

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Dalam sebuah penelitian yang berjudul “Analisis Hasil Pengukuran Performansi Jaringan 4G LTE 1800 MHz di Area Sokaraja Tengah Kota Purwokerto Menggunakan Genex Asistant Versi 3.18” menjelaskan bahwa kekuatan sinyal 4G LTE dengan *drive test* menggunakan operator telkomsel di are sokaraja memiliki performansi jaringan yang bagus dengan parameter RSRP lebih dari 90% hasil pengukuran di rentang nilai 0 - (-90) dbm, parameter SINR normal lebih dari 85% hasil pengukuran di rentang nilai 1 – 15 dB, dan parameter RSRQ mempunyai performansi yang bagus dengan nilai 99%. Serta mendapat rata-rata nilai *throughput uplink* 2575Kbps dan *downlink* 1530 Kbps. [3].

Penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja Jaringan 4G *Long Term Evolution* (LTE) Berdasarkan Data *Drive Test* Pada PT. Indosat Kupang” ini menganalisis kinerja jaringan 4G LTE dengan menggunakan operator indosat dengan hasil parameter RSRP, RSRQ, SINR dan *throughput* sudah bagus tetapi belum merata secara menyeluruh, disebabkan adanya halangan berupa area pertokoan dan pepohonan, kondisi jalan yang tidak merata serta adanya perubahan *cell id* yang menyebabkan lokasi tersebut memiliki kualitas layanan jaringan yang buruk [4].

Penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di Wilayah Kampus Utama UMSU” ini membandingkan antara operator x dan operator y. berdasarkan data yang telah diambil nilai *throughput* operator x dan y sangat rendah yaitu $0 > 3$ Mbps, yang disebabkan oleh *high traffic user* pada siang hari. Karena di siang hari wilayah kampus sedang aktif perkuliahan dan banyak mahasiswa yang menggunakan layanan data [1].

Skripsi yang penulis buat beralokasi di Desa Pesarean Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal. Lokasi ini dipilih karena saat penulis melakukan proses MBKM Pejuang Muda kondisi di Desa Pesarean sinyal mengalami gangguan yang menyebabkan proses MBKM Pejuang Muda sedikit terganggu. Penelitian ini menggunakan dua operator antara operator

telkomsel dan operator indosat untuk dilakukan perbandingan kualitas jaringan LTE. Parameter yang dianalisis antara lain parameter RSRP, RSRQ, dan SINR.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 LTE (Long Term Evolution)

Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) merupakan teknologi *wireless* keempat yang mempunyai kemampuan dengan layanan kecepatan yang tinggi dan lebih baik dibanding dengan generasi sebelumnya yaitu *Universal Mobile Telephone Standard* (UMTS). Teknologi LTE merupakan nama yang diberikan oleh 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) sebuah standar spesifikasi teknis sebagai evolusi dan pemeliharaan teknologi seluler. Teknologi LTE telah sukses diuji cobakan secara komersil sejak tahun 2009 dan diharapkan menjadi standar evolusi komunikasi data pita lebar bergerak untuk dasawarsa mendatang. Pada teknologi LTE bisa memberikan layanan *download* dengan kecepatan mencapai 100 Mbps [5].

Teknologi LTE telah memenuhi syarat sebagai sistem jaringan generasi ke empat (4G). syarat yang telah dikeluarkan oleh lembaga resmi dari PBB International Telecommunication Union of Radio (ITU-R) mengeluarkan rekomendasi sebagai model definisi teknologi komunikasi yang kemudian dikenal sebagai teknologi generasi ke empat (4G). Dalam hal ini pengurangan tunda (*latency*), peningkatan pesat data, perbaikan cakupan dan kapasitas, serta penekanan biaya menjadi perhatian utama dalam membangun sistem generasi ke empat.

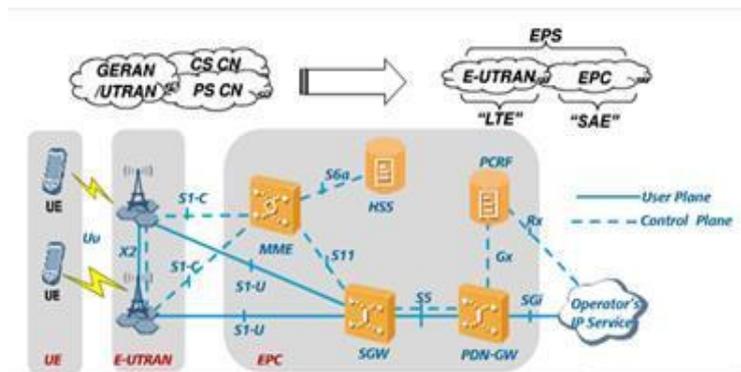
Organisasi 3rd *Generation Partnership project* (3GPP) merumuskan kriteria teknologi LTE sebagai berikut :

