

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini membahas mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori yang mendukung tugas akhir dari penulis, yaitu pembahasan tentang WiFi dan LTE *Indoor*, *Received Signal Strength Indication (RSSI)*, *Radio Frequency*, *Throughput*, dan Perbandingan antara Jaringan LTE dan WiFi.

2.1. Tinjauan Pustaka

Fazliadi Rahmatillah, Ir. Uke Kurniawan Usman, MT., Tengku Ahmad Riza, ST., MT. (2015), Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom dalam penelitiannya mengenai “Analisis Performansi *Traffic Offload* Data Antara 3G dan Wifi”. Pada penelitian ini dilakukan analisis dan simulasi *Traffic Offload* Data antara 3G dan WiFi dengan menggunakan *Software* MATLAB R2013b. Analisis dilakukan dengan mengamati parameter *Received Signal Strength*, *Handover User*, dan *Drop User*, *Handover Delay*, dan *Throughput*.

Dari hasil penelitian ini didapatkan *Received Signal Strength (RSSI)* yang tepat untuk melakukan *Offloading* dari jaringan 3G ke jaringan WiFi yaitu pada RSS 3G sebesar -84 dBm dan RSS WiFi -69 dBm. Sehingga diperoleh *Handover user* sebesar 260 *user* dan *drop user* 240 *user* pada kecepatan *user* 50 m/s dan RSS yang tepat untuk *Offloading* dari jaringan WiFi ke jaringan 3G yaitu pada RSS 3G sebesar -91 dBm dan RSS WiFi -76 dBm sehingga diperoleh *Handover user* sebesar 138 *user* dan *drop user* 111 *user* dengan kecepatan *user* 50 m/s. Untuk *handover user* 245 *user* diperoleh *handover delay* 40,05 milisecond dan *throughput* yang diperoleh *user* di jaringan 3G 2 Mbps pada jarak 0,1 km dari node B dan *throughput* di jaringan WiFi 2,9 Mbps pada jarak 50 m dari *Access point* WiFi (1,5 km dari node B).

Indra Surjati, Henry Candra, Agung Prabowo, dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI Universitas Trisakti (2007), dalam penelitiannya mengenai “ Analisis Sistem Integrasi Jaringan Wifi Dengan Jaringan GSM *Indoor* Pada Lantai Basement Balai Sidang Jakarta Convention Centre”. Penelitian ini membahas tentang jaringan WiFi yang diintegrasikan ke dalam jaringan telepon selular GSM 1800 MHz, dengan tujuan mencari solusi yang mudah dan murah dalam pembangunan jaringan internet dan telekomunikasi.

Pada penelitian ini dibahas perencanaan desain integrasi jaringan WiFi dengan jaringan GSM *indoor*, dan perhitungan untuk mengetahui kualitas sinyal *output* yang dihasilkan oleh keduanya setelah diintegrasikan serta mencari pengaruh yang muncul apabila kedua jaringan tersebut diintegrasikan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai EIRP GSM *indoor* yang dihasilkan yakni 11,9141 dBm dan nilai *Signal Strength* GSM *indoor* yang dihasilkan dari perhitungan untuk mengetahui kualitas sinyal yakni -70,2759 dBm.

Sedangkan nilai EIRP WiFi yang dihasilkan yakni 18,7524 dBm dan nilai RSSI WiFi yang dihasilkan dari perhitungan untuk mengetahui kualitas sinyal yakni -37,3376 dBm dan ini merupakan nilai yang baik karena jika dikurangi dengan *Typical receiver sensitivity* sebesar -68 dBm (standar 802.11g) akan menghasilkan nilai *System Operating Margin* (SOM) sebesar 30,6624 dB. Sehingga dari perhitungan EIRP dan kekuatan sinyal kedua jaringan (GSM *Indoor* dan WiFi), maka dapat dikatakan bahwa kualitas sinyal output yang dihasilkan adalah baik dan integrasi keduanya dapat direalisasikan.

Luthfi Mahfuzh, Heroe Wijanto, Uke Kurniawan Usman (2016), dengan penelitiannya mengenai “Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE-Advance Dengan Wifi 802.11n *Existing* pada Sisi *Coverage*”. Penelitian ini dilakukan pada gedung perkuliahan umum Universitas Telkom yang terdiri dari 10 lantai. Hal ini dikarenakan terlalu banyaknya mahasiswa, dosen serta civitas Universitas Telkom yang berada di dalam gedung tersebut mendapatkan penerimaan sinyal pada area *indoor* gedung tersebut menjadi

kurang baik. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukannya perancangan jaringan *Long Term Evolution-Advance* (LTE-A) serta WiFi 802.11n.

Metode perencanaan jaringan yang digunakan untuk menentukan jumlah (*Femtocell Acces Point*) LTE-A menggunakan perhitungan *coverage* dan *capacity*, model propagasi yang digunakan COST 231 Multiwall serta simulasi yang menggunakan software RPS 5.4 (*Radiowave Propagation Simulator*).

Penelitian ini memiliki tiga skenario yaitu memodelkan kondisi WiFi 802.11n *Existing* memodelkan hasil perancangan jaringan LTE-A dengan menggunakan FAP dan memodelkan hasil perancangan jaringan wifi 802.11n *existing* dengan adanya penambahan dengan FAP LTE. Analisis hasil perancangan jaringan dilakukan dengan menilai parameter *received signal level* (RSL) dan *signal to interference ratio* (SIR). Hasil penelitian yang didapatkan yakni FAP LTE 1800 MHz tanpa penggunaan Wifi *existing* dengan hasil SIR 17,57 dB dengan RSL -58,51 dBm dan hasil perancangan yang paling optimal adalah hasil perancangan Wifi 802.11n *existing* dengan penambahan 6 FAP LTE-A dengan hasil SIR 6,81 Db dan RSL -55,68 dBm.

