

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Teknologi WCDMA adalah teknologi radio yang digunakan pada sistem 3G/UMTS. Teknologi WCDMA berbeda dengan teknologi jaringan radio GSM. Pada jaringan 3G kualitas suara yang lebih baik, data rate yang semakin tinggi (mencapai 2 Mbps dengan menggunakan release 99) dan mencapai 10 Mbps dengan menggunakan HSDPA. Teknologi 3G biasanya membutuhkan alokasi bandwidth sebesar 5 Mhz untuk sistem WCDMA. Pada jaringan UMTS 3G mempunyai keunggulan yaitu bandwidth yang bervariasi sesuai layanan pengguna.

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 ruangan 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.

Dari hal tersebut perlu kita analisa untuk mengetahui apakah jaringan yang di tawarkan mempunyai kestabilan jaringan yang baik dengan menggunakan metode *drive test* yaitu dengan parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*) dan SNR (*Signal to Noise Ratio*) kita bisa mengetahui kualitas jaringannya. Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian mengenai *drive test*, yaitu terdapat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka

No.	Nama Penulis, Tahun dan Judul	Pembahasan	Hasil
1.	Febrian Al-Kautsar (2009) Judul: Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan <i>Drive test</i>	Penelitian ini membahas tentang menganalisa kinerja suatu jaringan berdasarkan parameter RxLevel dan RxQual. Data yang didapat dari hasil penelitian ini digunakan untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal sehingga dapat meningkatkan kinerja jaringan yang bersangkutan.	Optimasi dengan metode drive test diharapkan dapat menekan jumlah terjadinya sinyal dengan nilai RxLevel di bawah -100 dBm.
2.	Erna Yuliawati dan Arifin Djauhari (2013) Judul: Pengukuran Langsung (<i>Drive test</i>) Jaringan 3G Dengan Metode Benchmark Di Area Tebet	Penelitian ini membahas tentang permasalahan yang berhubungan dengan kondisi jaringan 3G di area <i>Cluster 1</i> dan <i>Cluster 2</i> Tebet dari hasil pengukuran <i>drive test</i> berdasarkan standar parameter jaringan yang dipakai oleh operator.	Hanya Axis yang belum memenuhi standar KPI CPICH RSCP yang diharapkan operator yaitu 93.56% di cluster 1 dan 91.69% di cluster 2, sedangkan KPI yanga diharapkan operator yaitu $\geq 95\%$

3.	<p>I Gede Made Yogi Priyandana Adi Saputra, Pande Ketut Sudiarta, dan Gede Sukadarmika (2018)</p> <p>Judul: Analisis Hasil <i>Drive test</i> Menggunakan Software G-NET Dan NEMO Di Jaringan LTE Area Denpasar</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang hasil pengukuran menggunakan <i>Nemo Handy</i> dan <i>G-Net Track Pro</i> untuk parameter RSRP, RSRQ dan SINR perlu dilakukan perbandingan performance. Dari perbandingan RSRP antara pengukuran dengan teoritis dinyatakan hasil pengukuran <i>Nemo Handy</i> lebih mendekati dibandingkan <i>G-Net Track Pro</i>.</p>	<p>Hasil pengukuran kualitas sinyal Parameter RSRQ dan SINR dari kedua software pada eNodeB PURADEMAK, eNodeB IMAMBONJOL dan eNodeB AGUNGSAMBIANG dibandingkan dengan KPI Telkomsel menunjukkan kualitas sinyal RSRQ dan SINR dalam katagori sinyal yang baik.</p>
4.	<p>Immanuel Eduardus Manon (2018)</p> <p>Judul: Optimasi Jaringan 3G Berdasarkan <i>Drive test</i> Pt.Nexwave Di Kedungwuni Pekalongan</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang menganalisa kinerja suatu jaringan berdasarkan parameter 3G, memenuhi target KPI (Key Performance Indicator). Data yang di dapat dari <i>drive test</i> ini lalu digunakan untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal sehingga dapat meningkatkan kinerja</p>	<p>Setelah dioptimasi dengan melakukan perubahan tilting dan orientasi antena maka didapatkan nilai RSCP yang membaik pada kisaran = -76 dBm yang sebelumnya tanpa dilakukan optimasi pada kisaran = -78 dBm. Sedangkan nilai Ec/No yang menurun pada kisaran = -6 dB, yang sebelumnya tanpa</p>

		jaringan yang akan di optimasikan.	dilakukan optimasi berada kisaran = -9 dB.
5.	<p>Sri Yusnita, Yoga Saputra, Dikky Chandra, dan Popy Maria (2019)</p> <p>Judul: Peningkatan Kualitas Sinyal 4G Berdasarkan Nilai KPI Dengan Metode Drivetest Cluster Padang</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang pengukuran kualitas sinyal secara aktual pada jaringan 4G menjadi acuan untuk melakukan peningkatan kualitas sinyal. Pengukuran dilakukan terhadap dua operator yang berbeda pada cluster Padang. Parameter pengukuran yang diambil adalah nilai RSRP, SINR dan throughput sebagai parameter dasar standar KPI (<i>Key Performance Indicator</i>). Pengukuran parameter dasar tersebut dilakukan dengan metoda <i>drive test</i> menggunakan perangkat <i>Tems Pocket</i> sementara untuk analisis data menggunakan <i>Tems discovery</i> dan <i>Mapinfo Pro</i>.</p>	<p>Berdasarkan analisis hasil drive test perlu dibangun tiga eNode B untuk meningkatkan kualitas sinyal. . Satu lokasi eNode B berupa new site bersama dua operator X dan Y. Satu site berupa penumpangan site X pada site Y dan satu site lagi berupa penumpangan site Y pada site X. Hasil analisis juga memperoleh 47 bad spot area untuk dilakukan physical tuning.</p>

