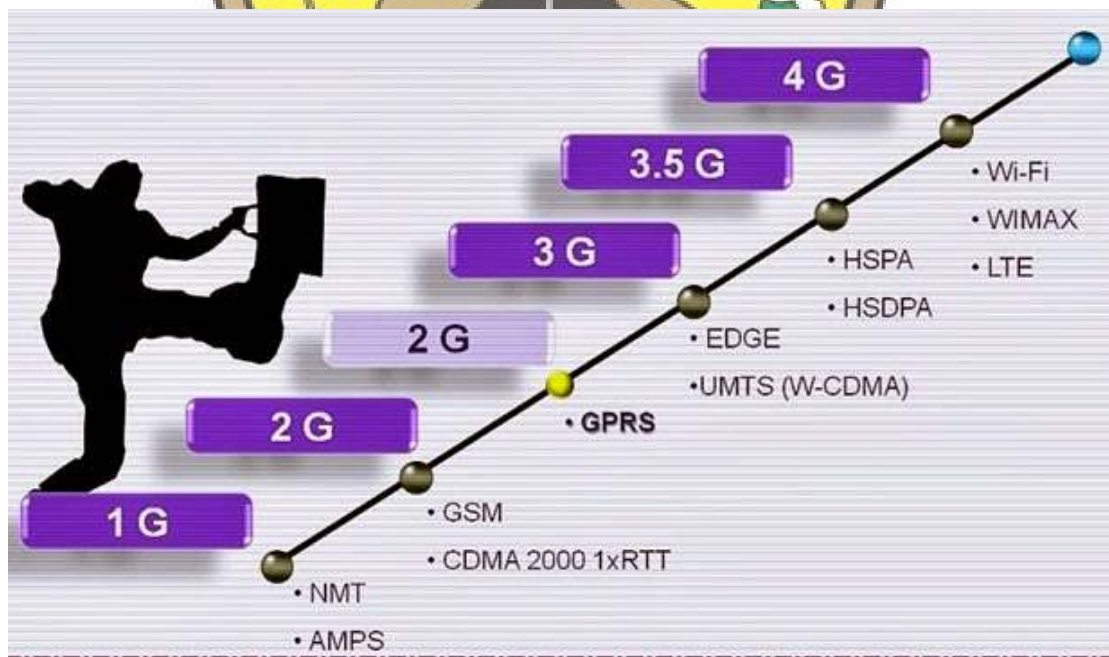


BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sejarah Perkembangan Teknologi Jaringan 1G, 2G dan 3G

1G 2G 3G 4G adalah singkatan untuk kemajuan perkembangan generasi dari jaringan atau *network*. G adalah singkatan atau kepanjangan dari *Generation* atau Generasi, sedangkan angka di depannya merupakan tingkatannya. Angka yang lebih tinggi sebelum G, berarti memiliki kemampuan dan fitur lebih banyak untuk mengirimkan dan menerima informasi, lebih lagi yaitu untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi melalui jaringan nirkabel (*wireless*) dan berkembang seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perkembangan Teknologi Jaringan (Jimmy Chandra, 2015)

Teknologi sekarang sudah sangat maju dan GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA adalah generasinya. GPRS adalah generasi pertamanya disusul dengan Edge dengan memberikan layanan agak cepat lalu 3G dengan menghadirkan layanan tercepat dan akhirnya teknologi sekarang 3.5G menyingkirkan semua dengan menghadirkan layanan sangat cepat untuk mengakses data, dan mungkin akan hadir layanan 4G. Berikut perkembangan teknologi jaringan 1G, 2G, 3G, 4G:

2.1.1 1G

1G adalah singkatan atau kepanjangan dari *First Generation* yaitu generasi pertama dari teknologi jaringan komunikasi, pada dasarnya merupakan sinyal radio yang ditransmisikan dalam bentuk Analog. Jaringan 1G pertama kali ditemukan pada tahun 1980 ketika AMPS di Amerika Serikat bekerja sama dengan TACS dan NMT di Eropa untuk membuat terobosan di teknologi jaringan. 1G dapat mengirim pesan teks dan membuat panggilan, namun 1G memiliki kelemahan terbesar, yaitu ketersediaan jaringan yang terbatas.

Perbedaan utama antara dua sistem jaringan 1G dan 2G adalah bahwa sinyal radio yang digunakan oleh jaringan 1G adalah analog, sedangkan 2G adalah digital. 1G - Original analog *cellular* untuk suara (AMPS, NMT, TACS) 14.4 kbps. Contoh ponsel 1G seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ponsel 1G (Nicbda, 2015)

2.1.2 2G

2G adalah singkatan atau kepanjangan dari *Second Generation* yaitu generasi kedua dari teknologi jaringan telepon selular dan yang pertama menggunakan enkripsi digital pada suatu percakapan.

2G menjadi jaringan telekomunikasi seluler generasi kedua yang diluncurkan secara komersial pada standar GSM. Jaringan 2G adalah yang pertama untuk menawarkan layanan data dan pesan teks SMS. Jaringan 2G didasarkan pada jaringan digital, mampu meningkatkan kualitas panggilan dan juga mengurangi *transmisi* data yang kompleks. Keuntungan dari jaringan 2G memungkinkan konektivitas di seluruh dunia, dalam bentuk *Semi Global Roaming*. Contoh ponsel 2G seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ponsel 2G (Nicbda, 2015)

2.1.3 2.5 GPRS

Generasi 2G berkembang menjadi 2.5G GPRS. GPRS adalah singkatan dari *General Packet Radio Service*, secara teori jaringan ini memiliki kecepatan data mencapai 35 - 171 Kilobits per-second (Kbps). Jika Anda menemui sinyal G di HP,

2.1.4 2.75G EDGE

Generasi setelah GPRS adalah E atau EDGE (*Enhanced Data rate for GSM Evolution*). Walau disebut 'Evolution' sinyal E tidak begitu cepat data transfer nya. Kecepatan data transfer sinyal EDGE ini antara 120 Kbps sampai dengan 384 Kbps. Pada *smartphone* iPhone generasi awal sinyal EDGE adalah jaringan tertinggi yang bisa dipindai.

2.1.5 3G

3G adalah singkatan atau kepanjangan dari *Third Generation* yaitu generasi ketiga dari teknologi jaringan telekomunikasi, telah menjadi populer terutama kemampuan mengakses Internet melalui perangkat seperti ponsel pintar atau *smartphone* dan tablet.

Jaringan 3G menawarkan kecepatan transfer data yang lebih cepat dari 2G dan yang pertama untuk memungkinkan panggilan video.

3G, memiliki kecepatan transmisi yang berkisar antara 384 Kbps – 2 Mbps. 3G sebenarnya memiliki kemampuan transmisi data yang lebih, memungkinkan panggilan suara dan video, *transmisi file*, internet, TV online, melihat video kualitas tinggi, bermain game dan banyak lagi. Contoh ponsel 3G seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ponsel 3G (Nicbda, 2015)

2.1.6 3.5G

3.5G adalah kemajuan perkembangan dari 3G, terkadang disebut juga Turbo 3G atau HSPA.

Teknologi **HSPA** adalah singkatan dari *High Speed Packet Access* yaitu Paket Akses Kecepatan Tinggi. Secara garis besar ini merupakan penggabungan dari dua protokol telepon selular yaitu HSDPA dan HSUPA.

HSPA dapat berkembang dan meningkatkan kinerja jaringan telekomunikasi generasi ketiga 3G dengan memanfaatkan jaringan WCDMA. Teknologi ini pertama kali mampu mencapai kecepatan transmisi hingga 14 Mbps untuk *download* dan 5.76 Mbps untuk *upload*. Contoh ponsel 3G seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ponsel 3.5G (Nicbda, 2015)

2.1.7 3.75G

3.75G adalah kemajuan perkembangan yang ditingkatkan dari HSPA yaitu HSPA+ atau disebut juga *Evolved* HSPA, dirilis tahun 2008 dan digunakan di seluruh dunia berikutnya mulai tahun 2010. Secara teoritis Teknologi ini mampu mencapai kecepatan hingga 42 Mbps.

2.1.8 3.9G

3.9G adalah kemajuan dari HSPA+, bisa disebut juga *Advanced* HSPA+ dan awal mula dari teknologi LTE untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan. LTE telah melakukan banyak pengujian kecepatan hingga memiliki beberapa macam kategori yang selanjutnya mampu mencapai standar untuk 4G.

2.2 GLOBAL SYSTEM for COMMUNICATION (GSM)

Teknologi komunikasi seluler sebenarnya sudah berkembang dan banyak digunakan pada awal tahun 1980-an, diantaranya *system* NET yang dikembangkan di Jerman dan Portugal oleh siemens, *system* RC-2000 yang dikembangkan di Prancis, *system* NMT yang dikembangkan di Belanda dan Skandinavia oleh Ericsson, serta *system* TACS yang beroperasi di Inggris. Namun teknologinya yang masih analog membuat system yang digunakan bersifat regional sehingga system antara negara satu dengan yang lain tidak saling kompatibel dan menyebabkan mobilitas pengguna terbatas pada suatu area *system* teknologi tertentu saja (tidak biasa melakukan *roaming* antara negara).

Mengatasi keterbatasan yang terdapat pada system – sistem analog sebelumnya, pada tahun 1982, negara – negara Eropa membentuk organisasi bertujuan untuk menentukan standar – standar telekomunikasi *mobile* yang dipakai di semua negara Eropa. Organisasi ini diberi nama *Group Special Mobile* (GSM). Organisasi ini kemudian menghasilkan standar – standar telekomunikasi bergerak yang kemudian dikenal dengan GSM (*Global System for Mobile Communication*).

GSM sendiri diimplementasikan di Negara Eropa pada awal tahun 1990-an. Pemakaian GSM kemudian meluas ke Asia dan benua Amerika. Saat ini GSM merupakan teknologi komunikasi bergerak yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Akhir tahun 2005, pelanggan GSM di dunia sudah mencapai 1,5 billion pelanggan dan merupakan teknologi yang paling banyak digunakan. Tabel 2.1 di bawah ini menunjukkan perkembangan – perkembangan penting terkait dengan pengimplementasikan GSM dan juga perkembangan teknologi seluler lainnya.