Nila Feby Puspitasari, Reza Pulungan (2014), dengan penelitiannya mengenai “Optimisasi Penempatan Posisi Acces Point pada Jaringan WiFi Menggunakan Metode *Simulated Annealing*”. Pada penelitian ini yakni melakukan pengukuran terhadap kekuatan sinyal dari *acces point* terhadap penerima di ruang dosen dan lobi gedung 2 lantai 1 STMIK AMIKOM Yogyakarta yang diukur menggunakan aplikasi insider dan menghasilkan nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dari sebuah *transmitter* terhadap *receiver*. Dalam pengukura juga digunakan propagasi *Line Of sight* (LOS) dan propagasi *Non Line Of Sight* (NLOS).

Pemodelan penempatan *acces point* menggunakan metode *simulated annealing* dimana hal ini berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan. jarak antara *transmitter* dan *receiver* berpengaruh terhadap kekuatan sinyal RSSI yang diterima oleh *receiver* dan pengaruh interferensi dapat menyebabkan penurunan sinyal (RSSI) yang diterima oleh *receiver*.

Kemudian dariapa yang telah dilakukan menunjukkan terjadinya peningkatan kekuatan sinyal yang cukup signifikan terhadap penempatan posisi *access point* dengan kondisi awal dibandingkan hasil kekuatan sinyal setelah dibuat pemodelan menggunakan metode *simulated annealing*. Pada kondisi awal ketinggian *access point* 120 cm dengan propagasi LOS memperoleh persentase *coverage area* sebesar 11.51%. setelah dilakukam optimisasi menggunakan *simulated annealing* persentase *coverage area*nya sebesar 98.66%. Dengan demikian kenaikan persentase *coverage area* sebesar 87.15%.

Wulan Cahyaningtyas, Wiwin Silistyo (2017), dengan penelitiannya mengenai “Analisis *Radio Frequency Wireless Fidelity* (WiFi) pada Performa Jaringan WiFi FTI UKSW (Studi Kasus WiFi FTI UKSW)”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja jaringan WiFi di Gedung FTI UKSW melalui penempatan channel WiFi kemudian mengukur penerimaan sinyal di beberapa titik secara langsung kemudian dihitung secara teoritis menggunakan *One Slope Model*.

Pengukuran dilakukan menggunakan *Unifi Controller*, *White Shark*, dan *Freeola* untuk mengetahui parameter performa jaringan yaitu *coverage area*, *signal strength*, *throughput*, *packet loss*, dan *latency*. Kualitas jaringan *wireless* di Gedung FTI UKSW memiliki kondisi performansi yang sudah baik. Karakteristik jaringan di *wireless* di FTI sangat dipengaruhi jarak AP dan user, adanya banyak *barrier* di Gedung FTI berupa tembok, kaca dan gipsum, serta media tranmisi yang lain. Mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi performa jaringan (*coverage area*, *signal strength*, *throughput*, *packet loss*, dan *latency*) maka perlu adanya sinyal penguat serta menjauhkan media transmisi.

Untuk memperoleh kualitas jaringan yang baik, pembatasan RSSI (*Received Signal Strentgh Indicator*) pada setiap AP minimum -85 dBm agar tidak terjadi lonjakan utilisasi channel lebih dari 30% yang dapat menyebabkan performa jaringan WiFi lambat. Jika dimungkinkan untuk menambah *Access*

Point maka tata letak penempatan AP perlu diperhatikan supaya sinyal bisa menjangkau area terutama yang banyak terdapat *barrier*.

Pipit Wulandari, Sopian Soim, Mujur Rose (2017), penelitian ini membahas mengenai “Monitoring Dan Analisis Qos (*Quality Of Service*) Jaringan Internet Pada Gedung Kpa Politeknik Negeri Sriwijaya Dengan Metode *Drive Test*”. Penelitian mengamati kualitas jaringan internet dengan melakukan pengukuran langsung secara *real time* dengan menggunakan metode *DriveTest* dengan menggunakan salah satu *provider* sebagai bahan unjuk kerja.

Drive Test merupakan pengukuran pada sistem komunikasi bergerak yang bertujuan untuk mengumpulkan data hasil pengukuran secara real-time suatu jaringan dari arah Node B ke UE (*User Equipment*), sehingga dapat diketahui bagaimana kualitas sinyal yang dihasilkan dari jaringan tersebut. *Drive test* dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) di lingkungan KPA Politeknik Negeri Sriwijaya dengan mengamati proses *transmisi* pada sisi download sebuah file. Parameter yang dibutuhkan pada penelitian diantaranya : lama pengamatan (Avg), paket data yang dikirim (Sent), paket data yang diterima (Recv), serta waktu tunda (Delay).

Untuk mempermudah proses pengambilan data pada penelitian ini dibantu dengan menggunakan perangkat lunak Axence NettoolssPro 4.0 dalam pengukurannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengukuran kualitas sinyal yang dihasilkan oleh jaringan internet Wi-Fi secara *realtime* di lingkungan KPA Politeknik Negeri Srwijaya, yang selanjutnya akan dibandingkan dengan perhitungan secara manual guna mengukur tingkat *error* (%) sebagai bahan perbandingan.

