

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [1] berisi mengenai peningkatan kualitas sinyal pada jaringan 4G menggunakan metode *Antenna Physical Tuning*, Pengujian dilakukan pada operator XL Axiata dan lokasinya berada sekitar Kampus Unjani karena ditemukan keluhan berupa lemahnya sinyal LTE sehingga perlu dilakukan optimasi. Untuk mengetahui kondisi jaringan disana dilakukan *drivetest* menggunakan Huawei Genex Probe. Parameter yang di uji hanya RSRP. Penelitian ini dikatakan berhasil karena awal pengujian parameter RSRP bernilai diatas -95 dBm yang artinya sudah kategori buruk. Setelah dilakukan optimasi dengan metode *Antenna Physical Tuning* terdapat peningkatan dari persentase 56,69% menjadi 81,46%.

Penelitian [3] meneliti pada area Gondangslamet Boyolali karena dari hasil RSRP diketahui bahwa daerah tersebut *bad spot* pada sector 3. Kemudian melakukan rencana optimasi menggunakan metode *Antenna Physical Tuning* dengan parameter RSRP dan SINR, pada penelitian ini tidak ada proses *Drivetest* karena menggunakan hasil data *reporting* RF. Kemudian untuk simulasinya menggunakan *software* Atoll. Hasil dari penelitian ini yaitu pada saat sebelum dilakukan optimasi nilai RSRP belum memenuhi standar KPI, SINR sudah memenuhi standar KPI, setelah di lakukan optimasi dengan metode yang telah disebutkan nilai parameter RSRP meningkat dari 67,152% menjadi 69,577% namun tetap belum sesuai dengan standar KPI operator, sedangkan SINR juga mengalami peningkatan dan sudah sesuai dengan standar KPI.

Penelitian [4] mengkaji tentang optimasi jaringan LTE atau *Long Term Evolution* pada operator Telkomsel di Bandung, dilakukan optimasi karena terdapat permasalahan yaitu daerah Cigadung Bandung teridentifikasi mengalami *low coverage* dan *low quality* menggunakan metode yang sama juga dengan penelitian sebelumnya yaitu berhubungan dengan *tilting* dan *re-azimuth* yang disimulasikan menggunakan *software* Atoll versi 3.3. *Software* yang digunakan untuk *drive test* yaitu Nemo Outdoor dan dianalisis menggunakan *software* Nemo Analyzer. Parameter yang dianalisis lebih banyak dari penelitian sebelumnya yaitu RSRP, SINR, dan *Troughput*. Setelah dilakukan optimasi nilai parameter RSRP dan

Troughput mengalami peningkatan yang awalnya memiliki presentase 82,32% menjadi 83,51%, untuk *troughput* presentase awalnya 19,6 menjadi 20,77 , tetapi untuk parameter SINR mengalami penurunan presentase yaitu dari 89,51 menjadi 86,8%.

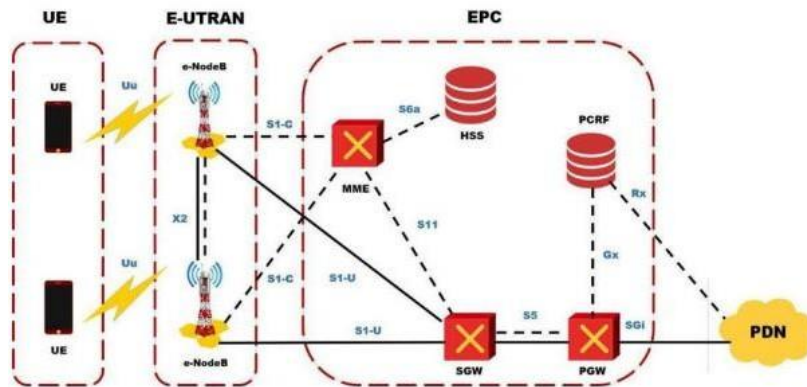
Studi literatur [5] menganalisis dan mengoptimasi pada jaringan 4G LTE operator Telkomsel dengan frekuensi 1800 Mhz pada area Tanjakan Mauk Tangerang Selatan karena di indikasi mengalami *bad coverage* diketahui dari proses *drivetest* menggunakan *software* GENEX Probe dan pengolahan datanya menggunakan *Software* GENEX Asisstant. Untuk memperbaiki kualitas sinyal dilakukan perubahan tinggi antenna, *Azimuth* dan *Tilting Antena* menggunakan *software* Atoll. Hasil yang di dapatkan sangat baik dilihat dari nilai parameter sebelum dilakukan optimasi yaitu 71,8% menjadi 92,77% untuk parameter SINR dari 91,45% menjadi 94,93%.