Tabel 2.1 Tabel Perkembangan GSM

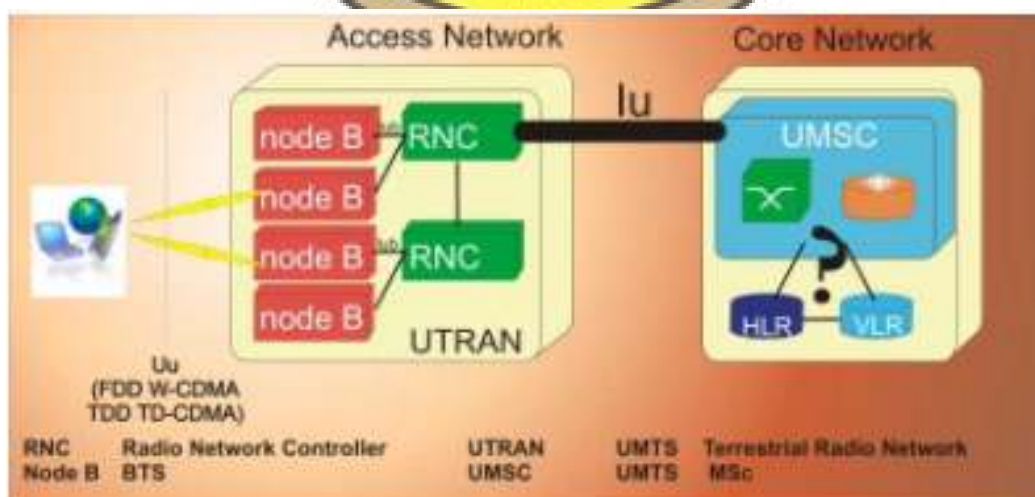
Tahun	Event
1981	Nordic Mobile Telephone (NMT) 450
1982	Group Speciale Mobile (GSM) dibentuk
1983	American Mobile Phone System (AMPS)
1985	Total Access Communication System (TACS)
1986	Teknologi GSM mulai ditest
1986	Nordic Mobile Telephone (NMT) 900
1987	TDMA dipilih sebagai teknologi multiple access di GSM
1988	MOU GSM ditandatangani
1989	Teknologi system GSM divalidasi
1991	American Digital Celluler (ADC)
1991	System GSM (Global System for Mobile Communication) komersial pertama di-lauching
1991	Digital AMPS (D-AMPS)

1992	Digital Cellular System (DCS) 1800
1993	Code Division Multiple Access One (CDMA One)
1994	Personal Digital Cellular (PDC)
1995	Personal Communication System (PCS) 1990-Canda
1996	Personal Communication System (PCS)-USA
2001	GSM 800
Ket. Warna biru = kejadian yang terkait dengan perkembangan teknologi GSM	

(Kamil Saputra, 2013)

2.3 ARSITEKTUR JARINGAN WCDMA

Teknologi telekomunikasi *wireless* generasi ketiga (3G) yaitu *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS). UMTS merupakan suatu *evolusi* dari GSM, dimana *interface* radionya adalah WCDMA, serta mampu melayani transmisi data dengan kecepatan yang lebih tinggi, kecepatan data yang berbeda untuk aplikasi-aplikasi dengan QoS yang berbeda. Arsitektur jaringan UMTS terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment* (UE), UMTS *Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) dan *Core Network* (CN) seperti gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Jaringan WCDMA. (Radi,2011)

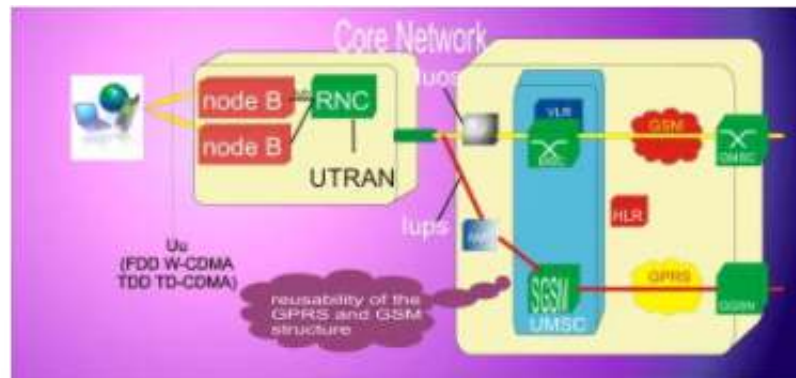
Struktur jaringan dari WCDMA UMTS memiliki dua *sub-network* :

2.3.1 Jaringan telekomunikasi dan jaringan managemennya. Pada bagian jaringan telekomunikasi mempunyai fungsi untuk mentransportasikan informasi Antara *end-connection* nya.

2.3.2 Jaringan manajemen mempunyai fungsi menghitung, mendaftarkan, melakukan pengaturan dan menangani keamanan dari data, operator dari tiap elemen dari jaringan harus mendukung operasi jaringan yang tepat yaitu pendeteksi dan menangani masalah data yang *error* dan yang bersifat *anomaly* atau operasi kosong setelah mengalami *disconnection* atau mengembalikan periode dari beberapa elemen-elemen data yang ditransmisikan. Jaringan UMTS memiliki elemen jaringan yang akan dijelaskan sebagai berikut :

- *Core Network*

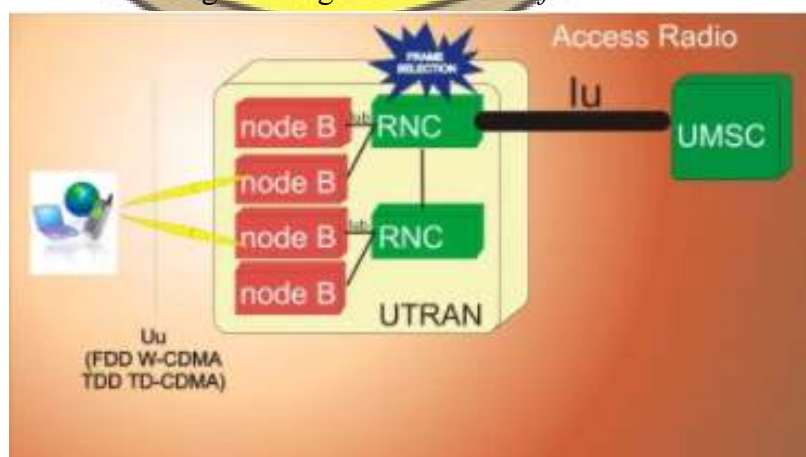
Jaringan Lokal (*Core Network*) pada gambar 2.7 menggabungkan fungsi kecerdasan dan transport. *Core Network* ini mendukung pensinyalan dan transport informasi dari trafik, termasuk peringanan beban trafik. Fungsi-fungsi kecerdasan yang terdapat langsung seperti logika dan dengan adanya keuntungan fasilitas kendali dari layanan melalui antarmuka yang terdefinisi jelas, yang juga pengaturan mobilitas. Dengan melewati inti jaringan, UMTS juga dihubungkan dengan jaringan telekomunikasi lain, jadi sangat memungkinkan tidak hanya antara pengguna UMTS mobile, tetapi juga dengan jaringan yang lain.



Gambar 2.7 Core Network. (Radi,2011)

- Jaringan Radio Akses (UTRAN)

Jaringan akses radio pada gambar 2.8 menyediakan koneksi antara terminal *mobile* dan *Core Network*. Dalam UMTS jaringan akses dinamakan UTRAN (*Access Universal Radio electric Terrestrial*). UTRA mode UTRAN terdiri dari satu atau lebih Jaringan *Sub-Sistem Radio* (RNS). Sebuah RNS merupakan suatu sub- jaringan dalam UTRAN dan terdiri dari *Radio Network Controller* (RNC) dan satu atau lebih Node B. RNS dihubungkan antar RNC melalui suatu Iur *Interface* dan *Node B* dihubungkan dengan satu Iur *interface*.



Gambar 2.8 Jaringan Radio Akses. (Radi, 2011)

- Terminal atau UE

User Equipment (UE) adalah nama yang berhubungan dengan terminal atau mobile. Terminal mobile yang terhubung ke *Mobile Station* untuk membangun koneksi. Untuk terhubung dengan jaringan, terminal *mobile* membutuhkan kartu UMTS. Pemakaian *Equipment*, merupakan peralatan yang setiap user harus dapat melakukan komunikasi dengan *base station* pada saat usernya memutuskan berkomunikasi dengan *base station* pada saat yang bersamaan dimana user tersebut masih berada pada *coverage area*. UE dapat memiliki ukuran yang berbeda-beda, “forma”, tetapi semua terminal harus dapat mendukung standard dan protokol yang sama. Jika satu *mobile* didesain bekerja pada sistem UMTS, harus dapat berkomunikasi dengan satu *mobile* yang menggunakan sistem 2G.

Pertama-tama terminal UMTS didesain dalam *multi-band* dan *multi-mode*, mengizinkan banyak user untuk mengubah ke UMTS, GPRS dan layanan GSM pada *band-band* frekuensi yang berbeda dan pada perjalanan di seluruh dunia.

- Jaringan komunikasi (*Transmission Networks*)

Transmission Network adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi (data), karena jarak yang jauh, maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode/isyarat, dan isyarat inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara untuk diubah kembali menjadi data. Media *transmisi* digunakan pada beberapa peralatan

elektronika untuk menghubungkan antara pengirim dan penerima supaya dapat melakukan pertukaran data. Beberapa alat elektronika, seperti telepon, komputer, televisi, dan radio membutuhkan media transmisi untuk dapat menerima data. Seperti pada pesawat telepon, media *transmisi* yang digunakan untuk menghubungkan dua buah telepon adalah kabel. Setiap peralatan elektronika memiliki media *transmisi* yang berbeda-beda dalam pengiriman datanya. media *transmisi* data yang tidak memerlukan kabel dalam proses *transmisi*-nya, media *unguided/wireless* ini memanfaatkan sebuah antena untuk *transmisi* di udara, ruang hampa udara, atau air. Untuk *transmisi*, antena menyebarkan *energy elektromagnetik* ke dalam media (biasanya udara), sedangkan untuk penerimaan sinyal, antena menangkap gelombang elektromagnetik dari media. Pada dasarnya terdapat dua jenis konfigurasi untuk *transmisi wireless*.

- Searah

Untuk konfigurasi searah, antena mentransmisi mengeluarkan sinyal elektromagnetik yang terpusat di antenna pentransmisi dan antenna penerima, dan harus disejajarkan dengan hati-hati. Umumnya, semakin tinggi frekuensi sinyal, semakin mungkin memfokuskannya kedalam sinar searah.

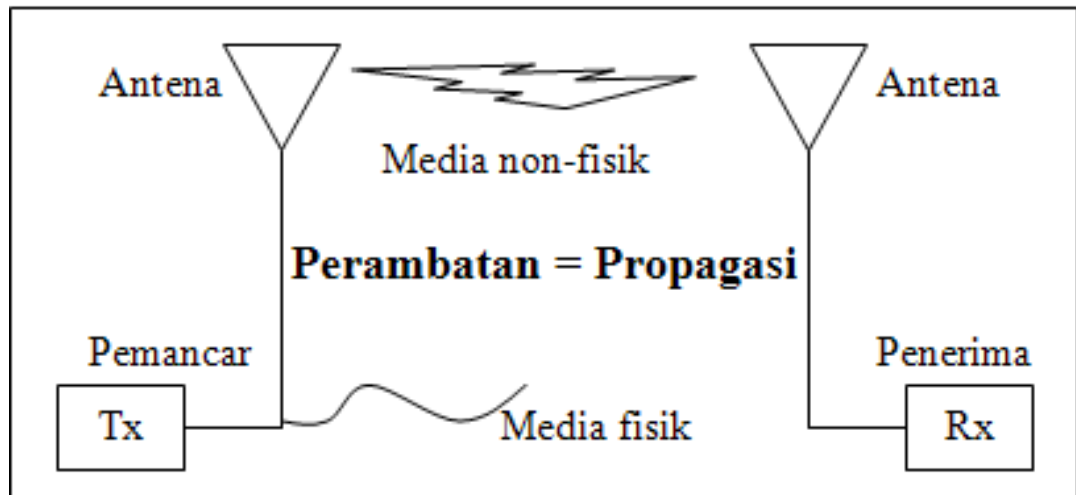
- Segala Arah

Untuk konfigurasi segala arah, sinyal yang ditransmisikan menyebar luas ke segala penjuru dan diterima oleh banyak antenna.

