliana, Sofyan Basuki dan Handoko Rusiana Iskandar (2019) melalui penelitiannya yang berjudul “*Peningkatan Kualitas Sinyal pada Jaringan 4G LTE dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning*” berfokus untuk meningkatkan dan mengoptimasi kondisi jaringan 4G khususnya operator XL Axiata di area kampus Universitas Jendral Achmad Yani. Dalam penelitian ini menggunakan metode *antenna physical tuning* dengan parameter yang dianalisis ialah RSRP. Sampel data didapatkan secara aktual melalui *drive test*. Dari hasil yang didapatkan diketahui bahwa kondisi *coverage* di area kampus memiliki level RSRP di atas -95 dBm dan tergolong buruk sehingga perlu dilakukan optimasi. Dari hasil optimasi dengan teknik *physical tuning* dari *site* yang telah ditentukan, didapatkan peningkatan kondisi jaringan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Nilai RSRP yang kurang dari -100 dBm meningkat dari

56.69% menjadi 81.46% dari total *coverage* dan SINR yang bernilai lebih dari 0 dB turut mengalami peningkatan dari 68.17% menjadi 80.71% dari total *coverage* [6].

2.2 DASAR TEORI

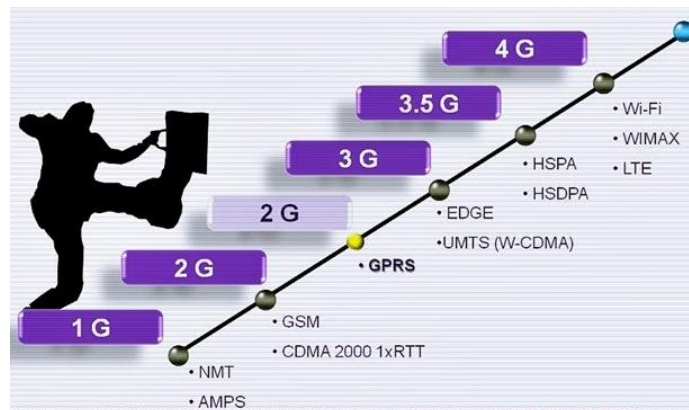
2.2.1 Teknologi LTE

LTE (Long Term Evolution) adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dari 3GPP (Third Generation Partnership Project). LTE merupakan pengembangan dari teknologi UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) dan HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4. Dalam memberikan kecepatan, jaringan LTE memiliki kemampuan transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink. Selain memiliki kecepatan transfer data, LTE juga dapat memberikan *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multipleantenna, fleksibel dalam penggunaan bandwidth operasinya dan juga dapat terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada. Bandwidth operasi pada LTE fleksibel yaitu up to 20 MHz, dan maksimal bekerja pada kisaran bandwidth bervariasi antara 1,4 – 20 MHz. LTE mempunyai radio akses dan core network yang dapat mengurangi network latency dan meningkatkan performansi sistem serta menyediakan interoperability dengan teknologi 3GPP yang sudah ada[2].

Tabel 2.1 LTE Requirement[7]

<i>Requirement</i>	<i>Information</i>
<i>Technology</i>	<i>All-IP based</i>
<i>Standard</i>	<i>OFDM</i>
<i>Core Network</i>	<i>Internet</i>
<i>Services</i>	<i>Voice, Data, Konten multimedia tinggi</i>
<i>Bandwidth</i>	<i>100 Mbps</i>
<i>Latency</i>	<i>10 ms</i>
<i>Peak Data Rate</i>	<i>1 Gbps</i>
<i>Frequency Band</i>	<i>600MHz - 5.925 GHz</i>
<i>Mobility</i>	<i>Up to 350 km/h, or even up to 500 km/h depending on the frequency band</i>

Berdasarkan Tabel 2.1 telah dijelaskan bahwa jaringan LTE merupakan jaringan komunikasi yang menggunakan teknologi *All IP Data Base*. Teknik *multiplexing* yang digunakan ialah *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yang merupakan teknik modulasi untuk komunikasi wireless broadband dimasa yang akan datang karena tahan melawan frekuensi *selective fading* dan interferensi *narrowband* dan efisien menghadapi *multi-path delay spread*. *Core network* berupa internet dan layanan dapat berupa suara, data, dan konten multimedia tinggi. *Bandwidth* yang digunakan hingga 100 Mbps, dengan *latency* 10 ms dan keterangan lainnya sesuai Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Perkembangan Teknologi Seluler [8]