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa nilai rata-rata *throughput* yang dihasilkan setelah melakukan pengolahan data apabila dibandingkan dengan standarisasi TIPHON termasuk dalam kategori —sedang‖ karena rata-rata *throughput* yang didapat yaitu 38.9153%. Terhadap nilai rata-ratanya *throughput* layanan internet Wi-Fi di Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya termasuk dalam kategori sedang jika merujuk pada standarisasi kategori TIPHON.

Terhadap hasil pengolahan data jika merujuk pada standarisasi TIPHON menunjukkan *packet loss & delay* yang dihasilkan termasuk dalam kategori sangat bagus dengan rata-rata yang didapatkan yaitu 0%. Nilai *throughput* terbesar ditunjukkan pada hasil pengukuran di titik *Access Point* 1 lantai 2 Gedung KPA dengan nilai *throughput* 59.858%, *packet loss* 0% dan *delay* 0ms. Kemudian faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas layanan internet diantaranya, jarak perangkat dengan *Access Point*, pemilihan waktu, tipe file yang didownload dan juga teknologi dari perangkat yang digunakan.

Aishah Garnis, Suroso, Sopian Soim (2017), penelitian ini membahas mengenai “Pengkajian Kualitas Sinyal Dan Posisi Wifi Access Point Dengan Metode RSSI di Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya”. Pada penelitian ini kekuatan sinyal diukur untuk memperoleh jarak estimasi menggunakan metode *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Pengukuran yang dilakukann melibatkan kalibrasi nilai RSI untuk setiap node referensi.

Hasil akhir dari penelitian ini nilai RSSI didapat dengan hasil perhitungan dan untuk mendapatkan nilai kualitas sinyal dari jarak 1 meter menggunakan aplikasi *Wifi Analyzer* sebagai acuan. Dengan menggunakan aplikasi *Wifi Analyzer* dan perhitungan manual, diperoleh selisih RSSI yang tidak terlalu jauh berbeda yakni dengan tingkat kesalahan sekitar 4,37 dBm.

Pengaruh jarak pemasangan AP yang terlalu jauh dari titik kumpul, dengan rata-rata tingkat *error* jarak sekitar 1,98 m dari jarak sebenarnya. Sedangkan semakin jauh antara dua titik AP ke titik kumpul, maka semakin kecil nilai kualitas sinyal RSSI yang diterima pengguna dan sebaliknya.

Wulandari Rika (2016), penelitian ini membahas mengenai “Analisis QoS (*Quality Of Service*) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)”. Penelitian ini menggunakan metode *QoS Model Monitoring* yang merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu servis. *Model Monitoring QoS* terdiri dari *monitoring application, QoS monitoring, monitor, dan monitored objects*.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yakni *Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu, waktu yang dibutuhkan sebuah paket data terhitung dari saat pengiriman

hingga diterima *receiver* pada jam kantor sebesar 37,72 bps (sedang) dan pada pulang kantor dengan indeks nilai 63,31 bps. Kemudian *delay* yang diperoleh saat jam kantor yakni 21,95 ms (sangat bagus) dan pada saat jam pulang kantor yakni 11,03 ms (sangat bagus). Sedangkan *packet loss* yang diperoleh yakni 0% pada kedua jam kantor sehingga *packet loss* yang diperoleh berada pada kategori sangat bagus.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Teknologi *Global System for Mobile Communication* (GSM)

Sebelum mengenal teknologi LTE maka perlu memahami sedikit tentang teknologi GSM. Teknologi LTE merupakan perkembangan dari GSM dengan kemajuan teknologi cukup pesat. *Global System for Mobile Communication* (GSM) adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Penerapan teknologi GSM ini yakni pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi selular sekaligus sebagai teknologi selular yang paling banyak digunakan orang di seluruh dunia.

Sistem global untuk komunikasi *mobile* (GSM) adalah sebuah protokol komunikasi digital nirkabel untuk ponsel dan dikembangkan pada awal 1980-an. Teknologi GSM diciptakan untuk menghilangkan masalah-masalah tertentu dengan pendahulunya selular jaringan. Masalah yang ada dari jaringan selular adalah jaringan analog tidak bisa menangani pertumbuhan kapasitas jaringan selular dan jaringan digital yang ada tidak kompatibel satu sama lain.

Teknologi GSM telah membuat komunikasi data lebih mudah untuk membangun ke dalam sistem dengan standar biaya rendah didukung suara panggilan dan layanan pesan singkat (SMS). Ponsel mentransmisikan dan menerima sinyal dari dan ke substasiun yang ditempatkan di tengah kota. Substasiun yang menerima sinyal paling jernih dari telepon seluler memberikan pesan ke jaringan telepon lokal jarak jauh.