2.4 ANTENA

Di bidang elektronika, definisi antena adalah transformator/struktur transmisi antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Antena adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya. Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dan gain. Panjang antena secara efektif adalah panjang gelombang frekuensi radio yang dipancarkannya. Antena dipol setengah gelombang adalah sangat populer karena mudah dibuat dan mampu memancarkan gelombang radio secara efektif.

Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetika. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting antenna*) adalah sebuah *transduser* (pengubah) elektromagnetis, yang digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di dalam saluran *transmisi* kabel, menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai alat penerima (*receiving antenna*) mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun seperti gambar 2.9.



Gambar 2.9 Perambatan Gelombang (J. Herman, 1986)

2.4.1 Fungsi Antena

Fungsi antena adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, lalu meradiasikannya (pelepasan energy elektromagnetik ke udara/ruang bebas). Dan sebaliknya, antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik (penerima energy elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi (peradiasi dan penerima) sekaligus. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja.

2.4.2 Karakteristik Antena

Antena merupakan bagian terpenting dari setiap *wireless* WAN. Setiap WAN itu mencakup sebuah daerah yang sangat luas. Tanpa sebuah antenna, *power wireless* hanya akan berjalan dalam jarak yang relatif sangat dekat atau mungkin hanya beberapa puluh meter saja. Untuk dapat

membangun *wireless* WAN, kita harus mengerti konsep mengenai antena direktivitas dan antena gain.

Ada beberapa karakter penting antena yang perlu dipertimbangkan dalam memilih jenis antena untuk suatu aplikasi (termasuk untuk digunakan pada sebuah teleskop radio), yaitu pola radiasi, direktivitas, *gain*, dan polarisasi. Karakter-karakter ini umumnya sama pada sebuah antena, baik ketika antena tersebut menjadi pemancar atau menjadi penerima, untuk suatu frekuensi, polarisasi, dan bidang irisan tertentu.

2.4.3 Jenis Antena

Dari jenis antena tersebut dapat dibedakan berdasarkan fungsi, gainnya, polarisasinya dan bentuknya sebagai berikut:

- Berdasarkan fungsinya

Berdasarkan fungsinya antena dibedakan menjadi antena pemancar, antena penerima, dan antena pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia antena pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Selanjutnya antena penerima, antena penerima ini biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, tv, dan alat komunikasi lainnya.

- Berdasarkan Gainnya

Berdasarkan besarnya gainnya antena dibedakan menjadi antena VHF dan UHF yang biasanya digunakan pada TV. Kiranya semua orang tahu bahwa besarnya daya pancar, akan memengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level

kuat medan penerimaan siaran televisi. Namun besarnya penerimaan siaran televisi tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya daya pancar. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun TV dan daya terima pada TV maka perlu digunakan antena.

Besarnya *gain* antena dipengaruhi oleh jumlah dan susunan antena serta frekuensi yang digunakan. Antena pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya, karena akan menimbulkan VSWR yang tinggi.

Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun *gain* antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya. Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan.

- Berdasarkan Polarisasinya

Berdasarkan polarisasinya, antena dibedakan menjadi 2 yaitu antena *dipol* dan *monopol*. Antena *dipol* memiliki polarisasi *linear vertikal*, sedangkan antena *monopol* polarisasinya hanya pada satu arah.

Dengan karakter seperti ini, antena *dipol* banyak dimanfaatkan untuk sistem komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas. Seperti antenna *Directional*, antenna *Omnidirectional*, antenna *Sektoral* mempunyai polarisasi yang berbeda. Antena *directional* adalah antena yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja, sedangkan antena *omnidirectional* dapat

memancarkan gelombang ke segala arah. Yang termasuk antenna *directional* adalah antenna model Yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antenna penerima siaran TV. Contoh antenna *omnidirectional* adalah antenna model *groundplane*.

- Berdasarkan Bentuknya

Antena berdasarkan bentuknya antara lain: *mikrostrip*, parabola, *vee*, *horn*, *helix*, dan *loop*. Walaupun amat sering dijumpai teleskop radio yang menggunakan antenna berbentuk parabola, ada beberapa jenis antenna lainnya yang juga sering digunakan pada sebuah teleskop radio atau *interferometer*. Misalnya, *Mauritius Radio Telescope* (MRT) yang menggunakan 1084 buah antenna berbentuk *helix*. Contoh lainnya adalah teleskop radio yang menggunakan antenna berbentuk *horn*, yang digunakan oleh Arno Penzias dan Robert Woodrow Wilson ketika menemukan *Cosmic Microwave Background* (CMB). Contoh antenna berdasarkan bentuknya adalah antenna parabola, antenna parabola merupakan antenna yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antenna. Antena parabola biasanya didesain untuk Frekuensi Ultra Tinggi (UHF), penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro.

2.4.4 Tipe Antena

Berikut adalah macam –macam antenna :

- **Antena *Grid***

Antena ini merupakan salah satu antenna *wifi* yang populer, sudut pola pancaran antena ini lebih fokus pada titik tertentu sesuai pemasangannya.

Komponen penyusunnya yaitu :

- *Reflektor*
- *Pole*
- *Jumper*, fungsinya menghubungkan antena dengan radio.

Antena *grid* ada 2 macam dengan frekuensi yang berbeda yaitu 5,8 Ghz dan 2,4 Ghz. Perbedaan terdapat pada *pole* nya.



Gambar 2.10 Antena *Grid* (Drs.Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena Sectoral**

Antena *Sectoral* adalah Antena yang mempunyai *gain* jauh lebih tinggi dibanding *omnidirectional* antena di sekitar 10-19 dBi. Yang bekerja pada jarak atau area 6-8 km. Sudut pancaran antena ini adalah 45-180 derajat dan tingkat ketinggian pemasangannya harus diperhatikan agar tidak terdapat kerugian dalam penangkapan sinyal.

Pola pancaran yang *horisontal* kebanyakan memancar ke arah mana antenna ini di arahkan sesuai dengan jangkauan dari derajat pancarannya, sedangkan pada bagian belakang antenna tidak memiliki sinyal pancaran.

Antena *Sectoral* hampir mirip dengan antenna *omnidirectional*, yang juga di gunakan untuk *access point to serve a point-to-multi-point* (P2MP) *links*. dapat menampung hingga 5 *client*. beberapa antenna *sectoral* di buat tegak lurus dan ada juga yang *horizontal*.

Antena *sektoral* bisa dikatakan antenna yang mempunyai jangkauan wilayah tertentu atau antenna yang mampu melayani daerah (*sector*) tertentu saja. Ada bermacam – macam jenis antenna *sektoral* 60°, 90°, 120°, dan 180°. Angka dengan satuan derajat menyatakan lebar sector (*beamwidth*) yang dapat dilayani. Antenna *sektoral* 180°, setengah lingkaran, atau setengah dari jangkauan antenna *omni*. Antenna *Sektoral Waveguide* 180 ini diilhami oleh konsep bahwa antenna sektoral hanya melayani sector tertentu saja. Karena melayani sector tertentu saja maka sinyal ke sector lain ditiadakan. Salah satu cara meniadakan sinyal ke sector tertentu adalah dengan menutup jalannya sinyal ke arah tersebut. Pada antenna *omni* jenis *waveguide*, sinyal keluar ke arah depan dan ke arah belakang terhadap posisi N konektor. Slot kotak mewakili jalannya sinyal untuk sebuah sector seluas 180°. Dengan menutup slot kotak pada satu sisi maka antenna *omni waveguide* menjadi sebuah antenna *sektoral* 180°. Antenna *sektoral* dengan 8 buah slot ini mempunyai *gain* sebesar 14 dB untuk lebar sector 180° atau 16

dB untuk lebar sector 90° . Semua ukuran pada antenna *sektoral* ini sama dengan ukuran yang ada pada gambar antenna *omni waveguide*. Yang membedakan adalah slot kontak yang dibuat hanya pada satu sisi saja. Dan antenna *Sektoral Collinear* ini pada dasarnya sebuah antenna *dipole*, yang dibelakangnya diberi reflector. Penerapan *system Collinear* ini untuk meningkatkan penguatan (*Gain*) dari antenna tersebut.



Gambar 2.11 Antena Sektoral (Drs.Supriyanto.MT , 2014)

Pada Gambar 2.11 menunjukkan antenna sektoral dan pola radiasi. Main beam/ main lobe (radius utama) adalah titik dimana radius terpancar diposisi energy yang paling kuat. Antenna menunjukkan arah dengan meradiasikan hamper semua power dalam satu arah (arahnya adalah arah dari main lobe). Antenna akan meradiasikan sedikit powernya kearah yang lain (side lobe).

- **Antena Flat**

Fungsinya sama seperti antena *grid* yaitu memfokuskan ke satu titik. antena ini hanya di gunakan untuk jarak yang dekat dan tidak untuk jarak yang jauh karena *frequency* nya kecil.



Gambar 2.12 Antena Flat (Drs. Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena Rocket**

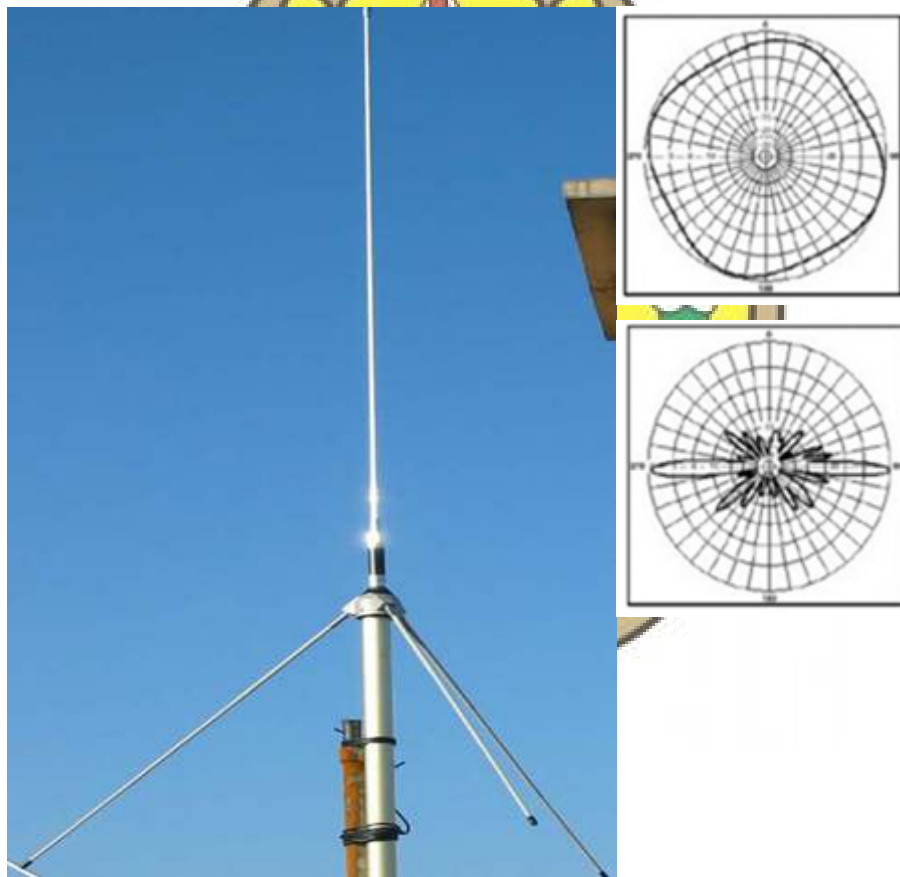
Fungsinya *point-to-point* memiliki jangkauan sinyal yang jauh, produk *wireless ubiquiti*. Menggunakan radio *rocket M5*, cara settingnya menggunakan *browser*. Antena Rocket 30 dBi 5,8 Ghz



Gambar 2.13 Antena Rocket (Drs. Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena *Omnidirectional***

Antena *omnidirectional* yaitu jenis antena yang memiliki pola pemancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama, untuk menghasilkan cakupan area yang luas, antena dengan daya sistem yang memancar secara seragam dalam satu pesawat dengan bentuk pola arah dalam bidang tegak lurus. Antena ini akan melayani atau hanya memberi pancaran sinyal pada sekelilingnya atau 360 derajat.



