BAB II

DASAR TEORI

2.1. Sistem Navigasi GPS

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi dengan menggunakan satelit navigasi yang dimiliki dan dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Nama formalnya adalah **NAVSTAR GPS** (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). Sistem ini digunakan untuk memberikan informasi mengenai posisi, waktu dan kecepatan kepada siapa saja secara global tanpa ada batasan waktu dan cuaca. Satelit GPS pertama diluncurkan pada tahun1978 dan secara resmi sistem GPS dinyatakan operasional pada tahun 1994.



Gambar 2.1. Satelit GPS

2.1.1 Segmen Penyusun Sistem GPS

Sistem GPS tediri atas tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*), segmen sistem kontrol (*control system segment*), dan segmen pengguna (*user segment*) [*Abidin,* 2000].

1. Segmen Angkasa

Segmen angkasa terdiri dari 24 buah satelit GPS yang secara kontinyu memancarkan sinyal – sinyal yang membawa data kode dan pesan navigasi yang berguna untuk penentuan posisi, kecepatan dan waktu. Satelit-satelit tersebut ditempatkan pada enam bidang orbit dengan periode orbit 12 jam dan ketinggian orbit 20.200 km di atas permukaan bumi. Keenam orbit tersebut memiliki jarak spasi yang sama dan berinklinasi 55o terhadap ekuator dengan masing-masing orbit ditempati oleh empat buah satelit dengan jarak antar satelit yang tidak sama.

2. Segmen Sistem Kontrol

Segmen sistem kontrol terdiri dari *Master Control Station* (MCS), *Ground Station,* dan beberapa *Monitor Station* (MS) yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitor pergerakan satelit.

3. Segmen Pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS baik yang ada di darat, laut maupun udara Dalam hal ini *receiver* GPS dibutuhkan untuk menerima dan memproses sinyal-sinyal dari GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, dan waktu.

2.1.2 Sinyal GPS

Sinyal GPS yang dipancarkan oleh satelit-satelit GPS menggunakan *band* frekuensi L pada spektrum gelombang elektromagnetik. Setiap satelit GPS memancarkan dua (2) gelombang pembawa yaitu L1 dan L2 yang berisi data kode dan pesan navigasi. Pada dasarnya sinyal GPS terdiri dari tiga komponen, yaitu: penginformasi jarak (kode), penginformasi posisi satelit (*navigation message*) dan gelombang pembawanya (*carrier wave*) [*Abidin*, 2000].

2.1.2.1 Penginformasi Jarak

Penginformasi jarak yang dikirimkan oleh satelit GPS terdiri dari dua buah kode PRN (*Pseudo Random Noise*) yaitu kode-C/A (*Coarse Acquisition/Clear Access*) yang dimodulasikan pada gelombang pembawa L1 dan kode-P(Y) (*Private*) yang dimodulasikan baik pada gelombang pembawa L1 maupun L2. Kedua kode tersebut disusun oleh rangkaian kombinasi bilangan-bilangan biner (0 dan 1). Setiap satelit GPS mempunyai struktur kode yang unik dan berbeda antara satu satelit dengan satelit lainnya yang memungkinkan *receiver* GPS untuk membedakan sinyal-sinyal yang datang dari satelit-satelit GPS yang berbeda. Sinyal-sinyal tersebut dapat dibedakan oleh *receiver* dengan menggunakan teknik yang dinamakan CDMA (*Code Division Multiple Accsess*)

[*Kapplan et.al*, 1996].

2.1.2.2 Penginformasi Posisi

Pesan navigasi yang dibawa oleh sinyal GPS terdiri dari informasi *ephemeris* (orbit) satelit yang biasa disebut *broadcast ephemeris* yang terdiri dari parameter waktu, parameter orbit satelit dan parameter perturbasi dari orbit satelit [*Abidin*, 2000]. Parameter – parameter tersebut digunakan untuk menentukan koordinat dari satelit. Disamping *broadcast ephemeris* , pesan navigasi juga berisi almanac satelit yang memberikan informasi tentang orbit nominal satelit yang berguna bagi *receiver* dalam proses akuisasi awal data satelit maupun bagi para pengguna dalam perencanaan waktu pengamatan yang optimal [*Abidin*, 2000]. Informasi lain yang dibawa oleh pesan navigasi adalah koefisien koreksi jam satelit, parameter koreksi ionosfer, status konstelasi satelit dan informasi kesehatan satelit.

2.1.2.3 Gelombang Pembawa

Kode dan pesan navigasi agar dapat mencapai pengamat harus dimodulasikan terlebih dahulu pada gelombang pembawa. Gelombang pembawa yang digunakan terdiri atas dua gelombang , yaitu gelombang *L1* dan *L2*. Gelombang L1 (1575.42 Mhz) membawa kode-P(Y) dan kode-C/A sedangkan gelombang L2 *(*1227.60 Mhz*)* hanya membawa kode-P(Y) saja. Teknik modulasi yang digunakan dalam sinyal GPS adalah BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) yang menggunakan modulasi fase [*Kapplan et.al*, 1996].