6.	<p>Muhammad Adib Darmawan (2019)</p> <p>Judul: Analisa Dan Evaluasi Layanan Jaringan 4G LTE Di Megawon Kudus Berdasarkan Penurunan Kinerja</p>	<p>Penelitian ini membahas Menganalisa evaluasi layanan jaringan berdasarkan penurunan kinerja layanan jaringan 4G LTE akibat tidak tercapainya standart parameter RSRP dan RSRQ yang sudah ditentukan oleh KPI.</p> <p>Mengatasi permasalahan area cakupan serta permasalahan kualitas sinyal guna memenuhi kebutuhan masyarakat untuk bertukar informasi. Menganalisa pengaruh tinggi antena terhadap nilai pathloss yang terjadi karena melemahnya daya sinyal informasi. Dan Mengatasi masalah penurunan kinerja layanan jaringan akibat meningkatnya jumlah penduduk dan letak geografis .</p>	<p>Sektor 3 terjadi low quality yang menunjukkan nilai RSRQ sebelum optimasi berada diantara range -15 dB sampai -10 dB sebanyak 47,92 % dan untuk range -10 dB sampai -6 dB sebanyak 15,90 % . Setelah dilakukan optimasi pada sektor 3 nilai RSRQ yang berada pada range -15 dBm sampai -10 dBm menjadi sebanyak 62,20 % dan untuk range -10 dBm sampai -6 dBm sebanyak 26,02 % . Dan untuk kategori Excellent mengalami peningkatan dari yang awalnya 0,00 % , setelah di optimasi menjadi 0,31 % .</p>
----	--	---	--

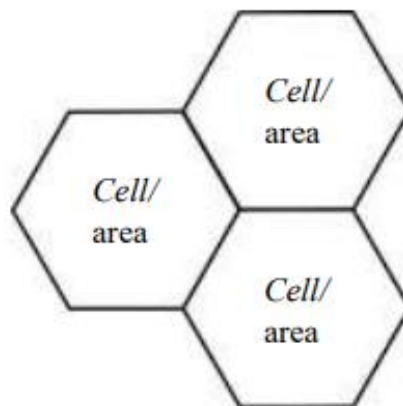
7.	<p>Latifah Hidayati (2020)</p> <p>Judul: Analisa Kualitas Jaringan 4G LTE Untuk Provider H3I Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan <i>Software Genex Probe 5.1</i> Di Kota Purwokerto</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang analisa kualitas jaringan 4G LTE di daerah Purwokerto dengan Pengambilan data <i>drive test</i>. Analisa <i>drive test</i> dilakukan menggunakan aplikasi <i>Map Info</i> untuk mengetahui kondisi sinyal yang sesuai dengan <i>range</i> provider dan perhitungan persentase setiap bulannya dengan parameter 4G yaitu RSRP dan SINR (<i>Signal to Interference Noise Ratio</i>).</p>	<p>kualitas jaringan di Purwokerto memiliki peningkatan kualitas jaringan yang ditandai dengan hasil parameter RSRP dan SINR. Hasil nilai parameter RSRP pada bulan Desember dengan nilai RSRP ≥ -95 dBm mencapai jumlah titik 4349 dengan presentase 77.23% dan bulan Maret mencapai jumlah titik 3740 dengan presentase 81.86%.</p>
----	--	---	---

Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini di lakukan pada layanan internet Telkomsel yang ada di area Desa Teraju, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, provinsi Kalimantan Barat. Dengan mengukur kualitas kecepatan jaringan 3G dan 4G dengan perbandingan yang digunakan dari aplikasi *Speedtest* dan dengan metode *Drive Test* yang menggunakan apikasi *G-Net Track Pro* untuk mengetahui nilai dari RSRP (*Reference Signal Received Power*), RSRQ (*Signal Received Quality*) dan SNR (*Signal to Noise Ratio*) sebagai parameternya dan dengan acuan standar nilai dari KPI (*Key Performance Indicator*) yang ada di aplikasi *G-Net Track Pro* sebagai nilai evaluasi.

2.2 Konsep Dasar Telekomunikasi Seluler

Konsep dasar dari suatu sistem seluler adalah pembagian pelayanan telekomunikasi menjadi daerah-daerah kecil yang disebut sebagai *cell*. Tujuannya agar pelanggan mampu melakukan komunikasi secara bebas didalam area layanan tanpa terjadi pemutusan hubungan. Setiap *cell* mempunyai daerah cakupannya masing-masing. Jumlah *cell* pada suatu daerah geografis ditentukan berdasarkan jumlah *user* atau pelanggan yang sedang beroperasi di daerah tersebut. Suatu *cell* pada dasarnya merupakan pusat komunikasi radio yang berhubungan dengan pusat pembangunan hubungan telekomunikasi atau MSC (*Mobile Switching Center*) dalam pengaturan panggilan yang masuk. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jangkauan pengiriman sinyal pada sistem telekomunikasi bergerak seluler dapat diterima dengan baik yaitu kuat sinyal batasan *cell* dari para pelanggan dan faktor geografis di area tersebut.