Gambar 2.14 Antena *Omnidirectional* dan Pola Radiasi

(Drs.Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena *Omni Slotted Maveguide***

antena *omni slotted maveguide* ini merupakan salah satu antena *omnidirectional* untuk memancarkan sinyal *wireless LAN 2,4 Ghz*, dengan polarisasi *horizontal*. Memiliki kemampuan yang sangat bagus dan mampu meningkatkan jangkauan yang lebih jauh.



Gambar 2.15 Antena *Omni Slotted Maveguide* (Drs. Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena Parabolik**

Antena Parabolik (*Solid Disc*) : memiliki fungsi dan frekuensi yang sama dengan antena *grid*, tetapi antena ini memiliki jangkauan lebih jauh dan lebih fokus dibandingkan antena *Grid*. Antena *Solid Disc* biasanya digunakan untuk aplikasi *point to point* jarak jauh.



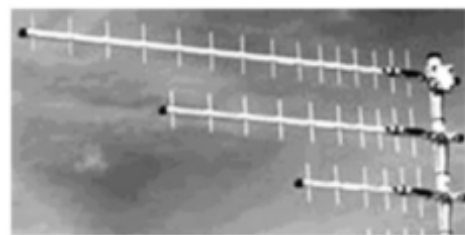
Gambar 2.16 Antena *Parabolik Maveguide* (Drs.Supriyanto.MT , 2014)

- **Antena *Yagi***

Antena *Yagi* adalah jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini dilengkapi dengan pengarah dan pemantul yang berbentuk batang.



High Gain Yagi Antenna



Gambar 2.17 Antena *Yagi* (Drs.Supriyanto.MT , 2014)

2.4.5 Parameter Antena

Parameter – parameter antenna digunakan untuk menguji atau mengukur performa antenna yang akan digunakan. Berikut penjelasan beberapa parameter antenna yang sering digunakan yaitu *direktivitas* antenna, *gain* antenna, pola radiasi antenna, polarisasi antenna, *beamwidth* antenna dan *bandwidth* antenna.

- **Direktivitas antenna**

Directivity dari sebuah antenna atau deretan antenna diukur pada kemampuan yang dimiliki antenna untuk memusatkan *energy* dalam satu atau lebih kearah khusus. Antenna dapat juga ditentukan pengarahannya tergantung dari pola radiasinya. Dalam sebuah *array* propagasi akan diberikan jumlah energi, gelombang radiasi akan dibawa ketempat dalam suatu arah. Elemen dalam *array* dapat diatur sehingga akan mengakibatkan perubahan pola atau distribusi energi lebih yang memungkinkan ke semua arah (*omnidirectional*). Suatu hal yang tidak sesuai juga memungkinkan. Elemen dapat diatur sehingga radiasi energi dapat dipusatkan dalam satu arah (*unidirectional*). Antenna akan meradiasikan *power* dari *wireless*. Jadi antenna menerima *energy* sinyal melalui saluran *transmisi*/kabel *coaxial* (*transmission line*) yang terhubung ke *transmitter* dan melemparkan *energy wireless* tersebut ke udara bebas. Antenna akan menfokuskan *energy wireless* seperti cahaya lampu senter yang dipantulkan reflektornya.

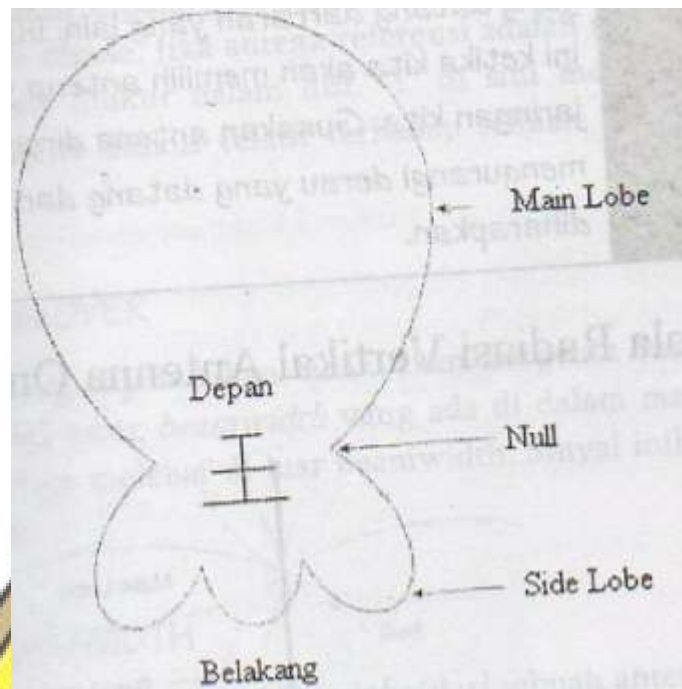
- **Gain antenna**

Gain (*directive gain*) adalah karakter antenna yang terkait dengan kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti *watt*, *ohm*, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. *Antenna gain* diperoleh dengan mengukur *power* pada *main lobe* dan membandingkan *powernya* dengan *power* pada antenna referensi. *Antenna gain* diukur dalam *decibel*, bisa dalam dBi ataupun dBd.

- **Pola radiasi antenna**

Pola radiasi antenna atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Di sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat *directional*. Pola radiasi antenna adalah *plot* 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antenna, atau *plot* 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antenna. Antena menunjukan arah dengan meradiasikan hampir semua *power* dalam satu arah (arahnya adalah arah dari *main lobe*). Antenna akan meradiasikan sedikit *powernya* ke arah yang lain (*side lobe*). Ilustrasi berikut menunjukan pandangan atas dari antenna pengarah (*directional antenna*).

Pola Radiasi *Horizontal* Antena



Gambar 2.18 Antena Pola Radiasi *Horizontal* (Wowok, 2008)

- **Polarisasi antenna**

Elektromagnetic field meninggalkan antenna pemancar menuju antenna penerima. *Electromagnetic field* dikenal juga dengan nama *e-field*. *E-field* berada pada bidang yang sama dengan elemen antenna. Bidang *e-field* merupakan polarisasi dari antenna. Jika elemen antenna vertical terhadap permukaan tanah, *e-field* juga vertical, berarti polarisasi antenna adalah *vertical*. Jika elemen antenna *horizontal* (sejajar) terhadap permukaan tanah.

- ***Beamwidth* antenna**

Beamwidth lebar dari main beam (*main lobe*) dari sebuah antenna mengukur *direktivitas* sebuah antenna. Satuan antenna adalah derajat. Semakin kecil *beamwidth*, semakin *focus* sebuah antenna dalam memancarkan *powernya*.

Semakin banyak power dalam *main lobe*, semakin jauh antenna dapat berkomunikasi. *Beamwidth* dibagi menjadi dua ukuran, yaitu:

- a. *Horizontal beamwidth* sekitar antenna.
- b. *Vertical beamwidth* diatas dan di bawah antenna.

2.5 Gelombang Radio

Gelombang radio merambat seperti gelombang di permukaan air. Gelombang radio merambat di permukaan bumi dan merambat ke angkasa dengan berbagai arah (membentuk sudut) relatif terhadap permukaan bumi. Ketika gelombang radio merambat, energinya di pancarkan ke segala arah. Ada dua komponen gelombang radio, yaitu puncak dan lembah. Kedua komponen ini bergerak menjauhi radio satu per satu secara berurutan dengan kecepatan yang konsisten.



2.5.1 Propagasi Gelombang Radio

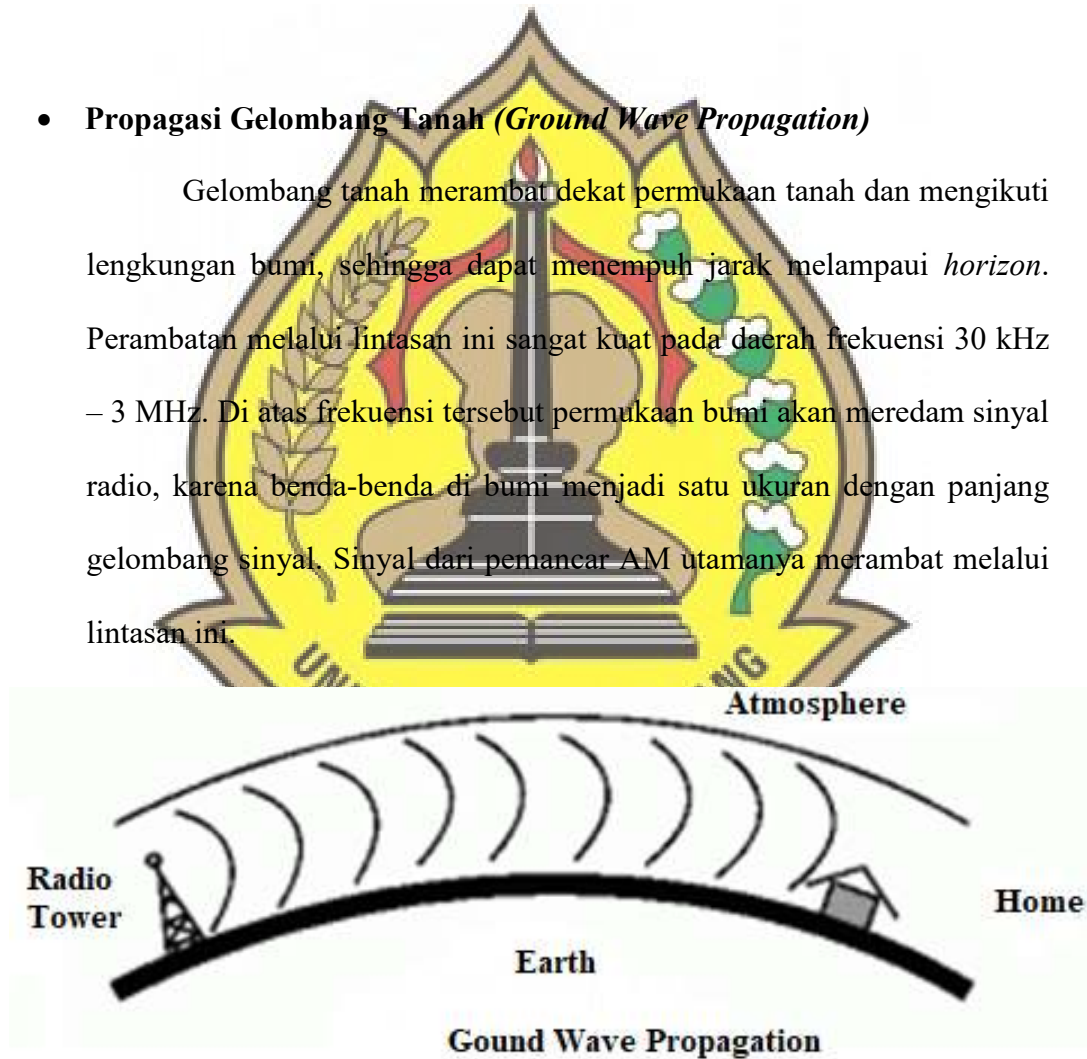
Propagasi gelombang radio dapat diartikan sebagai proses perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima. Transmisi sinyal dengan media non-kawat memerlukan antenna untuk meradiasikan sinyal radio ke udara bebas dalam bentuk gelombang elektromagnetik (em). Gelombang ini akan merambat melalui udara bebas menuju antenna penerima dengan mengalami peredaman sepanjang lintasannya, sehingga ketika sampai di antenna penerima, energy sinyal sudah sangat lemah.

