

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things

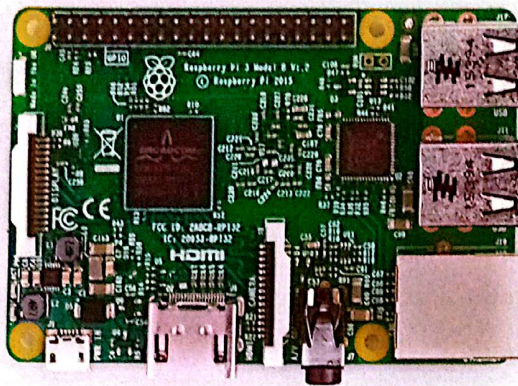
Internet of Things, atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

Pada dasarnya, Internet of Things mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. IoT kini digunakan pada kehidupan sehari – hari. Cara Kerja Internet of Things yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman, dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia pada jarak berapa pun. Internet yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya perangkat secara langsung.

Tantangan terbesar dalam mengkonfigurasi Internet of Things ialah menyusun jaringan komunikasi yang sangat kompleks, dan memerlukan sistem keamanan yang ketat. Selain itu biaya yang mahal sering menjadi penyebab kegagalan yang berujung pada gagalnya produksi.

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (single-board circuit; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Ide dibalik Raspberry Pi diawali dari keinginan untuk mencetak pemrogram generasi baru.



Gambar 2. 1 Papan Raspberry Pi

Sumber : www.raspberrypi.org

Raspberry Pi memiliki dua model: model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B memiliki kapasitas penyimpanan RAM sebesar 512 MB. Perbedaan model A dan B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan penyimpanan sebesar 256 MB dan penyimpanan model B sebesar 512 MB. Selain itu, model B sudah dilengkapi dengan porta Ethernet (untuk LAN) yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan pada SoC (system-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, GPU VideoCore IV, dan RAM sebesar 256 MB (model B). Penyimpanan data tidak didesain untuk menggunakan cakram keras atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu penyimpanan tipe SD untuk menjalankan sistem dan sebagai media penyimpanan jangka panjang.

2. 3 Global Positioning System (GPS)

GPS (Global Positioning System) adalah teknologi yang sedang berkembang dan digunakan untuk menemukan posisi akurat di bumi dengan menggunakan sinyal satelit yaitu dengan mengirimkan data spasial seperti lintang, bujur dan ketinggian di atas permukaan laut. Saat ini GPS digunakan dalam berbagai industri sebagai alat bantu pembuat keputusan. GPS terdiri dari 3 segmen, segmen angkasa, kontrol/pengendali, dan pengguna.

GPS (Global Positioning System) adalah sistem navigasi untuk penentuan posisi dengan menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika

Serikat. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS, kependekan dari “NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System”.

Dalam penentuan posisi GPS mengacu pada datum global yang disebut WGS 1984 sehingga semua GPS mengacu pada datum yang sama. Sistem koordinat WGS 1984 mengacu pada sistem koordinat kartesian terikat bumi dimana; sumbu-X terletak pada bidang meridian nol (Greenwich) dan sumbu-Y tegak lurus terhadap sumbu-X. Selain itu dapat mengukur ketinggian (elipsoid) sumbu Z.

NMEA-0183 NMEA (National Marine Electronics Association)-0183 dikembangkan secara spesifik untuk standar industri sebagai antarmuka bermacam-macam alat kelautan yang diperkenalkan sejak tahun 1983. Standar tersebut diberikan untuk alat kelautan yang mengirimkan informasi ke komputer maupun alat lainnya. NMEA-0183 berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti tentang waktu, longitude, latitude, ketinggian, kecepatan dan masih banyak lagi. Untuk menampilkan informasi yang lebih dimengerti oleh user data NMEA-0183 perlu diolah lebih lanjut. Standar NMEA-0183 menggunakan format ASCII sederhana, masing-masing kalimat mendefinisikan isi masing-masing tipe pesan yang dapat dipilah-pilah. Lima karakter pertama berupa setelah tanda \$ disebut field alamat. Dua karakter pertama pada address disebut Talker-ID. Setelah Talker-ID mengikuti dibelakangnya 3 karakter yang menjelaskan tipe kalimat. Sedangkan tiap data dipisahkan dengan koma, jika ada field kosong maka tidak terisi apapun diantara dua koma dan diakhiri oleh Carriage Return + Line Feed (CR+LF).

NMEA memiliki bermacam-macam tipe istilah, salah satunya adalah \$RMC (RMC– Recommended Minimum Specific GPS).

```
$GPRMC,06.102,A,0745.6301,S,11024.5308,  
E,000.0,066.2,030306,001.1,E*65
```

Sistem koordinat adalah metode numeric untuk merepresentasikan lokasi pada permukaan bumi. Sebagian besar biasanya menggunakan derajat latitude dan longitude yang di ekspresikan dalam bentuk degree, minutes dan seconds. Latitude (Lat) adalah sudut antara titik dan garis equator. Equator adalah garis imajiner yang membelah permukaan bumi menjadi dua bagian yaitu utara dan selatan.

Dengan mengkombinasikan dua sudut (longitude dan latitude) tersebut, maka posisi di bumi dapat di ketahui dengan spesifik. Latitude diukur dari equator,

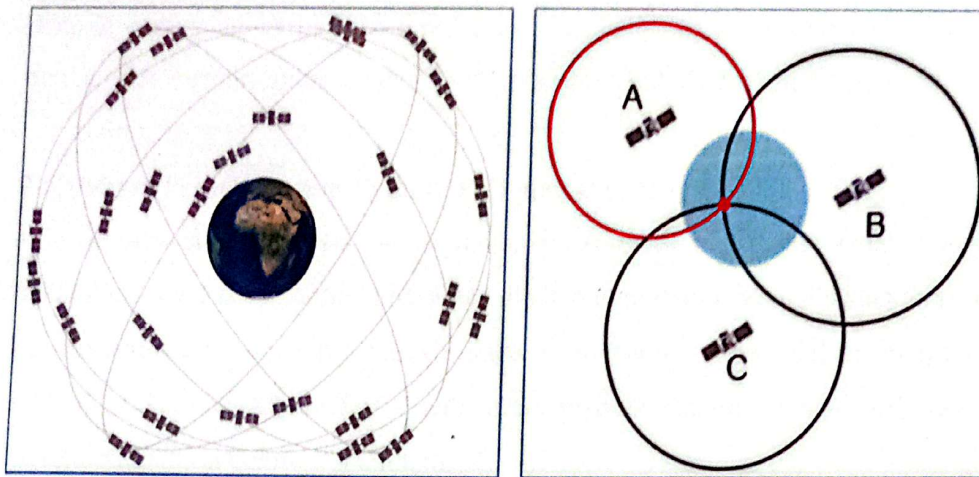
dengan nilai positif jika di sebelah utara equator dan negatif jika disebelah selatan equator. Longitude diukur dari Prime Meridian (Greenwich), dengan nilai positif jika berada di sebelah timur dan negatif jika disebelah barat Greenwich.