Long Term Evolution (LTE) merupakan istilah yang pertama kali diperkenalkan oleh 3GPP untuk memulai tahap evolusi berikutnya dalam system komunikasi mobile yang berdasarkan pada teknologi *Orthogonal*

Multiplexing (OFDM). Dibandingkan dengan GSM, teknologi LTE ini memiliki kemampuan dan keunggulan ketimbang teknologi sebelumnya yakni pada *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dala operasional, mendukung untuk penggunaan multiple-antena, dalam penggunaan *bandwidth* juga memiliki fleksibilitas, mampu mengakses dengan *mobility user* mencapai 350 km/jam dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

2.2.2 Teknologi Long Term Evolution (LTE)

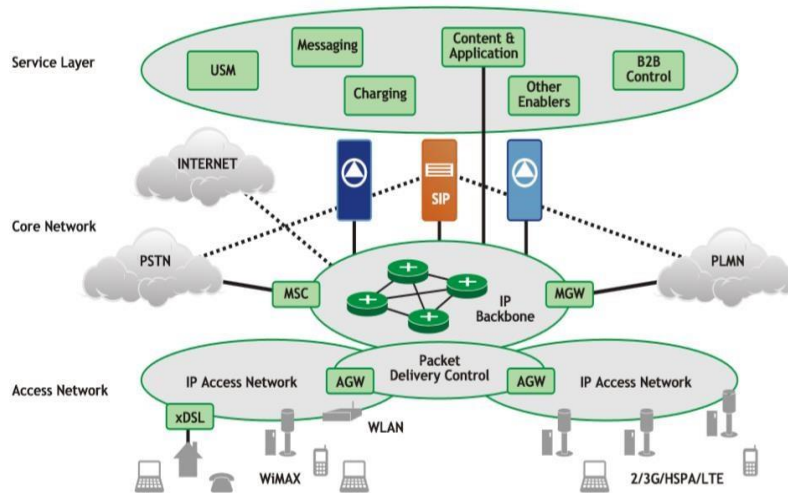
LTE merupakan cabang paling mutakhir dari pohon teknologi mobile network yang sudah kita kenal luas seperti teknologi jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSxPA yang saat ini menjangkau banyak pelanggan komunikasi bergerak. *Long Term Evolution* (LTE) adalah teknologi radio 4G yang masih dalam tahap pengembangan oleh 3GPP dengan kemampuan pengiriman data mencapai kecepatan 100 Mbit/s secara teoritis untuk *downlink* dan 50 Mbit/s untuk *uplink*.

LTE didefinisikan dalam standar 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) Release 8 dan juga merupakan evolusi teknologi 1xEV-DO sebagai bagian dari *roadmap standar 3GPP2*. Teknologi ini diklaim dirancang untuk menyediakan efisiensi spectrum yang lebih baik, peningkatan kapasitas radio, *latency* dan biaya operasional yang rendah bagi operator serta layanan mobile *broadband* kualitas tinggi untuk para pengguna.

Keunggulan lain dari LTE adalah bila koneksi LTE terlalu lambat, sinyalnya dapat dialihkan ke jaringan teknologi lain, seperti GSM, UMTS, dan teknologi seluler lainnya. Agar LTE menjangkau seluruh wilayah, teknologi ini menggunakan rentang channel yang cukup lebar, mulai dari 1,4 MHz sampai 20MHz.

Kecepatan tersebut dapat dicapai dengan menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) pada *downlink* dan *Single Carrier Frequency Division Multiplex* (SC-FDMA) pada *uplink*, yang digabungkan dengan penggunaan MIMO demi tercapainya target pesat data yang tinggi. Nantinya seluruh jaringan pada teknologi LTE akan berbasiskan *Internet Protocol* (IP) atau disebut juga All IP Networks (AIPN).

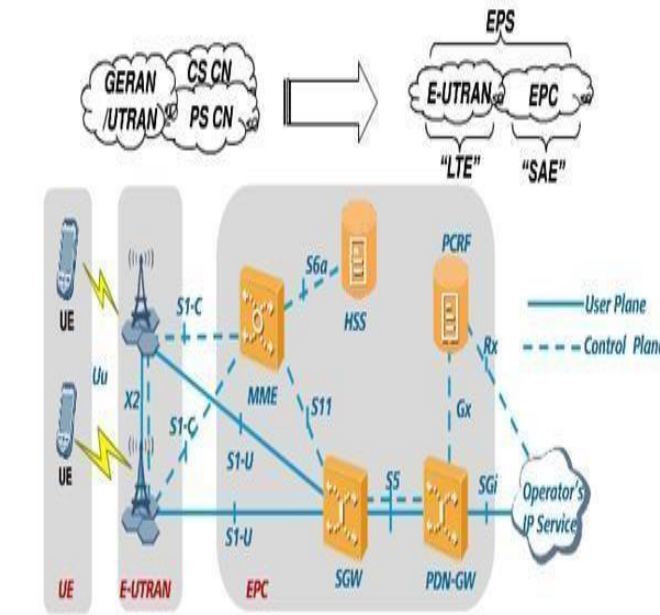
LTE - The de facto Mobile Access Standard



Gambar 2. 1 Teknologi LTE (sumber Anritsu LTE Resource Guide)

2.2.2.1 Arsitektur Teknologi LTE

Arsitektur LTE dikenal dengan suatu istilah SAE (*System Architecture Evolution*) yang menggambarkan suatu evolusi arsitektur dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Secara keseluruhan LTE mengadopsi teknologi EPS (*Evolved Packet System*). Didalamnya terdapat tiga komponen penting yaitu UE (*User Equipment*), EUTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), dan EPC (*Evolved Packet Core*). Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga sebagai EUTRAN (*Evolved UMTS terrestrial radio access network*) dan SAE (*System Architecture Evolution*).