Gelombang (em) dalam perambatannya menuju antenna penerima dapat melalui berbagai macam lintasan. Jenis lintasan yang diambil

tergantung dari frekuensi sinyal, kondisi *atmosfir* dan waktu *transmisi*. Ada 3 jenis lintasan dasar yang dapat dilalui, yakni melalui permukaan tanah (*gelombang tanah*), melalui pantulan dari lapisan *ionosfir* di langit (*gelombang langit*), dan perambatan langsung dari antenna pemancar ke antenna penerima tanpa ada pemantulan (*gelombang langsung*).

- **Propagasi Gelombang Tanah (*Ground Wave Propagation*)**

Gelombang tanah merambat dekat permukaan tanah dan mengikuti lengkungan bumi, sehingga dapat menempuh jarak melampaui *horizon*. Perambatan melalui lintasan ini sangat kuat pada daerah frekuensi 30 kHz – 3 MHz. Di atas frekuensi tersebut permukaan bumi akan meredam sinyal radio, karena benda-benda di bumi menjadi satu ukuran dengan panjang gelombang sinyal. Sinyal dari pemancar AM utamanya merambat melalui lintasan ini.



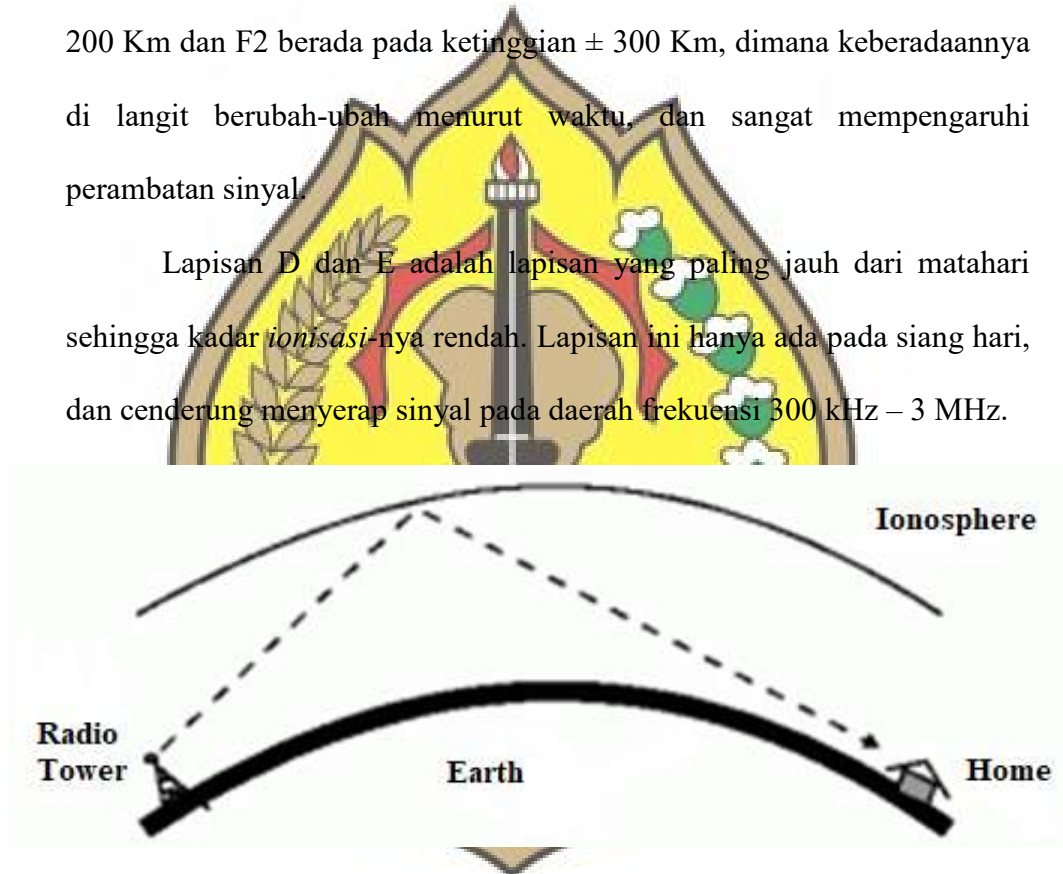
Gambar 2.19 Propagasi Gelombang Tanah (*Ground Wave Propagation*).

(Eugene Blanchard, 2013)

- **Propagasi Gelombang Langit (*Sky Wave Propagation*)**

Gelombang langit diradiasikan oleh antenna ke lapisan *ionosfir* yang terletak di *atmosfir* bagian atas dan dibelokkan kembali ke bumi. Ada beberapa lapisan *ionosfir* yakni lapisan D berada pada ketinggian 50-100 Km, E berada pada ketinggian 100 -145 Km, F1 berada pada ketinggian \pm 200 Km dan F2 berada pada ketinggian \pm 300 Km, dimana keberadaannya di langit berubah-ubah menurut waktu, dan sangat mempengaruhi perambatan sinyal.

Lapisan D dan E adalah lapisan yang paling jauh dari matahari sehingga kadar *ionisasi*-nya rendah. Lapisan ini hanya ada pada siang hari, dan cenderung menyerap sinyal pada daerah frekuensi 300 kHz – 3 MHz.



Gambar 2.20 Propagasi Gelombang Langit (*Sky Wave Propagation*)

(Eugene Blanchard, 2013)

Lapisan F terdiri dari lapisan F1 dan F2, mempunyai kadar *ionisasi* yang paling tinggi karena dekat dengan matahari, sehingga ada pada baik pada siang maupun malam hari. Lapisan ini yang paling mempengaruhi sinyal radio, dimana pada daerah frekuensi 3 – 30 MHz, sinyal yang sampai ke lapisan ini pada sudut tertentu, akan dibelokkan kembali ke bumi, ke tempat yang sangat jauh dari antenna pemancarnya dengan redaman yang

kecil, sehingga sangat bermanfaat untuk transmisi sinyal. Sinyal yang sampai ke lapisan tersebut pada sudut yang besar terhadap bumi, akan dilewatkan ke ruang angkasa.

- **Propagasi Gelombang *Langsung (Line of Sight/ Surface Wave)***

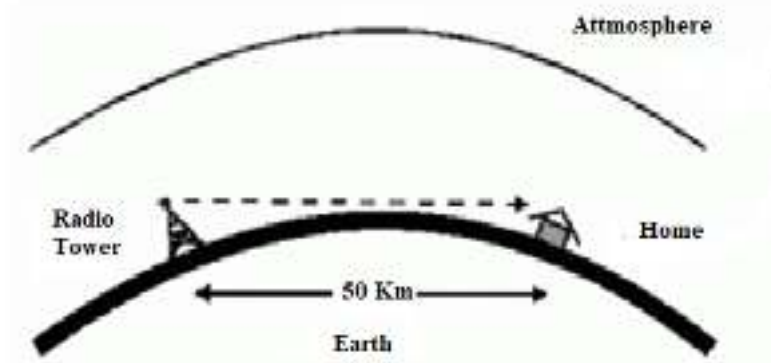
Pada propagasi ini, sinyal yang dipancarkan oleh antenna pemancar langsung diterima oleh antenna penerima tanpa mengalami pantulan, disebut *Line Of Sight (LOS)*. Karena perambatannya harus secara langsung, maka di lokasi- lokasi yang antenna penerimanya terhalang, tidak akan menerima sinyal (*blocked spot*).

Jarak transmisi yang dapat dijangkau pada propagasi *LOS relative* pendek dan dibatasi oleh tinggi antenna pemancar dan penerimanya, direpresentasikan melalui rumus berikut:

Dimana, d : jarak antenna pemancar dan penerima, km

ht : tinggi antenna pemancar, m

hr : tinggi antenna penerima, m



Gambar 2.21 Propagasi Line of Sight (*Line of Sight/ Surface Wave*) (Eugene Blanchard, 2013)

Komunikasi LOS paling banyak digunakan pada *transmisi* sinyal radio di atas 30 MHz yakni pada daerah VHF, UHF, dan *microwave*. Pemancar FM dan TV, menggunakan propagasi ini. Untuk mengatasi jarak jangkauan yang pendek, digunakan *repeater*, yang terdiri dari *receiver* dengan sensitivitas tinggi, *transmitter* dengan daya tinggi, dan antenna yang diletakkan di lokasi yang tinggi.

2.5.2 Propagasi Model Okumura Hata

Pemodelan Okumura-hata merupakan formula *empiric* untuk estimasi *mean path loss* propagasi sinyal berdasarkan hasil pengukuran Okumura terhadap propagasi sinyal di kota Tokyo. Oleh hata hasil pengukuran tersebut didekati dengan suatu formula umum untuk lokasi urban dan beserta beberapa pengkoreksiannya. Pendekatan ini dipakai luas di Eropa dan Amerika Utara untuk desain *system* pada *band* 800 Mhz – 900Mhz. Dari hasil penelitian yang ada harga *path loss* dari pendekatan ini untuk daerah *urban* di Inggris, Kanada dan Amerika Serikat mempunyai harga 10dB lebih rendah, tetapi untuk daerah *suburban* cukup sesuai.

Perhitungan *Path Loss* hatta model di daerah perkotaan pada jarak d adalah:

➤ Daerah *Urban*:

$$L_U = C_1 + C_2 \log(f) - 13.82 \log(h_T) - a(h_R) + [44.9 - 6.55 \log h_T] \log(d)$$

..... (2.)

