

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Drive test adalah salah satu langkah untuk *cell planning* jaringan telepon selular. *Drive test* mengambil informasi yang diperlukan untuk perencanaan pembangunan *cell* atau optimisasi *cell* untuk menciptakan komunikasi yang berkualitas. *Device* khusus yang digunakan pada *drive test* umumnya berukuran besar, terpisah (Laptop, GPS, dan *handphone*) dan merupakan perangkat yang kurang sederhana[5].

Pada penelitian ini [6] membahas tentang hasil yang diperoleh setelah melakukan *drive test* menunjukkan bahwa variabel yang dapat diidentifikasi pada jaringan LTE dari *software GENEX Probe* adalah RSRP, SINR, RSSI, RSRQ, CQI, PCI dan *Throughput*. Pada kasus ini perlu dicari penyebab kurang baiknya SINR pada *eNodeB* Auman dan hipotesa penulis untuk hal ini adalah terdapat beberapa area *bad spot* pada jalur atau *route drive test*.

Selanjutnya penelitian [7] yaitu memaparkan tentang jaringan 4G LTE memiliki kemampuan transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan pada sisi *uplink* 50 Mbps. Akan tetapi jaringan 4G LTE dari kedua provider Telkomsel dan Tri masih terbatas di wilayah Kota Lhokseumawe dan Sekitarnya. Dari masalah yang ada memunculkan sebuah solusi untuk menganalisis perbandingan kinerja jaringan 4G LTE antara Telkomsel dan Tri.

Berikutnya penelitian [8] yaitu mengenai *antenna physical tuning* atau yang biasa dikenal dengan *physical tuning* merupakan suatu aktifitas optimasi yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas suatu jaringan, khususnya jaringan seluler, dengan cara mengubah arah (*azimuth/direction*) dan mengubah tilt pada antenna fisik di menara/tower. Tilt atau tilting terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilt* dan *electrical tilt*.

Menurut penelitian selanjutnya [9] menjelaskan tentang, peningkatan kualitas jaringan *Long Term Evolution* (LTE) dapat dilakukan dengan menganalisis kinerja dan cakupan masing-masing operator di Indonesia. Kekuatan sinyal di antara operator telekomunikasi tidak ada di kinerja dan lokasi individu

yang sama. Sebuah metode untuk mengumpulkan serangkaian Informasi frekuensi jaringan radio di lapangan digunakan untuk menganalisis dan mengukur kekuatan sinyal data adalah *drive test* menggunakan *software G-Net TrackPro*.

Pada penelitian berikutnya [10] menjelaskan, Sistem informasi geografis pada proyek akhir ini mampu untuk menampilkan database frekuensi pada setiap titik pengukuran. Sistem identifikasi obyek pada SIG, selain dapat melakukan identifikasi database spasial default SIG juga dapat melakukan identifikasi database eksternal.

Penelitian selanjutnya [11] menjelaskan, metode kuantitatif yaitu metode analisis yang mengelompokkan data berdasarkan variabel, mentabulasi data untuk menjawab rumusan masalah, dengan parameter RSRP, RSSI, RSRQ, dan SNR yang diinginkan agar terlihat kinerja dari jaringan 4G-LTE pada provider Smartfren dan Indosat Ooredoo pada wilayah Kota Lhokseumawe.

Menurut penelitian berikutnya [12] Proses pengambilan data RSRP ini di *cover* oleh beberapa *site*. Dalam RSRP ini terdapat 5 indikator warna yang mana setiap warna mempunyai nilai indikator *level* yang berbeda. Dari hasil pengukuran RSRP terdapat dua waktu pengukuran yakni *Busy Hour* dan *Non busy Hour* pada masing-masing tanggal pengambilan.

Selanjutnya [13] penelitian ini menjelaskan optimasi jaringan dilakukan dengan cara *drive test*, melihat statistik serta menganalisa data dari hasil *drive test*, kemudian menentukan daerah mana saja yang terjadi *bad spot* untuk dilakukan optimasi. Optimasi dikatakan berhasil jika terjadi peningkatan performansi jaringan. Sisi kualitas dan kapasitas merupakan hal yang paling utama untuk melihat kinerja sebuah jaringan.