Penelitian ini membahas mengenai optimasi dengan wilayah dan parameter yang berbeda. Wilayah yang dilakukan optimasi menggunakan metode *physical tuning* adalah Pasekan, Ambarawa, pada penelitian ini menganalisa 2 parameter yaitu RSRP dan SINR untuk melihat kekuatan sinyal yang diterima pada wilayah tersebut, untuk melihat *noise* dan *interferensi* yang berpengaruh pada pengiriman dan penerimaan data.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 4G LTE

4G LTE merupakan sebuah teknologi seluler generasi ke empat yang marak digunakan, hampir semua ponsel pengguna sudah dapat menggunakan jaringan 4G saat ini. Karena memiliki kecepatan mengakses hingga 300 Mbps pada *downlink* dan *uplink* 75 Mbps dimana berbeda jauh lebih baik dari pada generasi sebelumnya sehingga diminati oleh pengguna. LTE menggunakan OFDMA dan SCFDMA untuk *downlink* dan *uplinknya* , kedua istilah tersebut disebut *Resource Block*, Dimana satu *resource block* terdiri dari 12 *subcarriers*[7]. Berikut merupakan arsitektur 4G LTE :



Gambar 2.1 Arsitektur jaringan 4G [15].

a) *User Equipment (UE)*

UE merupakan perangkat yang dimanfaatkan untuk mengakses layanan pada teknologi LTE oleh para pengguna. UE pada LTE sama dengan UE pada 3G yaitu terdiri dari ME (*Mobile Equipment*) dan USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*).

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

E-UTRAN memiliki komponen berperan sebagai pembentuk arsitektur teknologi LTE. Komponen tersebut dinamakan eNodeB atau BTS. Peran komponen tersebut pada E-UTRAN yaitu menangani akses UE ke ECP.

c) *Evolved Packet Core (EPC)*

EPC merupakan system baru yang sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end to end*. Peran lainnya adalah memungkinkan pengenalan model bisnis baru, seperti konten dan penyedia aplikasi. EPC terdiri dari :

a. *Mobility Management Entity (MME)*

MME menjadi elemen kontrol utama dalam EPC yang memiliki fungsi sebagai *authentication* dan *security*, *mobility management*, *managing subscription profile* dan *service connectivity*.

b. *Serving Gateway (SGW)*

SGW adalah jembatan antara manajemen dan *switching user plane*. SGW juga bagian dari infrastruktur jaringan sebagai pusat operasional dan *maintenance*.

c. *Home Subscription Service (HSS)*

Home Subscription Service merupakan tempat penyimpanan data/database pelanggan dan lokasi user pada level yang dikunjungi node pengontrol jaringan.

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

PCRF merupakan bagian arsitektur jaringan yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari dan ke jaringan, sebagai sistem pendukung operasional, mendukung pembentukan aturan dan membuat keputusan kebijakan untuk setiap pelanggan aktif di jaringan.

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

PDN-GW menjadi komponen penting pada LTE karena memiliki fungsi untuk melakukan terminasi dengan *Packet Data Network (PDN)*. PDN-GW mendukung *policy enforcement feature, packet filtering, charging support* pada LTE, trafik data dibawa oleh koneksi virtual yang disebut dengan *service data flows (SDFs)*.

2.2.2 Link Budget

Perhitungan *link budget* diperuntukkan mendapat jangkauan wilayah dari sebuah sel berdasarkan nilai *Maximum Allowable Path Loss (MAPL)* atau nilai redaman/*pathloss* maksimum yang diperbolehkan antara *transmitter* dan *receiver* untuk memperoleh *Signal-to-Noise Ratio (SNR)* yang minimum [17].