1)

➤ Daerah *Sub Urban* :

$$L_{SU} = L_U - 2 \left(\log \left(\frac{f}{28} \right)^2 - 5.4 \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

➤ Daerah *Rural* :

$$L_O = L_U - 4.78[\log(f)]^2 + 18.33 \log(f) - 40.94 + 10 \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

L_U = Propagasi Daerah *Urban*

L_{SU} = Propagasi Daerah *Sub Urban*

L_O = Propagasi *Rural*

f = Frekuensi (Mhz)

h_T = Tinggi Antena Pemancar Tx (meter)

h_R = Tinggi Antena Penerima Rx (meter)

d = Jarak Tx-Rx (km)

C_1 = 69,55 untuk $400 \leq f \leq 1500$; 46,3 untuk $1500 \leq f \leq 2000$

C_2 = 26,16 untuk $400 \leq f \leq 1500$; 33,9 untuk $1500 \leq f \leq 2000$

$a(h_R)$ = Faktor koreksi tinggi antenna penerima

Untuk *Small* atau *Medium – sized city*

$$a(h_R) = [1.1 \log(f) - 0.7]h_M - [1.56 \log(f) - 0.8] \dots \dots \dots (2.4)$$

Untuk *Large City*

$$a(h_R) = 3.2(\log 11.75 h_M)^2 - 4.97 \text{ dB} ; f_c \geq 400 \text{ Mhz} \dots \dots \dots (2.5)$$

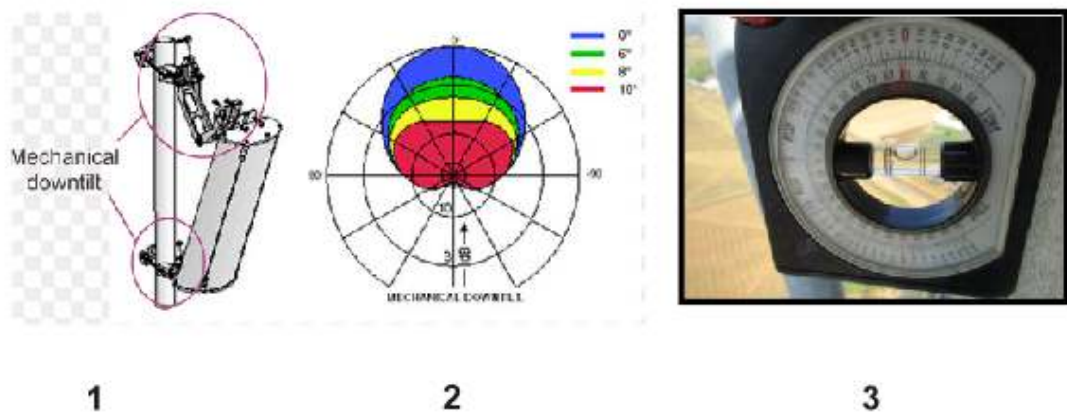
2.6 Orientasi Kemiringan Pada Antena (*Tilting*) dan *Azimuth*

Dalam instalasi BTS biasanya kita melakukan instalasi suatu antenna untuk tujuan *coverage* agar operator bias optimal dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Pada saat instalasi antenna inilah kita biasa sebut dengan istilah *Tilting*.

Tilting sendiri diartikan sebagai suatu pengaturan orientasi kemiringan pada antenna yang berfungsi untuk menetapkan area yang akan menerima cakupan sinyal. Dan untuk menentukan/mengubah *coverage* area yang akan dilayani oleh BTS, dengan inilah biasanya kita melakukan teknik *Tilting*, dimana kita bisa mengubah arah atau kemiringan antenna. *Tilting* itu sendiri dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Mekanikal Tilting* dan *Elektrikal Tilting*. Selain itu antenna juga mempunyai *Azimuth*.

2.6.1 *Mekanikal Tilting*

Mekanikal Tilting adalah perubahan arah antenna *tilting* dengan mengubah *tilt angle* yang terletak di *bracket* (pengait antenna). Kemiringan antenna dengan cara menghitungnya dari sisi fisik antenna. *Rigger* memiliki alat ukur *tilt* meter yang memperlihatkan derajat kemiringan antenna. Secara sederhana, *mechanical downtilt* adalah pengaturan arah antenna secara *vertical* (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.



Gambar 2.22 Perangkat *Mechanical* (Edvan Berliansah, 2016)

Keterangan Gambar 2.22 :

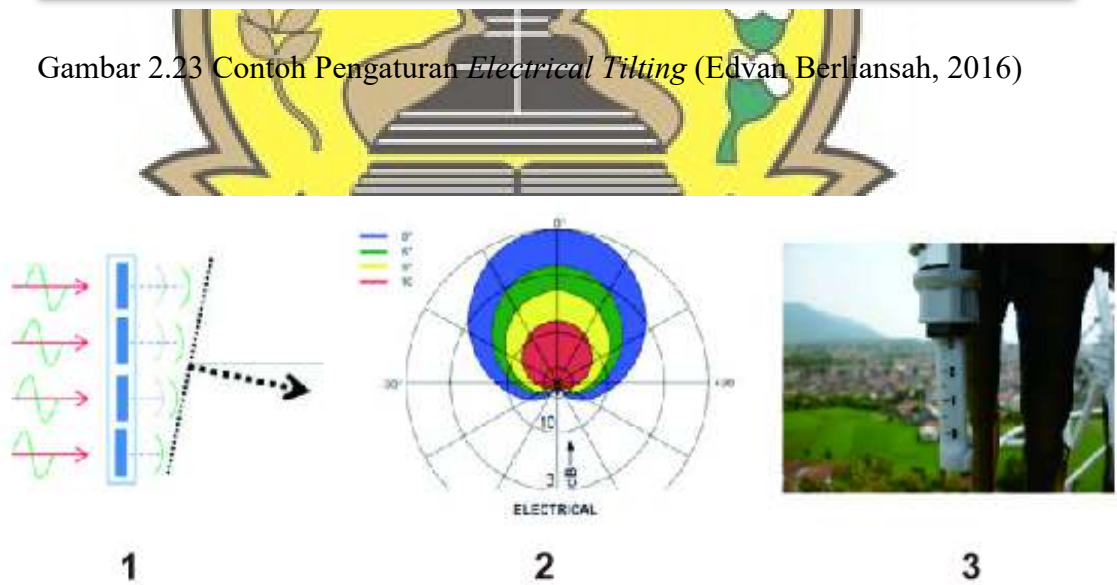
Gambar nomor 1 merupakan cara untuk melakukan *mechanical tilt*, yaitu dengan memanjangkan atau memendekkan *clamp* penjepit pada penyangga antenna. Gambar nomor 2 merupakan pengaruh pola radiasi pada perubahan *mechanical tilt*. Semakin besar *mic-tilt* nya, bentuk pola radiasi berubah dan memendek. Gambar nomor 3 merupakan *tilt-meter*, alat untuk mengukur kemiringan antenna.

2.6.2 *Elektrical Tilting*

Elektrical Tilt adalah merupakan perubahan bentuk polarisasi antenna yang diatur secara elektronik. *Elektrical tilt* mengubah karakteristik fasa sinyal setiap elemen antenna. Semakin besar nilai *elektrical* maka semakin kecil pula *coverage* yang diberikan. Tidak semua tipe antenna dapat di ubah nilai *elektrical tilt* nya, ada yang difiksasikan nilainya 0 atau 2. Mengubah fasa dapat dilakukan dengan mengubah settingan *elektrical tilt* pada antenna. Pengaturan *elektrical tilt* biasanya terletak dibawah antenna. Berikut contoh pengaturan *elektrical tilt* pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Contoh Pengaturan *Electrical Tilt* (Edvan Berliansah, 2016)

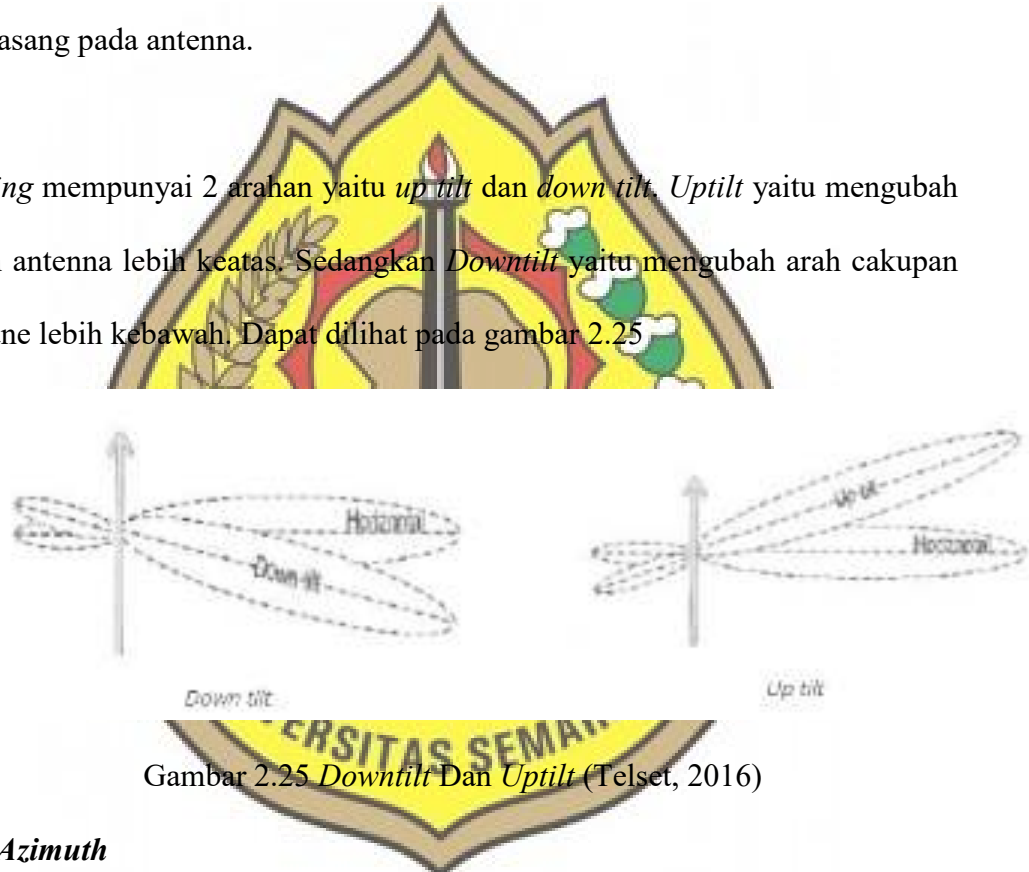


Gambar 2.24 Pengaruh *Electrical tilt* Dan Perangkatnya (Edvan Berliansah, 2016)

Keterangan Gambar 2.24

Gambar nomer 1 merupakan pengaruh dari *electrical tilt*, yaitu fasa sinyal akan bergeser. Gambar nomer 2 merupakan bentuk pengaruh dari *electrical tilt*, semakin besar *e-tilt* nya maka pola radiasi yang dihasilkan menjadi kecil namun bentuknya tidak berubah. Gambar nomer 3 adalah *electrical tilt* meter yang terpasang pada antenna.