Dalam prespektif GIS (Geographic Information System) peta digunakan sebagai alat untuk presentasi geografis dan menterjemahkan secara visual data pendukungnya. Peta sendiri merupakan grafik yang mewakili bagian dari permukaan bumi. Pada suatu peta, penentuan posisi menggunakan koordinat cartesian yang disimpan sebagai sebuah titik tunggal x,y .

Koordinat merupakan suatu angka yang digunakan untuk mewakili lokasi pada suatu peta yang biasanya dalam bentuk latitude dan longitude. Pengertian bergerak dalam perpektif geografi adalah perpindahan posisi suatu objek dari suatu koordinat ke koordinat lain. Sedangkan jalur pergerakan dapat diperoleh dengan merekam data perpindahan tersebut maka sebuah objek dapat diketahui jalur perpindahannya (tracking).

Dimanapun di atas permukaan bumi, dipastikan dapat 'melihat' 4 satelit pemancar GPS di angkasa dalam satu waktu. Masing – masing memancarkan informasi mengenai posisi / koordinat terkini dengan interval waktu tertentu. Pada satelit GPS tersebut dilengkapi dengan jam atom yang akurasinya sampai ukuran nano detik. Penerima GPS akan mengatur pewaktu yang ada pada dirinya dan menyesuaikan dengan jam atom yang ada pada pemancar (satelit) GPS. Sinyal dari satelit pemancar GPS berjalan dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya, diterjemahkan oleh penerima GPS, yang menghitung berapa jauh masing – masing satelit pemancar GPS berdasarkan delay waktu pesan diterima oleh penerima GPS.

Selanjutnya penerima GPS melakukan perhitungan trilaterasi. Pada gambar di bawah, jika diketahui berapa jauh dari titik A, maka pasti berada di salah satu tempat dalam garis berwarna merah. Demikian pula dengan titik B dan C. Maka dapat posisi penerima GPS ada pada titik yang berpotongan dari ketiga satelit tersebut. Semakin banyak satelit yang terlihat dan dapat dihitung, semakin akurat pula posisi / koordinat yang didapatkan.



Gambar 2. 2 Orbit satelit GPS (kiri), proses Trilaterasi (kanan)

Sumber : <https://gisgeography.com>

Rumus Trilaterasi

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = r_1^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = r_2^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = r_3^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

2.4 Modem GPRS / 3G / LTE

Modem GPRS / 3G / LTE adalah Modem yang menggunakan sistem telepon selular (GPRS, UMTS, HSPA, LTE, EVDO, WiMax, dll), dikenal sebagai modem nirkabel (kadang-kadang juga disebut modem selular). Modem nirkabel dapat tertanam di dalam laptop (*built in*) atau secara eksternal melalui port I/O komputer. Pada prinsipnya fungsi modem nirkabel sama dengan modem kabel. Yang membedakan adalah media transmisi yang dimodulasi dan di-demodulasikan. Selain itu dilengkapi juga dengan kemampuan untuk menangani keterbatasan komunikasi nirkabel, termasuk gangguan – gangguan cuaca maupun *multipath fading*.

USB modem nirkabel menggunakan port USB di komputer. Modem dapat dipergunakan untuk satu koneksi. Sebagian besar modem nirkabel GSM datang

dengan pemegang kartu SIM terintegrasi dan beberapa model juga disediakan dengan slot memori microSD dan / atau jack untuk antena eksternal tambahan.

2.5 Bahasa Pemrograman Python, PHP dan HTML

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna. Tidak seperti bahasa lain yang susah untuk dibaca dan dipahami, python lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Hal ini membuat Python sangat mudah dipelajari baik untuk pemula maupun untuk yang sudah menguasai bahasa pemrograman lain.

Bahasa ini muncul pertama kali pada tahun 1991, dirancang oleh seorang bernama Guido van Rossum. Sampai saat ini Python masih dikembangkan oleh Python Software Foundation. Bahasa Python mendukung hampir semua sistem operasi, bahkan untuk sistem operasi Linux, hampir semua distronya sudah menyertakan Python di dalamnya. Bahasa python juga telah mendukung penyimpanan data ke server SQL secara langsung, dengan mengikuti sintak yang dapat diterima oleh server SQL.

Pada *Raspberry*, bahasa Python dapat digunakan untuk mendeteksi dan membaca masukan dan keluaran dari port – port I/O maupun port USB yang tersedia. Pada penggunaan fungsi *Raspberry* sebagai pengendali / *controller* dalam sistem *GPS / Vehicle Tracker*, kalimat – kalimat dari penerima (*receiver*) GPS disalurkan ke dalam sistem *Raspberry* melalui port USB yang tersedia.

Hasil yang didapatkan dengan penggunaan bahasa Python adalah file yang berbentuk text (*.txt), untuk memudahkan pengolahan dengan bahasa pemrograman lain. PHP adalah singkatan dari "PHP: Hypertext Preprocessor", yaitu bahasa pemrograman yang digunakan pembuatan dan pengembangan sebuah situs web bersamaan dengan HTML. PHP diciptakan oleh Rasmus Lerdorf pertama kali tahun 1994. Sejak versi 3.0, nama bahasa ini diubah menjadi "PHP: Hypertext Preprocessor" dengan singkatannya "PHP". PHP versi terbaru adalah versi ke-5. PHP adalah sebuah bahasa script yang tidak perlu untuk dikompilasi (compile), mudah diinstall ke dalam web server yang mendukung PHP seperti apache. PHP dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, baik Windows, Linux, Macintosh. PHP digunakan untuk pemrosesan dan pengiriman data GPS yang telah terkumpul.

HyperText Markup Language (HTML) adalah sebuah bahasa markup yang digunakan untuk membuat sebuah halaman web, menampilkan berbagai informasi di dalam sebuah Penjelajah web Internet dan formatting hypertext sederhana yang ditulis kedalam berkas format ASCII agar dapat menghasilkan tampilan wujud yang terintegrasi. HTML digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran koordinat GPS pada terminal pengguna.