Pembagian beberapa *cell* dalam sistem seluler berbentuk heksagonal. *Cell* merupakan gambaran dari cakupan area (*coverage*). Tiap *cell* nya mengacu pada satu frekuensi kanal dan setiap masing-masing kanal tidak boleh memiliki frekuensi yang berdekatan atau sama agar tidak terjadi gangguan pada sinyal. (Kurnia, Adam. 2019)



Gambar 2.1 *Cell* Heksagonal

(Setiawan, Hendy. 2008)

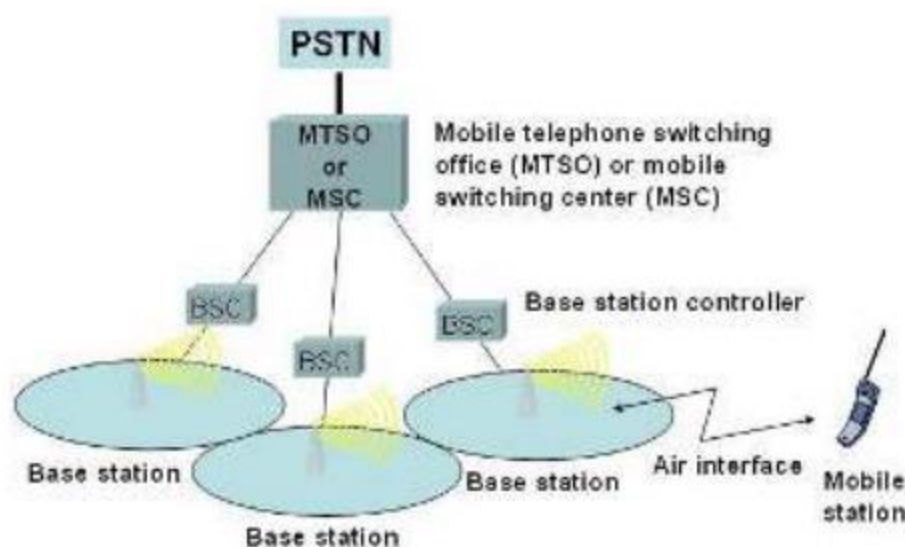
Ukuran *cell* pada sistem komunikasi seluler dapat dipengaruhi oleh:

- a. Kepadatan pada *traffic*
- b. Daya pemancar, seperti *Base Station* (BS) dan *Mobile Station* (MS)

Faktor alam, seperti udara, laut, gunung, gedung-gedung, dan lain-lain. Akan tetapi batasan-batasan tersebut akhirnya ditentukan sendiri oleh kuatnya sinyal radio antar *Base Station* (BS) dan *Mobile Station* (MS). (Nurhasa. 2013)

2.3 Sistem Komunikasi Seluler

Sistem komunikasi seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak antar dua terminal satu atau kedua terminal berpindah tempat ke tempat yang lain. Dengan adanya sistem perpindahan tempat ini, sistem komunikasi bergerak tidak menggunakan perantara kabel sebagai media transmisi. Sistem komunikasi seluler dapat melayani banyak pengguna pada cakupan area geografis yang luas dalam frekuensi terbatas. Untuk mencangkup area geografis seluruhnya dapat dilakukan penambahan kapasitas pada setiap *cell* di area tersebut. Berikut prinsip kerja dari sistem komunikasi seluler:



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sistem Seluler

(Anantoep. 2016)

Pada Gambar 2.2 menunjukkan komponen utama suatu sistem seluler, berikut penjelasannya:

a) PSTN (*Public Switched telephone Network*)

PSTN dapat membuat sambungan antara pelanggan tetap terjaga dan tidak terkena interferensi saat pengguna seluler berpindah dari satu *cell* ke *cell* lain

dengan menggunakan salah satu teknik *switching*, yaitu *handoff*. (William Stallings, 2007)

b) PSTN (*Public Switched telephone Network*)

PSTN dapat membuat sambungan antara pelanggan tetap terjaga dan tidak terkena interferensi saat pengguna seluler berpindah dari satu *cell* ke *cell* lain dengan menggunakan salah satu teknik *switching*, yaitu *handoff*. (William Stallings, 2007)

c) PSTN (*Public Switched telephone Network*)

PSTN dapat membuat sambungan antara pelanggan tetap terjaga dan tidak terkena interferensi saat pengguna seluler berpindah dari satu *cell* ke *cell* lain dengan menggunakan salah satu teknik *switching*, yaitu *handoff*. (William Stallings, 2007)

d) MTSO (*Mobile Telecommunication Switching Office*) atau MSC (*Mobile Switching Center*)

MTSO berfungsi sebagai pusat penyambungan pembicaraan dalam telekomunikasi. MTSO juga dikenal sebagai MSC. Dalam sistem telekomunikasi seluler, MSC berfungsi untuk menghubungkan antara telepon seluler dengan PSTN. Dalam sistem analog, MSC berfungsi untuk mengatur sistem agar saling beroperasi. MSC merupakan perangkat yang terhubung dengan 1 BSC (*Base Station Controller*) atau lebih. Suatu MSC dapat menangani 100.000 pelanggan seluler dan 5.000 panggilan dalam waktu yang bersamaan.