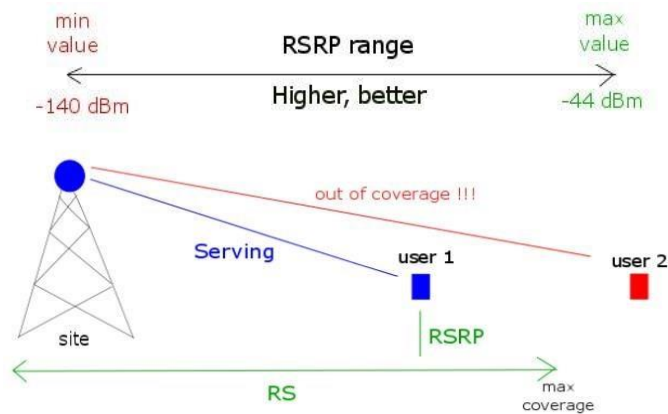


Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan 4G LTE

2.2.2.2 Parameter Performansi 4G LTE

a. RSRP (*Reference Signal Received Power*)

Power dari signal referensi merupakan sinyal LTE power yang diterima oleh *user* melalui frekuensi tertentu, semakin dekat jarak antara *site* dan *user* maka semakin besar RSRP yang diterima oleh *user* dan sebaliknya. RS merupakan *Reference Signal* atau RSRP di tiap titik jangkauan *coverage*. Ketika *user* berada terlalu jauh atau di luar jangkauan RS, maka *user* tidak akan mendapatkan layanan LTE.



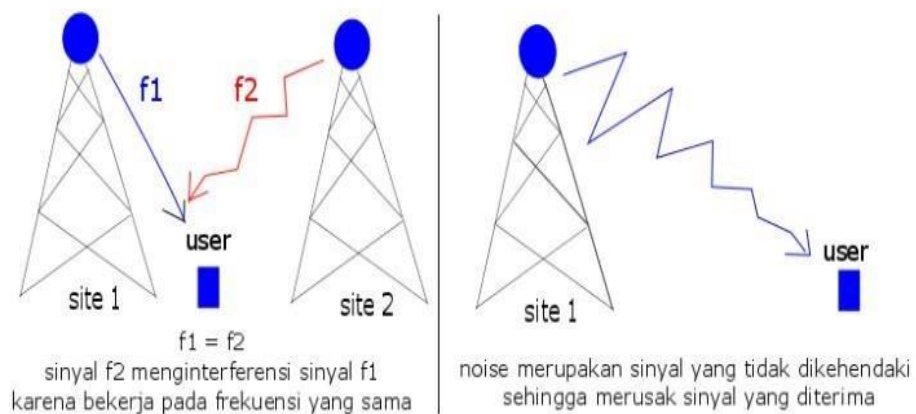
Gambar 2. 3 User 1 Menerima *Serving* RSRP dari *Site*

Tabel 2. 1 Standar Nilai *Signal Strength RSRP*

Kategori	Range Nilai RSRP
Sangat bagus	-80
Bagus	$\leq -90, < -80$
Normal	$\leq -100, < -90$
Buruk	$\leq -120, < -100$
Sangat buruk	> -120

b. SINR (*Signal to Noise Ratio*)

SINR (*Signal Interference to Noise Ratio*) merupakan rasio perbandingan kuat sinyal antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dibanding *nois background* yang timbul (tercampur dengan sinyal utama). Dalam arti rasio yang antara rata-rata power diterima dengan ratarata interferensi dan *noise*. Minimum RSRP dan SINR yang sesuai tergantung dengan *bandwidth* frekuensinya.



Gambar 2. 4 Perbedaan *Interferensi* dan *Noise*

Tabel 2. 2 Standar Nilai SINR untuk LTE

Kategori	Range Nilai SINR
Sangat bagus	$30, \leq 15$
Bagus	$15, \leq 0$
Normal	$0, \leq -5$
Buruk	$-5, \leq -11$
Sangat buruk	$-11, \leq -20$

c. RSRQ (Reference Signal Received Quality)

RSRQ (*Reference Signal Receive Quality*) merupakan kualitas sinyal yang diterima UE yakni perbandingan antara RSRP dan *wideband power*. RSRQ juga dipengaruhi oleh sinyal, *noise* dan *interference* yang diterima oleh UE. Satuan RSRQ adalah dB dan nilainya selalu negatif (karena nilai RSSI selalu lebih besar dibandingkan dengan $N \times RSRP$). 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 Nilai RSRQ

Kategori	Range Nilai RSRQ
Sangat bagus	-9
Bagus	$-10, \leq -9$
Normal	$-15, \leq -10$
Buruk	$-19, \leq -15$
Sangat buruk	< -20

2.2.3 Teknologi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi)

Wireless Fidelity (Wi-Fi) adalah teknologi yang digunakan untuk menyediakan akses internet nirkabel di zona terbatas yang dikenal dengan istilah hotspot. WiFi adalah sebagai pengganti istilah Wireless LAN, yang disertifikasi oleh WiFi platform standar jaringan IEEE 802.11 walapun demikian setiap Wireless LAN tunggal (Local Area Network) tidak diharus disertifikasi oleh WiFi Alliance.