Penelitian yang selanjutnya [14] Pada LTE, kecepatan transfer data secara teori dapat mencapai 300 Mbps pada sisi *downlink* dan 75 Mbps pada sisi *uplink*. Varian *bandwidth* kanal yang dapat digunakan oleh teknologi LTE berkisar dari 1,4 MHz hingga 20 MHz. Transmisi teknologi LTE menggunakan *multiple access Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk *downlink* dan *multiple access Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) untuk *uplink*. Untuk antenna pemancar pada *eNodeB*, LTE menggunakan konsep *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang memungkinkan antenna untuk

melewatkan data berukuran besar setelah sebelumnya dipecah dan dikirim secara terpisah.

Penelitian berikut [15] Pada saat melakukan optimasi dengan metode *Automatic Cell Planning (ACP)* akan mengoptimalkan parameter optimasi untuk mencapai tujuan yang ditentukan. Tujuan ini digunakan sebagai dasar untuk *search algorithm*. *Search algorithm* yaitu algoritma yang berusaha untuk menemukan yang terbaik dari kombinasi parameter untuk mencapai tujuan optimasi yang ditentukan.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Sejarah Perkembangan Teknologi Seluler

Teknologi jaringan seluler sudah mulai dikembangkan sejak tahun 70–80-an, dan kini sudah mencapai generasinya yang ke-5. Jaringan seluler telah berkembang pesat sejak pertama kali digunakan, dengan tingkat kecepatan dan dukungan transfer datanya yang sudah semakin canggih. Pada gambar 2.1 yaitu aplikasi *speedtest* yang terdapat pada *smartphone*, yang berguna untuk mengetahui seberapa kecepatan frekuensi sinyal yang didapat pada lokasi tersebut.



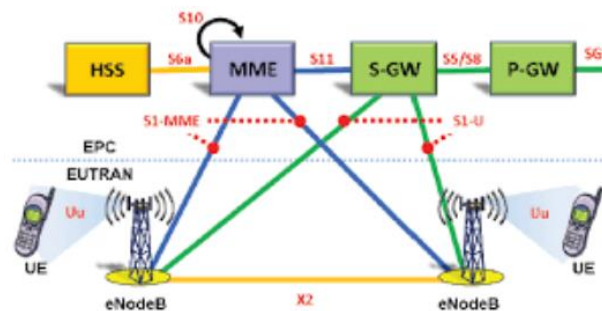
Gambar 2.1 Aplikasi *Speedtest* pengecek kualitas jaringan[16].

Mobile Network atau Jaringan Seluler adalah jaringan komunikasi yang menghubungkan antar pengguna secara nirkabel menggunakan gelombang radio. Jaringan ini didistribusikan di area daratan dengan setidaknya satu *transceiver* tetap yang berperan sebagai stasiun. Jaringan seluler ini memiliki kemampuan untuk menghubungkan banyak pengguna sekaligus sehingga kita dapat terhubung dengan orang di berbagai wilayah.

Dalam perkembangannya, jaringan teknologi telah melewati beberapa kali pengembangan teknologi yang cukup signifikan dampaknya. Pengembangan teknologi ini bisa dari sisi kecepatan, jangkauan, dan berbagai hal yang semakin canggih[16].

2.2.2 Arsitektur Jaringan LTE

Pada LTE, kecepatan transfer data secara teori dapat mencapai 300 Mbps pada sisi *downlink* dan 75 Mbps pada sisi *uplink*. Varian *bandwidth* kanal yang dapat digunakan oleh teknologi LTE berkisar dari 1,4 MHz hingga 20 MHz. Transmisi teknologi LTE menggunakan *multiple access Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk *downlink* dan *multiple access SC-Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (FDMA) untuk *uplink*. Untuk antenna pemancar pada eNodeB, LTE menggunakan konsep *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang memungkinkan antenna untuk melewatkan data berukuran besar setelah sebelumnya dipecah dan dikirim secara terpisah. LTE memungkinkan para *user* maupun *subscribers* menikmati beragam media (multimedia), seperti musik, internet, film, sampai *game* dalam satu peralatan yang saling terhubung menjadi satu. Pada Gambar 2.2 adalah arsitektur jaringan *Long Term Evolution* (LTE)[17].



Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LTE[17].

Berikut ini adalah penjelasan masing-masing bagian dari arsitektur jaringan LTE:

- a) *User equipment* (UE) atau *mobile equipment* (ME) adalah perangkat komunikasi pengguna. Perangkat ini dapat berupa telepon genggam (*handphone*), komputer, tablet, maupun segala perangkat yang dapat terhubung dengan internet. ME dibagi menjadi dua komponen yaitu *mobile*

termination (MT) yang menangani semua fungsi komunikasi, dan *terminal equipment* (TE) yang berfungsi mengakhiri aliran data.

- b) *eNodeB* (*evolved Node B*) adalah antar muka jaringan LTE dengan pengguna. *eNodeB* mempunyai dua fungsi, pertama yaitu mengirim transmisi radio ke ME baik arah *uplink* maupun *downlink* menggunakan fungsi proses sinyal analog dan digital dari LTE *air interface*. Fungsi yang kedua mengontrol operasi level rendah semua *mobile equipment* (ME), dengan mengirimkan pesan sinyal seperti perintah *handover* yang berhubungan dengan transmisi radio.
- c) *Evolved UMTS terrestrial Radio Access Network* (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*).
- d) *Serving Gateway* (S-GW) berfungsi mengatur jalan dan meneruskan data yang berupa paket dari setiap UE. S-GW bersama dengan *Serving GPRS Supported Node* (SGSN) juga berfungsi sebagai penghubung antara LTE dengan teknologi 3GPP lainnya seperti GSM/EDGE *Radio Acces Network* (GERAN) dan UMTS *Terrestrial Radio Acces Network* (UTRAN).
- e) *Packet Data Network Gateway* (P-GW) berfungsi mengatur hubungan jaringan data antara UE dengan jaringan paket data lain diluar 3GPP seperti WLAN, Wimax, dan EVDO.
- f) *Mobility management entity* (MME) adalah pengatur utama setiap bagian dari LTE/SAE. Pada saat UE tidak aktif, MME berfungsi untuk senantiasa melacak keberadaan pelanggan dengan melakukan *tracking dan paging*. Saat UE aktif, MME berfungsi untuk memilihkan S-GW yang tepat selama berlangsungnya komunikasi.
- g) *Home Subscriber Server* (HSS) berupa *system database* yang berfungsi untuk membantu MME dalam melakukan manajemen pelanggan dan pengamanan. Penerimaan atau penolakan UE pada saat autentikasi bergantung pada *database* HSS[17].

2.2.3 Parameter Jaringan 4G LTE

Dalam pengujian *drive test* ini menganalisa beberapa parameter yang digunakan seperti *Physical Cell Id* (PCI), *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR). Berikut ini penjelasan parameter yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

A. *Physical Cell Id* (PCI)

Physical Cell Id (PCI) merupakan cara untuk mengidentifikasi pada fisik *cell* dalam jaringan 4G LTE. Setiap *cell* melakukan *broadcast* penandaan identifikasi berupa *Physical Cell Id* (PCI) yang digunakan oleh perangkat untuk mengidentifikasi *cell* (melibatkan frekuensi dan waktu) dalam prosedur *handover*. *Physical Cell Id* (PCI) memiliki beberapa aturan dalam perancangannya yaitu:

- a. Kode *Physical Cell Id* (PCI) tiap *cell* dalam suatu area harus unik, karena kondisi terjadi ketika dua *site* tetangga memiliki kode *Physical Cell Id* (PCI) yang berbeda atau tidak sama.
- b. Sebuah kode PCI tidak boleh sama atau berdekatan diantara dua *site* atau lebih.
- c. Jika kode *Physical Cell Id* (PCI) sama antara *site* yang berdekatan, maka dapat mengakibatkan *handover* (terjadi pada saat perpindahan *-serving cell*).