Tilting mempunyai 2 arahan yaitu *up tilt* dan *down tilt*. *Uptilt* yaitu mengubah arah antenna lebih keatas. Sedangkan *Downtilt* yaitu mengubah arah cakupan antane lebih kebawah. Dapat dilihat pada gambar 2.25



Gambar 2.25 *Downtilt* Dan *Uptilt* (Telset, 2016)

2.6.3 *Azimuth*

Azimuth adalah sudut putar dari arah Barat hingga timur. *Azimuth* juga disebut dengan arah antenna yang diatur secara *horizontal* dengan cara mengubah – ubah posisi *clamp* (penjepit antenna) yang terhubung ke kaki tower. Sebagai referensi sudut nol dipakai arah mata angin utara.

Azimuth dalam instali antenna berdasarkan sector/jumlah, antenna dipasang dari derajat terkecil. Sebagai contoh apabila ada 3 antenna (sector) dengan *azimuth* 5,

220, 320 maka untuk sector 1 biasanya 5°, sector 2 220° dan sector 3 320° seperti contoh digambar 2.26.



Gambar 2.26 Contoh *Azimuth* Dan Panorama/view (lian, 2017)

2.7 Menghitung Kemiringan Antena

Untuk menghitung antenna, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$R(\text{outer}) = \frac{hT - hR}{\tan\left(\alpha - \frac{B}{2}\right)} \dots \dots \dots (2.6)$$

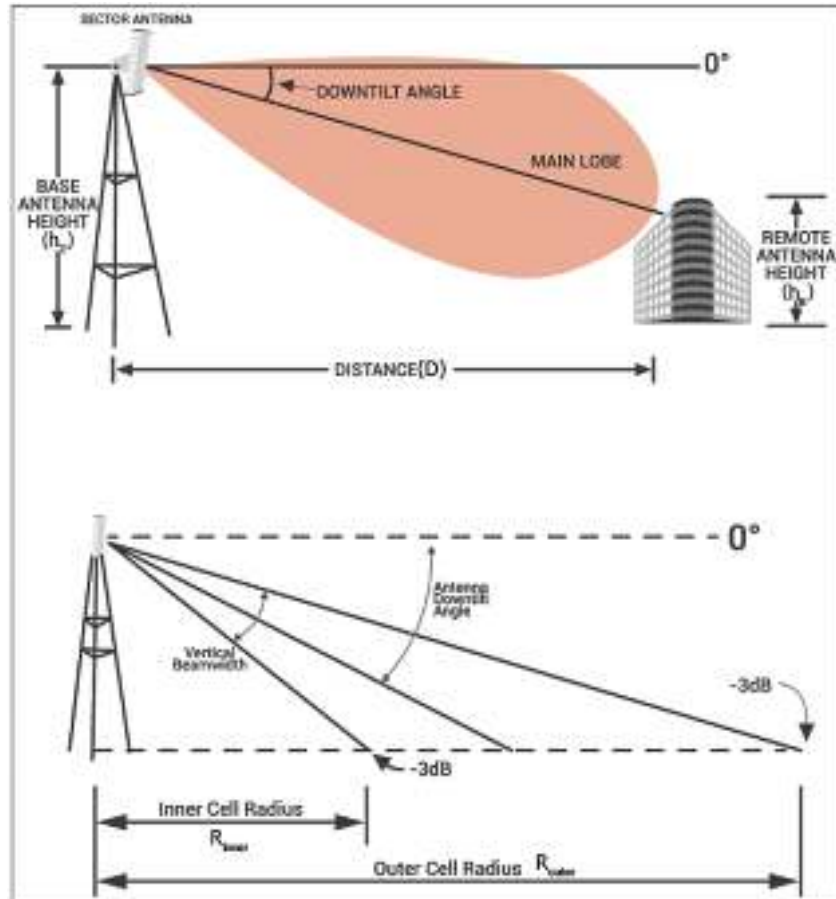
Keterangan:

α = Derajat *tilt* antenna (°)

hT = Tinggi antenna (m)

hR = Tinggi *receiver* (m)

R(outer) = Radius Terjauh (m)



Gambar 2.27 Tiling Antena (Telset, 2016)

2.8 Menghitung Coverage

Untuk menghitung *coverage* suatu antenna, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Beam < 3dB = \frac{ha}{\tan(\text{downtilt} + \frac{\text{Vertical beamwidth}}{2})} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Main Beam = \frac{ha}{\tan(\text{downtilt})} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Beam > 3dB = \frac{ha}{\tan(\text{downtilt} - \frac{\text{Vertical beamwidth}}{2})} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

ha = Ketinggian antenna (feet)

Downtilt = Sudut antenna (derajat)

Vertical beamwidth = *Bendwidth* antenna (derajat)

2.9 Drive Test

Drive test ialah proses pengukuran system komunikasi bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu arah BTS ke MS atau sebaliknya, dengan menggunakan telepon seluler yang didesain secara khusus untuk pengukuran. *Drive test* bertujuan untuk mengukur kualitas sinyal dan memperbaiki segala masalah yang berhubungan dengan sinyal. Seorang DT (*drive tester*) melakukan pengambilan sample data yang berkaitan dengan kondisi aktual di lapangan atau dapat dikatakan merasakan kondisi nyata ketika user sedang dilayani oleh suatu jaringan seluler (*user experience*).

Drive test dalam dunia telekomunikasi adalah suatu istilah yang digunakan karena dalam pekerjaannya pada saat berada dalam mobil yang diam lalu berjalan dan diam lagi sesuai dengan kebutuhan pengukuran tertentu. Perjalanan pun dilengkapi dengan peta digital, GPS, Handset dan perangkat lunak *drive test*.

Dalam pengukuran *Drive test* ini dilakukan untuk mengamati dan melakukan optimasi agar dihasilkan kriteria performansi jaringan. Yang diamati biasanya daya pancar dan daya terima, tingkat kegagalan *akses* (*Originating dan Terminating*), tingkat panggilan yang gagal (*drop call*) serta FER. *Drive test* disini diamati dari sisi penerima (MS) dan dilakukan dengan

menggunakan software yang terintegrasi dengan laptop, pada prinsipnya sama dengan alat *drive test* yang lain yaitu terhubung dengan *handphone* dan GPS (*global Positioning Satellite*) yang digunakan membantu nementukan letak dan koordinat posisi MS atau *handphone* yang digunakan pada saat bergerak.

2.10 Peralatan *Drive Test*

Adapun perlengkapan sebelum melakukan *drive test* sebagai berikut:

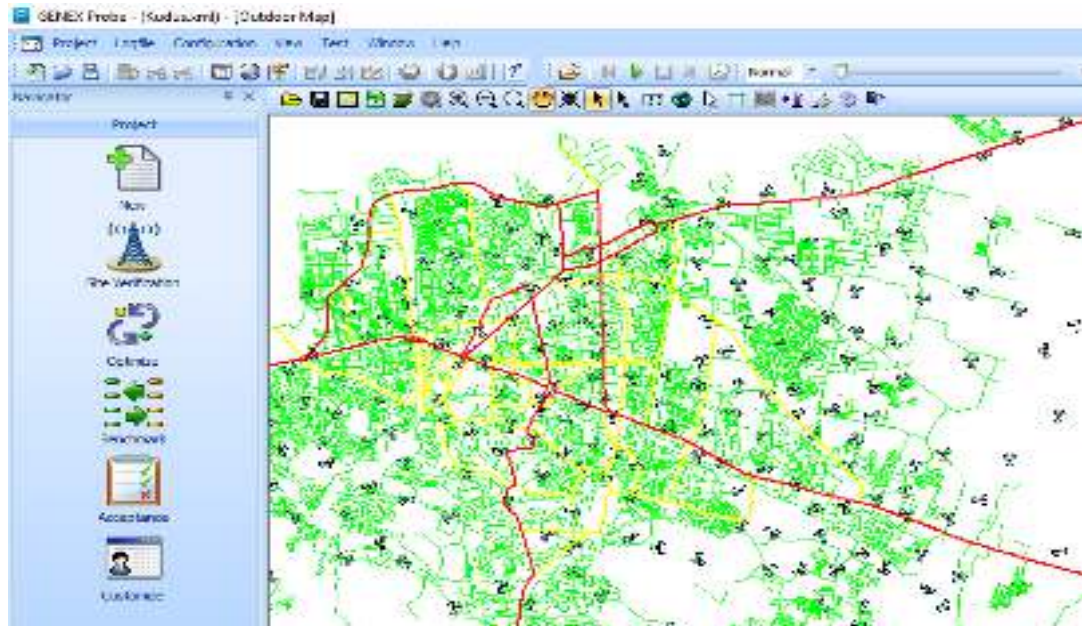
- Laptop



Gambar 2.28 Laptop (Adi, 2017)

Gambar 2.28 merupakan gambar Laptop yang digunakan sebagai alat monitoring parameter hasil *drive test* secara visual. Laptop yang dilengkapi dengan *software Genex Probe 3.6* untuk mengambil dan mengolah data. Spesifikasi laptop untuk *drive test* harus memiliki memory RAM lebih dari 1GB.

- Perangkat lunak *Genex Probe 3.6*



Gambar 2.29 Perangkat Lunak *Genex Probe 3.6* (lian, 2017)

Gambar 2.29 merupakan tampilan dari *Genex Probe 3.6*, software ini digunakan untuk mengumpulkan informasi jaringan *Radio Frequency* (RF) lapangan yang di pancarkan suatu eNodeB. Perangkat yang terhubung ke laptop seperti : *Global Positioning System* (GPS), *Handphone*, diatur pada software ini.

- Kabel Data

Kabel data untuk menghubungkan Antara laptop ke handphone.

Kabel data yang digunakan Antara lain USB, Serial.

- *Handphone*

Ada berbagai jenis *Handphone* yang support pada software *Genex Probe 3.6* diantaranya adalah Samsung S5, S6. *Handphone* sebagai terminal untuk panggilan, *upload* dan *download* data . dan mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh pelanggan. Selain itu diperlukan juga SIM card dari operator yang akan diukur.

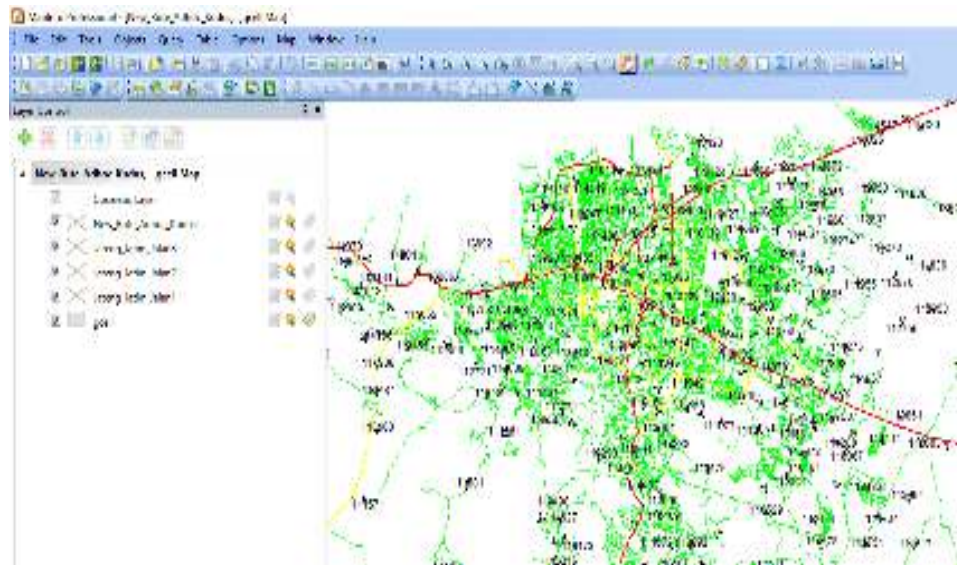
- *Global Positioning System (GPS)*



Gambar 2.30 GPS (*Global Positioning System*) (lian, 2017)

Gambar 2.30 adalah sebuah *system* 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*.