e) BSC (*Base Station Controller*)

Merupakan perangkat yang mengontrol BTS (*Base Transceiver Station*). BSC menyediakan fungsi pengaturan pada beberapa BTS yang dikendalikan, seperti *handover*, konfigurasi *cell site*, pengaturan sumber daya radio dan pengaturan frekuensi pada suatu BTS.

f) BS (*Base Station*)

BS bisa disebut juga sebagai BTS. BS merupakan bagian paling penting yang harus ada pada *site*. Fungsi dari BS adalah mengalokasikan frekuensi dan daya yang digunakan oleh *user*. BS memiliki peralatan fisik radio yang digunakan untuk mentransmisi dan menerima sinyal ke user atau sebaliknya.

Setiap BS menyediakan kanal radio untuk suatu area cakupan. BTS terdiri dari unit kontrol dan unit kanal, berikut penjelasannya:

1) Unit Kontrol

Unit kontrol digunakan untuk komunikasi data dengan MTSO data signaling dengan *Mobile Station* (MS) dalam jaringan radio. Unit kontrol ini berfungsi sebagai manajemen kanal radio, misalnya menangani *handoff* dan mengontrol level daya pancar pada *Mobile Station* dan *Mobile Unit*. (Nugraha, Sapta. 2011)

2) Unit Kanal

Perangkat pemancar dan penerima akan diberikan dalam setiap unit kanal. Sebagian besar unit kanal adalah unit kanal bicara. Unit kanal pada suatu ketika akan berfungsi menyalurkan panggilan, tergantung pada jumlah panggilan pada BTS yang akan dilakukan. (Nugraha, Sapta 2011)

2.3.1 Bentuk Komunikasi Bergerak

Dalam kaitannya dengan telekomunikasi, bentuk komunikasi jarak jauh dibedakan dalam tiga macam, yaitu:

a) Komunikasi Satu Arah (*Simplex*)

Merupakan jenis komunikasi yang dimana antara pengirim dan penerima informasi tidak dapat menjalin komunikasi yang berkesinambungan melalui media yang sama, contohnya seperti radio dan televisi.

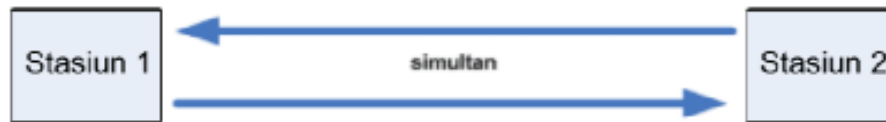


Gambar 2.3 Komunikasi Satu Arah (*Simplex*)

(Informatikalogi. 2017)

b) Komunikasi Dua Arah (*Full Duplex*)

Merupakan jenis komunikasi yang dimana antara pengirim dan penerima dapat menjalin komunikasi yang berkesinambungan melalui media yang sama, contohnya seperti telepon.



Gambar 2.4 Komunikasi Dua Arah (*Full Duplex*)

(Informatikalogi. 2017)

c) Komunikasi Semi Dua Arah (*Half Duplex*)

Merupakan jenis komunikasi yang disana antara pengirim dan penerima informasi secara bergantian tetapi tetap berkesinambungan, contohnya seperti *Handy Talkie* (HT).



Gambar 2.5 Komunikasi Semi Dua Arah (*Full Duplex*)

(Informatikalogi. 2017)

2.4 Sistem Komunikasi Bergerak Generasi Ketiga (3G)

Teknologi penerus 2G ini pertama kali diluncurkan pada 2001 oleh operator asal Jepang NTT DoCoMo. 3G hadir sebagai sebuah solusi akan kebutuhan internet yang meningkat pada masa itu dengan menggunakan standar UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Teknologi ini sanggup menghantarkan kecepatan data yang lebih cepat dari generasi sebelumnya dengan kecepatan mencapai 2 Mbps.

Dengan hadirnya 3G, masyarakat di seluruh dunia sudah dapat menikmati berbagai macam layanan internet, seperti *browsing*, pengiriman *email*, *streaming video* dan musik, berbagi data, hingga *teleconference*. Era 3G juga menjadi era kelahiran *smartphone* dengan dua nama besar pada saat itu, yakni *Blackberry* dan *Apple*.

Kelahiran 3G di Indonesia pertama kali ada di tahun 2005 saat Telkomsel berhasil melakukan uji coba 3G yang berbasis teknologi W-CDMA (*Wideband-code Division Multiple Access*) di Jakarta yang kemudian dilanjutkan di beberapa wilayah, seperti Surabaya dan Batam. Setelah uji coba sukses dilakukan, pada

2006 Telkomsel menjadi operator pertama yang menggelar jaringan 3G secara komersial.

(Sumber: Telkomsel)

2.4.1 Ciri-ciri Karakter Yang Dituju Oleh 3G

- a. Memiliki standar yang bersifat global atau mendunia
- b. Memiliki kesesuaian atau kompatibilitas layanan dengan jaringan-jaringan kabel
- c. Memiliki kualitas tinggi baik suara, data dan gambarnya
- d. Memiliki pita frekuensi yang berlaku umum di seluruh dunia
- e. Memiliki bentuk komunikasi yang bersifat multimedia, baik layanannya maupun piranti penggunaannya
- f. Memiliki spektrum yang benar-benar efisien
- g. Memiliki kemampuan yang mudah untuk berevolusi ke sistem nirkabel generasi berikutnya
- h. Memiliki laju data paket 2 Mbps untuk terminal atau perangkat yang diam di tempat, 384 kbps untuk kecepatan orang berjalan dan 144 kbps untuk kecepatan orang berkendara.