B. *Reference Signal Received Power* (RSRP)

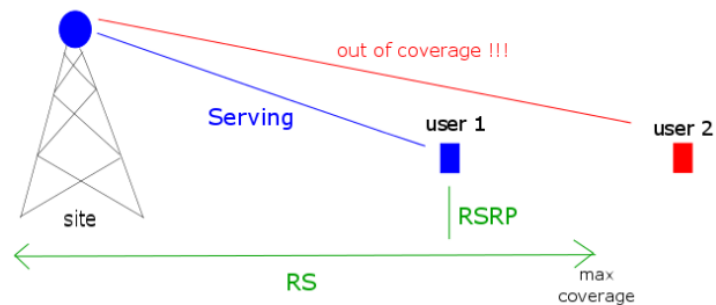
Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan sinyal LTE *power* yang diterima *user* dalam frekuensi tertentu. *Reference Signal Received Power* (RSRP) ini ada di tiap titik jangkauan *coverage*. *User* berada diluar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE. *Reference Signal Received Power* (RSRP) pada dasarnya memiliki arti sebagai rata-rata pada kontribusi *power resource element* yang membawa referensi *signal* yang dianggap sebagai pengukuran *bandwidth* frekuensi. Namun hanya terukur pada *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) *symbol* yang membawa *reference signal*[18].

Tabel 2.1 Standar Parameter Nilai RSRP[18].

Warna	Nilai RSRP	Kategori
	-80 to 0 dBm	Sangat Baik
	-95 to -80 dBm	Cukup Baik
	-100 to -95 dBm	Baik
	-105 to -100 dBm	Normal
	-140 to -105 dBm	Buruk

Tabel 2.2 Standar Persentase Nilai RSRP[18].

Coverage (≥ -95 dBm)		
Min	Max	Keterangan
0%	50%	Buruk
50%	70%	Normal
70%	80%	Cukup Baik
80%	90%	Baik
90%	100%	Sangat Baik



Gambar 2.3 Konfigurasi RSRP[18].

Pada Gambar 2.3 *service* dari suatu *site* yang biasa dianalogikan dengan *refrence signal*, semakin dekat *user* dengan *serving site*, semakin baik kuat sinyal yang diterima. Tetapi, saat *user* menjauh dari *coverage serving site* semakin buruk kuat sinyal yang akan diterima[18].

Perhitungan nilai RSRP dapat rumuskan sebagai berikut :

$$RSRP = RSSI (dBm) - 10\log (12 \times N) \quad (2.1)$$

Dimana:

RSSI = Indikator kekuatan sinyal

N = Jumlah RB (*Resource Blok*)

C. Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

Signal to Interference Noise Ratio (SINR) merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan *noise* yang diterima oleh *user*. Parameter *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR) ini digunakan oleh operator telekomunikasi sebagai ukuran kualitas sinyal jaringan dalam menentukan hubungan antara kondisi akses radio frekuensi. Berikut tabel standar parameter nilai SINR :

Tabel 2.3 Standar Parameter Nilai SINR[18].

Warna	Nilai SINR	Kategori
	-20 to 0 dB	Sangat Baik
	0 to 6 dB	Cukup Baik
	6 to 8 dB	Baik
	8 to 12 dB	Normal
	12 to 30 dB	Buruk

Tabel 2.4 Standar Persentase Nilai SINR[18].

Coverage ($\geq -95\text{dBm}$)		
Min	Max	Keterangan
0%	40%	Buruk
40%	60%	Normal
60%	70%	Cukup Baik
70%	90%	Baik
90%	100%	Sangat Baik

SINR dapat dihitung menggunakan rumus[18]:

$$SINR = S / I + N \tag{2.2}$$

Dimana:

S= Rata-rata kuat sinyal

I = Power rata-rata interferensi[18]

2.2.4 Single Site Verification (SSV)

Single site verification (SSV) merupakan metode *drive test* yang digunakan untuk mengetahui apakah pengambilan *log file* pada *site* yang telah dilakukan *moving drive test* terindikasi baik atau buruk. *Single site verification (SSV)* perlu dilakukan untuk mengetes apakah fungsi layanan seperti akses data atau panggilan bisa berjalan dengan baik dan memastikan bahwa suatu *site* berada pada kondisi normal untuk dioptimalkan.