2.6 Sistem Operasi Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Antarmuka pengguna Android umumnya berupa manipulasi langsung, menggunakan gerakan sentuh yang serupa dengan tindakan nyata, misalnya menggeser, mengetuk, dan mencubit untuk memanipulasi objek di layar, serta papan ketik virtual untuk menulis teks. Selain perangkat layar sentuh, Google juga telah mengembangkan Android TV untuk televisi, Android Auto untuk mobil, dan Android Wear untuk jam tangan, masing-masingnya memiliki antarmuka pengguna yang berbeda. Varian Android juga digunakan pada komputer jinjing, konsol permainan, kamera digital, dan peralatan elektronik lainnya.

Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan Google merilis kodenya di bawah Lisensi Apache. Kode dengan sumber terbuka dan lisensi perizinan pada Android memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, operator nirkabel, dan pengembang aplikasi. Selain itu, Android memiliki sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi (apps) yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman Java.

Android memungkinkan penggunaannya untuk memasang aplikasi pihak ketiga, baik yang diperoleh dari toko aplikasi ataupun dengan mengunduh dan memasang berkas APK dari situs pihak ketiga. Di Google Play, pengguna bisa

menjelajah, mengunduh, dan memperbarui aplikasi yang diterbitkan oleh Google dan pengembang pihak ketiga, sesuai dengan persyaratan kompatibilitas Google.

Android juga menjadi pilihan bagi perusahaan teknologi yang menginginkan sistem operasi berbiaya rendah, bisa dikustomisasi, dan ringan untuk perangkat berteknologi tinggi tanpa harus mengembangkannya dari awal. Sifat Android yang terbuka juga telah mendorong munculnya sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi untuk menggunakan kode sumber terbuka sebagai dasar proyek pembuatan aplikasi, dengan menambahkan fitur-fitur baru bagi pengguna tingkat lanjut atau mengoperasikan Android pada perangkat yang secara resmi dirilis dengan menggunakan sistem operasi lain.

Dengan perangkat Android, memungkinkan menampilkan peta digital dan titik – titik koordinat dari lokasi yang ingin diketahui oleh pengguna.

2.7 Kamera Digital

Prinsip kerja dari kamera digital yaitu lensa menangkap gambar, lalu diteruskan ke bagian panel penangkap gambar. Penangkap gambar atau biasa disebut sensor CCD -yang juga berfungsi sebagai view finder- mengirimkan gambar ke LCD.

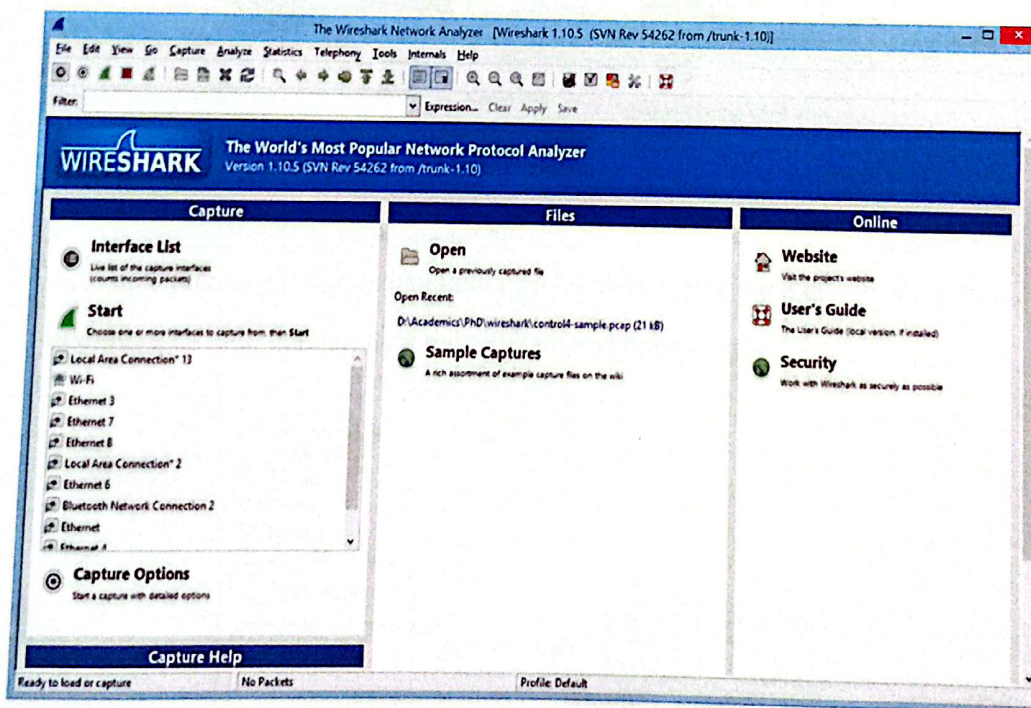
Gambar yang ditangkap oleh lensa, dilewatkan pada filter warna yang kemudian akan ditangkap oleh CCD atau sensor gambar. Jarak antara lensa dan sensor ini dikenal dengan istilah focal length. Jarak ini pula yang akan menjadi faktor pengali pada lensa. Tugas CCD adalah merubah sinyal analog (gambar yang ditangkap oleh lensa) menjadi sinyal listrik. Pada CCD ini terdapat jutaan titik sensor yang dikenal dengan pixel. Jadi istilah pixel atau megapixel pada kamera digital sebenarnya mengacu pada jumlah titik pada sensor ini. Semakin kecil sensor dan semakin banyak titik sensornya, maka akan semakin halus dan semakin tinggi resolusi gambar yang dihasilkan.

Gambar yang ditangkap oleh sensor CCD diteruskan ke bagian pemroses gambar yang tugasnya memproses semua data dari sensor CCD menjadi data digital berupa file format gambar, serta melakukan proses kompresi sesuai format gambar yang dipilih (RAW, JPEG, dan sebagainya). Di bagian ini selain chipset yang berperan, software (firmware) dari kamera yang bersangkutan juga menentukan

hasil akhir gambar. Kedua bagian inilah yang akan menentukan karakter dari kamera digital tersebut. Itulah sebabnya, setiap kamera digital memiliki software dan chipset tersendiri.

2.8 Wireshark

Wireshark merupakan salah satu tools atau aplikasi “Network Analyzer” atau Penganalisa Jaringan. Penganalisaan Kinerja Jaringan itu dapat melingkupi berbagai hal, mulai dari proses menangkap paket-paket data atau informasi yang berlalu-lalang dalam jaringan, sampai pada digunakan pula untuk sniffing (memperoleh informasi penting seperti password email, dll). Wireshark sendiri merupakan free tools untuk Network Analyzer yang ada saat ini. Dan tampilan dari wireshark ini sendiri terbilang sangat bersahabat dengan user karena menggunakan tampilan grafis atau GUI (Graphical User Interface).