1. Pesat data puncak *downlink* mencapai 100 Mbps saat pengguna bergerak cepat dan 1 Gbps saat bergerak pelan atau diam. Sementara itu, untuk *uplink* pesat data puncak adalah 50 Mbps.
2. Tunda sistem berkurang hingga 10 ms.
3. Efisiensi spectrum meningkat dua hingga empat kali lipat dari teknologi 3.5 G *High Speed Packet Access* (HSPA) Release-6.
4. Migrasi sistem yang hemat biaya dari HSPA Release-6 ke LTE.
5. Meningkatkan layanan *broadcast*.

6. Menggunakan penyambungan *Packet Switch* sehingga memungkinkan sistem mengadopsi IP secara menyeluruh.
7. *Bandwidth* yang fleksibel, mulai dari 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, hingga 20 MHz.
8. Dapat bekerja di berbagai spectrum frekuensi baik berpasangan (*paired*) maupun tidak berpasangan (*unpaired*).
9. Dapat bekerja sama (*inter-working*) dengan sistem 3GPP maupun sistem non-3GPP yang sudah ada [6].

Arsitektur LTE umumnya dikenal sebagai *System Arsitektur Evolution* (SAE) merupakan kemajuan arsitektur atas teknologi sebelumnya. LTE juga dikenal sebagai *Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN) sementara SAE juga memiliki nama lain *Evolved Packet Core* (EPC).

Perbedaan EPC dengan sentral penyambungan generasi sebelumnya adalah bahwa EPC murni bekerja berdasarkan prinsip *Packet Switch* (PS), tidak lagi penyambungan *Circuit Switch* (CS).



Gambar 2.1 Arsitektur LTE [6]

Pada Gambar 2.1 diatas menjelaskan mengenai arsitektur dari jaringan LTE. Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga sebagai E-UTRAN dan SAE yang merupakan jantung sistem LTE yang dikenal juga sebagai EPC.

Berikut ini merupakan bagian dari arsitektur jaringan LTE :

1. *User Equipment* (UE)

User Equipment (UE) merupakan perangkat komunikasi *pengguna*. Perangkat yang dimaksud bisa berupa smartphone, laptop, maupun perangkat yang terhubung dengan internet. Pada LTE, UE dekat dengan *user* dan

terletak paling ujung. UE pada teknologi LTE tidak berbeda dengan UE pada teknologi sebelumnya.

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

Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) merupakan sistem dari arsitektur LTE yang berfungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan inti. Pada teknologi sebelumnya yang memisahkan NodeB dan *Radio Network Controller (RNC)* menjadi elemen tersendiri, pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni Evolved Node B (eNodeB) yang telah menggabungkan fungsi keduanya. Dengan demikian tidak ada lagi pengatur tambahan seperti BSC atau RNC pada sistem LTE. Secara fisik eNodeB merupakan suatu *base station (BTS)*.

3. *Evolved Packet Core (EPC)*

Evolved Packet Core (EPC) merupakan sistem baru dalam perubahan arsitektur komunikasi seluler, sebuah sistem yang dimana pada bagian *core network* menggunakan all-IP. EPC menyediakan fungsionalitas *core mobile* yang pada generasi 2G dan 3G terdapat dua bagian terpisah yaitu *Circuit Switch (CS)* untuk suara dan *Packet Switch (PS)* untuk data.

Dengan adanya EPC yang memiliki *high-performance* dan mempunyai kapasitas yang besar pada all-IP di *Core Network* membuat LTE memberikan layanan *realtime* yang lebih baik dan menyajikan berbagai layanan media yang kaya dengan meningkatkan *Quality of Experience (QoE)*. EPC meningkatkan jaringan kinerja jaringan dengan pemisah kontrol dan data dan melalui arsitektur IP yang ramping dimana akan mengurangi hierarki antara elemen data seluler (misalnya, koneksi data antara eNodeB hanya melintasi melalui gateway EPC).