WiFi merupakan bentuk pemanfaatan teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN) pada lokasi-lokasi publik dengan standar pengembangan IEEE 802.11 antara lain IEEE 802.11.b; 802.11.a; dan 802.11.g. Pada awal perkembangannya teknologi WiFi identik dengan standar IEEE 802.11.b yang memiliki kemampuan transmisi data sampai 11 Mbps pada pita frekuensi 2,4 GHz, hal ini dikarenakan teknologi dengan standar ini yang berkembang sangat pesat. Teknologi WiFi memiliki keterbatasan dalam hal *coverage area* yaitu sebesar radius 100 m.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Jaringan WiFi

Spesifikasi	Kecepatan (Mb/s)	Frekuensi (GHz)	Jenis
802.11a	54	5	a
802.11b	11	2.4	b
802.11g	54	2.4	b,g
802.11n	100	2.4	b,g,n

Access Point, semakin jauh jarak antara *host* dengan router/AP, maka kualitas jaringan semakin menurun. Begitu pula jika ada halangan seperti pintu, tembok, logam, atau interferensi dari telepon nirkabel atau *microwave*, kualitas jaringan akan langsung menurun. Keuntungan dari sistem wifi, pemakai tidak dibatasi ruang gerak dan hanya dibatasi pada jarak jangkauan dari satu titik pemancar wifi. Untuk jarak pada sistem wifi mampu menjangkau area 100 feet atau 30 meter radius.

Kualitas *Signal To Noise Ratio* (SNR), noise dalam bahasa Indonesia berarti derau, bisa diartikan sebagai suara berisik, yakni suara yang tidak kita inginkan karena mengotori audio. Jumlah pengurangan noise yang diperlukan bergantung kepada jenis *background noise*, dan penurunan kualitas sinyal yang diperbolehkan.

Signal to Noise Ratio mengukur sensitivitas dampak (sinyal) terhadap faktor-faktor gangguan. Sinyal ini diukur dengan nilai rata-rata, sementara faktor gangguan diukur melalui deviasi standar respons. Dengan demikian, rasio S/N pada dasarnya adalah sebuah rasio mean terhadap deviasi standar (dalam statistik, rasio ini, merupakan kebalikan dari koefisiensi variasi). Rasio S/N yang tertinggi berarti sensitivitas terhadap faktor gangguan rendah. Sebagai contoh, sinyal untuk suatu jasa pengiriman bisa berbentuk pengiriman tepat waktu suatu paket dengan selamat ke tempat tujuannya (Arnomo, 2014).

2.2.3.1 Instalasi Jaringan WiFi

Jaringan nirkabel atau jaringan tanpa kabel telah ada sejak dulu seperti *Inframerah* dan *Bluetooth*. Namun saat ini teknologi tersebut telah semakin berkembang menjadi jaringan Wireless atau WiFi, jaringan ini tidak hanya digunakan untuk membagi file, Internet, Data, bahkan juga digunakan pada perangkat seperti *Mouse*, *Airphone*, *Charger*, serta perangkat tanpa kabel lainnya. Adapun kekurangan dan kelebihan menggunakan teknologi WiFi yakni

a. Cuaca

Terkadang cuaca mempengaruhi kualitas sinyal contohnya hujan angin dan petir, akan tetapi saat ini sudah terdapat perangkat yang tahan cuaca sehingga sinyal tidak akan terpengaruh. Untuk terhindar dari petir memerlukan perangkat tambahan yaitu *lightning Arrester* jika perangkat jaringan WiFi dipancarkan melalui tower.

b. Biaya lebih mahal

Jika dibandingkan dengan perangkat kabel, maka jaringan WiFi akan lebih mahal dalam hal pemasangan namun lebih mudah dan praktis.

c. Mudah terkena Hacker

Walaupun jaringan WiFi sudah diberikan keamanan seperti *password*, *hacker* akan lebih mudah membobol jaringan WiFi ketimbang Jaringan yang menggunakan kabel serta tergantung dengan perangkat yang digunakan. Agar tidak mudah dibobol perlu dilakukan pengamatan lalulintas jaringan secara rutin dan memasang *firewall*.

d. Biaya pemeliharaan lebih murah

Biaya pemeliharaan untuk jaringan tanpa kabel akan lebih murah karena lebih jarang terjadinya kerusakan pada komponen kabel.

e. Pembangunan cepat.

Pembangunan lebih cepat karena tidak memerlukan instalasi kabel, hanya memasang perangkat dan sedikit settingan maka sudah dapat digunakan.

2.2.3.2 Komponen yang digunakan dalam pemasangan jaringan WiFi

a. *Acess Point*

Perangkat ini paling umum untuk digunakan dalam membagi sebuah jaringan internet. *Acess Point* diibaratkan seperti Hub/Switch yang berperan dalam menghubungkan jaringan lokal dengan jaringan nirkabel. Kekuatan sinyal juga mempengaruhi area coverage yang akan dijangkau, semakin tinggi kekuatan sinyal maka semakin luas jangkauannya.

b. Antenna Omni

Kegunaan antenna Omni adalah untuk memperluas jaringan WiFi, yang pada umumnya dapat memancarkan hingga 15 dB. Antenna Omni ini memiliki pancaran atau radiasi 360 derajat, sehingga dapat menjangkau klien dari berbagai arah.

c. Kabel *Pigtail* / kabel jumper

Cara menghubungkan Antenna Omni dengan *Acess Point* adalah dengan menggunakan kabel jumper. Panjang maksimal yang diperlukan untuk menghubungkan Antenna Omni dengan *Acess Point* yakni 1 meter saja, karena jika lebih dari itu maka akan mengalami *loss*. Di kedua ujung kabel jumper juga

terdapat konektor yang jenisnya disesuaikan dengan konektor pada Access Point.

d. Kabel UTP/STP

Peranan kabel ini diperlukan untuk menghubungkan antara *Access point* dengan jaringan kabel LAN lokal, pemilihan kabel dengan kualitas yang baik perlu diperhatikan untuk meningkatkan kualitas arus listrik yang dilewatkan.

e. Tower

Untuk mendapatkan *area coverage* yang maksimal, diperlukan posisi antenna omni eksternal yang lebih tinggi dengan cara pemasangan tower agar klien WLAN dapat menangkap sinyal radio dengan baik.