Gambar 2.3 Tampilan software Wireshark

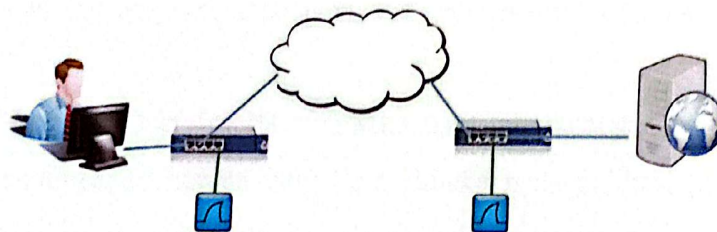
Sumber : www.wireshark.org

Kegunaan Wireshark diantaranya :

- Menganalisa jaringan.
- Menangkap paket data atau informasi yang berkeliaran dalam jaringan yang terlihat.

- Penganalisaan informasi yang didapat dilakukan dengan *sniffing*, dengan begitu dapat diperoleh informasi penting seperti password, dan lain –lain.
- Membaca data secara langsung dari Ethernet, Token-Ring, FDDI, serial (PPP dan SLIP), 802.11 wireless LAN, dan koneksi ATM.
- Menganalisa transmisi paket data dalam jaringan, proses koneksi, dan transmisi data antar komputer.

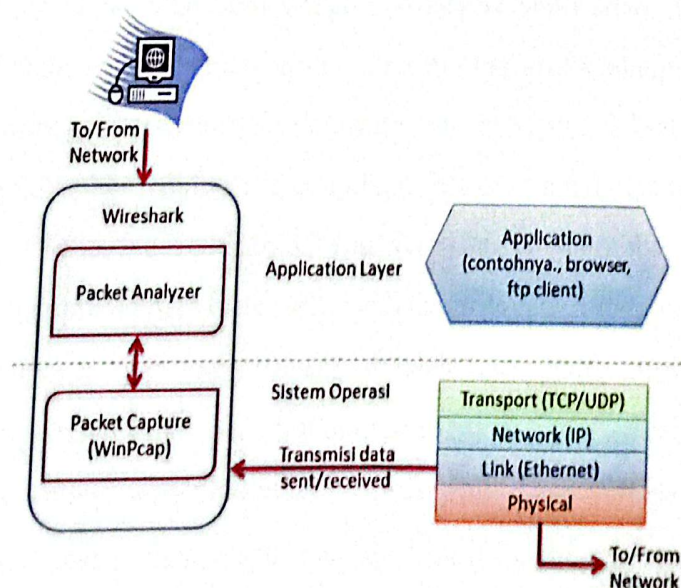
Wireshark dapat diinstall di computer klien. Setelah dijalankan, maka lalulintas paket data dapat direkam dan disimpan ke dalam hardisk. Semua layer OSI dapat ditampilkan sesuai dengan protocol yang digunakan.



Gambar 2. 4 Perekaman Data dengan Wireshark

Sumber : www.wireshark.org

Wireshark juga dapat digunakan untuk melakukan *capture* paket data yang melalui router atau switch, dengan cara melakukan port mirroring.



Gambar 2. 5 Pembacaan Protokol dengan Wireshark

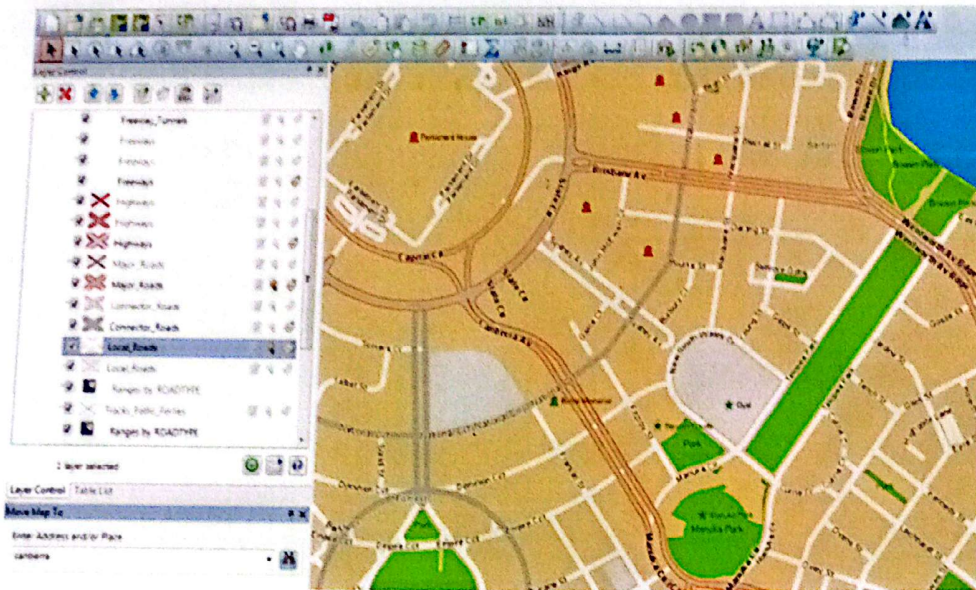
Sumber : www.wireshark.org

Informasi yang didapatkan dari jaringan dapat dianalisa untuk setiap lapisan OSI layernya, khususnya layer 2 sampai layer 7.

2.9 Software Map Info

MapInfo merupakan software berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang memiliki fungsi untuk pengelolaan peta dalam bentuk data spasial ataupun berupa data excel, based data dll dengan tampilan user friendly yang memudahkan dalam penggunaannya. Map Info memiliki fungsi yang sama persis dengan software ArcGis yang dibuat oleh ESRI dan terdapat keunggulan dari masing – masing fitur yang disediakan. Dalam pengelolaan software MapInfo terdapat beberapa ciri ataupun karakteristik yang tersedia dalam pengelolaan dan pengaplikasian dalam pembuatan peta, beberapa macam ciri dari software ini adalah :

- a. Graphical User Interface dimana user interface yang memiliki kode penyimpanan berupa .tab dapat dibuka pada aplikasi platform yang berlainan yang mendukung dalam pembuatan peta.
- b. Table structure, biasanya table pada MapInfo dapat diterjemahkan menggunakan fitur yang ada untuk menyesuaikan dengan platform user lain ataupun dapat langsung dibuka bila user interface mensupport data binary dari MapInfo.
- c. Basis Data, Map atau Graphic Analysis yaitu suatu fitur yang dapat digunakan untuk menyajikan data berupa grafik ataupun visual dalam format peta dengan basis data yang ada. Biasanya dalam pengelolaannya The Grapher window menampilkan data diagram dalam beberapa format, seperti Pie, Stacked Bar, 3D Bar, Area and X-Y graphs.
- d. Menampilkan data raster sebagai background dari data vector, data raster merupakan data yang dihasilkan oleh foto udara, citra satelit ataupun hasil scan. Dalam pengelolaannya menjadi data vector, biasanya data raster image akan dilakukan proses digitizing yang dapat diintegrasikan dengan basis data yang ada di MapInfo. Image raster juga dapat ditampilkan berupa logo perusahaan, symbol pada peta.



