

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 EVOLUSI MENUJU 4G/LTE**

##### **2.1.1 *FIRST GENERATION (1G)***

Generasi pertama atau 1G merupakan teknologi *handphone* pertama yang diperkenalkan pada era 80-an dan masih menggunakan sistem analog. Generasi pertama ini menggunakan teknik komunikasi yang disebut *Frequency Division Multiple Access* (FDMA). Teknik ini memungkinkan kita untuk membagi alokasi frekuensi pada suatu sel untuk digunakan pada masing-masing pelanggan di setiap sel tersebut, sehingga setiap pelanggan saat melakukan panggilan akan memiliki frekuensi sendiri (prinsipnya seperti pada stasiun radio dimana satu stasiun radio hanya menggunakan satu frekuensi untuk siarannya agar tidak terjadi gangguan pada siaran).

##### **2.1.2 *SECOND GENERATION (2G)***

GSM(*Global System for Mobile Communications*) mulai menggeser AMPS di awal tahun 1995, PT.Telkomsel dan PT.Satelido (PT.Indosat) adalah dua operator pelopor teknologi GSM di Indonesia. GSM menggunakan teknologi digital dengan kecepatan rendah sampai menengah.

##### **2.1.3 *CDMA (2.5 G)***

CDMA One (*Code Division Multiple Access*) merupakan standard yang dikeluarkan oleh *Telecommunication Industry Association* (TIA) yang menggunakan teknologi *Direct Sequence Spread Spectrum*(DSSS) dimana frekuensi radio 25 MHz pada band frekuensi 1800MHz dan dibagi dalam 42 kanal yang masing-masing kanal

terdiri dari 30KHz. Kecepatan akses data yang bisa didapat dengan teknologi ini adalah sekitar 153.6 kbps.

Dalam CDMA, seluruh user menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu yang sama. Oleh karena itu, CDMA lebih efisien dibandingkan dengan metoda akses FDMA maupun TDMA. CDMA menggunakan kode tertentu untuk membedakan user yang satu dengan yang lain.

#### **2.1.4 THIRD GENERATION (3G)**

Teknologi 3G adalah teknologi komunikasi generasi ketiga yang menjadi standar teknologi telepon bergerak (*mobile phone*), menggantikan 2.5G. Hal ini berdasarkan ITU (*International Telecommunication Union*) dengan standar IMT-2000.

Jaringan 3G memungkinkan operator jaringan untuk memberikan jangkauan yang lebih luas dari fasilitas tingkat menengah ketika mencapai kapasitas jaringan yang lebih besar melalui peningkatan efisiensi penggunaan spektrum. Kemampuannya meliputi komunikasi suara nirkabel dalam jangkauan area luas (*wide-area wireless voice telephony*), panggilan video (*video calls*), dan jalur data 6 .

kecepatan tinggi nirkabel (*broadband wireless data*), dan semuanya itu berkerja dalam perangkat bergerak (*mobile*). Fasilitas tambahan juga meliputi transmisi data HSPA yang mampu untuk mengirim data dengan kecepatan sampai 14,4 Mbps untuk downlink dan 5,8 Mbps untuk uplink.

#### **2.1.5 FOURTH GENERATION (4G)**

*Long Term Evolution* atau yang biasa disingkat LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi dan berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Jaringan *intercafe* yang tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. Teknologi ini mempunyai kapasitas *download* sampai dengan tingkat 300mbps dan *upload* 75mbps.

Layanan LTE pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Telia Sonera di Stockholm dan Oslo pada tanggal 14 Desember 2009.

Walaupun telah dipasarkan sebagai teknologi 4G, LTE yang dipasarkan sekarang belum bisa disebut sebagai teknologi 4G sepenuhnya. LTE yang ditetapkan 3GPP pada release 8 dan 9 belum memenuhi standarisasi organisasi ITU-R. Teknologi LTE *Advanced* yang dipastikan akan memenuhi persyaratan untuk disebut sebagai teknologi 4G.

