

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi 4G (*Fourth-Generation*)

Pada teknologi berbasis 4G akan berbasis IP yang mampu mengintegrasikan seluruh sistem dan jaringan yang ada. Kecepatan akses yang dapat diberikan pada teknologi 4G berkisar antara 100 Mbps sampai 1Gbps, baik di dalam maupun di luar ruangan dengan QoS (*Quality of Service*) yang terjamin dengan baik, sistem keamanan yang terjamin, dan penyampaian informasi yang real time, dimana pun dan kapan pun.

Teknologi 4G diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aplikasi nirkabel, seperti MMS, *Video Broadcasting* (DVD), serta pelayanan standar seperti suara yang lebih jernih dan jelas pada saat bersamaan (*real-time system*).

Sebagai perkembangan dari GSM (*Global System For Mobile Communication*)/ EDGE (*Enhanced Data Rate for GSM Evolution*) dan UMTS (*Universal Mobile Telephone Standard*)/HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), 4G memiliki 2 teknologi yaitu 4G-LTE dan 4G WiMAX. WiMAX berkembang dari operator yang dikembangkan dari operator komunikasi data, sedangkan LTE merupakan evolusi dari operator seluler 3G yang mengukung komunikasi berbasis *voice* dan data. [8]

2.2 Konsep Teknologi 4G-LTE (*Long Term Evolution*)

Long Term Evolution LTE adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek *Thrid Generation Partnership Project* (3GPP) untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ketiga (3G). LTE memberikan kemampuan kecepatan transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *Uplink*. LTE juga mampu mendukung semua aplikasi multimedia contohnya *voice*, data, video maupun IPTV. Selain itu, LTE juga memberikan *coverage area* dan kapasitas layanan yang lebih besar, mendukung penggunaan *multiple-antenna*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* dan dapat terhubung dan

terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada. Perkembangan telekomunikasi terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perkembangan Telekomunikasi[1]

Bandwidth LTE adalah 1,4 MHz hingga 20 MHz. Operator jaringan dapat memilih bandwidth yang berbeda dan memberikan layanan yang berbeda berdasarkan spektrum. Itu juga merupakan tujuan desain dari LTE yaitu untuk meningkatkan efisiensi spektrum pada jaringan, yang memungkinkan operator untuk menyediakan lebih banyak paket data pada suatu *bandwidth*. Karakteristik perkembangan teknologi selular menurut 3GPP dan kelebihan yang dapat diberikan LTE terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Evolusi Teknologi Telekomunikasi Selular

	1G	2G, 2.5G	3G	4G
<i>Throughput</i>	14.4Kbps	171.2Kbps	3.1Mbps	100Mbps
<i>Definition</i>	Analog	Digital Narrowband circuit data, packet data	Digital broadband and packet data	Digital broadband and all IP very high
<i>Features</i>	Voice	Data, voice, dan streaming	Multimedia dan layanan streaming	HD streaming

<i>Access Methodology</i>	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA/ SC-FDMA
---------------------------	------	------	------	-------------------

2.2.1. Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur jaringan LTE umumnya hampir sama dengan GSM dan UMTS. Pada prinsipnya, jaringan LTE dipisahkan menjadi 2 bagian yaitu:

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

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network atau E-UTRAN adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan core. Berbeda dari teknologi sebelumnya yang memisahkan Node B dan RNC menjadi elemen tersendiri, pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni Evolved Node B (eNode B) yang telah menggabungkan fungsi keduanya. eNode B secara fisik adalah suatu base station yang terletak dipermukaan bumi (*BTS Greenfield*) atau ditempatkan diatas gedung-gedung (*BTS roof top*).

2. EPC (*Evolved Packet Core*)

EPC adalah sebuah system yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler, sebuah system dimana pada bagian core network menggunakan all-IP. EPC menyediakan fungsionalitas core mobile yang pada generasi sebelumnya (2G, 3G) memiliki dua bagian yang terpisah yaitu Circuit switch (CS) untuk voice dan Packet Switch (PS) untuk data. EPC sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end to end* pada LTE. Selain itu, berperan dalam memungkinkan pengenalan model bisnis baru, seperti konten dan penyedia aplikasi. EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*), SGW (*Serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), dan PDN-GW (Packet Data Network Gateway). Berikut penjelasan singkatnya:

a. *Mobility Management Entity (MME)*

MME adalah node kontrol yang memproses sinyal antara *User Equipment* (UE) dan *Core Network* (CN). Fungsi dari MME : Berkaitan dengan *bearer*

management artinya MME berfungsi untuk *establishment, maintenance* dan *release bearer*. MME memproses management sesi dalam NAS protocol. Berkaitan dengan *connection management* artinya MME membuat koneksi dan mengamankan jaringan saat melakukan koneksi dan hal ini terjadi dalam NAS Protocol.