2.2.5 Single Site Optimization (SSO)

Single Site Optimization (SSO) merupakan suatu tahapan proses setelah *site* dilakukan *drive test Single Site Verification (SSV)*. SSO juga merupakan metode optimasi yang dilakukan setelah hasil *log file drive test* terindikasi tidak sesuai standar *Key Performance Indicator (KPI)* sehingga dilakukan optimasi pada satu *site*. SSO ini juga bisa dikatakan hasil *drive test site* yang telah di optimasi atau diberikan perubahan, baik dari sisi fisik seperti pergeseran *azimuth*, perubahan *Mechanical Tilting (MET)* atau *Electrical Tilting (ET)*, ataupun dari sisi parameter perubahan *power, range Remote Electrical Tilting (RET)*.

2.2.6 Bad Spot

Analisis *bad spot* dapat merujuk pada proses identifikasi dan evaluasi titik atau lokasi yang tidak menguntungkan atau bermasalah dalam suatu konteks. Di bawah ini adalah contoh analisis *bad spot* dalam beberapa konteks yang umum:

Analisis *bad spot* dalam Jaringan Wi-Fi: Dalam analisis jaringan Wi-Fi, *bad spot* merujuk pada area atau lokasi di mana sinyal Wi-Fi lemah atau tidak dapat diakses dengan baik. Analisis *bad spot* dalam hal ini melibatkan pemetaan atau pemantauan intensitas sinyal Wi-Fi di berbagai area untuk mengidentifikasi titik-titik lemah yang memerlukan perbaikan atau penguatan sinyal.

Analisis *bad spot* dalam Penyedia Layanan Seluler: Dalam konteks penyedia layanan seluler, analisis *bad spot* berkaitan dengan identifikasi daerah-daerah di mana jaringan seluler memiliki cakupan yang buruk, kualitas sinyal rendah, atau masalah konektivitas. Analisis ini melibatkan survei lapangan atau

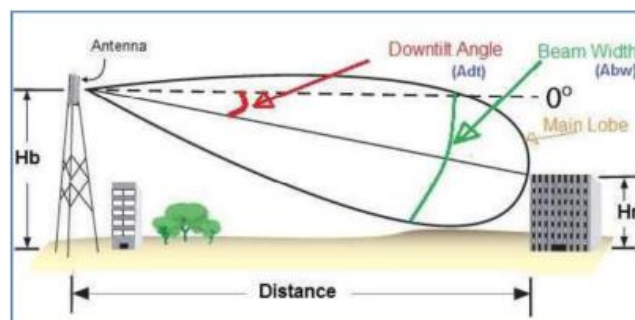
pengumpulan data untuk mengidentifikasi *bad spot* dan merencanakan tindakan perbaikan seperti pemasangan menara atau peningkatan infrastruktur jaringan.

Analisis *bad spot* dalam Logistik: Dalam logistik, analisis *bad spot* dapat merujuk pada identifikasi titik-titik atau lokasi-lokasi dalam rantai pasokan yang memiliki kinerja yang buruk atau menghadapi tantangan tertentu. Hal ini dapat meliputi daerah dengan tingkat persediaan yang rendah, kerugian stok yang tinggi, atau kendala dalam proses distribusi. Analisis *bad spot* dapat membantu dalam pengoptimalan rantai pasokan dengan mengidentifikasi masalah dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.

Dalam semua konteks tersebut, analisis *bad spot* bertujuan untuk mengidentifikasi masalah dan mengambil tindakan yang sesuai untuk memperbaiki atau mengatasi kendala yang ada[19].

2.2.7 Skema *Physical Tuning*

Physical tuning merupakan metode perbaikan dimana perbaikan dilakukan dengan cara mengubah atau mengatur perangkat fisik yang ada pada jaringan. *Physical tuning* yang dapat dilakukan antara lain mengatur tilting antena, ketinggian antena, *azimuth* antena, dan lain sebagainya. *Tilting* merupakan pengarah sudut elevasi pada antena. Tujuan dari *tilting* agar pancaran dari antena mengarah pada area yang lebih spesifik sehingga setiap sel sesuai dengan desain perencanaan awal. Terdapat dua jenis *tilting* yakni *mechanical tilting* dan *electrical tilting* dengan skema *uptilt* atau *downtilt*. *Uptilt* adalah kondisi dimana pengarah inklinasi antena ke arah atas, sedangkan *downtilt* kondisi dimana pengarah inklinasi antena ke bawah, seperti contoh pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Ilustrasi *Mechanical Tilting*[20].