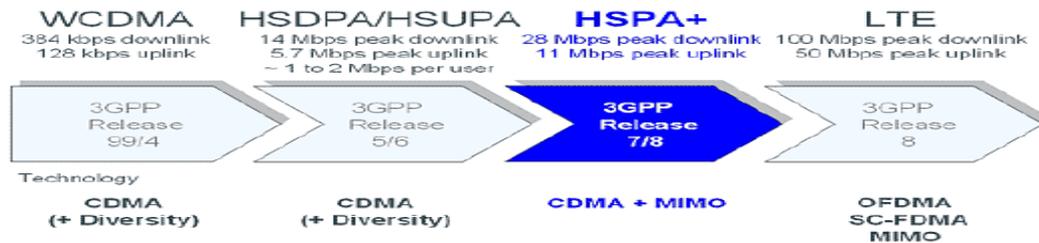
LTE sudah mulai dikembangkan oleh 3GPP sejak tahun 2004. Faktor-faktor yang menyebabkan 3GPP mengembangkan teknologi LTE antara lain adalah permintaan dari para pengguna untuk peningkatan kecepatan akses data dan kualitas servis serta memastikan berlanjutnya daya saing sistem 3G pada masa depan

LTE mewakili kemajuan besar didalam teknologi selular. LTE di rancang untuk memenuhi kebutuhan operator untuk akses data dan media *online* yang berkecepatan tinggi serta memberikan kapasitas teknologi suara untuk beberapa tahun mendatang.

Jaringan LTE yang rilis lebih awal diharapkan mampu bekerja secara *global* pada 2012 menjadi evolusi alami dari sistem 2G & 3G termasuk system *global* untuk komunikasi *mobile* (GSM) dan *Universal mobile Telecommunication Sistem* (UMTS ) 3GPP serta (3GPP2).

## **2.2 TEKNOLOGI LTE**

Teknologi LTE adalah generasi teknologi telekomunikasi seluler. Menurut standart, LTE umumnya memberikan kecepatan hingga 100 Mbps. Tidak diragukan lagi, LTE akan membawa banyak manfaat bagi pengguna jaringan seluler. Perkembangan telekomunikasi menurut standart 3GPP terlihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Evolusi 3GPP

Sumber : Deris Ryansah, FT UI, 2010

Bandwidth LTE adalah dari 1,4MHz hingga 20 MHz operator jaringan dapat memilih bandwidth yang berbeda dan memberikan layanan yang berbeda berdasarkan spectrum. Itu juga merupakan tujuan desain dari LTE yaitu untuk meningkatkan efisiensi spectrum pada jaringan, yang memungkinkan operator untuk menyediakan lebih banyak paket data pada suatu bandwidth. Karakteristik.

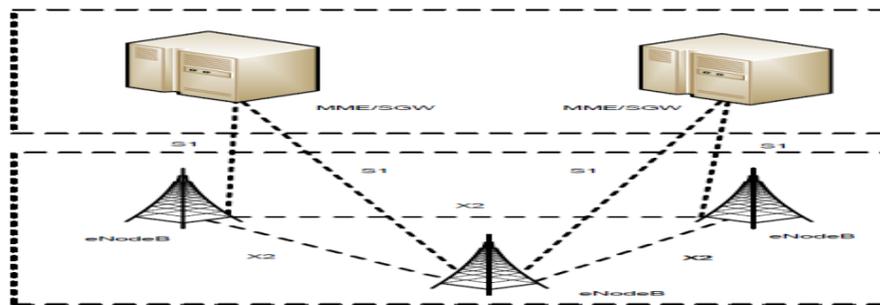
### 2.2.1 KELEBIHAN JARINGAN LTE

Beberapa kelebihan jaringan LTE :

1. Tingkat download mencapai 299,6 Mbps, dan Upload hingga 75,4 Mbps.
2. Peningkatan dukungan untuk mobilitas, seperti dukungan untuk terminal bergerak hingga 350 – 500 KM/Jam.
3. Dukungan untuk semua gelombang frekuensi yang saat ini digunakan.
4. Dukungan untuk MBSFN ( Multi cart – Broadcast Single Frequency Network). Fitur ini dapat memberikan layanan seperti mobile TV menggunakan infrastruktur LTE, dan merupakan pesaing layanan DVB-H berbasis siaran TV.