Tugas MME adalah untuk *Authentication, Establishment of bearers, NAS mobility management, Handover support, Interworking with other radio networks, SMS and voice Support*.

b. *Home Subscription Service (HSS)*

HSS merupakan tempat penyimpanan data pelanggan untuk semua data permanen user. HSS juga menyimpan lokasi user pada level yang dikunjungi node pengontrol jaringan. Seperti MME, HSS adalah *server database* yang dipelihara secara terpusat pada *premises home operator*.

c. *Serving Gateway (S-GW)*

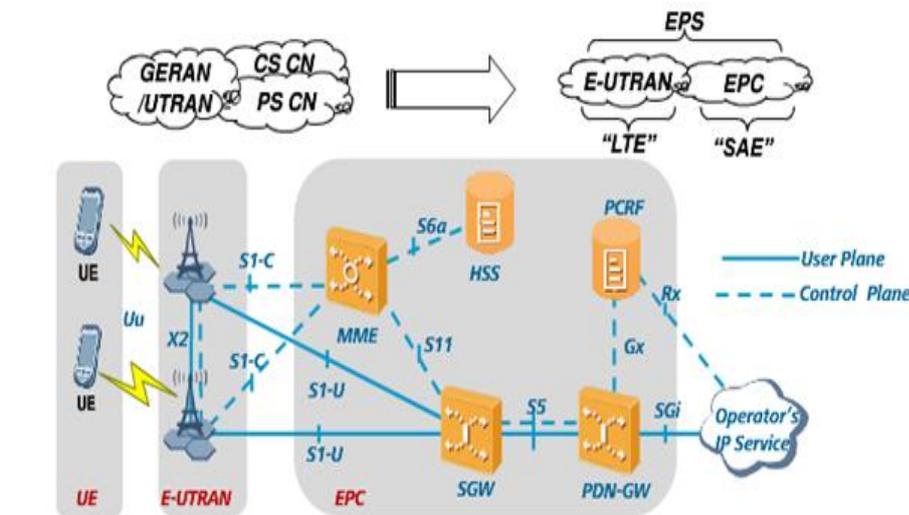
Pada arsitektur jaringan LTE, level fungsi tertinggi S-GW adalah jembatan antara manajemen dan switching user plane. S-GW merupakan bagian dari infrastruktur jaringan sebagai pusat operasional dan maintenance. Peranan S-GW sangat sedikit pada fungsi pengontrolan. Hanya bertanggungjawab pada sumbernya sendiri dan mengalokasikannya berdasarkan permintaan MME, P-GW, atau PCRF, yang memerlukan set-up, modifikasi atau penjelasan pada UE.

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

Menyediakan konektivitas UE ke jaringan paket data eksternal, PDN-GW menjadi titik keluar masuknya lalu-lintas pada UE. Sebuah UE bisa melakukan konektivitas lebih dari satu PDN-GW untuk mengakses beberapa paket pada jaringan data. PDN-GW juga berfungsi untuk packet filtering setiap pengguna, menentukan jenis layanan, *interception*, dan *packet screening*. PDN-GW juga berfungsi sebagai jangkar untuk mobilitas antara 3GPP dan non-3GPP seperti WIMAX dan 3GPP2.

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

PCRF merupakan bagian dari arsitektur jaringan yang mengumpulkan informasi dari dan ke jaringan, sistem pendukung operasional, dan sumber lainnya seperti portal secara *real time*, yang mendukung pembentukan aturan dan kemudian secara otomatis membuat keputusan kebijakan untuk setiap pelanggan aktif di jaringan. Jaringan seperti ini mungkin menawarkan beberapa layanan, kualitas layanan (*Quality of services*), dan aturan pengisian. PCRF dapat menyediakan jaringan solusi *wireline* dan *wireless* dan juga dapat mngaktifkan pendekatan multidimensi yang membantu dalam menciptakan hal yang menguntungkan dan *platform* inovatif untuk operator. PCRF juga dapat diintegrasikan dengan platform yang berbeda seperti penagihan, rating, pengisian, dan basis pelanggan atau juga dapat digunakan sebagai entitas mandiri.



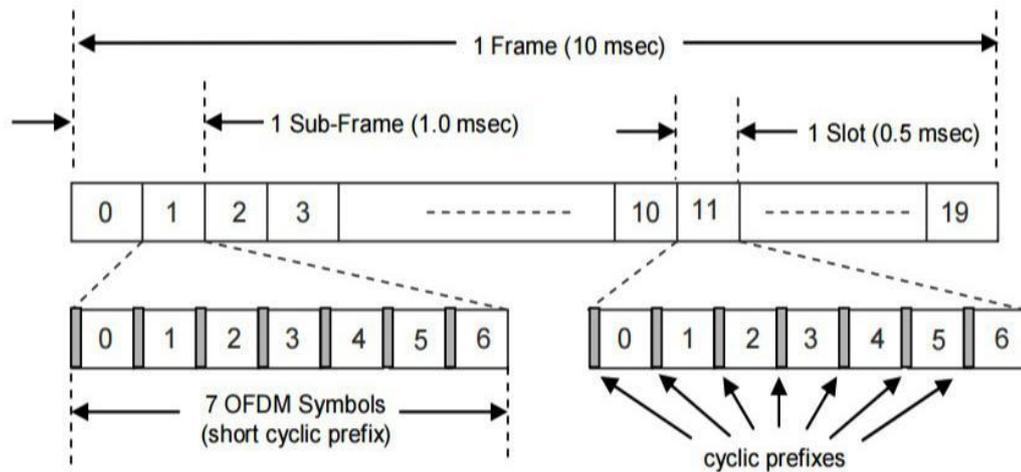
Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LTE[3]

2.2.2 LTE Physical Layer

Kemampuan eNodeB dan UE jelas sangat berbeda. Sehingga, LTE *physical downlink* dan *uplink* cukup berbeda. *Downlink* dan *uplink* di perlakukan secara dalam dokumen spesifikasi. Oleh karena itu, *downlink* dan *uplink* dijelaskan secara terpisah pada bagian berikut.

1. Struktur *Frame* Umum

Struktur *frame* umum dibawah ini digunakan untuk *uplink* dan *downlink* dengan sistem pengoperasian FDD (*Frequency Division Duplex*).