Gambar 2.6 Pengolahan Peta Digital dengan Map Info

Sumber : www.pitneybowes.com

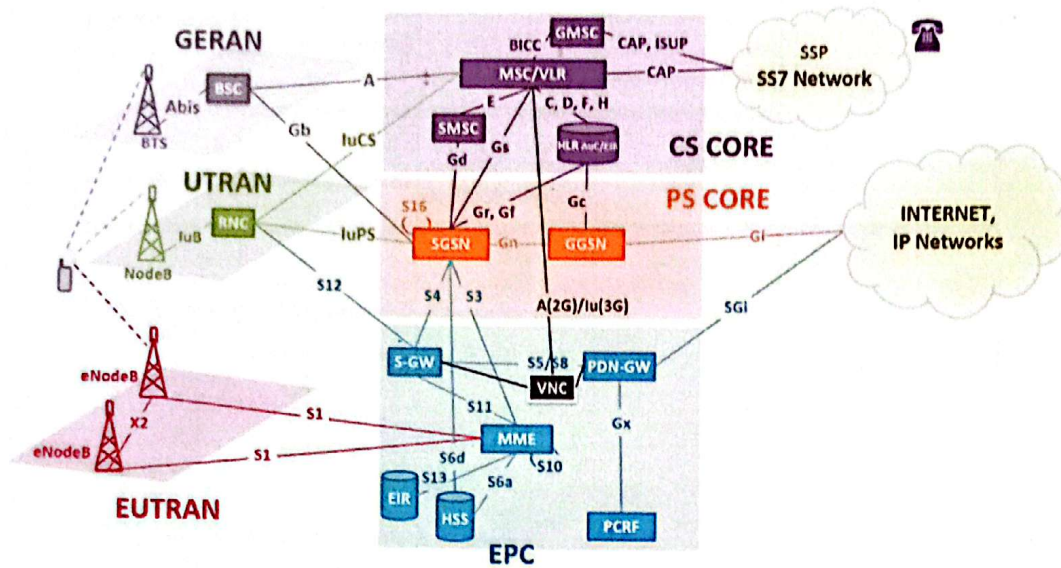
2.10 Komunikasi Paket Data Melalui Jaringan Seluler

Komunikasi Paket Data telah lama menggunakan media jaringan kabel (fixed), baik yang lingkup local (LAN), maupun lebih luas yaitu WAN ataupun Internet yang mencakup secara global seluruh dunia.

Dengan perkembangan selular 2G pada era tahun 90-an, komunikasi data mulai menggunakan jaringan wireless dengan kecepatan yang jauh dibawah kecepatan data melalui media jaringan kabel. Pada awal perkembangannya, jaringan 2G menggunakan WAP (Wireless Application Protocol). WAP merupakan hasil kerjasama antar industri untuk membuat sebuah standar yang terbuka (open standard) yang berbasis pada standar Internet, dan beberapa protocol yang sudah dioptimasi untuk lingkungan wireless. WAP bekerja dalam modus teks dengan kecepatan sekitar 9,6 kbps.

Selain WAP, juga dikembangkan GPRS (General Packet Radio Service) sebagai salah satu standar komunikasi wireless. Dibandingkan dengan protokol WAP, GPRS memiliki kelebihan dalam kecepatannya yang dapat mencapai 115 kbps dan adanya dukungan aplikasi yang lebih luas, termasuk aplikasi grafis dan multimedia. Dengan kemajuan teknologi 3G dan 4G, dimana kecepatan transfer data beberapa kali lipat dibandingkan generasi 2G, penggunaan jaringan wireless

semakin meluas. Salah satu keunggulan penggunaan internet melalui wireless adalah kemudahan penggunaannya yang dapat diakses kapan dan dimana saja.

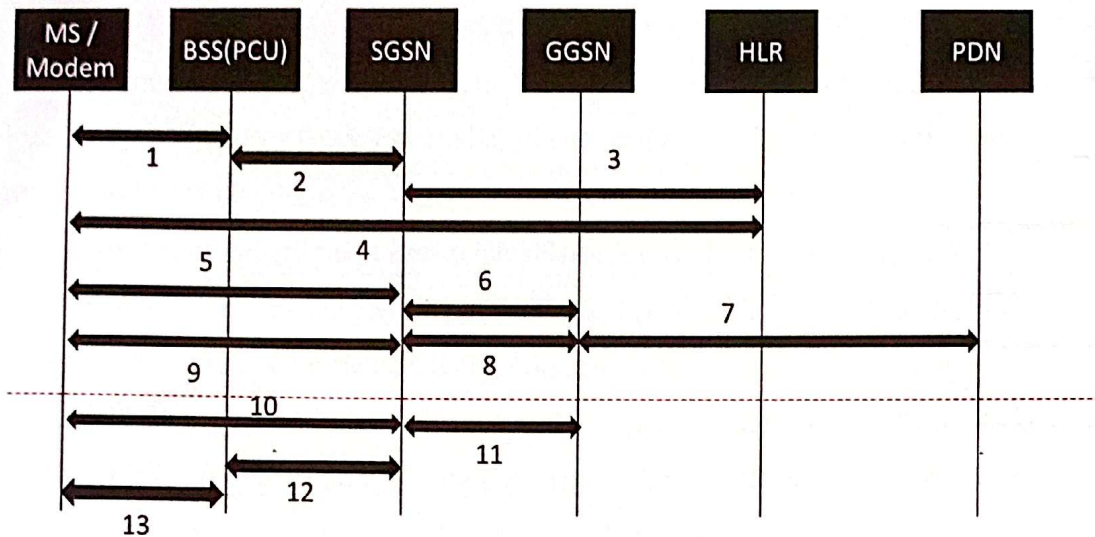


Gambar 2.7 Jaringan Selular 2G, 3G dan 4G (LTE)

Sumber : www.cisco.com

Untuk tersambung ke jaringan internet, pengguna harus menggunakan layanan khusus yang disebut ISP (*Internet Service Provider*). Akses pelanggan (handphone) ke jaringan wireless (GSM/WCDMA/LTE), dimulai dengan mendapatkan kanal radio (media gelombang radio), otentikasi, pembangunan interkoneksi, fase komunikasi, pemutusan koneksi serta pencatatan meter (billing). Peralatan (devais) yang terkoneksi dengan menggunakan jaringan wireless dapat berupa modem (PPP – Point to Point Protocol), handset, tablet, aksesoris, mifi, netbook dan juga sensor – sensor IoT.