2.4.2 Keunggulan 3G Dari Frekuensi Sebelumnya

Perbaikan utama pada teknologi 3G dalam hal bertambahnya kecepatan transfer data yang mencapai 384 Kbps – 2,4 Mbps (teknologi WCDMA pada GSM) atau 384 Kbps – 2,4 Mbps (teknologi 1xEV pada CDMA). Sehingga memungkinkan operator seluler untuk menawarkan lebih banyak layanan kepada pelanggan mereka. Pengguna dapat melakukan rapat dengan rekan bisnis tanpa harus bertemu langsung, karena layanan ini memberikan pengguna kemudahan berdiskusi secara tatap muka, sambil mengirim surat atau dokumen melalui ponsel dalam waktu bersamaan.

2.4.3 Perkembangan Kecepatan Akses Data

Ada dua teknologi yang digunakan dalam dunia seluler, yaitu GSM dan CDMA. Masing-masing teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan, salah

satunya dalam hal kecepatan. Di bawah ini adalah perbandingan kecepatan teknologi GSM dan CDMA.

a) Teknologi GSM

1. GPRS pada teknologi 2,5G mencapai kecepatan hingga 30-40 kbps
2. EGPRS (EDGE) pada teknologi 2,5G mencapai kecepatan 3x GPRS
3. 3G mencapai kecepatan hingga 384 kbps (5 MHz)
4. 3,5: HSDPA mencapai kecepatan hingga 2-14,4 Mbps (5 MHz)
5. 3,5G: HSUPA mencapai kecepatan hingga 5,8 Mbps.

b) Teknologi CDMA

1. Teknologi 2,5G mencapai kecepatan akses data hingga 153,6 kbps
2. Teknologi 3G 1x EV mencapai kecepatan hingga 384 kbps-2,4 Mbps
3. Teknologi 3,5G: EVDO rel A mencapai kecepatan hingga 3,1 Mbps (1,25 MHz)
4. Teknologi 3,5G: EVDV mencapai kecepatan hingga 14,4 Mbps (1,25 MHz).

2.4.4 Manfaat 3G Bagi Pengguna

Banyak selaki manfaat yang bisa dirasakan pengguna 3G. pengguna semakin dimanjakan dengan fitur-fitur yang canggih, di antaranya sebagai berikut:

- a. Akses internet lebih cepat hingga 2,4 Mbps
- b. *Video streaming*
- c. Menonton televisi
- d. *Video call*
- e. Kirim dan terima *e-mail*
- f. *Game multiplayer*
- g. *Photo/video sharing*
- h. *Download Konten (ringtone, game, dan lain-lain)*
- i. *Mobile commerce* (layanan umum).

2.4.5 Kelebihan dan Kekurangan 3G

a) Kelebihan 3G ialah:

1. Merupakan jaringan wireless mobile
2. Roaming nasional dan internasional
3. Support untuk multiple *cell* layer
4. Keamanan yang terjamin
5. Kualitas suara yang lebih bagus
6. Support beberapa koneksi secara simultan, sebagai contoh, pengguna dapat *browse* internet bersamaan dengan melakukan *call* (telepon) ke tujuan yang berbeda
7. Bisa menangani *packet-and circuit-switched service* termasuk internet (IP) dan *video conferencing*. Juga *high data rate communication services* dan *asymmetric data transmission*
8. *Co-existence and interconnection* dengan *satelProbased services*
9. Efisiensi spektrum yang bagus, sehingga dapat menggunakan secara maksimum *bandwidth* yang terbatas
10. Infrastruktur bersama dapat mensupport banyak operator dilokasi yang sama. Interkoneksi ke *other mobile* dan *fixed users*.

b) Kekurangan 3G ialah:

1. Memerlukan kontrol yang ideal karena sinyal mudah terganggu tergantung lokasi sehingga kecepatan akses bisa menjadi lambat atau bahkan tidak mendapatkan koneksi sinyal 3G
2. Kecepatan transfer data untuk layanan multimedia belum mencukupi.

2.5 Sistem Komunikasi Bergerak Generasi Keempat (4G)

Kebutuhan akan layanan internet dengan menggunakan teknologi jaringan 3G dinilai tidak cukup. Maka dari itu, guna membuat penggunaan layanan internet semakin nyaman, lahirlah teknologi 4G. Teknologi ini pertama kali diluncurkan secara komersial di Stockholm, Swedia dan Oslo, Norwegia pada 2009 yang menggunakan standar LTE (*Long Term Evolution*) berbasis teknologi OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Era 4G bisa dibilang sebagai lahirnya industri konten kreatif. Dengan kecepatan LTE hingga 100 Mbps pada awal peluncuran dan berevolusi menjadi *LTE-Advanced* yang dapat mendapat kecepatan 1 Gbps, 4G menawarkan kemampuan untuk *streaming video* dengan kualitas HD, *game online* tanpa lag, dan waktu *upload* dan *download* yang lebih singkat. Tak hanya itu, 4G pun membuat proses komunikasi jadi lebih lancar dengan *video conference*, serta memunculkan lebih banyak *startup* digital.