Gambar 2.3 Struktur *Frame* secara umum[5]

Transmisi LTE tersegmentasi menjadi *frame* dengan durasi 10 msec. *Frame* terdiri dari 20 slot periode 0,5 msec. Sub-frame berisi dua periode slot dan durasi 1.0 msec.

2. *Downlink Physical Channel*

Tiga jenis *physical channel* didefinisikan untuk *downlink* LTE. Salah satu karakteristik umum *physical channel* adalah bahwa mereka menyampaikan informasi dari *layer* yang lebih tinggi di tumpukan LTE. Hal ini berbeda dengan *physical signal*, yang menyampaikan informasi yang di gunakan secara eksklusif di dalam *physical layer*.

LTE *downlink physical channel*:

a. *Physical Downlink Shared Channel* (PDSCH)

PDSCH pada dasarnya digunakan untuk transportasi data dan multimedia. Sehingga dirancang untuk kecepatan data yang sangat tinggi. Modulasi menggunakan QPSK, 16QAM, dan 64QAM. *Multiplexing* spasial juga digunakan di PDSCH. Faktanya, *multiplexing* spasial eksklusif untuk PDSCH. Ini tidak digunakan pada PDCCH atau CCPCCH.

b. *Physical Downlink Control Channel (PDCCH)*

PDCCH menyampaikan informasi kontrol khusus UE. Ketahanan daripada kecepatan data maksimum merupakan pertimbangan utama. QPSK adalah satu-satunya format modulasi yang tersedia. PDCCH dipetakan ke elemen sumber daya sampai tiga simbol OFDM pertama di slot pertama *subframe*.

c. *Common Control Physical Channel (CCPCH)*

CCPCH membawa informasi kontrol sel-lebar. Seperti PDCCH, ketahanan daripada *data rate* maksimum adalah pertimbangan utama. QPSK adalah satu-satunya format modulasi yang tersedia. Sebagai tambahan, CCPCH ditransmisikan sedekat mungkin dengan frekuensi pusat.

3. **Uplink Physical Channel**

a. *Physical Uplink Shared Channel*

Recourses untuk PUSCH dialokasikan secara *sub-frame* oleh *uplink scheduler*. *Subcarriers* dialokasikan dalam kelipatan 12 (PRBs) dan dapat melompat dari *sub-frame* ke *sub-frame*. PUSCH dapat menggunakan modulasi QPSK, 16QAM atau 64QAM.

b. *Physical Uplink Control Channel (PUCCH)*

Sesuai namanya, PUCCH membawa informasi kontrol *uplink*. Tidak pernah ditransmisikan bersamaan dengan data PUSCH. PUCCH menyampaikan informasi kontrol termasuk indikasi kualitas saluran (CQI), permintaan penjadwalan ACK/NACK, HARQ dan *uplink*.

2.2.3 Teknik Modulasi pada LTE

1. ***Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)***

OFDMA adalah teknik modulasi dengan membagi user dengan membagi user dengan penjadwalan dalam domain waktu dan frekuensi secara bersamaan sehingga pada OFDMA dimungkinkan adanya penggunaan *bandwidth* secara bersamaan. Salah satu keunggulan OFDMA tahan terhadap ISI dan ICI akibat *multipath delay spread* untuk meningkatkan level QoS. Cara yang digunakan pada OFDMA selain mengirim data secara parallel ialah dengan menyisipkan

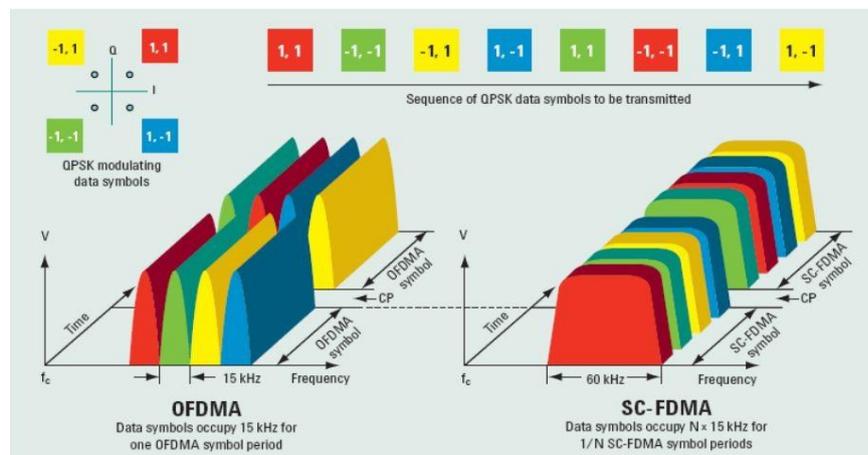
suatu data khusus yang digunakan seperti *Guard Period* (GP), teknik ini disebut *Cyclic Prefix*.

Karena efisiensi spektral yang tinggi dan transmisi yang kuat dengan adanya *multipath fading*, OFDMA digunakan sebagai skema modulasi untuk *downlink* pada sistem LTE. Pada pemancar OFDMA, spektrum yang tersedia dibagi menjadi sejumlah *subcarrier* ortogonal. Jarak *subcarrier* untuk sistem LTE adalah 15 KHz dengan durasi simbol OFDMA 66,67 μ s. Aliran data tingkat bit yang tinggi melewati modulator, di mana skema modulasi adaptif seperti BPSK, QPSK, 16-QAM dan 64-QAM diterapkan. Urutan simbol bertipe multilevel ini diubah menjadi komponen frekuensi paralel (*subcarrier*) dengan konverter serial ke paralel. Tahap IFFT mengubah simbol data kompleks ini menjadi domain waktu dan menghasbiskan simbol OFDM.