## 2.2.2 Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur jaringan LTE yang ditunjukkan pada gambar 2.2 dirancang untuk tujuan mendukung trafik project Switching dengan mobilitas tinggi *quality of service* (QoS), dan latency yang kecil. Pendekatan *packet switching* ini memperbolehkan semua layanan termasuk layanan *voice* menggunakan koneksi packet. Oleh karena itu pada arsitektur jaringan LTE dirancang sederhana mungkin yaitu hanya terdiri dari dua node yaitu eNodeB dan *mobility management entity / gateway* (MME/GW).



**Gambar : 2.2** Arsitektur jaringan LTE

Sumber : Universitas Sumatera Utara

## 2.2.3 Sistem Perancangan Jaringan LTE

Proses *cell planning* dapat menggambarkan semua kegiatan yang kita gunakan dalam proses perencanaan komunikasi radio, bagaimana kita mengkonfigurasinya sehingga sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan.

*Cell planning* dimulai dari menganalisa grafis dan daerah cakupan yang diinginkan dengan cara terlebih dulu mengetahui kondisi Geografis serta jumlah yang dibutuhkan untuk meng-Cover pelanggan.

Data yang dibutuhkan diantaranya :

- a) Kapasitas

- b) Daerah cakupan
- c) Gade of service (GOS)
- d) Frekuensi
- e) *System Growth capability*

Kebutuhan traffic menggambarkan bagaimana kita mendesain system yang kita rancang dan bagaimana kita mengkonfersinya sehingga sesuai dengan kondisi geografis dari daerah tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal perkiraan kondisi geografis adalah.

- a) Jumlah penduduk
- b) Jumlah pelanggan
- c) Level keuntungan
- d) *Land Usage Data*
- e) Pengguna telepon (jumlah user)

### **2.3 Konsep Dasar Teknologi *Long Term Evolution* (LTE)**

*Long Term Evolution* (LTE) merupakan sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari *Third Generation Partnership Project* (3GPP) untuk memperbaiki standard teknologi seluler generasi ketiga(3G) yaitu UMTS WCDMA. Teknologi LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3.5), dan LTE disebut sebagai kandidat generasi keempat (4G). Teknologi ini mampu memberikan kecepatan akses data hingga mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink*, dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Selain itu, LTE mampu mendukung aplikasi yang secara umum terdiri dari layanan *voicei*, *data*, *video*, termasuk juga IP TV. Layanan-layanan yang ditawarkan *full ip based*.

Keunggulan dari LTE dibandingkan dengan teknologi sebelumnya selain dalam hal kecepatan akses data, LTE dapat memberikan *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antena, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth*, dan dapat saling *internetworking* dan *interconnection* dengan jaringan *existing* yang sudah ada sebelumnya

#### **2.4 Indoor Network Planning ( Perencanaan Jaringan Indoor )**

Perencanaan Jaringan *Indoor* adalah suatu perencanaan system dengan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang didalam gedung yang bertujuan untuk melayani kebutuhan akan telekomunikasi dalam gedung tersebut baik kualitas sinyal, cakupan ( *coverage* ) maupun kapasitas *traffiknya*. Sebenarnya system ini memiliki prinsip yang sama BTS dengan sel standar, dengan perangkat pemancar dan penerima ( *Transciever* ), basis kapasitas trafik biasanya digunakan untuk:

- *Public Access Area* ( mall, bandara, stadion, hotel, rumah sakit, dan lain-lain), merupakan tempat-tempat umum yang sering dikunjungi tiap harinya.

#### **2.5 Model Propagasi Dalam Gedung**

Model propagasi gedung diperlukan untuk menghitung rugi propagasi yang terjadi, sehingga persamaan perhitungan rugi lintasan dan model algoritma merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat akurasi proses perhitungan.

Untuk perhitungan *losses* propagasi yang terjadi di dalam gedung, dapat digunakan model propagasi *Ray Tracing* dan *Distance Path Loss Model COST-231 MWI*. Model ini disebut model *hybrid (Ray Optical Model + Multi Wall Model)* dengan fungsi yang saling melengkapi.