Pada Packet Switched Networks: Informasi dikirim dalam bentuk potongan informasi yang lebih kecil dan tiap potongan dapat melalui jalur yang berbeda. Komunikasi tiap paket dilakukan dalam bentuk hubungan yang berbeda, sehingga secara keseluruhan komunikasi berbentuk hubungan tidak tetap (*connectionless oriented*). Pertukaran informasi (*message flow*) pada jaringan 2G dan 3G berbeda dibandingkan dengan jaringan 4G.



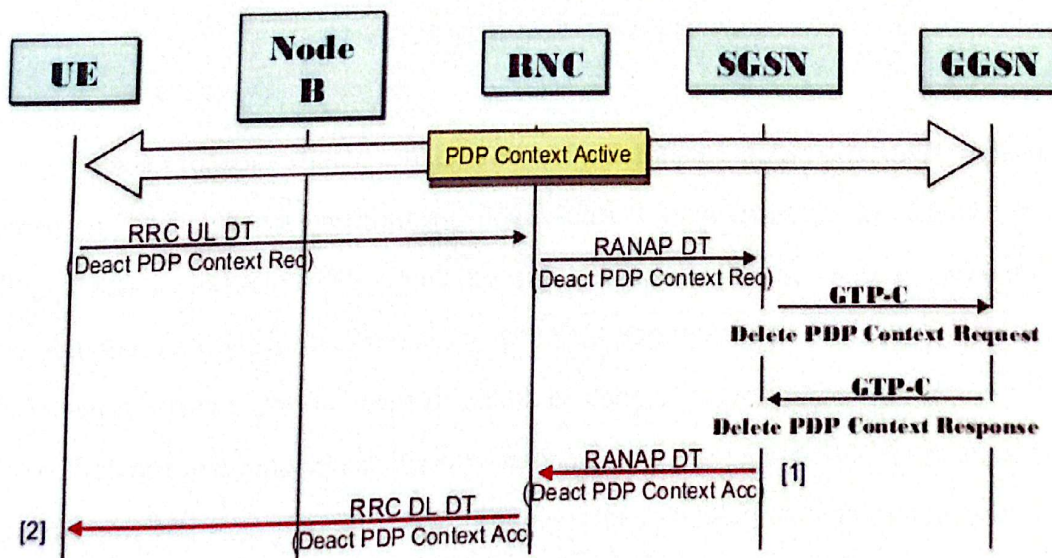
Gambar 2.8 Message Flow 2G

Catatan : telah diolah Kembali

Pada jaringan 2G, MS (mobile station) / modem melakukan permintaan kanal radio (1) atau channel request ke BSS (Base Station Subsystem). BSS terdiri dari unit radio BTS (Base Transceiver Station) dan BSC (Base Station Controller), sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.5. Dalam BSC terdapat unit / fungsi khusus yang menangani layanan komunikasi paket data yang dinamakan PCU (*Packet Control Unit*). Setelah kanal dialokasikan untuk MS / modem. BSS (PCU) akan menghubungi SGSN (*Serving Gateway Service Node*) yang berisi permintaan MS untuk masuk ke dalam jaringan (2). SGSN selanjutnya menghubungi HLR (*Home Location Register*) untuk mendapatkan data mengenai MS / modem yang meminta attach. HLR mengirimkan informasi mengenai MS / modem ke SGSN, setelah data dicocokkan, SGSN menerima permintaan *attach* dari MS / modem dengan mengirim *attach accept*. MS / modem mengirim *attach complete* yang menandakan MS / modem terhubung dengan jaringan (4). Untuk memulai hubungan komunikasi paket data, PDP context diaktifkan (5). MS mengirim pesan aktivasi PDP context ke SGSN. SGSN melakukan pengecekan keamanan standard dan memvalidasi permintaan PDP context yang diaktifkan terkait tipe PDP, alamat PDP, APN dan lain – lain (terkait pendaftaran) (6). GGSN menggunakan APN untuk mengenali jaringan paket data, menghubungi PDN yang sesuai untuk mendapatkan paket data yang diminta (7). Setelah GGSN mendapatkan paket data

pendaftaran, keamanan dan autentikasi selesai, UE / modem mengirimkan permintaan *attach* ke SGSN. SGSN menjawab dengan *attach complete*. Selanjutnya UE / modem melakukan permintaan PDP context request, yang di respon oleh SGSN dengan RAB Assignment Request melalui RNC yang selanjutnya diteruskan ke UE / modem (3). UE / modem menjawab dengan *RBB Setup complete* ke RNC (4), selanjutnya RNC meneruskan pesan ini ke SGSN dengan *RAB Assignment Response* (5). Setelah menerima pesan ini, SGSN mengirimkan pesan ke GGSN berupa *GTP-C Create PDP context request*. GGSN merespon dengan mengirimkan *GTP-C Create PDP context response* (8). GGSN menghubungi PDN, dan meneruskan permintaan dari UE / modem. Paket data dikirimkan dari PDN ke GGSN untuk diteruskan ke UE / modem (7). SGSN meneruskan pesan ke RNC yaitu *Activate PDP context accept* (9) dan diteruskan ke UE / modem melalui RNC dan Node B (10).