Sebuah guard band yang digunakan antara simbol OFDMA agar membatalkan interferensi Intersymbol pada penerima. Di LTE, band penjaga ini disebut *Cyclic Prefix* (CP) dan durasi CP harus lebih besar dari respon impuls saluran atau *delay spread*. Penerima tidak berurusan dengan ISI namun tetap harus mempertimbangkan dampak saluran untuk setiap orang subcarrier yang telah mengalami perubahan amplitudo dan frekuensi yang tergantung fasa. Di LTE, OFDMA menggunakan dua jenis CP, yaitu CP normal dan CP yang diperpanjang. CP normal digunakan untuk frekuensi tinggi (daerah perkotaan) dan CP yang diperluas untuk frekuensi yang lebih rendah (daerah perdesaan).

Pada penerimaan, CP pertama-tama dilepaskan dan kemudian subcarrier dikonversi dari paralel ke urutan serial untuk meningkatkan kapasitas sistem, data puncak dan keandalan cakupan, sinyal yang dikirimkan ke dan oleh pengguna tertentu dimodifikasi untuk memperhitungkan variasi kualitas sinyal melalui proses yang biasa disebut sebagai modulasi dan pengkodean modulasi dengan kondisi kanal rata-rata satu sama lain. Dengan AMC, kekuatan sinyal yang ditransmisikan ditahan konstan selama interval frame, dan format modulasi dan pengkodean diubah agar sesuai dengan kualitas sinyal atau kondisi kanal yang diterima saat ini. Sebagai contoh, AMC dapat menggunakan QPSK untuk saluran bising dan 16 QAM untuk saluran yang lebih jelas. Yang pertama lebih kuat dan

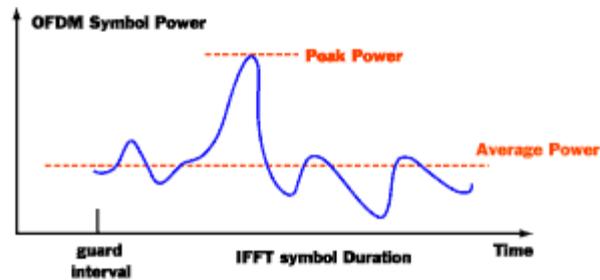
bisa mentolerir tingkat interferensi yang lebih tinggi namun memiliki bit rate transmisi yang lebih rendah. Kemudian memiliki tingkat bit dua kali lebih tinggi namun lebih rentan terhadap kesalahan karena gangguan dan kebisingan; dengan demikian, diperlukan pengkoreksian kesalahan maju yang lebih kuat (FEC) yang pada gilirannya berarti bit lebih banyak dan bit informasi yang lebih rendah. Dalam *downlink*, subcarrier dibagi menjadi sumber daya blok. Hal ini memungkinkan sistem membagi subcarrier menjadi bagian-bagian kecil, tanpa mencampur data dengan jumlah total subcarrier untuk bandwidth tertentu. Blok sumber daya terdiri dari 12 subcarrier untuk slot single time 0,5ms. Ada sejumlah blok sumber daya yang berbeda.



Gambar 2.4 Perbandingan Modulasi OFDMA dan SC-FDMA[4]

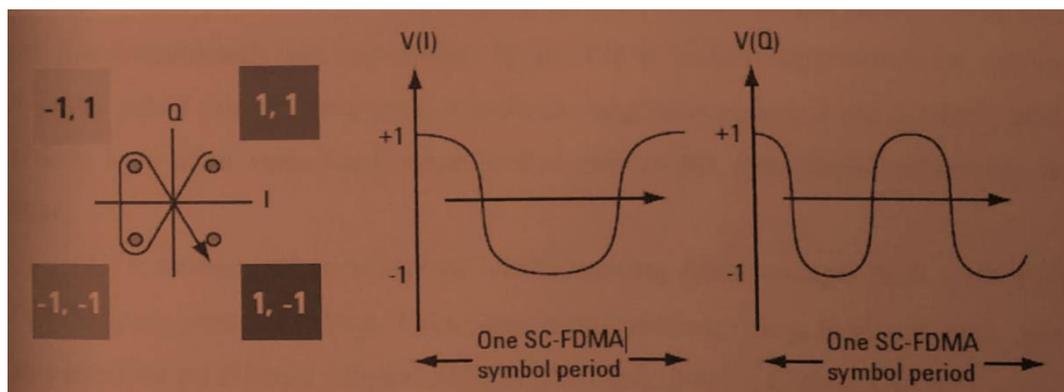
2. *Single-Carrier Orthogonal Frequency Division Multiple Access (SC-OFDMA)*

Pemilihan OFDMA pada LTE dirasa mampu mengakomodir kebutuhan layanan. Namun penggunaan OFDMA pada sisi *uplink* belum optimal, salah satu faktornya adalah tingginya nilai PAPR (*Peak Average Power Ratio*). PAPR adalah tingkat perbandingan daya rata-rata dengan daya puncak (Gambar 2).