Algoritma *Ray Optical Model* pada *Ray Tracing* digunakan untuk menentukan karakteristik *multi-path*. Misalnya; *delay spread* dan distribusi sudut angular. Dimana

pada prinsipnya memungkinkan untuk menentukan semua sinar yang berkaitan antara pemancar dan penerima.

Sementara algoritma COST 231 multi wall untuk perhitungan *pathloss* dengan mempertimbangkan faktor jarak, frekuensi, informasi tentang banyaknya dinding pemisah ruangan, jenis material, dan ketebalannya. Semua alur propagasi gelombang dari satu pemancar terhadap posisi penerima oleh RPS disimpan (dibaca) dalam bentuk sebuah sinar

### 2.5.1 Model Propagasi COST 231 Multi Wall

Pada COST 231 Model seluruh dinding pada bidang *vertical* antara *transmitter* dan *receiver* di pertimbangkan dan untuk masing – masing dinding dengan properties materialnya di perhitungkan juga. Dengan bertambahnya dinding yang dilewati sinyal, maka atenuasi dinding berkurang, sehingga pada model COST 231 model ini akan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi ruangan.

$$L_r = L_{fsl} + L_c + \sum_{i=1}^M N_{wi} L_{wi} + n_f \left[ \frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.5.2 EIRP ( Equivalent Isotropic Radiated Power )

EIRP merupakan besaran yang menyatakan kekuatan daya pancar dari suatu antenna di bumi. Atau dapat dikatakan EIRP itu merupakan perkalian antara daya RF dengan *Gain* suatu antenna. Dimana EIRP dapat di hitung dengan ruus berikut.

$$\mathbf{EIRP = Ptx + Gtx + LTX} \dots \dots \dots (2.2)$$

**Dengan** :EIRP = daya radiasi isotonik ekivalen

Ptx = daya pancar

Gtx = penguatan antenna

Ltx = rugi-rugi

### 2.5.3 PATH LOSS

*Pathloss* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur suatu *loss* yang disebabkan oleh cuaca, kontur tanah dan lain-lain, agar tidak mengganggu pemancaran antara 2 buah antenna yang saling berhubungan. Nilai *Pathloss* menunjukkan level sinyal yang melemah (*attenuation*) yang disebabkan oleh propagasi *freespace* seperti *refleksi*, *difraksi*, dan *scattring*. *Pathloss* sangat penting dalam perhitungan *Linkbudget*, ukuran sel, ataupun perencanaan frekuensi. Factor –faktor yang mempengaruhi nilai level daya dan pathloss adalah jarak pengukuran antara Tx dan Rx, tinggi antenna (Tx, dan Rx), serta jenis area perngukuran.

$$L_p = FSL = 32,45 + 20 \log f(\text{Mhz}) + 20 \log d (\text{Km}) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :      f= frekuensi operasi

                  d= jarak antar pengirim dan pemnerima

### 2.5.4 Perhitungan RSL (*Receive Signal Level*)

RSL (*Receive Signal Level*) adalah level sinyal yang diterima di penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitive perangkat penerima ( $RSL \geq RTH$ ). Sensitivitas perangkat penerima merupakan kepekaan suatu perangkat pasa sisi penria yang dijadikan ukuran threshold. Nilai RSL dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$RSL = EIRP - L_{propagasi} + GRX - LRX \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :      EIRP            = effective Isotropic Radiated Power (dBm)

                  L<sub>propagasi</sub>    = rugi-rugi gelombang saat berpropagasi (db)

                  GRX            = Penguatan antenna penerima (db)