Teknologi 4G LTE pertama kali diuji coba di Indonesia oleh Telkomsel pada 2013 bertempat di Pulau Bali. Baru kemudian diluncurkan secara komersial pada akhir 2014 dan menjadikan Telkomsel sebagai operator seluler pertama yang mengoperasikan jaringan *mobile* 4G LTE di Indonesia. Hingga kini layanan 4G Telkomsel sudah melayani puluhan juta pengguna. Telkomsel terus berusaha memberikan jaringan 4G terbaik merata untuk seluruh pelanggan dengan coverage penetration 95%.

(Sumber: Telkomsel)

2.5.1 Teknologi Generasi Jaringan 4G

2.5.1.1 LTE (*Long Term Evolution*)

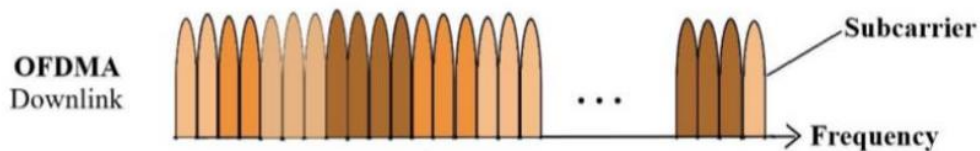
LTE diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. LTE merupakan pengembangan dari sistem *The Third Generation Partnership Project* (3GPP) yang sebelumnya dikenal sebagai *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS), yang merupakan evolusi dari *Global System For Mobile Communications* (GSM). LTE mendukung kecepatan hingga 100 Mbps dalam kondisi diunduh (*downlink*) dan 50 Mbps dalam kondisi diunggah (*uplink*) pada *channel bandwidth* 20 MHz. (Cox, Christopher.2012). LTE diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya selain dari kecepatan dalam transfer data, juga karena LTE dapat memberikan *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan *multiple antena*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* operasinya dan juga dapat 21 terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada. (Karina Putri Rahayu. 2018)

2.5.1.1.1 Prinsip Kerja LTE

Teknologi LTE menggunakan sistem OFDMA pada sisi *downlink* dan SC-FDMA pada sisi *uplink*. Berikut penjelasan dari sistem OFDMA dan sistem SC-FDMA:

a) OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Acces*)

Merupakan suatu teknik transmisi data menggunakan beberapa frekuensi (*multicarrier*) yang saling tegak lurus (*orthogonal*). Teknologi OFDMA mampu menghemat pengguna *bandwidth* yang cukup besar dikarenakan OFDMA sendiri dapat membagi *bandwidth* menjadi banyak *subcarrier*. Sistem OFDM dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 2.6 OFDMA

(Khusna, Efrilia. 2015)

b) SC-DMA SC-DMA (*Single Carrie Frequency Division Multiple Acces*)

Merupakan teknik *multiple acces single carrier*, dimana symbol data dalam domain waktu ditransformasi ke domain frekuensi dengan menggunakan operasi DFT. SC-DMA dipengaruhi oleh nilai PAPR (*Peak Average Power Ratio*) yang kecil. Hal ini dikarenakan sistem transmisi yang memiliki durasi waktu yang lebih singkat dengan lebar *subcarrier* yang besar juga sehingga apabila terkena *noise*, variasi daya yang terjadi antara *carrier* nya tidak terlalu besar. PAPR yaitu pengukuran dari sebuah gelombang yang dihitung dari puncak bentuk gelombang yang dibagi dengan nilai RMS dari bentuk gelombang.



Gambar 2.7 SC-FDMA

(Khusna, Efrilia. 2015)

2.5.2 Kelebihan dan Kekurangan Jaringan 4G

LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA jaringan antarmukanya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. LTE 4G juga diyakini mampu meningkatkan utililitasi teknologi yang telah ada sehingga dapat menekan biaya yang dibutuhkan untuk penerapannya. Perubahan signifikan dibandingkan standar sebelumnya meliputi 3 hal utama, yaitu air *interface*, jaringan radio serta jaringan *core*. Di masa mendatang, pengguna dijanjikan akan dapat melakukan *download* dan *upload video high definition* dan konten-konten media lainnya, mengakses *e-mail* dengan *attachment* besar serta bergabung dalam *video conference* dimanapun dan kapanpun.