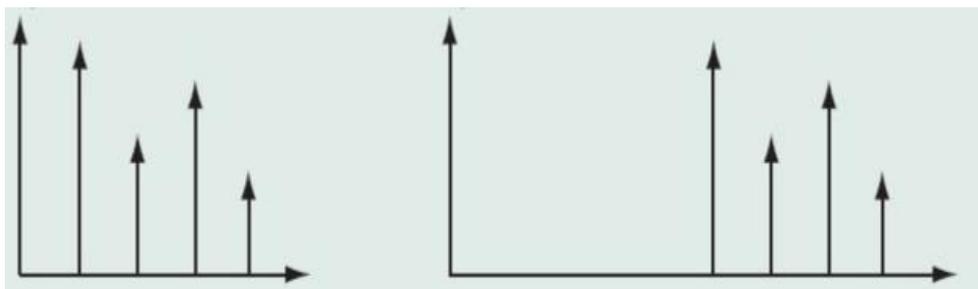


Gambar 2.5 Peak Average Power Ratio[3]

Untuk mengatasi PAPR pada OFDMA dapat disiasati dengan diberlakukannya pengaturan titik kompresi tinggi pada *power ampliernya*. Cara tersebut mengatur sedemikian rupa power yang dipancarkan pada beberapa titik yang menjadi nilai power tertinggi. Hal ini tidak begitu masalah untuk komunikasi *downlink* sebab alokasi daya yang digunakan bisa tak terbatas karena disupply hanya melalui baterai. Untuk mengatasi komunikasi *uplink* tersebut, LTE menggunakan SC-FDMA.



Gambar 2.6 Gelombang SC-FDMA simbol domain waktu[6]



Gambar 2.7 SC-FDMA simbol *baseband* dan *shifted* domain frekuensi[6]

Pada prinsipnya SC-FDMA merupakan kebalikan dari modulasi OFDMA. Pada SC-FDMA simbol ditransmisikan pada durasi cepat (bit rate tinggi) namun dengan pita yang lebar.

2.2.4 MIMO (*Multiple Input Multiple Output*)

Pada sistem komunikasi wireless digital, gelombang yang terpantul-pantul melalui berbagai jalur (*multipath*) akan mengakibatkan pudaran pada informasi bit (*fading*). Sinyal pantulan dan sinyal yang berjalan lurus dan bersifat saling menggagalkan saat diterjemahkan di sisi penerima. Sejak GSM sudah diperkenalkan adanya *Rx Diversity* yakni dua antenna pada penerima yang menangkap 2 sinyal dari jalur yang berbeda kemudian membandingkan kedua runtun bit agar dapat diperkuat dengan benar.

LTE menggunakan teknologi multi antenna yang terdapat baik pada pengirim (Tx) maupun penerima (Rx). Teknologi multi antenna yang terdapat pada pengirim dan penerima ini dikenal sebagai MIMO (*Multiple Input Multiple Output*).



Gambar 2.8 MIMO pada LTE

MIMO dapat digunakan untuk meningkatkan fading. Replica sinyal informasi dikirimkan melalui antenna yang berbeda sehingga di sebut *spatial diversity*. Dengan mengirimkan beberapa aliran data secara parallel pada waktu bersamaan, MIMO juga dapat meningkatkan kapasitas pengiriman data tanpa menambah bandwidth. Hal ini dikenal dengan sebutan *spatial multiplexing*. LTE menggunakan sampai dengan empat antenna mimo pada setiap selnya.

Keuntungan terpenting dari antenna MIMO adalah *gain array*, pengurangan gangguan, dan keuntungan keragaman. Sistem MIMO dapat memanfaatkan tidak hanya mengirim dan menerima manfaat multi-antena secara bersamaan namun juga menawarkan sesuatu yang baru dibandingkan dengan sistem *array* antenna

traditional, yaitu keuntungan multiplexing. Namun, kompromi antara keragaman dan *multiplexing* harus dilakukan karena tidak memungkinkan untuk memanfaatkan keuntungan keragaman maksimum dan keuntungan *multiplexing* maksimum pada saat bersamaan. Idealnya, sistem adaptif akan menyesuaikan eksploitasi beberapa antena dengan kondisi saat ini dan dengan demikian sekaligus meningkatkan *handover* dan keandalan sistem komunikasi.

Array gain menunjukkan peningkatan SNR pada *receiver* dibandingkan dengan sistem tradisional dengan satu transmisi dan satu penerima antena. Perbaikan tersebut dapat dicapai dengan pemrosesan sinyal yang benar pada saat pengiriman atau pada sisi penerimaan, sehingga sinyal yang ditransmisikan digabungkan secara koheren pada penerima. Untuk mencapai *gain array* pada antena pemancar, informasi kanal state (CSI) harus diketahui di sisi transmisi, sedangkan untuk eksploitasi *gain* antena *array* pada *receiver*, saluran harus diketahui di sisi penerima. Menerima *gain array* tercapai terlepas dari kolerasi antara antena.

Untuk memanfaatkan *gain multiplexing*, seseorang perlu memiliki beberapa antena pada kedua ujung sistem komunikasi. Dalam sistem MIMO dengan banyak lingkungan *scattering*, beberapa saluran komunikasi dalam pita frekuensi yang sama dapat digunakan. Seperti yang ditunjukkan, kapasitas sistem *multiplexing* spasial dapat ditingkatkan dengan jumlah minimum transmisi dan penerimaan antena. Peningkatan efisiensi spektral dari sistem ini sangat menarik karena tidak memerlukan spektrum tambahan atau untuk meningkatkan daya pancar. Namun, beberapa antena dibutuhkan pada kedua ujungnya untuk menggunakan *multiplexing* spasial, sedangkan untuk antena multipel lainnya hanya antena *array* pada satu ujung yang dibutuhkan. Penguraian sinyal multipleks secara spasial sangat menuntut, seperti yang akan dijelaskan kemudian, dan sistem multipleks secara spasial kurang dapat diandalkan mengingat selain kekuatan sinyal rendah, korelasi yang tinggi antara antena juga dapat menyebabkan deteksi yang salah.