2.2.3.3 Elemen-elemen *Internetworking WiFi*

Internetworking secara umum dibangun menggunakan tiga elemen yaitu Hubungan data LAN, yakni hubungan terbatas dalam satu bangunan atau kampus dan beroperasi menggunakan sistem pemasangan kabel *private*. Hubungan data WAN, yakni menggunakan saluran telekomunikasi data publik, seperti X.25, ATM, ISDN, dan Frame Relay. Serta device penghubung jaringan. Device ini biasanya dibagi atas beberapa kategori, yaitu *repeater, bridge, router, switch dan converter*.

a. *Repeater*

Repeater bekerja pada level *physical layer* dalam model jaringan OSI. Tugas utama *repeater* adalah menerima sinyal dari kabel LAN yang satu dan memancarkannya kembali ke kabel LAN yang lain. Karena bekerja di level *physical layer*, *repeater* mengharuskan penggunaan protocol *physical layer* yang sama. Contohnya, *repeater* dapat menghubungkan dua buah segmen kabel Ethernet 10Base2.

b. *Bridge*

Bridge bekerja pada level data link layer pada model jaringan OSI. *Bridge* fungsinya sama dengan *repeater*, tetapi *bridge* lebih cerdas dan fleksibel. Karena *bridge* bekerja pada level data link layer, *bridge* dapat menyambungkan jaringan yang menggunakan metoda transmisi berbeda dan/atau medium access control yang berbeda. Contohnya *bridge* dapat menghubungkan *Ethernet baseband* dengan *Ethernet broadband*. *Bridge* mampu mempelajari alamat link

setiap *device* yang tersambung dengannya dan mampu mengatur alur frame berdasarkan alamat tadi.

c. *Router*

Router bekerja pada level *network layer* pada model jaringan OSI. Router memiliki kecerdasan yang lebih tinggi daripada *bridge*. Router dapat digunakan untuk menghubungkan sejumlah LAN sehingga trafik yang dibangkitkan oleh sebuah LAN terisolasi dengan baik dari trafik dari LAN lain. Contohnya, router dapat menghubungkan dua LAN yang berbeda atau menghubungkan data link LAN dengan data link WAN.

d. *Switch*

Apabila LAN kita mempunyai beban kerja yang tinggi, penggunaan router biasanya tidak cukup. Ini terjadi karena jalur koneksi yang ada tidak mampu menampung aliran data yang sedemikian besar. Untuk menangani masalah ini, diperlukan tambahan jalur koneksi yang lebih banyak. Agar suatu router mampu menangani tambahan jalur, diperlukan bantuan *switch*. Switch ini biasanya diimplementasikan dalam bentuk hub dengan fasilitas *switching*, seperti *module assignment* hub, *bank assignment* hub dan *port assignment* hub.

e. *Converter*

Converter bekerja pada level *application layer*. Converter memungkinkan sebuah aplikasi yang berjalan pada suatu sistem berkomunikasi dengan aplikasi yang berjalan pada sistem lain yang berjalan di atas arsitektur network yang berbeda dengan sistem tersebut. Converter bertugas melalukan paket antar jaringan dengan protokol yang berbeda sehingga perbedaan tersebut tidak tampak dalam lapisan aplikasi.

2.2.4 Konsep Analisis Performansi Jaringan LTE dan Jaringan WiFi Indoor

Pengukuran Performansi jaringan internet memperhitungkan dua aspek penting yaitu Network KPI (*Key Performance Indicator*) yang bekerja sebagai indikator kinerja network yang ditargetkan mengenai traffic growth, accessibility dan mobility. Serta User perceived experience yaitu suatu pengalaman yang dirasakan langsung oleh customer mengenai kecepatan data *downlink* dan *uplink*,

battery lifetime, serta seberapa lama melakukan panggilan terhubung dan panggilan terputus (Yulianto, 2017)

Salah satu kategori dari KPI yaitu QoS (*Quality of Service*) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis (Wulandari, 2016).

Tabel 2.5 Pengukuran Jaringan LTE dengan Jaringan WiFi

Parameter QoS	LTE	WiFi	Satuan
<i>Signal strength</i>	<i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	<i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	dB
Frekuensi radio (RF)	<i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	<i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	
	<i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>	<i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>	
	<i>Signal Noise Ratio (SNR)</i>	Signal Noise Ratio (SNR)	
<i>Throughput</i>	<i>Packet loss</i>	<i>Packet loss</i>	Data
	<i>Latency (delay)</i>	<i>Latency (delay)</i>	Second

Tabel 2.6 Rumus Perhitungan

Parameter	Rumus
RSRP	$RSRP \text{ (dBm)} = RSSI \text{ (dbm)} - 10 * \log (12 \times N)$
RSRQ	$RSRQ \text{ (dB)} = RSRP * (N / RSSI)$
SNR	$SNR \text{ (dB)} = 12 * RSRQ * (Re/Rb)$

Keterangan :

N = *Resource Blok* dan tergantung pada *bandwidth* yang diukur.