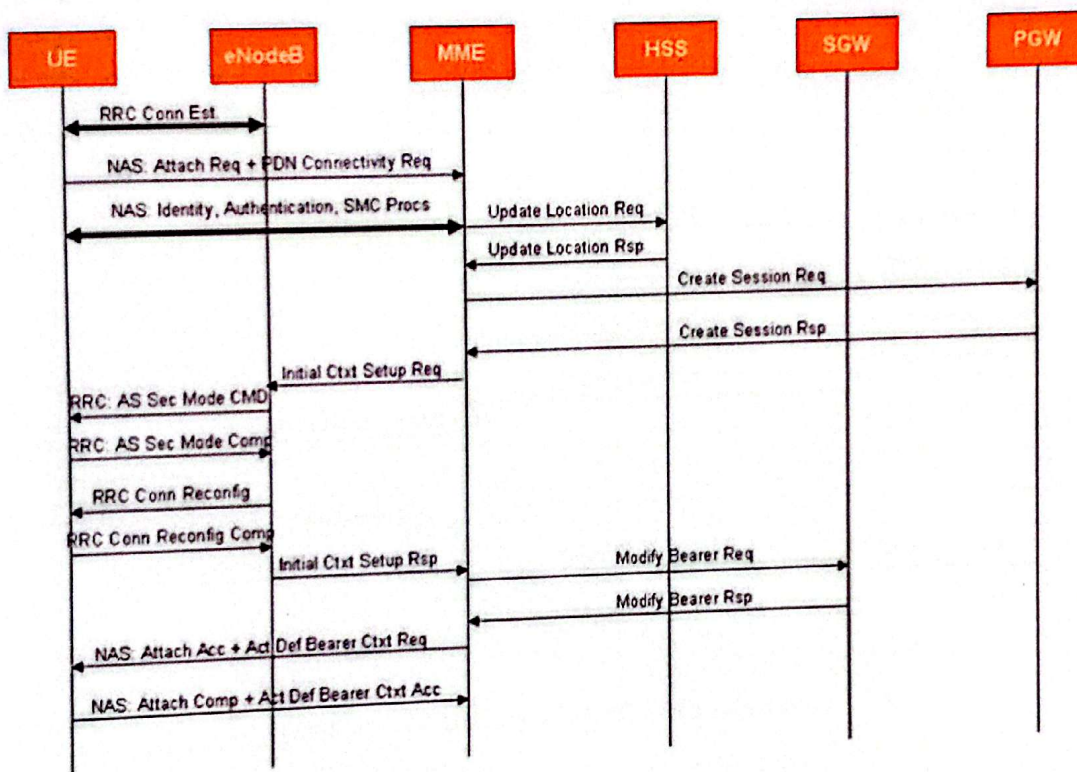
UE / modem dapat mengakhiri percakapan data pada jaringan seluler diawali dengan pengiriman permintaan *De-aktivasi PDP Context Request* ke SGSN melalui UTRAN (RNC dan Node B). Selanjutnya SGSN meneruskan permintaan ini ke GGSN dengan pesan *GTP-C Delete PDP Context Request*. GGSN mengirimkan *GTP-C Delete PDP Context Response*. SGSN meneruskan pesan *De-aktivasi PDP Context Request* ke RNC untuk selanjutnya diteruskan ke UE / modem.



Gambar 2.10 Message Flow 3G De-Activation

Sumber : www.slideshare.net

Pada jaringan 4G (LTE), entity Radio dan Core sudah sangat berbeda dengan jaringan 2G/3G, baik ditinjau dari sisi hardware, software, cara kerja maupun sistem komunikasi diantara elemen – elemen penyusunnya. Pada entity Radio (e-Node B), unit yang menangani interface radio digabung bersama dengan controller (pengendali) nya. Dari e-Node B langsung dihubungkan dengan entity Core (MME). Semua proses radio dan pertukaran informasi dengan entity Core ditangani oleh e-Node B.

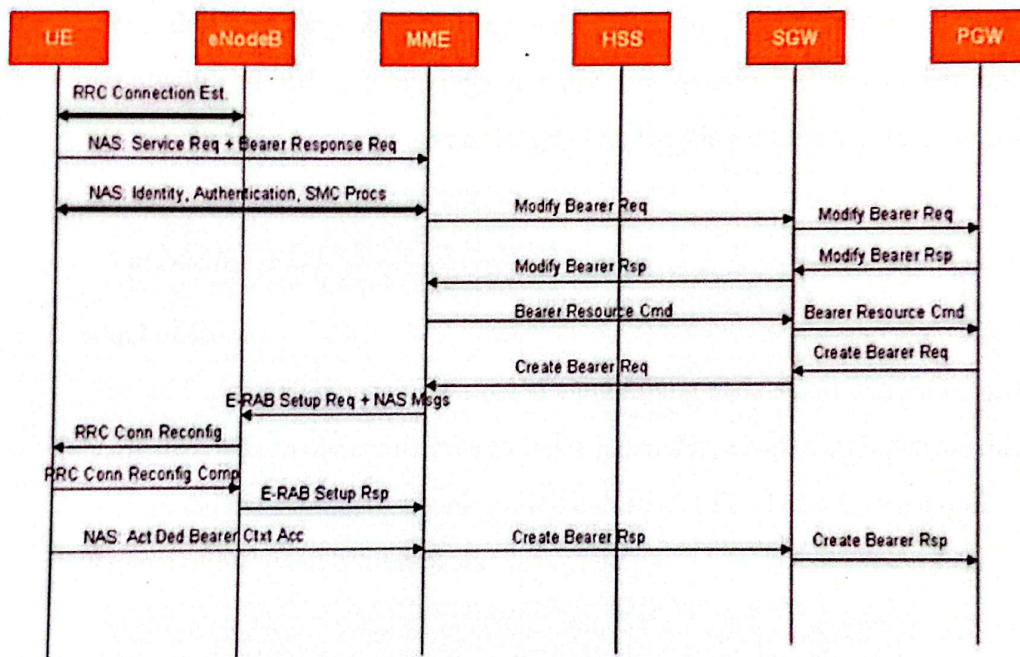


Gambar 2. 11 Message Flow 4G / LTE Setup

Sumber : www.slideshare.net

Pada prosedur attach, setelah komunikasi antara UE dan e-Node B berhasil dibangun, selanjutnya permintaan NAS dari UE diteruskan ke MME dan dilanjutkan ke HLR / HSS untuk permintaan update lokasi serta PGW untuk membangun sesi. HSS memberikan respon atas permintaan tersebut. Sementara itu PGW memberikan respon yang dilanjutkan dengan membangun *Initial Context Setup*. Selanjutnya modifikasi *Bearer* dengan SGW. Panggilan data dapat dimulai dari inisiatif UE mau pun dari arah jaringan LTE. Diawali dengan pembangunan koneksi RRC antara UE dengan e-Node B. UE mengirim *Service Request* ke MME dan mendapatkan respon dari MME. Kemudian prosedur NAS (autentikasi, identifikasi dan pengamanan). Setelah selesai, MME mulai aktivasi *default bearer*

dengan SGW/PGW dengan pesan *e-GTP-C Modify Bearer Request* ke SGW, dilanjutkan ke PGW. PGW memproses pesan tersebut dan mengirimkan respon ke SGW, kemudian diteruskan ke MME. Kemudian MME memulai pembentukan *Dedicated Bearer* dengan mengirimkan *e-GTP-C Bearer Resource Command* ke SGW dan diteruskan ke PGW. PGW merespon dengan *Create Beare Request* ke SGW setelah mengalokasikan sumberdaya *dedicated bearer* (inisialisai TFT, dan lain – lain).