2.3 Handover

2.3.1 Pengertian Handover

Handover adalah suatu mekanisme yang memungkinkan user pindah pelayanan dari suatu sektor ke sektor lain baik dalam satu BTS maupun antar BTS tanpa adanya pemutusan hubungandan terjadi pemindahan frekuensi/kanal secara otomatis yang dilakukan oleh sistem. Suatu feature sistem yang sangat diperlukan oleh suatu jaringan wireless termasuk didalamnya adalah LTE (Long Term Evolution), yaitu pengalihan panggilan dari satu sel ke sel lain ketika sebuah telepon seluler bergerak melewati wilayah cakupan layanan lintas sel.

2.3.2 Tujuan Handover

Tujuan handover adalah untuk tetap meningkatkan kenyamanan bagi pengguna seluler (wireless) yang bergerak (UE) dalam menggunakan komunikasi pada saat melakukan pergerakan (mobile), dan menciptakan kestabilan UE didalam jaringan tersebut.

- As imperceptible to user as possible. Sedapat mungkin tidak dirasakan oleh pemakai dengan cara meminimisasi waktu handoff dengan menggunakan teknik interpolasi suara.
- As successfully as possible. Dengan meminimisasi error pada saat estimasi kebutuhan handoff.
- As infrequently as possible. MSC melakukan assign (sharing) pada kanal yang sama pada cell tetangga dan meminjam kanal lain dari cell tetangga pada cell sebelumnya (MSC assigns same channel in the second cell and 'rents' another channel from the second to the first cell).

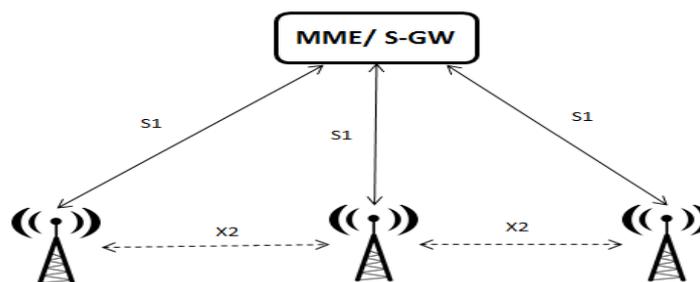
2.3.3 Prinsip Dasar Handover pada 4G

Prinsip dasar handover pada LTE yaitu ENodeB mengirimkan perintah handover ke UE, dan setelah UE menerima perintah Handover UE memutuskan koneksi antara ENodeB sumber dengan UE itu sendiri dan diserahkan ke cell target, melalui S1 atau X2 interface.

Pada jaringan LTE system handover yang terjadi adalah hard handover, baik handover pada jaringan yang mempunyai frequency yang sama maupun handover pada jaringan frequency yang berbeda. Sangat berbeda dengan system pada jaringan WCDMA yang mengenal system soft/softer handover pada frequency yang sama.

Pada jaringan GSM atau WCDMA Handover system dihandling oleh BSC atau RNC, akan tetapi pada jaringan LTE handover system di control oleh enodeB itu sendiri, sendiri perlu oleh karena nya EnodeB itu sendiri perlu mengetahui dan memantau kualitas signal UE yang masuk pada suatu lingkup jaringan LTE. EnodeB melakukan perintah dan control terhadap UE untuk melaporkan pengukuran kondisi kualitas signal yang telah ditentukan supaya UE dapat masuk pada suatu jaringan EnodeB itu sendiri.

Faktor pemicu Handover pada LTE yaitu dengan menggunakan event A3 untuk memicu handover frekuensi yang sama (intra frequency Handover) dan event A2 dan A4 untuk memicu handover pada frequency yang berbeda (interfrequency handover).



Gambar 2.9 Schematic interface S1 dan X2[12]

2.3.4 Penyebab Terjadinya Handover pada Jaringan 4G

Dimana penyebab terjadinya handover dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Adanya kondisi UE yang bergerak atau berpindah-pindah, dikarenakan system jaringan LTE adalah salah satu yang termasuk didalam kategori jaringan wireless (nirkabel) yang menggunakan saluran udara (frequency) sebagai penghubung kedalam suatu jaringan, maka sangat

memungkinkan bagi UE (User Equipment/pengguna) untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

2. Keterbatasan suatu sel jaringan dalam mencakup suatu wilayah yang memungkinkan UE/pelanggan dapat bergerak, dikarenakan system geografis kondisi suatu wilayah.

Saat ini suatu sel jaringan dikelompokkan menjadi 3 konsep bagian, yakni:

- Real coverage : yaitu suatu cakupan sel jaringan real atau apa adanya dan tidak beraturan
- Ideal coverage : yaitu suatu cakupan berbentuk lingkaran (omni) dipakai sebagai acuan konseptual dalam penetapan formula matematis atau algoritma.
- Hexagonal coverage : yaitu suatu cakupan yang dipakai sebagai acuan perancangan wilayah cakupan layanan, yang menghindarkan adanya tumpang tindih (*overlap*) antar sel.

Dalam ketentuan standar operator seluler di Indonesia konsep cakupan yang dipakai adalah Ideal coverage dan Hexagonal coverage, karena kedua konsep ini dianggap mudah untuk dikontrol sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan pencapaian target performa operator sendiri.

Disamping itu kedua konsep tersebut memungkinkan untuk melakukan strategy pemetaan dan efisiensi cost operator tersebut.

3. Kualitas dan kekuatan signal antara 2 sel yang beririsan dalam suatu wilayah yang menyebabkan interferensi berdasarkan perbandingan dari faktor noise kedua sel tersebut.