EPC dengan sistem arsitektur jaringan all-IP dalam *mobile network* akan berimplikasikan pada :

- a. Layanan *Mobile*, karena semua komunikasi suara, data, dan video akan dibangun pada protocol IP.
- b. *Internetworking* arsitektur baru dengan generasi sebelumnya (2G/3G).
- c. Skabilitas sangat diburuhkan untuk mengatasi peningkatan dalam jumlah besar untuk koneksi langsung ke terminal pengguna, pelipayan penggunaan bandwidth, dan mobilitas terminal yang bergerak dinamis.
- d. Keandalan dan *availability* setiap elemen untuk menjamin kelangsungan

layanan untuk mengatasi perbedaan jaringan dan layanan, EPC harus mampu ikut pada jaringan yang sudah ada.

EPC terdiri dari beberapa bagian dalam mendukung jaringan LTE, yaitu *Mobility Management Entity* (MME), *Serving Gateway* (SGW), *Home Subscription Service* (HSS), *Policy and Charging Rules Function* (PCRF), dan *Packet Data Network Gateway* (PDNGW) [7]. Berikut penjelasan mengenai bagian yang ada pada EPC :

a. *Mobility Management Entity* (MME)

Pada komponen EPC, MME merupakan elemen kontrol utama. Biasanya pelayanan MME di lokasi keamanan operator. Pengoperasiannya pada kontrol plane dan tidak meliputi data *user plane*.

MME juga mempunyai koneksi *control plane* secara langsung pada UE, dan koneksi ini digunakan *primary control channel* antara UE dan jaringan. Fungsi utama dari MME pada arsitektur LTE antara lain :

- 1) *Authentication and security* memiliki fungsi untuk *authentication* UE pada saat pertama kali melakukan registrasi ke jaringan. *Authentication* diperlukan untuk menjamin adanya permintaan UE, ini dilakukan untuk melindungi rahasia UE dan menghindari komunikais dari penyadapan orang yang tidak bertanggung jawab.
- 2) *Mobility management* yang memiliki fungsi mengontrol proses *handover* yang terjadi antara UE dan eNodeB, menjaga jalur lokasi untuk semua UE yang berada pada *service area* dengan menjaga jalur lokasi UE sampai ke eNodeB, dan mengontrol jalur berdasarkan aktivitas UE.
- 3) *Managing subscription profile* dan *Service connnectivity* memiliki fungsi supaya mendapatkan kembali profil pelanggan pada saat UE melakukan registrasi ke jaringan dan mengirimkan paket data *network* kepada UE.

b. *Home Subscription Service* (HSS)

Home Subscription Service (HSS) ini memiliki fungsi sebagai tempat untuk menyimpan semua data permanen pengguna, data yang tersimpan berisi mengenai informasi layanan untuk pengguna dan identitas pengguna. HSS juga menyimpan lokal 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 (SGW)*

Serving Gateway (SGW) ini sebagai pusat operasional dan *maintenance* pada MME dan eNodeB dimana SGW akan membangun hubungan antara eNodeB yang satu dengan eNodeB yang lain dan bertugas untuk melanjutkan dan menerima paket data dari eNodeB satu ke eNodeB lain yang melayani UE.

Selama terjadi perpindahan antara eNodeB, S-GW berlabuh pada perpindahan local. MME memerintahkan S-GW untuk membangun hubungan dari satu eNodeB ke eNodeB yang lainnya. MME juga mengirimkan permintaan ke S-GW untuk menyediakan *tunneling resources* untuk data *forwarding*, ketika dibutuhkan *forward* data dari sumber eNodeB ke eNodeB tujuan selama UE melakukan *handover*. Skenario mobilitas juga termasuk perubahan dari S-GW ke yang lain, dan MME mengontrol perubahan ini dengan menghapus tunel pada S-GW yang lama dan mengaturnya pada S-GW yang baru.

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

Policy and Charging Rules Function (PCRF) merupakan bagian dari arsitektur jaringan LTE yang memiliki fungsi 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 kebijakana untuk setiap pelanggan aktif di jaringan.

Jaringan seperti ini mungkin menawarkan beberapa layanan, *Quality Of Service (QOS)* atau kualitas layanan, dan aturan pengisian. PCRF dapat menyediakan jaringan solusi agnostic (*wireline* dan *wireless*) dan juga dapat mengaktifkan pendekatan multi-dimensi yang membantu dalam menciptakan 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.

e. *Packet Data Network Gateway (PDNGW)*

Seperti halnya dengan SGW, *Packet Data Network Gateway (PDNGW)* adalah komponen penting pada jaringan LTE, serta sebagai tempat untuk

melakukan terminasi dengan *Packet Data Network* (PDN) [8].