Rumus untuk memperoleh nilai *Maximum Allowable Path Loss (MAPL)* untuk Downlink dan Uplink

Tabel 2. 1 MAPL *Downlink* dan *Uplink* [17]

<i>Transmitter - eNode B</i>		
A	Transmisi daya maksimum pada <i>base station (Max. TX power)</i>	
B	Penguatan daya pada antena (<i>antenna gain</i>)	Ketentuan produsen perangkat
C	Rugi-rugi daya pada perangkat (<i>Body loss</i>)	
D	<i>Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)</i>	a + b + c
<i>Receiver - UE</i>		
E	Gangguan pada perangkat pengguna (<i>noise figure</i>)	

Tabel 2. 2 MAPL Downlink dan Uplink [17]. (Lanjutan)

Transmitter - eNode B		
F	Gangguan terhadap panas pada saat transmisi(Thermal noise)	Sesuai Perhitungan
G	Rasio kekuat signal terhadap gangguan (SINR)	
H	<i>Sensitivitas pada penerima</i>	(g+h)
I	<i>Fade Margin</i>	
J	Interference Margin	
K	Penguatan daya pada penerima (<i>Rx Antenna Gain</i>).	
L	<i>Body loss</i>	Ketentuan produsen perangkat
Maximum allowed path loss		d - h - i - j + k - l

Perhitungan yang digunakan untuk mencari nilai *Thermal Noise* :

$$Thermal\ Noise = 10 \log(1,38 \times (10^{-23}) \times T \times B \times Gain\ Antenna) \quad (2.1)$$

Keterangan =

T = Suhu dalam Kelvin (290)

B = *Bandwidth*

Bandwidth System = $10 \log(Channel\ Bw \times Subcarrier \times RBs \times 1000)$

Keterangan =

Channel Bw = *Bandwidth* yang digunakan

Subcarries = 12 untuk LTE

RBs = *Resource block*

Downlink :

$$MAPL = EIRP_{DL} - S_{UE} - LNF - IM_{DL} - L_{pen} - L_{bodyloss} + G_{EU\ Antenna} \quad (2.2)$$

Uplink :

$$MAPL = EIRP_{UL} - S_{eNB} - LNF - IM_{UL} - L_{pen} - L_{bodyloss} + G_{ENB\ Antenna} + G_{eNB\ TMA} \quad (2.3)$$

Keterangan :

MAPL = *Maximum Allowable Path Loss*

EIRP = *Equipment Isotropic Radiated Power*

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

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

LNF = *log normal fading margin*

IM = *Interference Margin*

G-antena = *Antena Gain*

G-shad = *Gain Againsts Shadowing*

Lpen = *Penetration Loss*

LBodyLoss = *Body Loss*

2.2.3 Cost231-Hatta

Model propagasi cost231-hatta merupakan perluasan dari model propagasi Okumura-hata yang dilakukan oleh COST atau *European Co-operative for Scientific and Technical Research*, cakupan frekuensi dapat mencapai 2Ghz. Model Propagasi ini valid untuk digunakan pada frekuensi 1500 – 2000 Mhz. Pada pemodelan propagasi ini terdapat faktor koreksi untuk estimasi *pathloss* di lingkungan pedesaan, sub-urban, urban. Rumus *pathloss* pada model propagasi cost231-Hatta [18] :

$$L_p(\text{dB}) = 46,33 + 33,9 \log_{10}(f_c) - 13,82 \log(h_T) - a(\text{hre}) + [44,9 - 6,55 \log(h_T)] \log(d) + C_M \quad (2.4)$$

Untuk area urban :

$$a(\text{hm}) = 3,2 (\log 11,75 \text{hr})^2 - 4,97 \quad (2.5)$$

Untuk area Sub Urban dan Rural :

$$a(\text{hm}) = (1,1 \log f - 0,7) \text{hr} - (1,56 \log f - 0,8) \quad (2.6)$$

Keterangan :

L_p = (*Maximum allowable*) *path loss* (dB)

f = Frekuensi (1500-2000 Mhz)

h_B = Tinggi Antena *base station* (m)

h_m = Tinggi Antena *mobile station* (m)

d = Jarak antara *base station* dengan *mobile station* (km)

a(hre) = faktor koreksi untuk tinggi efektif antenna;