2.3.5 Jenis Handover pada Jaringan 4G

a. Intra RAT Handover

Yaitu jenis handover yang terjadi pada RAT (Radio Access Technology) LTE sendiri.

Intra RAT handover dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Eutran Intra-frequency handover

Intra-frequency handover adalah handover yang terjadi dari satu sel sumber ke sel target dengan menggunakan frequency yang sama.

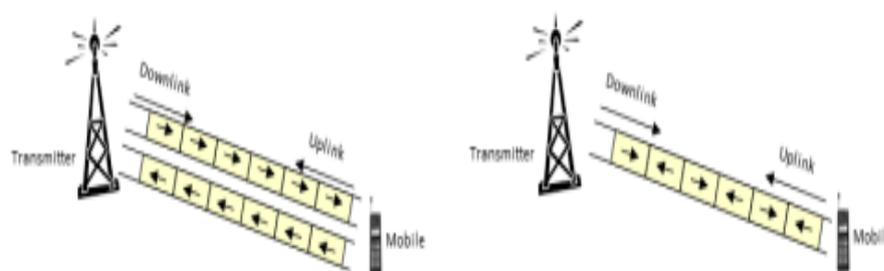
2. Eutran Inter-frequency handover

Inter-frequency handover adalah handover yang terjadi dari satu sel sumber ke sel target dengan menggunakan frequency yang berbeda.

Di Indonesia alokasi pita frequency yang digunakan untuk jaringan LTE adalah 700 MHz, 850MHz, 900 Mhz, 1800 MHz, 2100MHz, 2300 MHz, 2600 MHz yang diterapkan pada 2 system yang berbeda yaitu FDD dan TDD.

FDD adalah Frequency Division Duplexing, cara pengantaran data menggunakan dua buah channel yang berbeda antara transmit dan receive. Metode ini juga yang dipakai sekarang di Indonesia (kecuali Bolt) dan banyak negara Asia Tenggara. Memiliki keunggulan lebih jarang terkena gangguan interferensi dan resepsi penerimaan yang baik, sedangkan

TDD adalah Time Division Duplexing, dimana data diantarkan dan diterima dalam satu channel frekuensi yang sama, hanya dengan pemisahan jeda waktu yang singkat. Keunggulan cara ini, karena pengiriman dan penerimaan data hanya menggunakan satu channel, maka kapasitas yang tersedia bisa menjadi lebih besar dibanding FDD. Sangat cocok untuk data yang dikirimkan secara asimetris, misalnya untuk browsing internet, *video surveillance* atau broadcast.



a. System FDD

b. System TDD

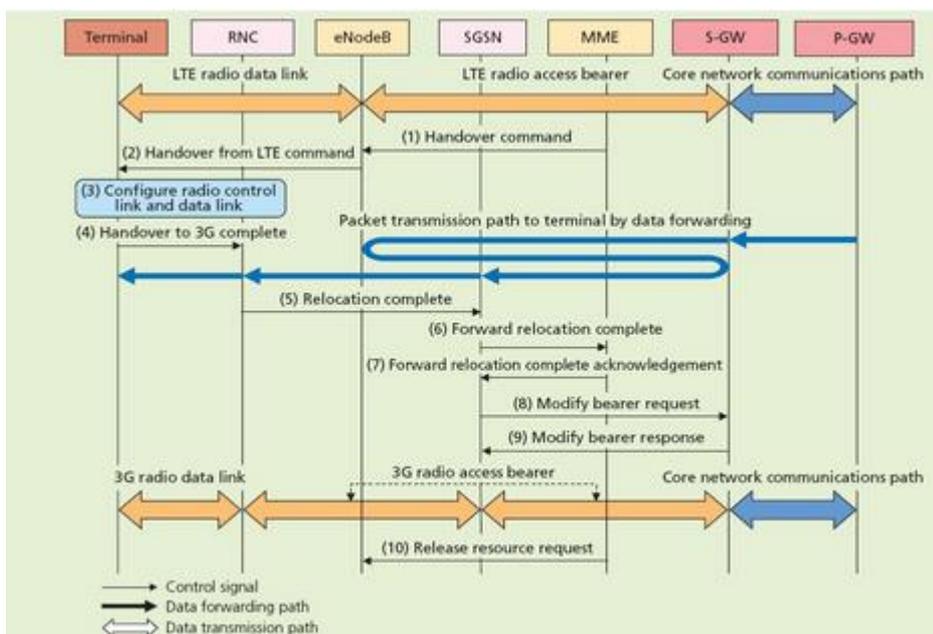
Gambar 2.10 System FDD dan TDD[12]

b. Inter RAT Handover

Yaitu jenis handover yang terjadi pada RAT (Radio Access Technology) LTE dengan RAT yang lain misalnya WCDMA dan GSM.

Inter RAT handover dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Handover dari LTE ke WCDMA atau yang disebut Handover to UTRAN cell.
2. Handover dari LTE ke GSM atau yang disebut Handover to GERAN cell.