Packet Data Network Gateway juga sering dikenal dengan PDN-GW adalah *edge router* antara EPS dan *external packet data network*. Ia memiliki level tertinggi pada system, dan biasanya bertindak sebagai pelengkap IP point pada UE.

Adapun PDN GW mendukung *policy enforcement feature*, *packet filtering*, *charging support* pada LTE, trafik data dibawa oleh koneksi virtual yang disebut dengan *service data flows* (SDFs).

2.2.2 Drive Test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. *Drive test* memiliki tujuan mengukur kualitas jaringan serta mengumpulkan data jaringan secara nyata di lapangan. Data hasil yang diperoleh melalui pengukuran kemudian dikumpulkan untuk kemudian diidentifikasi mengenai masalah yang ada di lapangan [2]. Dimana informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk mencapai tujuan-tujuan berikut ini :

- a. Mengetahui *coverage* sebenarnya dilapangan apakah sudah sesuai dengan *coverage prediction* pada saat perencanaan.
- b. Mengetahui parameter jaringan dilapangan apakah sudah sesuai dengan parameter perencanaan.
- c. Mengetahui adanya interferensi dari eNodeB tetangga.
- d. Mengetahui adanya *radio frequency issue*, sebagai contoh berkaitan dengan adanya *drop call* atau *blocked call*.
- e. Mengetahui adanya *poor coverage*.
- f. Mengetahui performansi jaringan competitor (*benchmarking*).

Drive test bisa dilakukan pada kondisi *outdoor* dan *indoor*. Metode ini dengan menggunakan kendaraan baik roda dua ataupun roda empat. Jenis pengambilan data saat melakukan *drive test* terbagi menjadi empat bagian :

1. *Single Site Verification* (SSV)

Single Site Verification merupakan *drive test* untuk memverifikasi setiap *site* bagus atau tidak.

2. *Cluster*

Cluster merupakan *drive test* yang mengamati pada setiap daerah yang terdiri dari beberapa *site* tetapi hanya untuk satu operator jaringan.

3. *Benchmark*

Benchmark merupakan *drive test* dengan cara membandingkan beberapa operator dengan tujuan untuk mengetahui serta membandingkan kualitas operator satu dengan operator lain, supaya dapat diketahui operator mana yang mempunyai kualitas jaringan yang baik.

4. Optimasi

Optimasi merupakan bagian analisa gangguan atau kurangnya *service quality* (terlokasi atau menjatuhkan panggilan) pada *site* yang sudah jadi yang dilaporkan *rigger* selama operasional jaringan [9].

Jenis pengukuran pada *drive test* ada jenis, yaitu :

1. *Drive test Idle Mode*

Pada pengukuran kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan *idle* (tidak melakukan panggilan/sms). Biasanya digunakan untuk mengetahui kekuatan sinyal suatu area yang terindikasi *low signal / no service*.

2. *Drive test Dedicated Mode*

Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (*long call* atau *short call* ke nomor tertentu). Biasanya untuk mengukur kualitas suara dan data.

3. *Drive test QOS Mode*

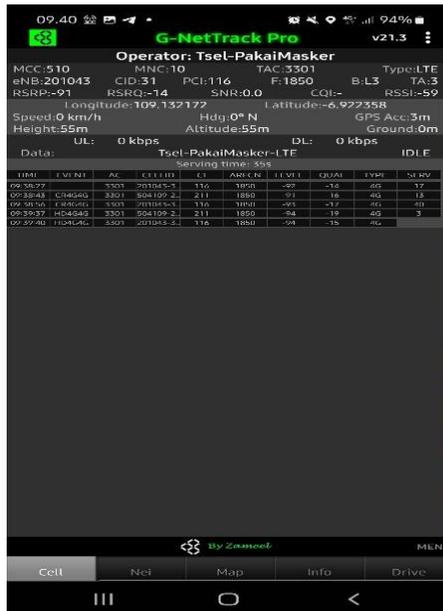
Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal dengan metode *call setup* dan *call end* dengan *formula time command squence* tertentu.

2.2.3 G-Net Track Pro

G-Net Track Pro merupakan salah satu aplikasi untuk melakukan *drive test* dan memonitoring jaringan. Aplikasi ini berbasis android yang dapat terinstal melalui *smartphone* [10]. Teknologi yang di dukung pada aplikasi ini adalah LTE, UMTS, GSM, CDMA. Aplikasi ini dapat memuat informasi seperti LEVEL, QUAL, CELLID, tipe jaringan yang digunakan, serta operator yang digunakan [11]. Berikut adalah beberapa menu yang ada di aplikasi G-Net Track Pro :

a. *Cell*

Pada menu *cell* berisi ringkasan data sector BTS yang sekarang melayani HP kita mulai dari MCC, MNC, LAC, RNC, CELL ID.