- MAP info 11



Gambar 2.31 Perangkat Lunak MAP info 11 (Adi, 2017)

Gambar 2.31 merupakan tampilan dari MAP Info 11, fungsi dari *software* ini hampir sama dengan *software Genex Assistant 3.6*. hanya saja perbedaannya pada MAP Info 11, *logfile* tidak dapat langsung dijalankan melainkan harus *dcompile* terlebih dahulu agar dapat dilakukan proses *reporting*.

2.11 Jenis *Drive Test* berdasarkan posisi user

Dalam *Drive test* ini mempunyai 2 (dua) jenis yang berbeda yaitu:

2.11.1 Statis

Kondisi dimana *Drive test* dilakukan pada posisi diam pada posisi tertentu. Misalnya di depan sektor 1 atau pada lokasi dimana terjadi *complain* dari pelanggan suatu operator. Tujuannya adalah mengetahui

kondisi kuat sinyal yang diterima oleh pengguna pada saat dia diam pada suatu tempat.

2.11.2 *Mobility* (bergerak)

Metode ini dilakukan dengan cara melewati suatu rute tertentu karena pada dasar tujuan dari komunikasi seluler adalah kemampuan *mobilitas* dari pengguna, sehingga perlunya dilakukan metode ini guna mengetahui kondisi suatu jaringan seluler pada saat pengguna berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya.

2.12 Parameter *Drive Test*

Meningkatnya jumlah pelanggan sebuah operator tidak hanya berdampak pada peningkatan *revenue*, namun juga berakibat pada naiknya jumlah panggilan gagal. Kegagalan panggilan bisa disebabkan oleh 3 faktor, pertama komponen dalam ponselnya yang bermasalah, kedua pelanggan memang berada pada luar *coverage* BTS sehingga saat *handover*, ponsel tidak tercover oleh BTS lain atau pelanggan berada pada daerah *blankspot*. Ketiga, jaringan operator yang memang sedang padat.

Faktor pertama tentu bisa diatasi dengan melakukan penggantian komponen, sementara yang faktor kedua tidak bisa berbuat banyak selain menunggu ponsel mendapatkan sinyal kembali, solusinya mungkin bisa dilakukan dengan penggantian simcard operator lain. Pada faktor harus dikembalikan ke operator yang bersangkutan, apakah jaringan yang mereka pasang sudah baik, sehingga bisa mengcover seluruh kawasan. Panggilan

gagal seringkali terjadi di daerah perkotaan (kepadatan traffic) dan pegunungan (*overlap*). Oleh karena itu dilakukan *drive test* sebagai bagian dari optimasi jaringan untuk mengetahui parameter-parameter yang terukur agar dapat dievaluasi sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk menjamin kualitas layanan yang lebih baik lagi. Sama halnya pada GSM, parameter untuk *drive test* 3G juga di kelompokkan menjadi dua yaitu parameter untuk verifikasi data BTS dan parameter untuk verifikasi kualitas jaringan.

Parameter untuk verifikasi data BTS, Antara lain :

- a. *Cell ID*, merupakan nomor unik yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap BTS atau sektir dari BTS dalam kode area lokasi (LAC). Pada umumnya digit terakhir dari *Cell ID* merupakan *Sektor ID sel*. Nilai 0 digunakan untuk antena *Omnidirectional*. Nilai 1,2,3 digunakan untuk mengidentifikasi *sector* antena *tri sector* atau *Bisekris*. Misal *sector 1* BTS maka digit terakhir *cell id*-nya 1, dan seterusnya.
- b. *Universal Absolute Radio Frequency Channel Number* (UARFCN), merupakan nomer saluran yang mewakili *carrier* UMTS sebesar 5 MHz. Nomer kanal UARFCN dihitung sesuai dengan frekuensi yang digunakan dikalikan 5. Misalnya jika frekuensi 2132.8 Mhz maka $UARFCN = 2132,8 \text{ MHz} * 5 = 10.664$.
- c. *Scrambling Code* (SC), merupakan kode yang membedakan antara sector BTS atau sel digunakan untuk membedakan user yang satu dengan yang lainnya.

Sedangkan parameter kualitas jaringan pada WCDMA, antara lain:

a. RSCP (*Receive Signal Code Power*)

Tingkat kekuatan sinyal di jaringan 3G yang diterima ponsel sama halnya dengan RxLev pada GSM dengan satuan $-dBm$. dBm adalah satuan level daya dengan referensi mW (miliwatt).

$$RSCP = TxPowerMax - TxCableLoss - TxConnectorLoss + TxAntennaGain - Pathloss - RxAntennaGain - RxCableLoss \dots\dots\dots(2.10)$$



Gambar 2.32 Tingkat Kuat Sinyal RSCP (*Receive Signal Code Power*) (Adi, 2017)

b. E_c/N_0 (*Energy Carrier per Noise*)

Perbandingan (*ratio*) antara kekuatan sinyal (*signal strength*) dengan kekuatan derau (*noise level*) atau SNR (*signal/Noise Ratio*) yang dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur (*medium*) koneksi dengan satuan dB . Fungsinya sama dengan RxQual di jaringan 2G. E_c/N_0 dapat dibidang lagi merupakan perbandingan dalam dB dari *energy chip* dengan daya *noise* total yang diukur pada *pilot channel* yang utama. E_c/N_0 mengindikasikan kualitas interfransinya tinggi. Makin bagus nilainya maka semakin bagus pula kemampuan *user/UE* membedakan sinyal sebuah *cell* dari *noise* yang ada disekitar dan

sebaliknya semakin jelek nilai E_c/N_0 maka ini bias jadi salah satu pertimbangan untuk melakukan *handover* (pada kondisi *connected*) atau *cell reselection* (pada kondisi *Idle*). Sebagai contoh NodeB memancarkan power sekitar 20W atau 43dBm dengan 10%-nya dialokasikan untuk CPICH (2W atau 33dBm). Kita akan menghitung E_c/N_0 yang didapat dari rumus 2.11.

$$E_c/N_0(\text{dB}) = RSCP(\text{dBm}) - RSSI(\text{dBm}) \dots \dots \dots (2.11)$$

Ket. RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) merupakan sinyal yang diterima ditambah dengan *noise* dan *interferensi*.



Gambar 2.33 Kekuatan Derau (*noise level*) (Adi, 2017)

c. CSSR (*Call Setup Success Ratio*)

Standarisasi prosentase tingkat keberhasilan panggilan oleh ketersediaan kanal suara yang sudah dialokasikan untuk mengetahui kesuksesan panggilan tersebut, maka ditandai dengan tone saat terkoneksi dengan ponsel lawan bicara. Standard CSSR ditentukan dalam Peraturan Menteri Kominfo Nomor : 12/Per/M.Kominfo/04/2008 bahwa prosentase CSSR harus $\geq 90\%$.

d. CCSR (*Call Completion Succes Ratio*)

Prosentase tingkat keberhasilan hubungan sampai berakhir tanpa terjadi drop call. Biasanya dari operator di tentukan nilai standarnya agar mencapai $> 98\%$.

e. DCR (*Drop Call Ratio*)

Dropped Call Ratio adalah prosentase banyaknya panggilan yang jatuh dan putus setelah kanal pembicaraan digunakan. *Dropped call* dapat disebabkan beberapa hal, Antara lain:

- Rugi-rugi frekuensi radio
- *Co-Channel interferensi* dan *Adjacent interferensi*
- Kegagalan proses *handover*

Standar DCR ditentukan dalam Peraturan Menteri Kominfo Nomor : 12/Per/M.Kominfo/04/2008 bahwa prosentase DCR harus $\leq 5\%$.

f. BCR (*Blocked Call Ratio*)

Prosentase kepadatan panggilan yang disebabkan karena keterbatasan kanal.

2.13 Optimasi

Optimasi adalah kegiatan untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan dilakukan secara terus menerus dan berkesinambungan seiring dengan keseimbangan Antara kapasitas, RF, *coverage*. Layanan optimasi BTS merupakan kegiatan untuk pemeriksaan jaringan RF dan optimasi jaringan RF yang meliputi proses *drive test*, analisa data *drive test*, *site audit*

serta monitoring dari jaringan yang sudah ada untuk mendapatkan kriteria jaringan yang baik dan baik digunakan pelanggan.

2.14 Konversi dB, dBm

Watt -> dB

$$P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \dots \dots \dots (2.12)$$

Contoh : 5 Watt to dB



$$P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{5W}{1W} \right)$$

$$P_{dB} = 10 \log_{10} (5)$$

$$P_{dB} = 6,989 \text{ dB}$$

dB -> dBm

$$\text{dBm} = \text{dB} + 30 \dots \dots \dots (2.13)$$

Contoh : 5dB to dBm

$$= 5\text{dB} + 30$$

$$= 35 \text{ dBm}$$

2.15 Handover

Handover adalah suatu cara dimana memungkinkan *user* pindah pelayanan dari suatu sektor ke sektor lain baik dalam satu BTS maupun antar BTS tanpa adanya pemutusan hubungan dan terjadi pemindahan frekuensi/kanal secara otomatis yang dilakukan oleh sistem. Tujuan dari *handover* adalah untuk menjaga kualitas panggilan, menjaga hubungan antara MS dan BTS dalam proses perpindahan layanan, melakukan pergantian kanal jika terjadi gangguan interferensi yang besar,

dan untuk memperjelas batas antar daerah pelayanan MS. Pengambilan keputusan dari handover ditentukan oleh jenis *handover*-nya. Pada teknologi 2G/GSM dan 3G/UMTS memiliki perbedaan dalam jenis handover yang digunakan yaitu :

➤ *Hard Handover*

Hard handoff adalah suatu metode dimana kanal pada sel sumber dilepaskan dan setelah itu baru menyambung dengan sel tujuan. Sehingga koneksi dengan sel sumber terputus sebelum menyambung dengan sel target – untuk alasan tersebut *hard handoff* juga dikenal dengan sebutan “*break-before-make*”. *Hard handoff* dimaksudkan untuk meminimalkan gangguan panggilan secara instan. Suatu *hard handoff* dilakukan oleh jaringan selama panggilan berlangsung. Jenis ini digunakan dalam teknologi 2G/GSM

➤ *Soft Handover*

Soft handoff adalah suatu metode dimana kanal pada sel sumber tetap tersambung dengan *user* sementara secara paralel juga menghubungi kanal pada sel target. Pada kasus ini, sambungan ke target harus berhasil dahulu sebelum memutuskan sambungan dengan sel sumber, karena itulah *soft handoff* juga disebut “*make-before-break*”. Interval selama terjadinya dua sambungan dilakukan secara paralel bisa saja singkat maupun substansial (tergantung kondisi yang memungkinkan).