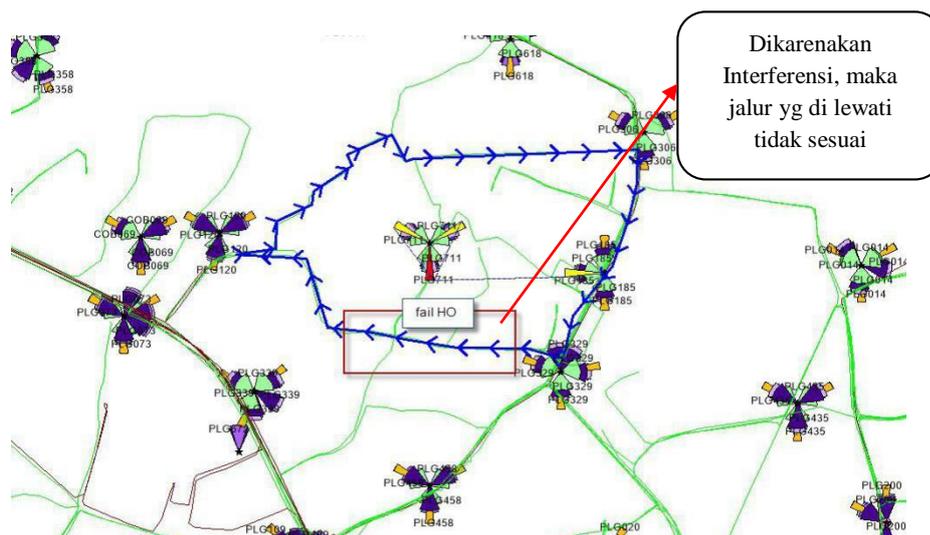
Gambar 2.11 LTE Radio Access Technology[12]

2.3.6 Penyebab Kegagalan Handover pada Jaringan 4G

Pada jaringan LTE, EnodeB juga dilengkapi dengan suatu sistem baru yang canggih yaitu SON (Self Optimization Network) yang memungkinkan jaringan LTE tersebut dapat melakukan optimalisasi sendiri untuk melakukan atau menciptakan neighbour secara otomatis untuk melakukan proses handover ke sel target yang beririsan dengan sel nya sendiri atau disebut sel tetangga (neighbour cell) tanpa menggunakan bantuan dari operator.

Namun walaupun demikian, handover itu sendiri masih dapat menemukan kegagalan. Penyebab kegagalan handover pada jaringan LTE disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Strategi neighbouring handover yang kurang baik pada suatu jaringan multi network.
2. Tingkat interferensi yang tinggi.



Gambar 2.12 Interferensi yang Tinggi[12]

2.4 Drive Test

Drive Test adalah metode pengukuran pada sistem komunikasi bergerak yang bertujuan untuk mengumpulkan data hasil pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan dari arah real di lapangan, sehingga dapat diketahui bagaimana performansi dari jaringan tersebut. Pada penelitian kali ini akan digunakan software GENEX Probe.

Berikut adalah Jenis drive test berdasarkan posisi user

1. Statis

Kondisi dimana drive test dilakukan pada posisi diam pada posisi tertentu. Misalnya di depan sektor 1 satu atau pada lokasi dimana terjadi komplain dari pelanggan suatu operator. Tujuan adalah mengetahui kondisi kuat sinyal yang diterima oleh pengguna pada saat dia diam pada suatu tempat.

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 gua mengetahui kondisi suatu jaringan seluler pada saat pengguna berpindah dari satu tempat ke tempat laainnya.

2.4.1 Perlengkapan Drive Test

Proses drive test membutuhkan peralatan-peralatan yang mendukung dalam pengukuran. Dalam modul ini drive test dilakukan menggunakan software GENEX Probe dan adapun perlengkapan lengkapnya sebagai berikut:

1. Laptop

Laptop digunakan sebagai alat monitoring parameter hasil drive test secara visual. Laptop yang dilengkapi dengan software iManager U2000 untuk mengambil dan mengolah data. Spesifikasi Laptop untuk drive test harus memiliki memori RAM lebih dari 2GB.

2. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan untuk drive test di luar ruangan adalah software GENEX Probe.[12]

2.5 GENEX Probe

GENEX Probe berorientasi masa depan dan menyediakan manajemen terpadu dari semua peralatan pembawa dan akses IP. Dengan berkembangnya teknologi IT dan IP serta integrasi industri telekomunikasi, TI, media dan industri elektronik konsumen, sebuah revolusi di industri telekomunikasi tidak dapat dihindari. Membangun jaringan broadband, mobile, dan konvergensi adalah tren yang berkembang dan posisi pemasaran operator dan model bisnis harus berubah. GENEX Probe mewarisi semua fungsi sistem T2000, N2000 BMS, dan DMS asli, dan mengelola perangkat transportasi, IP, dan akses Huawei secara terpadu. Menggunakan arsitektur terukur dan modular untuk memenuhi berbagai persyaratan manajemen jaringan dan mendukung kelancaran upgrade dari manajemen domain tunggal ke pengelolaan multi-domain untuk memenuhi persyaratan pengembangan jaringan terpadu.

- a. Penyediaan Layanan E2E:

GENEX Probe mendukung penjadwalan E2E untuk IP, WDM, MSTP, microwave, dan layanan akses, mencapai pengiriman layanan cepat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sepenuhnya.

b. Manajemen IP yang diindeks:

GENEX Probe sistem manajemen jaringan terpadu untuk beberapa domain yang bertujuan untuk meminimalkan biaya O & M untuk membawa lebih banyak manfaat untuk operator jaringan. Manajemen terpadu dan tervisualkan dan konfigurasi satu klik. Fitur-fitur ini membuat pembelajaran teknologi IP jauh lebih mudah mencapai bagi insinyur O & M traditional dan membantu operator mencapai pengurangan total biaya O & M.

c. Integrasi Cepat dengan OSS Menggunakan Rich Northbound Interfaces (NBIs):

NBI yang didukung oleh GENEX Probe meliputi SNMP, CORBA, XML, dan FTP. GENEX Probe dapat menyederhanakan transport, IP, dan akses domain dengan handover. Huawei telah mejalin kemitraan strategis dengan vendor OSS mainstream di seluruh dunia, melayani 60% dari 50 operator global.[12]