Gambar 2.2 Tampilan menu *cell* pada aplikasi G-Net Track Pro

b. *Nei*

Pada menu *nei* berisi informasi *cell neighbors* atau tetangga di sekitar *cell* yang sekarang melayani kita. Tetapi, seperti disebutkan oleh *developer*, *cell neighbors* ini hanya bisa ditampilkan di beberapa jenis HP yang telah dites sebelumnya.

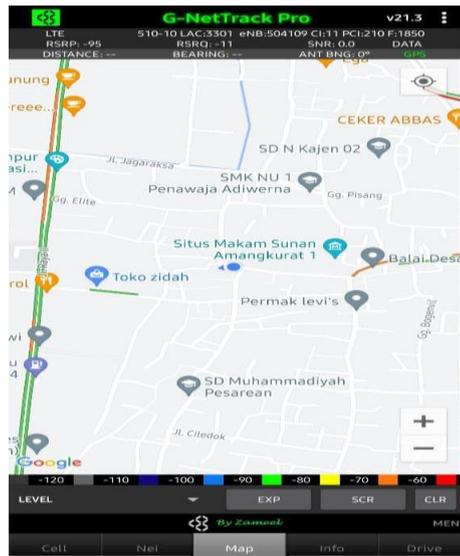


Gambar 2.3 Tampilan menu *nei* pada aplikasi G-Net Track Pro

c. *Map*

Pada menu *map* berisi peta *google map*. Ada pilihan untuk memilih informasi apa yang akan ditampilkan di peta ini, yakni level kuat sinyal yang diterima, kualitas, *cell*, *download rate*, *upload rate*, dan kecepatan.

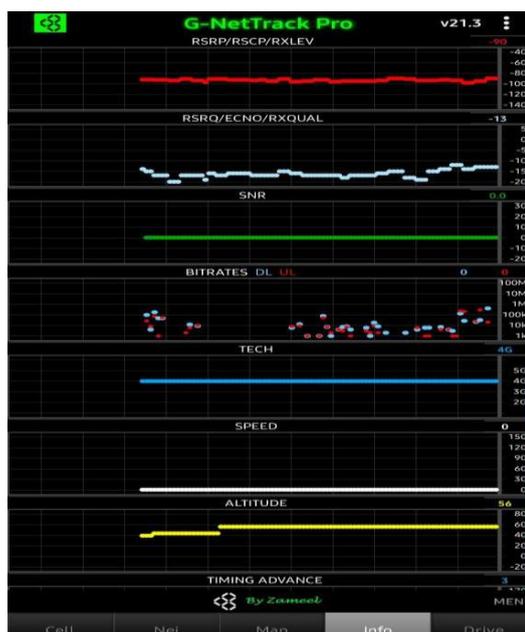
Namun tingkat pewarnaan yang ditampilkan pada saat kita memilih level tidak lazim seperti pada biasanya. Pada umumnya, saat *drive test* sinyal terkuat sampai terlemah akan digambarkan dengan titik berwarna hijau terang-kuning-jingga dan merah untuk sinyanya terlemah. Namun dalam aplikasi ini, terkuat adalah merah-jingga-kuning-hijau-biru-abu-abu dan hitam yang terlemah.



Gambar 2.4 Tampilan menu *map* pada aplikasi G-Net Track Pro

d. Info

Pada menu info berisi informasi tentang grafik dari parameter *drive test* yang ditampilkan oleh aplikasi G-Net Track Pro, seperti parameter RSRP, RSRQ, SNR, *TECH*, dan juga *SPEED*.



Gambar 2.5 Tampilan menu info pada aplikasi G-Net Track Pro

e. *Drive*

Pada menu *drive* berisi informasi menu yang mengakumulasi hasil dari keseluruhan menu-menu sebelumnya. Seperti prioritas sinyal, kualitas, RSRP, dan juga RSRQ.



Gambar 2.6 Tampilan menu *drive* pada aplikasi G-Net Track Pro

2.2.3 *NetMonster*

NetMonster adalah alat menarik yang memungkinkan pengguna mengakses banyak informasi terkait jaringan seluler. Hanya dengan mengetuk satu tombol, *NetMonster* menampilkan daftar perangkat terdekat serta informasi tentangnya, seperti jenis koneksi jaringan, operator, frekuensi, dan bahkan kecepatan koneksi. Agar *NetMonster* berfungsi dengan benar, maka yang harus dilakukan pengguna adalah mengaktifkan lokasi dan penggunaan kuota data [12]. Pada gambar 2.7 dibawah ini merupakan tampilan dari aplikasi *NetMonster*.