LTE juga secara dramatis menambah kemampuan jaringan untuk mengoperasikan fitur *Multimedia Broadcast Multicast Service* (MBMS), bagian dari 3GPP Release 6. LTE dapat beroperasi pada salah satu pita *spektrum seluler* yang telah dialokasikan yang termasuk dalam standar IMT-2000 (450, 850, 900, 1800, 2100 MHz) maupun pada pita *spektrum* yang baru seperti 700 MHz dan 2,5 GHz.

a) Beberapa kelebihan lainnya dari LTE 4G

1. Tingkat *download* sampai dengan 300 Mbps dan tingkat *upload* hingga 75 Mbps tergantung pada kategori perangkat yang digunakan
2. LTE menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yang mentransmisikan data melalui banyak operator spektrum radio yang masing-masing sebesar 180 KHz
3. Peningkatan dukungan untuk mobilitas, sehingga contoh dukungan untuk terminal bergerak hingga 350 Km/jam atau 500 km/jam tergantung pita frekuensi
4. Dukungan untuk semua gelombang frekuensi yang saat ini digunakan oleh sistem IMT dan ITU-R
5. Di daerah kota dan perkotaan frekuensi band yang lebih tinggi (seperti 2.6 GHz di Uni Eropa) digunakan untuk mendukung kecepatan tinggi *mobile broadband*

6. Dukungan untuk MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*). Fitur ini dapat memberikan layanan seperti *Mobile TV* menggunakan infrastruktur LTE, dan merupakan pesaing untuk layanan DVB-H berbasis siaran TV.

b) Beberapa kekurangan dari LTE 4G

1. Biaya untuk infrastruktur jaringan baru relatif mahal
2. Jaringan harus diperbaharui, maka peralatan baru harus diinstal
3. LTE menggunakan MIMO (*multiple input multiple output*), tentunya memerlukan antena tambahan pada pancaranjaringan untuk transmisi data
4. Sebagai akibatnya jika terjadi pembaharuan jaringan maka pengguna perlu membeli *mobile device* baru agar dapat menikmati jaringan yang mendukung teknologi LTE.

2.6 Parameter Jaringan 3G dan 4G

2.6.1 RSRP (*Reference Signal Received Power*)

RSRP merupakan sinyal LTE power yang diterima user dalam frekuensi tertentu. RSRP ini ada di tiap titik jangkauan coverage. *User* berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE. RSRP pada dasarnya memiliki arti sebagai rata-rata pada kontribusi *power resource element* yang membawa referensi *signal* yang dianggap sebagai pengukuran *bandwidth* frekuensi. Namun hanya terukur pada OFDM symbol yang membawa *reference signal*

Tabel 2.2 Standar Parameter Nilai RSRP






Kategori	Kode Warna	Nilai RSRP (dBm)
Sangat Bagus (EXELLENT)		≥ -80
Bagus (GOOD)		-90 to -80
Sedang (MEDIUM)		-100 to -90
Buruk (POOR)		-110 to -100
Sangat Buruk (VERY POOR)		≤ -110

(Sumber: PT. Telkomsel)

2.6.2 RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)

RSRQ merupakan parameter yang menentukan kualitas dari sinyal yang diterima. RSRQ membantu sistem dalam proses handover di mana RSRQ dapat meranking performansi kandidat sel dalam proses cell selection - reselection dan handover berdasarkan kualitas sinyal yang diterima.

Tabel 2.3 Standar Parameter Nilai RSRQ





Kategori	Kode Warna	Nilai RSRQ (dB)
Sangat Bagus (EXELLENT)		≥ -1
Bagus (GOOD)		-7 to -1
Sedang (MEDIUM)		-14 to -7
Buruk (POOR)		-20 to -14
Sangat Buruk (VERY POOR)		≤ -20

(Sumber: PT. Telkomsel)

2.6.3 SNR (*Signal to Noise Ratio*)

SNR ialah perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal yang tidak diinginkan (*noise*) pada suatu titik ukur. SNR menyatakan kualitas sinyal informasi yang diterima pada sistem transmisi. SNR juga merupakan batas ambang sinyal analog yang masih dapat diterima. Semakin besar nilai SNR maka kualitas sinyal semakin bagus.

Tabel 2.4 Standar Parameter Nilai SNR

Kategori	Kode Warna	Nilai SNR (dB)
Sangat Bagus (EXELLENT)		≥ 20
Bagus (GOOD)		10 to 20
Sedang (MEDIUM)		0 to 10
Buruk (POOR)		-10 to -0

(Sumber: PT. Telkomsel)

Noise yang bernilai besar akan menyebabkan nilai SNR yang semakin kecil. Semakin dekat jarak transmisi, maka akan semakin besar pula kekuatan SNR begitu pula sebaliknya.

2.7 Parameter Kecepatan *Download* dan *Upload* serta Jarak Daya Pancaran Sinyal Jaringan 3G dan 4G

2.7.1 *Speedtest*

Speedtest adalah aplikasi dari Ookla yang digunakan untuk mengetahui kecepatan maksimal internet dalam mengunduh dan mengunggah. Adapun cara mengukur dari aplikasi *speedtest* yaitu:

- a. Membuka aplikasi *speedtest*
- b. Pilih server di wilayah mana yang akan dites
- c. Tekan “*begin test*”
- d. Biarkan aplikasi tersebut menentukan sendiri server terbaik untuk melakukan uji coba pengukuran kecepatan internet.

Dengan aplikasi *speedtest* kita bisa melakukan beberapa hal, di antaranya:

- a. Menguji ping
- b. Mengukur kecepatan *download*
- c. Mengukur kecepatan *upload*
- d. Menemukan data kecepatan sebelumnya
- e. Menemukan masalah koneksi internet yang kita pakai.