Gambar 2.12 Message Flow 4G / LTE Disconnect

Sumber : www.slideshare.net

SGW meneruskan *Bearer Request Command* ke MME untuk pemrosesan selanjutnya. MME kemudian mengirim E-RAB Setup Request ke e-Node B untuk pengalokasian bearer antara e-Node B dengan SGW; mendukung NAS Activate Dedicated EPS Bearer Context Request ke UE. E-Node B mengalokasikan sumber daya *Radio Bearer* menggunakan pesan *RRC Conn Reconfig Request*. E-Node B memasukan pesan NAS padanya. UE membuat *Radio Bearer* dan merespon Kembali dengan pesan *RRC Connection Reconfiguration Complete* ke e-Node B, selanjutnya e-Node B mengirim pesan *E-RAB Setup reponse* ke MME. Sekarang UE mengirimkan pesan *NAS Activate Dedicated Bearer Context Accept* ke MME melalui e-Node B. MME mengirim pesan *Create Bearer Response* ke SGW untuk melengkapkan aktivasi *Dedicated Bearer*. SGW meneruskan ke PGW. Dengan demikian pengiriman paket data (payload) mulai dilakukan.

2.11 Pengukuran Performansi Jaringan Paket Data

Ada beberapa parameter yang bisa dijadikan acuan sebagai dasar dalam menentukan performansi jaringan paket data. Parameter – parameter tersebut diantaranya, berikut ini:

1. Throughput

Throughput adalah kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu node dalam selang waktu pengamatan tertentu. Throughput merupakan bandwidth aktual saat itu juga dimana kita sedang melakukan koneksi. Satuan yang dimilikinya sama dengan bandwidth yaitu bps. Rumus untuk menghitung nilai throughput adalah

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data terkirim}}{\text{Waktu pengiriman}} \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Packet Loss

Packet Loss adalah banyaknya paket yang hilang pada suatu jaringan paket yang disebabkan oleh tabrakan (collision), penuhnya kapasitas jaringan, dan penurunan paket yang disebabkan oleh habisnya TTL (Time To Live) paket. Rumus untuk menghitung packet loss yaitu :

$$\text{Packet Loss} = \left(\frac{\text{Paket data terkirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data terkirim}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

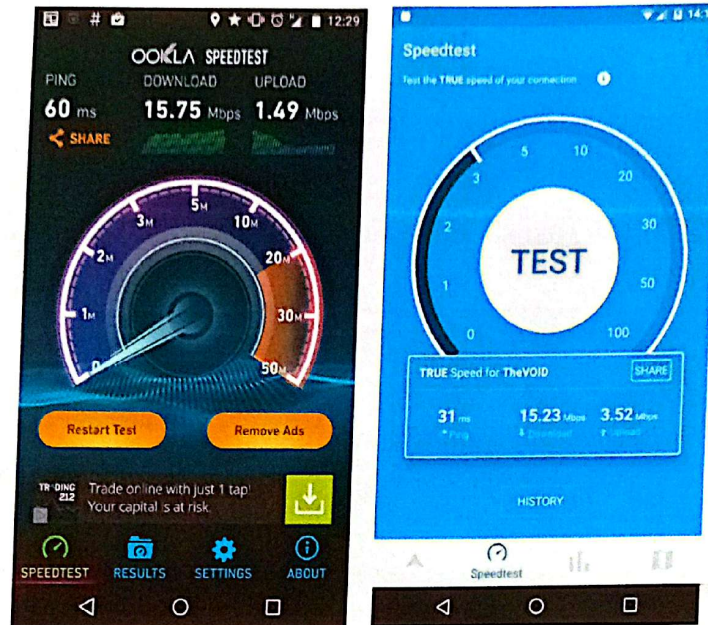
3. Delay dan Latency

Delay adalah waktu tunda saat paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik menuju titik lain yang menjadi tujuannya. Delay diperoleh dari selisih waktu kirim antara satu paket TCP dengan paket lainnya yang direpresentasikan dalam satuan seconds. Rumus untuk menghitung nilai rata - rata delay adalah :

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket Diterima}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Latency merupakan waktu tunda sejak paket permintaan dikirim oleh pengirim sampai ke penerima dan di respon kembali oleh penerima ke pengirim awal yang berisi jawaban atas paket permintaan.

Pengukuran throughput dan latency dapat dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi Android seperti Ookla atau Open Signal



Gambar 2.13 Aplikasi Android untuk Pengukuran Throughput dan Latency

Sumber : www.speedtest.net dan www.opensignal.com

2.12 Kecepatan, Jarak dan Waktu

Gerak adalah gerak yang dialami benda pada sebuah lintasan berbentuk garis lurus. Gerak lurus beraturan berarti gerakan ini memiliki indikator kecepatan benda yang tetap, Tetap berarti tidak berubah (dari awal hingga akhir kecepatan benda tidak berubah). **Kecepatan** didefinisikan sebagai perubahan kedudukan setiap satuan waktu. **Gerak Lurus Beraturan (GLB)** adalah suatu gerak lurus yang mempunyai kecepatan konstan. Maka nilai percepatannya adalah $a = 0$. Gerakan GLB berbentuk linear dan nilai kecepatannya adalah hasil bagi jarak dengan waktu yang ditempuh.

Rumus:

$$v = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan ketentuan:

- s = Jarak yang ditempuh (m, km)
- v = Kecepatan (km/jam, m/s)
- t = Waktu tempuh (jam, sekon)

Catatan:

1. Untuk mencari jarak yang ditempuh, rumusnya adalah $s = v \times t$.

2. Untuk mencari waktu tempuh, rumusnya adalah $t = \frac{s}{v}$.

3. Untuk mencari kecepatan, rumusnya adalah $v = \frac{s}{t}$.

Kecepatan rata-rata adalah perubahan posisi (perpindahan) yang ditempuh oleh benda tiap satuan waktu.

Rumus:

$$\text{Kecepatan rata-rata} = \frac{\text{perubahan posisi benda}}{\text{waktu tempuh}} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Kelajuan rata-rata adalah panjang lintasan (jarak) yang ditempuh oleh benda tiap satuan waktu.

$$\text{Kelajuan rata-rata} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{waktu tempuh}} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

$$v = \frac{s_{total}}{t_{total}} = \frac{V_1 \times t_1 + V_2 \times t_2 + \dots + V_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Perhitungan jarak antar titik di permukaan bumi bisa didapatkan dengan mengkonversi hasil pengukuran yang didapatkan dari GPS dengan menggunakan rumus Pythagoras dengan dikalikan 111.600 meter (referensi dari *software GIS Map Info*) yaitu :

$$R = 111.600 \times \sqrt{(Lon_1 - Lon_2)^2 + (Lat_1 - Lat_2)^2} \dots\dots\dots(2.11)$$