                  LRX            = rugi-rugi saluran penerima

## 2.6 Sistem Komunikasi Jaringan *Indoor*

Komunikasi jaringan *indoor* merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem luar gedung (makrosel dan mikrosel *outdoor*) dalam memenuhi layanan seluler dan *wireless*. Perencanaan sel dalam gedung (*Indoor coverage*) meliputi perencanaan area cakupan sesuai dengan komitmen area, kapasitas trafik sesuai kebutuhan dan kualitas sinyal yang memuaskan pelanggan, dan dengan interferensi yang kecil. Pemenuhan akan kebutuhan sinyal dalam gedung sudah merupakan sebuah kebutuhan mendasar. Aplikasi sistem ini sangat populer dikota megapolitan dimana banyak bangunan *superblock* terintegrasi, gedung tinggi, *tunnel* dimana kondisi di dalam gedung tersebut sangat sulit menerima sinyal dari tower telekomunikasi bahkan tidak dapat menerima sinyal sama sekali. Prinsip kerja sistem ini secara sederhana adalah memanfaatkan sistem distribusi antena *indoor* untuk mendistribusikan sinyal dari BTS/*Repeater*, sehingga semua sisi bangunan dapat terjangkau sinyal dengan baik. Secara sederhana, sebuah sistem *Indoor coverage* terdiri atas dua bagian yaitu yang pertama adalah sumber sinyal *Macrocell* BTS, *Picocell* BTS. Dan yang kedua adalah *Distributed Antenna System* yaitu *Passive Distribution Mode*, *Active Distribution Mode*, *Optical Fiber Distribution Mode*, *Leaky Cable Distribution Mode* Aplikasi *In-building coverage* sangat fariatif dan spesifik mengikuti kebutuhan. Hal ini erat kaitannya dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan konsumen disetiap gedung yang unik. Dampak positifnya, berbagai kemajuan telah dicapai dalam rekayasa RF *design*, dan perkembangan teknologi perangkat terintegrasi yang mendukung aplikasi multi-sistem, multi-carrier dan *multiband*.

### 2.6.1 Karakteristik Seluler *Indoor*

Sistem dalam gedung sangat berbeda dengan sistem luar gedung, hal yang paling mendasar adalah model perancangan sistem radio dan distribusi antenanya harus disesuaikan dengan karakteristik gedung tempat sel tersebut terpasang. Pada sistem sel dalam gedung dibutuhkan teknik khusus untuk mengatasi kondisi

propagasi dalam ruangan. Tidak sama dengan area ruang kosong, sistem dalam gedung mengalami banyak rugi seperti kepadatan material dalam gedung, konstruksi gedung, kepadatan orang dalam gedung, dan terbatasnya celah antar ruangan seperti jendela dan pintu. Beberapa karakteristik sel dalam gedung sebagai berikut.

- a. Area cakupan sel kecil
- b. Sinyalnya terbatas sampai pada sisi gedung
- c. Daya pemancar yang digunakan rendah
- d. Antena dipasang di dalam gedung

### **2.6.2 Perencanaan dan Perancangan Seluler *Indoor***

Untuk melakukan perencanaan dan perancangan *cell* maka yang perlu di perhatikan adalah mempertimbangkan hal-hal yang berpengaruh pada unjuk kerja system dan pemilihan perangkat jaringan yang digunakan dalam proses perancangan.

Dalam perencanaan system jaringan *cellular indoor* yang harus dilakukan adalah :

#### *a. System antenna*

Konfigurasi antenna, memaksimalkan cakupan *design* sesuai area yang di rencanakan ( *coverage design* ), membuat skema *design* ( *schematic design* ). Untuk perencanaan di dalam ruangan, biasanya di pakaidua jenis antenna seperti antenna *omnidirectional* dan antenna *directional*, penempatan antenna baik itu diatas atap maupun di dinding harus memastikan cakupan yang baik di samping memastikan jarak yang aman antara *user* dengan *Elektromagnetik Radiation* ( EMR) yang dipancarkan antenna.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan antenna *omnidirectional* buatan *kathrin* dengan *gain* sebesar 0 dBi, antenna jenis ini paling banyak digunakan

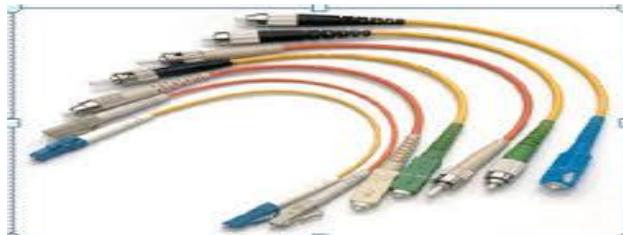
dalam perencanaan *indoor* karena antenna ini memiliki karakteristik memancarkan sinyal *360 degree*.