C_M = 0 dB (untuk ukuran medium kota dan daerah sub urban) dan C_M : 3 dB (untuk daerah pusat kota)

Rumus untuk menghitung luas cell 3 sektor [18]=

$$L_{\text{cell}} = 1,95 \times 2,6 \times d^2 \quad (2.7)$$

Keterangan =

d = Radius sel

Perhitungan untuk mengetahui jumlah eNodeB sesuai dengan daerah yang akan di lakukan optimasi :

$$\text{Jumlah eNodeB} = \frac{L_{\text{wilayah}}}{L_{\text{cell}}} \quad (2.8)$$

2.2.4 Drivetest

Drivetest merupakan suatu proses pengukuran sistem komunikasi seluler yang berfungsi untuk mengukur sinyal suatu jaringan. Dilakukan *drive test* untuk mengetahui kondisi terbaru jaringan dari suatu operator di suatu wilayah. Dengan melihat parameter-parameter seperti RSRP,RSRQ,SINR, dan *Troughput* yang kemudian hasil tersebut di analisis, agar mengetahui baik/buruknya kualitas suatu sinyal[8]. *Drivetest* dilakukan di wilayah yang akan dilakukan optimasi dengan memilih rute yang memiliki potensi sinyal yang buruk dan aplikasi sebagai penunjang.

2.2.4.1 Parameter

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

a. (*Received Signal Reference Power*) RSRP

RSRP merupakan singkatan dari *Received Signal Reference Power* yang merupakan sebuah parameter yang menyatakan nilai kekuatan sinyal yang diterima oleh *user*, dan memiliki satuan dBm. Besar kecilnya nilai yang diterima tergantung pada jarak antara user dengan eNodeB. Artinya semakin dekat *user* dengan eNodeB maka nilai akan semakin kuat dan semakin jauh jarak *user* ke eNodeB maka nilai akan semakin lemah. Pada 4G parameter ini disebut RSRP dan pada jaringan 3G disebut RSCP[10]. Berikut merupakan *range* nilai RSRP sesuai dengan standar operator Telkomsel, terdapat 5 indikator warna, biru untuk *range* -80 s/d 0 dBm, hijau untuk keterangan baik, kuning untuk *range* -100 s/d -95 dBm, ungu untuk *range* -110 s/d -100 dan terakhir yaitu warna merah untuk *range* nilai RSRP <-110 dBm

Tabel 2. 3 Range Nilai Parameter RSRP [7].

Warna	Nilai RSRP (dBm)	Keterangan
	-80 s/d 0	Sangat Baik
	-95 s/d -80	Baik
	-100 s/d -95	Normal
	-110 s/d -100	Buruk
	<-110	Sangat Buruk

b. *Reference Signal Received Quality (RSRQ)*

RSRQ atau *Reference Signal Received Quality* memiliki pengertian kualitas sinyal yang membantu parameter RSRP saat terjadi *handover* atau pengalihan panggilan secara otomatis yang diukur dalam *Bit Error Rate (BER)* dari satu *cell* ke *cell* yang lain. RSRQ dapat juga diartikan sebagai rasio atau perbandingan antara keseluruhan daya sinyal yang diterima termasuk *-serving cell, noise, interferensi*. [10].

Tabel 2. 4 Range Nilai Parameter RSRQ [5].

Warna	Nilai RSRQ (dBm)	Keterangan
	-10 to 10	Sangat Baik
	-12 to -10	Baik
	-14 to -12	Normal
	-16 to -14	Buruk
	-40 to 16	Sangat Buruk

c. *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*

Signal to Interference Noise Ratio merupakan kepanjangan dari SINR, merupakan parameter untuk menyatakan kualitas sinyal yang diterima berupa noise dan interferensi yang salah satunya berasal dari interferensi antar antenna ataupun antar *site* yang berpengaruh kepada pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan oleh user [8].

Tabel 2. 5 Range Nilai Parameter SINR [7].

Warna	Nilai SINR (dB)	Keterangan
	≥ 20	Luar Biasa
	10 s/d 20	Sangat Baik
	0 s/d 10	Baik
	-20 s/d 0	Normal

d. *Key Performance Indicator (KPI) Telkomsel*

KPI menjadi parameter-parameter yang menjadi indikator bagus atau tidaknya performansi dari suatu jaringan.