Re = *Recourse Elemen*

Rb = *Recourse Block*

Tabel 2.7 Rumus Konversi dB dan dBm ke Watt

Satuan	Rumus
dB	$10^{(dB-3)} \text{ Watts}$
dBm	$10^{((dBm-30) / 10)} \text{ Watts}$

Baik teknologi *Long Term Evolution* (LTE) maupun teknologi *Wireless Fidelity* (WiFi), sinyal keduanya akan dipengaruhi berbagai faktor untuk dapat bekerja dengan maksimal. Faktor yang mempengaruhi transmisi sinyal wireless di udara yakni sebagai berikut :

a. *Free Path Loss*

Merupakan *loss* yang terjadi diudara yakni sinyal yang dipancarkan dari sumbernya akan semakin melemah seiring menjauhnya sinyal tersebut dari sumber. Contohnya seperti saat menjatuhkan batu secara vertikal ke sebuah kolam air, maka akan terbentuk riak gelombang yang menjauhi titik batu dijatuhkan dan semakin jauh semakin mengecil namun tidak berhenti, hanya menghilang.

b. *Absorption* (Penyerapan/Peredaman Sinyal)

Semakin besar amplitudo gelombang (Power) maka semakin jauh sinyal dapat memancar. Ini baik karena dapat menghemat access point dan menjangkau lebih luas. Efek dari penyerapan power adalah panas. Masalah yang dapat dihadapi ketika sinyal di serap seluruhnya adalah, sinyal menjadi berhenti. Namun efek ini tidak mempengaruhi atau merubah panjang gelombang dan frekuensi dari sinyal tersebut.

c. Pemantulan Sinyal

Sinyal radio bisa memantul bila menemui cermin/kaca. Biasanya banyak terjadi pada ruangan kantor yang di sekat. PemantulanI pun tergantung dari frekuensi signalnya. Ada beberapa frekuensi yang tidak terpengaruh sebanyak frekuensi yang lainnya. Dan salah satu efek dari pemantulan sinyal ini adalah terjadinya *Multipath*.

Multipath artinya *signal* datang dari 2 arah yang berbeda. Karakteristiknya adalah penerima kemungkinan menerima signal yang sama beberapa kali dari arah yang berbeda. Ini tergantung dari panjang gelombang dan posisi penerima. Karakteristik lainnya adalah *Multipath*

dapat menyebabkan sinyal yang sama dengan nol, artinya saling membatalkan, atau dikenal dengan istilah *Out Of Phase signal*.

d. Pemecahan Sinyal / *Scattering*

Scattering terjadi saat sinyal yang dikirim untuk lebih dari satu arah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa objek yang dapat memantulkan signal dan ujung yang lancip, seperti partikel debu di air dan udara. Contohnya seperti saat menyinari lampu ke pecahan kaca. Cahaya akan dipantulkan ke banyak arah dan menyebar. Dalam skala yang besar yakni saat cuaca hujan, hujan yang besar mempunyai kemampuan memantulkan sinyal. Oleh karena itu disaat hujan , sinyal wireless dapat terganggu.

e. Pembelokan Sinyal / *Refraction*

Refraction adalah perubahan arah, atau dapat juga dikatakan sebagai pembelokan dari sinyal disaat sinyal melewati sesuatu yang beda massanya. Sebagai contoh sinyal yang melewati segelas air, maka sinyal tersebut ada yang di pantulkan dan ada juga yang dibelokkan.

f. LOS (*Line of Sight*)

Line of Sight artinya suatu kondisi dimana pemancar dapat melihat secara jelas tanpa halangan sebuah penerima. Walaupun terjadi kondisi LOS, belum tentu tidak ada gangguan pada jalur tersebut. Dalam hal ini yang harus diperhitungkan adalah penyerapan sinyal, pemantulan sinyal dan pemecahan sinyal. Bahkan dalam jarak yang lebih jauh bumi menjadi sebuah halangan, seperti kontur bumi, gunung, pohon, dan halangan lingkungan lainnya.

2.2.5 Software Network Analyzer dan Wifi Analyzer

Network Analyzer merupakan sebuah software yang dapat digunakan untuk mendiagnosis masalah dalam pengaturan jaringan, koneksi internet, dan juga mendeteksi berbagai masalah pada server. Software ini dapat didownload pada playstore pada versi lite ataupun versi pro atau berbayar, Network Analyzer berisikan alat *diagnostic* bersih standar seperti ping, *traceroute*, pemindai port,

pencarian DNS, dan whois. Network Analyzer juga dapat menunjukkan semua jaringan wifi sekitar bersama dengan rincian tambahan seperti kekuatan sinyal (*signal strength*), enkripsi dan pembuat *router* untuk membantu menemukan saluran terbaik untuk *router* nirkabel. Berikut merupakan tampilan Network Analyzer tersebut :



Gambar 2. 5 Tampilan Software Network Analyzer

Sedangkan Software Wifi Analyzer juga hampir sama dengan Network Analyzer yakni hanya dapat menganalisa jaringan WiFi saja, software ini memonitor dan menganalisa jaringan dan memberi peringatan jika terdapat masalah. Keunggulan dari software ini yakni dapat memiliki fitur dapat memeriksa keamanan wifi, dukungan 2,4 dan 5 GHz, informasi lengkap seperti titik akses, titik akses vendor, frekuensi, lebar saluran, tingkat keamanan, dan info DHCP, BSSID, (alamat mac router). Berikut tampilan dari software Wifi Analyzer :



Gambar 2. 6 Tampilan Software Wifi Analyzer