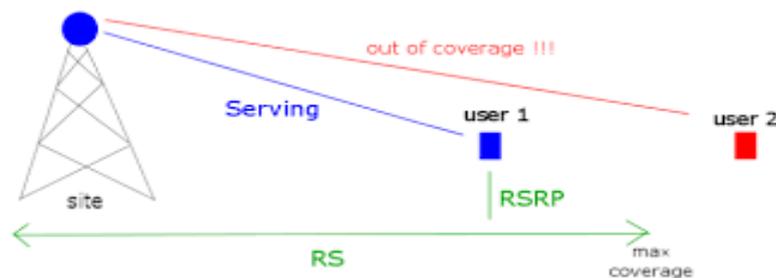
Gambar 2.7 Aplikasi NetMonster

2.2.5 Parameter Drive Test LTE

Berikut beberapa parameter yang akan digunakan dalam *drive test* dijelaskan sebagai berikut :

a. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP merupakan parameter kuat sinyal dari jaringan LTE yang diterima dari eNodeB ke pengguna.



Gambar 2.8 User menerima sinyal dari *site*

Pada Gambar 2.8 tersebut dijelaskan bahwa suatu *site* yang biasa dianalogikan dengan *reference signal*, jika semakin dekat dengan *user* maka semakin baik kualitas sinyal yang diterima dan nilai RSRP akan semakin besar, tetapi saat *user* semakin jauh dari jangkauan maka semakin buruk sinyal yang akan diterima sehingga nilai RSRP yang diterima akan semakin kecil. *User* yang berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE. Fungsi dari RSRP adalah untuk memberi sebuah informasi ke *User Equipment* (UE) mengenai kuat sinyal suatu *cell*

[13]. Perhitungan untuk nilai RSRP dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{RSSI (dBm)} - 10 \log (12 \times N) \quad (1)$$

Dimana : RSSI = ukuran atas kekuatan sinyal yang diterima;

$$N = \text{Noise}$$

Ketentuan nilai dari parameter RSRP dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Parameter RSRP [14]

Range RSRP	Kategori
> -80	Sangat Baik
-81 - -90	Baik
-91 - -100	Cukup
-101 - -110	Buruk
< -111	Sangat Buruk

b. *Reference Signal Receive Quality (RSRQ)*

RSRQ merupakan parameter kualitas sinyal dari sinyal yang diterima oleh *user equipment*. Parameter ini dipengaruhi oleh sinyal, *noise* dan *interference* yang diterima oleh UE. RSRQ juga membantu sistem dalam proses *handover*. Sebagai rasio antara jumlah *resource block* terhadap rata-rata daya linier yang diterima oleh *user*. Satuan dari RSRQ adalah dB [13]. Perhitungan untuk nilai RSRQ dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{RSRQ} = (N \times \text{RSRP}) / \text{RSSI} \quad (2)$$

Dimana : RSRP = power rata-rata pada *resource element* yang membawa refrence signal dalam *subcarrier*.

RSSI = ukuran atas kekuatasn sinyal yang diterima

$$N = \text{noise}$$

Ketentuan nilai dari parameter RSRQ dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Parameter RSRQ [14]

Range RSRQ	Kategori
> -1	Sangat Baik

-2 - -7	Baik
-8 - -14	Cukup
-15 - -20	Buruk
< -20	Sangat Buruk

c. *Signal Interference to Noise Ratio (SINR)*

SINR merupakan kualitas sinyal yang di terimaberupa daya interferensi dan daya noise yang dapat mempengaruhi saat terjadi pengiriman ataupun saat penerimaan data yang dilakukan oleh *user*. Semakin besar nilai SINR maka kualitas sinyal juga semakin bagus [13]. Perhitungan untuk nilai RSRQ dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{SINR} = S / I + N \quad (3)$$

Dimana : S = rata-rata kuat sinyal

I = *power* rata-rata interferensi

N = *power noise*

Ketentuan nilai dari parameter RSRQ dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Parameter SINR [14]

Nilai SINR	Kategori
> 20	Sangat Baik
10 - 20	Baik
0 – 9	Cukup
-5 - -1	Buruk
< -6	Sangat Buruk