Gambar 2.1 menjelaskan tentang perkembangan teknologi seluler. Dimulai dari *first generation* (1G) yang mana dikenal dengan *Advanced Mobile Phone System* (AMPS) dengan teknologi analog. Lalu 2G dengan teknologi yang masih analog atau dikenal dengan *Global System for Mobile Communications* (GSM) berbasis teknologi *Time Division Multiple Access* (TDMA). Kemudian 3G menggunakan standar *Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS). Teknologi ini sanggup menghantarkan kecepatan data yang lebih cepat dari generasi sebelumnya dengan kecepatan mencapai 2 Mbps. Dan kini 4G hadir menggunakan standar *Long Term Evolution* (LTE) berbasis teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dengan kecepatan layanan yang jauh lebih tinggi dari generasi sebelumnya.

2.2.2 Arsitektur 4G

Dalam teknologi 4G terdapat 3 komponen utama yang perlu diketahui, antara lain ialah.

a) *Radio Access Network*

Terdiri dari sebuah *Base Station* yang berbasis IP. *Base Station* tersebut berfungsi sebagai digital/*Base Band Unit* dan radio/RF Unit. Contoh komponen utama yang masuk kedalam *Radio Access Network* antara lain E- NodeB

b) *Core Network*

Sebuah *Core Network* terdiri dari *Gateway dan signaling* paket. Komponen utama dari *Core Network* antara lain: S-GW (*Serving Gateway*), P-GW (*Packet Data Network Gateway*), MME (*Mobility Management Element*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*).

c) *Komponen Lain*

Komponen yang bersifat lebih umum, misalnya jaringan transport seperti *Ethernet*, IP/MPLS dan optik. Selain transport ada juga *service control layer* seperti IMS

Adapun perangkat bagian-bagian yang terdapat dalam arsitektur jaringan LTE sebagaimana pada gambar 2.2 adalah sebagai berikut.

a) *UE (User Equipment)*

Perangkat UE memiliki kemampuan komunikasi berbasis CS (*Circuit Switch*) dan PC (*Packet Switch*) yang terdiri dari USIM dan TE (*Terminal Equipment*). Pada UELTE memiliki kemampuan penggunaan MIMO *downlink* dimana jumlahnya tergantung dari masing – masing kategori.

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

E-UTRAN merupakan pengembangan dari arsitektur jaringan UMTS. Terdapat eNode B pada E-UTRAN yang merupakan pengembangan dari Node B pada jaringan UMTS. Pada LTE masing – masing user dapat dibedakan berdasarkan *resource block*.

c) *MME (Mobile Management Entity)*

MME mempunyai fungsi mengontrol setiap node jaringan LTE. Ketika UE pada kondisi idle, MME bertanggung jawab untuk melakukan

tracking dan paging, memilih SGW mana yang akan digunakan UE pada saat initial attach, serta memilih SGSN tujuan untuk handover dengan menggunakan jaringan 2G atau 3G.

d) *SGW (Serving SAE Gateway)*

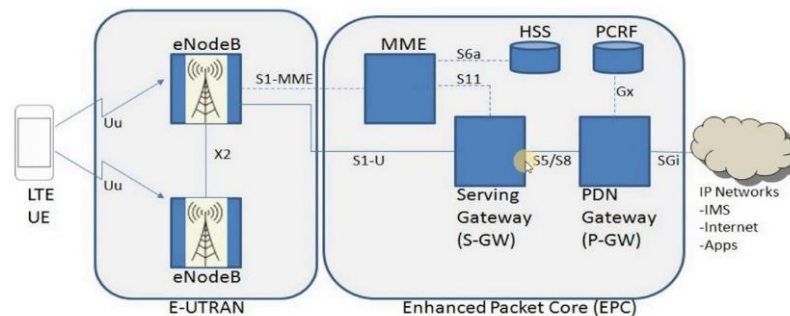
SGW mempunyai fungsi untuk *packet routing* dengan menentukan jalur dan meneruskan data yang berupa *packet* dari masing – masing *user*, sebagai penghubung antara UE dan eNode B ketika terjadi inter *handover*, dan sebagai link penghubung antara jaringan LTE dengan jaringan 2G dan 3G.

e) *PGW (Packet Data Network Gateway)*

PGW mempunyai fungsi untuk mengalokasikan *IP Address* untuk *user* dan manajemen QoS. PGW merupakan pusat link yang menghubungkan antara teknologi LTE dengan teknologi non-3GPP (WiMAX), dan 3GPP2 (CDMA 2000 1x, CDMA EV-DO dll).