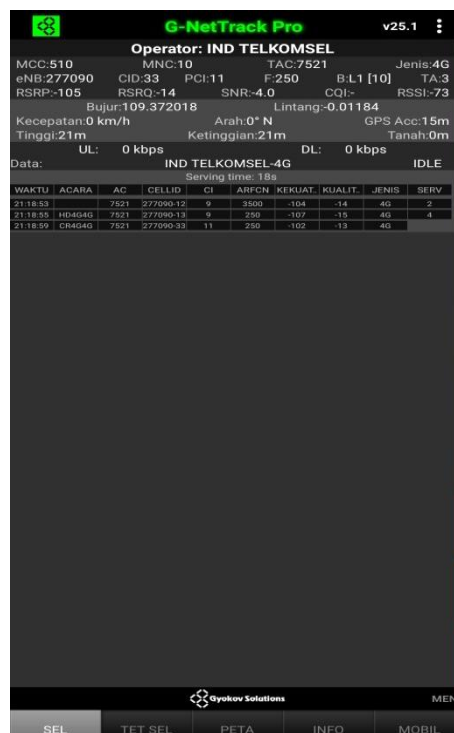
Gambar 2.8 *Speedtest*

2.7.2 G-Net Track Pro

G-Net Track Pro adalah aplikasi Netmonitor untuk UMTS, GSM, LTE, CDMA, EVDO jaringan. Hal ini memungkinkan pemantauan dan penebangan parameter jaringan selular tanpa menggunakan peralatan khusus.

Adapun cara mengukur dari aplikasi *G-Net Track Pro* yaitu:

- Mengukur parameter jaringan nirkabel
- Penebangan nilai terukur dalam file teks dan kml
- Menampilkan nilai terukur pada tampilan peta
- Menampilkan *base station* dan melayani garis sel pada tampilan peta.



Gambar 2.9 *G-Net Track Pro*

2.8 KPI (Key Performance Indicator)

KPI adalah parameter-parameter yang menjadi indikator bagus atau tidaknya performansi dari suatu jaringan GSM. Parameter yang menjadi indikator dalam KPI ini meliputi *Call Setup Success Rate (CSSR)*, *Call Drop Rate (CDR)*, dan *Call Success Rate (CSR)*.

Sehingga semua perusahaan atau operator harus memenuhi target yang sudah ditetapkan oleh KPI guna mendapatkan performansi yang maksimal yang dibutuhkan oleh *user*.

2.9 Drive Test

Drive test adalah proses pengukuran sistem komunikasi bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu arah BTS ke MS atau sebaliknya, dengan menggunakan *software* yang terintegrasi dengan laptop, ataupun menggunakan *smartphone* yang didesain secara khusus untuk pengukuran. Pada prinsipnya sama dengan alat *drive test* lain yaitu terhubung dengan *handphone* dan GPS (*Global Positioning SatelPro*) yang digunakan untuk membantu menentukan letak dan koordinat posisi MS atau *handphone* yang digunakan pada saat bergerak. Hasil dari pengukuran merupakan informasi jaringan secara *real time* di lapangan. Informasi yang didapatkan dari hasil *drive test* merupakan kondisi aktual *Radio Frequency* (RF) pada suatu *Base Transceiver Station* (BTS) maupun pada lingkup *Base Station Sub-system* (BSS).

Drive Test dilakukan secara bergerak, karena pekerjaannya dilakukan menggunakan kendaraan dengan kondisi diam lalu berjalan kembali sesuai dengan rute yang telah ditentukan oleh tim RF. Dalam melakukan *Drive Test*, engineer dilengkapi dengan peta digital, GPS (*Global Positioning System*), *headset* dan *software drive test*. Adapun tujuan dilakukannya *drive test*, yaitu:

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

2.9.1 Jenis-jenis Drive Test

Jenis-jenis *drive test* dibagi menjadi dua berdasarkan posisi *user*, yaitu:

- a) Statis

Kondisi dimana *drive test* dilakukan pada posisi diam pada posisi tertentu. Misalnya di depan *sector* 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.

b) *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. (Immanuel. 2018)

2.9.2 Metode *Drive Test*

Metode *drive test* dibagi menjadi dua mode, berikut penjelasannya:

a) *Drive Test Idle Mode*

Merupakan pengukuran kualitas sinyal yang diterima MS dalam aktivitas *download* atau terhubung koneksi. Mode ini bertujuan untuk mengetahui sinyal jaringan di area yang mengalami low signal

b) *Drive Test Dedicated Mode*

Merupakan pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal pada proses *download* ke alamat server tertentu. Mode ini bertujuan untuk mengukur dan mengidentifikasi kecepatan transfer data.

2.9.3 Metode Pengambilan Data *Drive Test*

Metode pengambilan *drive test* dibagi menjadi empat metode, antara lain:

- a. *Single Site Verification* (SSV), merupakan *drive test* untuk memverifikasi setiap *site* dalam kondisi bagus atau tidak.
- b. *Cluster*, merupakan *drive test* yang mengukur jaringan setiap *cluster* atau daerah yang terdiri dari beberapa *site* namun hanya untuk satu operator jaringan.
- c. *Benchmark*, merupakan *drive test* yang membandingkan beberapa operator dalam satu *cluster* atau daerah.
- d. Optimasi, merupakan bagian analisa gangguan atau kurangnya *service quality* pada *site* yang sudah jadi, tujuannya untuk meningkatkan kualitas jaringan.