Perubahan sudut *tilting* pada penelitian ini menggunakan pendekatan *mechanical tilting* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sudut tilting } (\alpha) = \tan^{-1} \frac{(H_b - H_r)}{\text{jarak (m)}} \quad (2.3)$$

Selain itu, pengaturan tinggi antenna juga diperlukan dalam metode *physical tuning* apabila daya pancar dari antenna terhalang oleh *obstacle* sehingga tidak memenuhi kondisi *Line of Sight* (LOS). Pendekatan pengaturan tinggi antenna menggunakan rumus sebagai berikut[20]:

$$\text{Tinggi antenna (mdpl)} = (\text{jarak (m)} \cdot \tan \alpha + H_r \text{ (mdpl)}) \quad (2.4)$$

Keterangan:

H_b : Tinggi antenna pemancar (mdpl)

H_r : Tinggi antenna penerima (mdpl)

α : Sudut *tilting* antenna[20]

2.2.8 Model Propagasi

Model propagasi digunakan untuk memprediksi kekuatan sinyal yang diterima oleh *receiver* pada jarak tertentu terhadap pemancar. Model propagasi yang memprediksi kekuatan sinyal pada *receiver* dengan jarak pemisah tertentu antara pemancar-penerima (T-R) dan berguna dalam memprediksi area jangkauan radio pemancar. Model propagasi berguna untuk memprediksi redaman sinyal atau *path loss*.

Model propagasi dibagi menjadi dua kelompok yaitu model empiris dan model deterministik. Model empiris yang didasarkan pada data pengukuran, sifat statistik dan beberapa parameter. Contoh kategori model ini adalah model Okumura-Hata maupun Cost-Hata. Model deterministik, ini adalah situs-spesifik, mereka memerlukan sejumlah besar informasi geometri tentang kota, laporan komputasi dan model yang lebih akurat. Pada pemodelan dengan menggunakan Cost-Hata dibagi menjadi 2 yaitu sub-urban dan urban area [21]. Model propagasi COST231-Hata akan dijelaskan pada berikut ini[21]:

Model Propagasi COST231-Hata

Karena kesederhanaan dan keandalan Okumura-Hata model, *European Co-operative for Scientific and Technical research* (COST) memperluas model ini untuk mencakup frekuensi hingga 2GHz. Model ini juga menyediakan faktor

koreksi untuk estimasi *pathloss* di lingkungan yang berbeda (pedesaan, sub-perkotaan dan perkotaan). Model propagasi ini valid jika digunakan untuk *range* frekuensi antara 1500 – 2000 MHz dan Semua faktor lain valid seperti yang didefinisikan dalam model Hata. Namun, model COST 231 Hata membutuhkan ketinggian antenna stasiun pangkalan berada di atas atap yang berdekatan dengan stasiun pangkalan. Rumus *pathloss* pada model propagasi cost 231 Hata ini adalah sebagai berikut[21]:

$$L_p(dB) = 46,33 + (44,9 - 6,55 \log_{10} ht) \log_{10} d + 33,9(\log_{10} f) + cm - 13,82 \log_{10} (hr) - a(hr) \quad (2.10)$$

Untuk area Urban[21]:

$$a(hre) = 3,2 (\log_{10} 11,75hr)^2 - 4,97 \quad (2.11)$$

Untuk area Sub Urban dan Rural[21]:

$$a(hre) = (1,1 \log_{10} f - 0,7)hr - (1,56 \log_{10} f - 0,8) \quad (2.12)$$

Dimana f adalah frekuensi dari 1500 MHz sampai dengan 2000 MHz; ht adalah tinggi antenna *base station* (m); hr adalah tinggi antenna *mobile station* / *Handphone* (m); d adalah jarak antara base station dengan *mobile station* (km); $a(hre)$ adalah faktor koreksi untuk tinggi efektif antenna; cm adalah 0 dB (untuk ukuran medium kota dan daerah sub urban) dan $cm : 3$ dB (untuk daerah pusat kota)[21].