f) *PCRF (Policy Charging and Rules Function)*

PCRF mempunyai fungsi untuk mengontrol rating dan *charging* pada perhitungan *billing user*, dan membuat keputusan dalam mengontrol QoS ketika terjadi hubungan. [8]



Gambar 2.2 Arsitektur Teknologi 4G [9]

2.2.3 Parameter Performansi Radio LTE

Ada beberapa parameter optimasi dalam jaringan LTE. Beberapa parameter optimasi diantaranya adalah sebagai berikut.

a) *Physical Cell Identity (PCI)*

Merupakan identitas dari setiap *cell/transmitter* yang akan dikirimkan ke setiap pelanggan. PCI pada sebuah site dalam teknologi yang sama

biasanya mempunyai angka yang berurutan. *Range* PCI dalam LTE berkisar dari 0-503 [10].

b) *Reference Signal Received Power* (RSRP)

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. *Range* nilai RSRP secara umum dibagi menjadi 3 yaitu Bagus, Normal, dan Buruk seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Range* Nilai RSRP[10]

Range (dBm)	Keterangan
-90 s/d -70	Bagus
-110 s/d -91	Normal
-130 s/d -111	Buruk

c) *Reference Signal Received Quality* (RSRQ)

RSRQ sangat berhubungan dengan RSRP dan RSSI. *Received Signal Strength Indication* (RSSI) adalah ukuran *power bandwidth* termasuk *-serving cell power*, *Noise*, dan *interference power*. RSRQ didefinisikan sebagai rasio antara jumlah N RSRP terhadap RSSI. *Range* nilai RSRQ secara umum dibagi menjadi 3 yaitu Bagus, Normal, dan Buruk seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Range* Nilai RSRQ[10]

Range (dBm)	Keterangan
-15 s/d 0	Bagus
-20 s/d -16	Normal
-30 s/d -21	Buruk

d) *Signal to Interface Noise Ratio* (SINR)

SINR tidak didefinisikan pada standar spesifikasi 3GPP. Parameter SINR justru sering digunakan oleh provider atau operator dalam menentukan relasi antara kondisi akses radio frekuensi dengan *throughput* yang diterima oleh *user*. *Range* nilai SINR secara umum dibagi menjadi 3 yaitu Bagus, Normal, dan Buruk seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 *Range* Nilai SINR[10]

<i>Range</i> (dB)	Keterangan
16 s/d 30	Bagus
1 s/d 15	Normal
-10 s/d 0	Buruk

2.2.4 Optimasi Jaringan Seluler

Proses optimasi jaringan akses radio selular adalah proses dimana semua informasi mengenai *hardware* konfigurasi, *hardware problem*, konfigurasi antena (ketinggian, *azimuth*, *tilting*), parameter *setting*, topologi jaringan dan informasi aktivitas yang berkaitan dengan topologi jaringan, definisi KPI (*Key PerformanceIndicator*), dan juga performansi jaringan harus dikumpulkan sebagai sebuah kesatuan informasi untuk melakukan analisa dan *improvement* pada sebuah jaringan seluler.

2.2.4.1 *Physical Tuning*

Physical tuning merupakan metode optimasi dimana optimasi dilakukan dengan mengubah atau mengatur perangkat fisik pada jaringan yang ada di lapangan. *Physical tuning* yang dapat dilakukan adalah *tilting*, *adjustment height* atau mengatur ulang tinggi antena, *adjustment azimuth* antena dan lain sebagainya. *Tilting* merupakan pengarah sudut elevasi pada antena. Tujuan dari *tilting* adalah agar pancaran antena mengarah pada *coverage* area yang seharusnya atau dominan area. Beberapa parameter yang diubah dalam optimasi adalah sebagai berikut.

a) *Mechanical Tilt*

Dilakukan dengan cara mengubah *azimuth* antenna dengan tingkat kemiringan antenna secara fisik. Dampak yang dihasilkan oleh *tilting* ini

adalah berubahnya luas *coverage* secara keseluruhan. *Mechanical tilt* adalah perubahan arah antenna *tilting* dengan mengubah *tilt angle* yang terletak di *bracket* (pengait antenna). Derajat kemiringan dapat di ukur menggunakan *tilt* meter. Secara sederhana, *mechanical downtilt* adalah pengaturan arah antenna secara vertikal (ke atas atau ke bawah). Semakin besar derajat *mechanical*, maka antenna semakin menunduk yang menyebabkan *coverage* pada *main lobe* berkurang, sedangkan pada sisi *side lobe* akan melebar.