**Gambar 2.3** *Antenna omnidirectiona*

b. Fiber Optik

Komunikasi fiber optik telah memberikan dampak yang besar terhadap berbagai segi pengiriman data informasi, mulai dari lingkup LAN sampai telekomunikasi antar benua, dan dalam kasus ini penggunaan fiber optic sebagai media transmisi untuk *antenna indoor*. Secara umum komunikasi fiber optik dapat mengirimkan data berupa analog dan digital, dalam system pengiriman data dalam system fiber optic maka data berasal dari elektrik akan diubah dahulu ke optik oleh sumber cahaya berupa LED laser diode (LD), komunikasi di sambungkan dengan *splices* atau konektor dari fiber satu ke yang lain, dan diterima oleh *photodetector* bias berupa pin, APD (*Avalanche photodiode*) yang akan mengubah dari optik ke elektrik selanjutnya akan diubah ke data semula.



**Gambar 2.4** Konektor Fiber Optik

Serat optik lihat gambar 2.5 adalah gambar optic yang berguna untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya. Teknologi ini melakukan perubahan sinyal listrik menjadi cahaya yang kemudian di salurkan melalui media serat optic dan selanjutnya di konversi kembali menjadi sinyal listrik pada bagian penerima.

### 2.6.3 Perinsip Kerja Komunikasi Seluler *indoor*

System seluler jaringan *indoor* yaitu suatu sistem dengan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang di dalam gedung yang bertujuan untuk melayani kebutuhan telekomunikasi dalam gedung tersebut baik kualitas sinyal, cakupan (*coverage*) maupun kapasitas *traffic*nya. Sebenarnya system ini memiliki prinsip yang sama BTS dengan sel standar, dengan perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*), dengan menggunakan frekuensi 890-945 MHz dan menggunakan sel mikro. Basis kapasitas trafik biasanya digunakan untuk :

1. *Public Acces Area* (*mall*, bandara, stadion, hotel ,rumah sakit dan lain lain)

Merupakan tempat-tempat umum yang sering dikunjungi tiap harinya.

2. *Business/office area* (daerah perkantoran, pusat perbisnisan) dituntut adanya *indoor cell* yang memungkinkan tingkat telekomunikasi yang tinggi.

Penyaluran sistem komunikasi seluler *indoordapat* di bagi menjadi dua :

1. Penyaluran sistem antena menggunakan komponen pasif seperti *spliter*, *coupler*, dan kabel.
2. Penyaluran sistem antenna menggunakan komponen aktif seperti *amplifier*, dan *repeater*.

Keuntungan dari komunikasi *indoor* antaralain :

1. Meningkatkan *coverage area* dan meningkatkan layanan ke pelanggan.
2. Menyediakan konektivitas *wireless* kee pelanggan.
3. Meningkatkan kualitas suara.
4. Merupakan solusi alternative lain dari jaringan *fixed* telekomunikasi.

#### **2.6.4 Propagasi Jaringan Indoor**

Model propagasi pada umumnya bertujuan untuk memprediksi kekuatan sinyal yang diterima pada jarak tertentu dari pemancar, juga perubahan kekuatan sinyal yang dekat dengan lokasi tertentu. Propagasi sinyal dalam representasi waktu dan jarak dari satu titik ke titik yang lainnya akan mengalami benturan dan rintangan dengan benda-benda disekitarnya, akibatnya sinyal yang sampai di penerima tidak hanya dari satu lintasan, melainkan dari banyak lintasan. Hal ini menyebabkan sinyal yang diterima *Mobile station* (MS) mengalami kenaikan dan penurunan sinyal.

Karakteristik propagasi pada jaringan bergerak (seluler) berbeda di bandingkan dengan karakteristik propagasi jaringan tetap. Pada jaringan bergerak *fading* yang terjadi lebih hebat dan fluktuatif dibandingkan dengan jaringan tetap. Untuk menghitung *path loss* pada propagasi jaringan seluler telah banyak dilakukan dan penelitian. Beberapa diantaranya yang sering dipakai adalah.