2.2.9 Drive Test

Drive test adalah proses pengukuran sistem komunikasi bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu arah BTS ke MS atau sebaliknya, dengan menggunakan *smartphone* yang didesain secara khusus untuk pengukuran. Hasil dari pengukuran merupakan informasi jaringan secara *real time* di lapangan. Informasi yang didapatkan dari hasil *drive test* merupakan kondisi aktual *Radio Frequency* (RF) pada suatu *Base Transceiver Station* (BTS) maupun pada lingkup *Base Station Sub-system* (BSS). Adapun tujuan dilakukannya *drive test*, yaitu:

- 1) Mengetahui performansi jaringan (sebelum maupun sesudah dilakukan optimasi).
- 2) Mengetahui *coverage* sebenarnya di lapangan, apakah sudah sesuai dengan prediksi *coverage planning*.
- 3) Mengetahui parameter jaringan di lapangan, apakah sudah memenuhi standar parameter *planning*.
- 4) Mengetahui adanya interferensi antara *cell* BTS yang berdekatan.

2.2.10 Perlengkapan *Drive Test*

Perlengkapan *drive test* digunakan untuk mendukung jalannya pengukuran jaringan dilapangan agar mendapatkan hasil yang akurat. Macam-macam perlengkapan *drive test* yaitu:

a) Laptop

Laptop digunakan sebagai alat monitoring parameter hasil *drive test* secara visual pada saat proses *drive test* dilakukan. Laptop ini dilengkapi dengan *software* Genex Assistant, Mapinfo dan Atoll.



Gambar 2.5 Laptop[18].

b) Genex Assistant

Genex Assistant merupakan *software* yang digunakan untuk menganalisa dan memproses data radio *network air interface*. Assistant juga dapat membuat sebuah laporan hasil analisa yang sudah dilakukan dan juga dapat membantu para *network planning* maupun *network optimization engineering* untuk mempelajari dan mengetahui tentang analisa permasalahan kinerja dan kehandalan jaringan.



Gambar 2.6 *Capture Software Genex Assistant 6*[18].

c) *Software MapInfo Profesional*

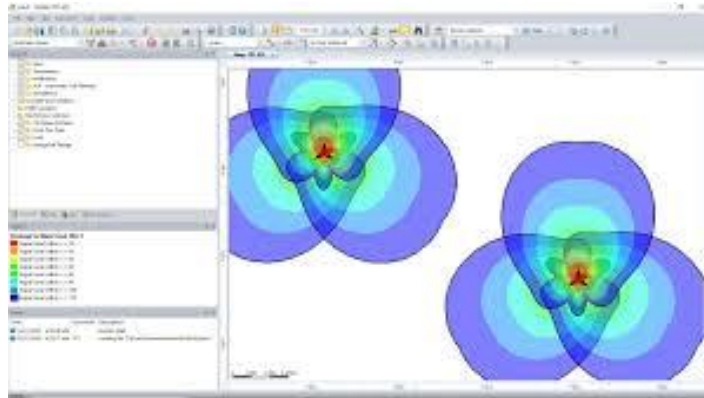
MapInfo merupakan *software* berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang memiliki fungsi untuk pengelolaan peta dalam bentuk data spasial ataupun berupa data *excel*, *based data* dan lainnya dengan tampilan *user friendly* yang memudahkan dalam penggunaannya.



Gambar 2.7 *Capture Tampilan Awal Software MapInfo*[18].

d) *Software Atoll*

Atoll merupakan sebuah *software radio planning* yang menyediakan satu set alat dan fitur yang komperhensif dan terpadu yang memungkinkan *user* untuk membuat suatu proyek perencanaan *microwave* ataupun perencanaan radio dalam satu aplikasi.



Gambar 2.8 Capture Software Atoll[18].

e) *Handphone*

Fungsi *handphone* pada *drive test* digunakan sebagai terminal untuk panggilan, *upload* dan *download* data dan mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh pelanggan. Ada berbagai jenis *handphone* yang *support* pada *software* Genex diantaranya yaitu Samsung S5, S6. Untuk *SIM card* harus disesuaikan dari operator yang akan diukur. Pada penelitian ini, penulis menggunakan operator Telkomsel.



Gambar 2.9 Handphone yang digunakan untuk *drive test*[18].

f) *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) adalah 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*.



Gambar 2.10 Perangkat GPS (*Global Positioning System*)[18].