b) *Electrical Tilt*

Tilting elektrik adalah mengubah *coverage* antenna dengan cara mengubah fasa *antenna*, sehingga terjadi perubahan pada *beamwidth antenna*. Mengubah fasa *antenna* dapat dilakukan dengan cara mengubah setingan *elctrical tilt* pada *antenna*, yaitu 1, 2 ,3 dst. Pengaturan *tilt* elektrik biasanya berada di bagian bawah antenna. *Electrical tilt* adalah perubahan bentuk polarisasi antenna yang di atur secara elektronik. *Electrical tilt* mengubah karakteristik fasa sinyal setiap elemen antenna. Semakin besar nilai *electrical* maka semakin kecil pula *coverage* yang diberikan.

c) *Azimuth*

Azimuth adalah arah *antenna* yang di atur secara horizontal dengan cara mengubah-ngubah posisi *clamp* (penjepit antenna) yang terhubung ke kaki tower. Batas pergeseran antenna biasanya 5 derajat – 100 derajat. Petunjuk pengarahannya agar arah *antenna* sesuai dengan *planning site* menggunakan alat bantu berupa kompas. Arah utara adalah titik acuan sebagai penentu posisi 0 derajat[6].

2.2.4.2 Add Sector

Add Sector merupakan sebuah langkah untuk menambahkan antenna sektoral pada sebuah *site*. Penambahan antenna sektoral ini bertujuan untuk memberikan cakupan area baru yang sebelumnya belum *tercover* oleh pancaran sinyal dari suatu *site* tersebut. *Add Sector* juga berfungsi untuk meningkatkan *capacity* dari suatu *site*. Selain untuk *improve* kondisi jaringan tertentu dari

suatu *site*, *Add Sector* juga bertujuan untuk menambah jenis jaringan/teknologi. Sepertihalnya *Add Sector* untuk penambahan jaringan 4G LTE pada *site* yang sebelumnya belum *provide* jaringan LTE[11].

2.2.5 Model Propagasi Okumura Hata

Model Okumura Hata ini digunakan untuk menghitung Path Loss yang terjadi di daerah urban, sub urban dan rural. Dalam Tugas Akhir ini, wilayah yang digunakan sebagai objek penelitian merupakan wilayah rural. Sehingga penulis menggunakan model propagasi Okumura Hata ini untuk menghitung *link budget* yang digunakan dalam simulasi menggunakan Atoll. Berikut rumus untuk menghitung nilai *path loss* dengan menggunakan model Okumura Hata[12].

$$PL = A + B \log (d) - C \quad (1)$$

Path Loss (PL) pada rumus (1) merupakan nilai rugi-rugi yang terjadi di sepanjang lintasan sinyal dari pengirim ke penerima. Nilai A, B, dan C merupakan variabel ketetapan persamaan pada rumus Okumura Hata

$$A = 69.55 + 26.16 \times \log_{10} (f \text{ (MHz)}) - 13.82 \times \log_{10}(h_{te}) \quad (2)$$

Untuk mencari nilai variabel A pada rumus (2) harus mengetahui nilai frekuensi yang digunakan (f) dalam satuan MHz. Variabel h_{te} merupakan ketinggian dari antenna *transmitter* (pengirim) dalam hal ini eNodeB. sedangkan h_{re} merupakan ketinggian antenna *receiver* (penerima) dalam hal ini *User Equipment* (UE)

$$B = 44.9 - 6.55 \log_{10} h_{te} \quad (3)$$

Untuk mencari nilai Variabel d seperti rumus (3) dengan memasukkan tinggi antenna eNodeB (h_{te}). Sedangkan untuk mencari nilai variabel C diklasifikasikan sesuai jenis daerah yang terbagi menjadi 4 sebagai berikut.

1. Rumus untuk daerah *urban* untuk $f < 200 \text{ Mhz}$

$$a(h_{re}) = 8.29 \times [\log_{10}(1.54 \times h_{re})]^2 - 1.1 \quad (4)$$

2. Rumus untuk daerah *urban* untuk $f > 400 \text{ Mhz}$

$$a(h_{re}) = 3.2 \times [\log_{10}(11.75 \times h_{re})]^2 - 4.9 \quad (5)$$

3. *Suburban zone loss.*

$$L_s = 2 \times [\log_{10}(f \text{ (MHz)}/28)]^2 + 5.4 \quad (6)$$

4. *Rural zone loss.*

$$L_r = 4.78 \times [\log_{10}(f \text{ (MHz)})]^2 - 18.33 \times \log_{10}(f \text{ (MHz)}) + 40.94. \quad (7)$$