Tabel 2. 6 Standar KPI [4].

No	Objektif	Parameter	Target KPI
1	Uji Coverage	RSRP	80% > -100 dBm
2	Uji Coverage	RSRQ	85% > 15 dB
3	<u>Uji Quality</u>	SINR	90% > 0 dB

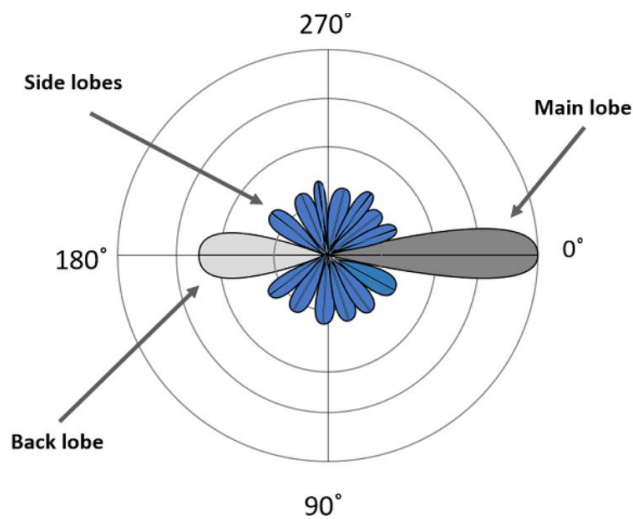
2.2.8 *Physical Tunning*

Physical Tunning adalah sebuah metode untuk melakukan optimasi jaringan seluler dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas suatu jaringan. Sistem dari metode optimasi ini adalah mengatur perangkat fisik antena dengan mengubah arah atau disebut *Azimuth/direction* mengubah tilt, dan mengubah tinggi antena[12]. *Re-Azimuth* antenna artinya melakukan perubahan arah antena pada suatu sektor. Arti *Azimuth* itu adalah sudut putar dari barat ke timur, arah mata angin utara dijadikan referensi sudut 0 [4].

Tilting Antenna merupakan pengaturan kemiringan atau mengubah posisi antenna untuk menentukan area yang akan menerima cakupan sinyal. Tilt dibagi menjadi dua yaitu *Mechanical tilt* dan *Electrical tilt*.

- a. *Mechanical tilt* yaitu melakukan perubahan tingkat kemiringan antena secara fisik. Alat ukur untuk mengetahui derajat kemiringan menggunakan tilt meter. Dan perubahan arahnya berdasarkan *vertical* / ke atas atau ke bawah. Semakin tinggi derajat *mechanical* maka antenna akan makin

menunduk sehingga mengakibatkan *coverage* pada *main lobe* berkurang dan pada *side lobe* akan melebar [13].



Gambar 2. 2 Main Lobe dan Side Lobe [14].

Pendekatan *mechanical tilting* untuk menghitung sudut tilting antenna ditunjukkan pada persamaan 2.9-2.11 [4]:

$$A = \tan^{-1} \frac{(Hb-Hr)}{d} \quad (2.9)$$

$$Jarak = \frac{(Hb-Hr) / \tan \alpha}{1000} \quad (2.10)$$

$$Sudut = \frac{(Hb-Hr)}{jarak \times 1000} \quad (2.11)$$

Keterangan :

A = Sudut tilt antenna

Hb = Tinggi antenna dari permukaan laut (m)

Hr = Tinggi lokasi yang dituju dari permukaan laut (m)

d = Jarak BTS dengan lokasi yang dituju

α = Sudut tilt antenna yang diberikan

- b. *Electrical Tilt* yaitu mengubah karakteristik fasa sinyal setiap elemen antenna. Makin besar nilai *Electrical* maka makin kecil *coverage* yang diberikan. Nilai *Electrical tilt* difiksasikan bernilai 0 atau 2 [1].

Mengubah ketinggian pemasangan antenna harus memperhatikan *obstacle/hambatan* yang menghalangi pancaran antenna pada suatu wilayah. Untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan kondisi dimana antenna pengirim dan penerima dapat saling terlihat tanpa halangan.