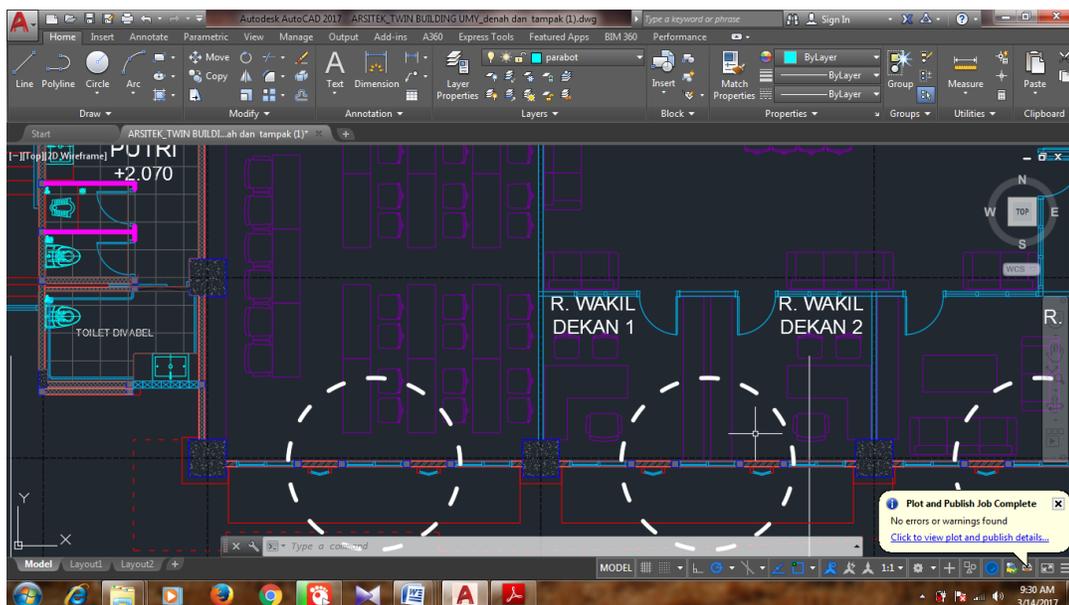
1. Model Hata
2. Model *Walfisch-ikegami* (cost 231)
3. Model Okumura

Karakteristik utama dari propagasi *indoor* yang membedakannya dengan kondisi *outdoor* adalah *multipath* yang cenderung lebih banyak, bahkan *path* yang *line of sight* bisa jadi tidak ada. Selain itu kondisi lingkungan dapat berubah secara drastis dalam waktu maupun jarak yang singkat. Jarak yang di jangkau cukup sempit, berkisar pada 100 meter utau kurang. Dinding, pintu, barang-barang, dan manusia dapat menyebabkan redaman yang cukup signifikan.

Lingkungan *indoor* sangat di pengaruhi oleh *multipath*, dalam kaitannya dengan beberapa mekanisme propagasi ( *reflection*, *diffraction* dan *scattering*), yang tergantung pada posisi dinding bangunan, bahan-bahan bangunan, ukuran dan bentuk bangunan. *Path loss* atau pelemahan sinyal RF terjadi apabila jarak antara pemancar dan penerima semakin jauh, serta adanya rintangan antara pemancar dan penerima. Jumlah *attenuasi* bervariasi tergantung dari halangan jenis material dan kepadatan gedung. Untuk menghitung cakupan bukan LOS dengan teliti sangat sulit dilakukan, karena meliputi banyak penghalang dan *variable* yang mengakibatkan pantulan. Penurunan sinyal yang terdapat pada material dinding sehingga mengurangi kekuatan sinyal dari antenna. Dinding gedung juga mempunyai rugi-rugi (*loss*), bahan dasar dinding seperti *Gypsum*, *Beam*, *Wooden*, *glass*, atau tembok bata sekalipun mempunyai nilai *loss* yang berbeda Pelemahan sinyal karena terhalang oleh suatu material ditunjukkan pada Tabel 2.2. Diharapkan dengan tabel tersebut, dapat memprediksi daya terima yang dipancarkan oleh antenna setelah melewati material di dalam gedung.

**Tabel 2.2** Nilai Material Konstruksi Umum Pada Pelemahan 1800 MHz[7]

Material	loss
Dinding Beton	8
Plaster innerwal	4
<i>Glass</i>	2.8



**Gambar 2.6** jenis material dinding pada pembangunan

Sumber : PT. MPK (MENTARI PRIMA KARSA)

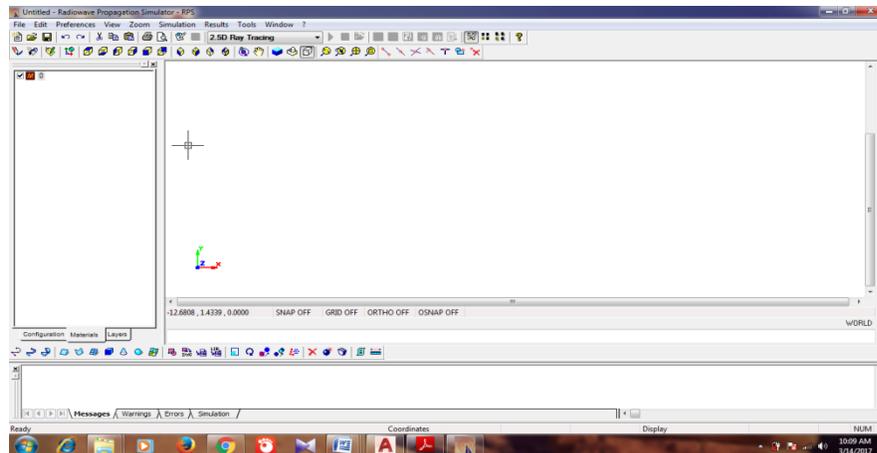


**Gambar 2.7** contoh gambar dinding yang memiliki redaman

Gambar 2.6 adalah contoh gambar pengaruh dari salah satu material yang berpengaruh dalam perencanaan *indoor* yang mempengaruhi propagasi sinyal *indoor*, salah satunya adalah model propagasi COST 231 *Multi Wall* dimana pada perhitungan ini berpengaruh pada *transmitter* dan *receiver* yang diperuntukan untuk masing-masing dinding dengan properties materialnya, dengan bertambahnya dinding yang dilewati sinyal, maka atenuasi dinding berkurang.

## 2.7 RPS 5.4 (*Radiowave Propagation Simulator*)

RPS 5.4 (*Radiowave Propagation Simulator*) merupakan aplikasi simulasi untuk propagasi sinyal *indoor*, dengan menggunakan aplikasi ini saya sebagai penulis dapat mensimulasikan propagasi sinyal yang telah dirancang dengan perhitungan, maupun secara simulasi agar kita dapat mengetahui hasil yang diinginkan secara *realtime*

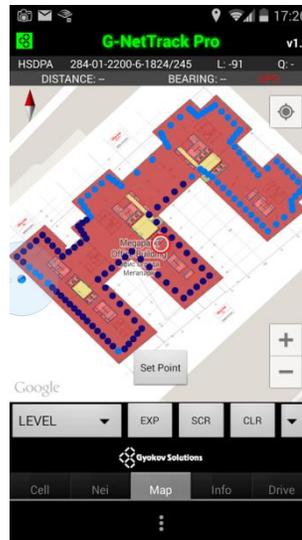


**Gambar 2.9** Tampilan awal RPS 5.4

## 2.8 G-Net Track Pro

*G-net Track Pro* adalah aplikasi untuk memonitor jaringan dan *walk test* pada perangkat yang beroperasi menggunakan system OS Android. Teknologi yang didukung pada aplikasi *G-net Track Pro* adalah LTE, UMTS, GSM, CDMA, EVDO,

HSDPA. Pengukuran juga bias dilakukan pada lokasi *Indoor* dan *Outdoor*, informasi yang bisa di dapatkan dengan menggunakan *software* adalah RXlevel, RXQuality, SQI, MCC, MNC, CI, LAC, *Time*, *Langitude*, *Upload*, *Download*, tipe jaringan yang digunakan



**Gambar 2.10** tampilan G-Net TrackPro

pada saat melakukan *walktest indoor*

sumber : *Play Store*