2.1.3 Penentuan Posisi Absolut dengan GPS

Penentuan posisi dengan GPS adalah penentuan posisi tiga dimensi yang dinyatakan dalam sistem koordinat kartesian (X,Y,Z) dalam datum WGS (*World Geodetic System)* 1984. Untuk keperluan tertentu, koordinat kartesian tersebut dapat dikonversi ke dalam koordinat geodetik (φ,λ,h). Titik yang akan ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) maupun bergerak (*kinematic positioning*). Penentuan posisi absolut merupakan metode penentuan posisi yang paling mendasar dan paling banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang idak memerlukan tingkat ketelitian posisi yang tinggi dan tersedia secara instant *real-time*) seperti pada aplikasi navigasi wahana bergerak (darat, laut dan udara).

2.1.3.1. Prinsip Penentuan Posisi Absolut dengan GPS.

Prinsip dasar penentuan posisi absolut dengan GPS adalah dengan reseksi jarak ke beberapa satelit GPS sekaligus yang koordinatnya telah diketahui [*Abidin*, 2000]. Pada penentuan posisi absolut dengan data *pseudorange*, jarak pengamat (*receiver*) ke satelit GPS ditentukan dengan mengukur besarnya waktu tempuh sinyal GPS dari satelit ke *receiver* pengamat. Waktu tempuh ditentukan dengan menggunakan teknik korelasi kode (*code correlation technique*) dimana sinyal GPS yang datang dikorelasikan dengan sinyal replika yang diformulasikan dalam *receiver*.

Jarak dari *receiver* ke pengamat kemudian dapat ditentukan dengan mengalikan waktu tempuh dengan kecepatan cahaya. Karena ada perbedaan waktu pada jam satelit dan jam *receiver* maka data jarak yang diperoleh bukan merupakan jarak yang sebenarnya melainkan jarak *pseudorange.*

2.1.3.2 Ketelitian Posisi Absolut

Ketelitian posisi absolut GPS sangat bergantung pada tingkat ketelitian data *pseudorange* serta geometri dari satelit pada saat pengukuran [*Kapplan et.al, 1996*].K etelitian posisi GPS = Geometri Satelit x Ketelitian *Pseudorange* Faktor – faktor yang mempengaruhi ketelitian penentuan posisi dengan GPS adalah sebagai berikut:

1. Satelit, seperti kesalahan ephemeris (orbit) dan jam satelit,
2. Medium propagasi, seperti bias ionosfer dan bias troposfer yang mempengaruhi kecepatan (memperlambat) dan arah perambatan sinyal GPS.
3. *Receiver* GPS, seperti kesalahan jam *receiver*, kesalahan yang terkait dengan antena dan *noise* (derau). Kesalahan-kesalahan ini bergantung pada kualitas dari *receiver* GPS dan berbanding lurus dengan harga dari *receiver* GPS, semakin tinggi harga *receiver*, semakin tinggi kualitasnya.
4. Lingkungan sekitar *receiver* GPS, seperti *multipath* yaitu fenomena dimana sinyal GPS yang tiba di antena *receiver* GPS merupakan resultan dari sinyal yang langsung dari GPS dan sinyal yang dipantulkan oleh benda-benda di sekeliling *receiver* GPS.

Dalam kaitannya dengan ketelitian penentuan posisi dengan GPS, terdapat dua level ketelitian yang diberikan oleh GPS, yaitu SPS (*Standard Positioning Service*) dan PPS (*Precise Positioning Service*). SPS merupakan layanan standar yang diberikan oleh GPS kepada siapa saja tanpa dipungut biaya. Tingkat ketelitian yang diberikan oleh layanan ini adalah ± 100 m pada saat kebijakan SA (*Selective Availability*) masih berlaku dan ± 20 m setelah kebijakan SA dihapus (1 Mei 2000, 00:00 EDT). Sedangkan PPS merupakan jenis layanan yang hanya dikhususkan untuk pihak militer Amerika dan pihakpihak lain yang diizinkan dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi dari tingkat ketelitian SPS.

2.1.4 Format Data Keluaran GPS.

Receiver GPS memiliki format keluaran sebanyak lima (5) jenis yaitu NMEA 0180, NMEA 0182, NMEA 0183, AVIATION, dan PLOTTING [*Sitio*, 1997]. Format data tersebut ditetapkan oleh NMEA (*National Maritime Electronic Association*) dan dapat dikoneksikan ke komputer melalui *port* komunikasi *serial* dengan menggunakan kabel RS-232. Data keluaran dalam format NMEA 0183 berbentuk kalimat (s*tring*) yang merupakan rangkaian karakter ASCII 8 *bit*. Setiap kalimat diawali dengan satu karakter '$' , dua karakter *Talker ID*, tiga karakter *Sentence ID*, dan diikuti oleh *data fileds* yang masing-masing dipisahkan oleh koma serta diakhiri oleh *optional cheksum* dan karakter *cariage return/line feed* (CR/LF). Jumlah maksimum karakter dihitung dari awal kalimat ($) sampai dengan akhir kalimat (CR/LF) adalah 82 karakter. Format dasar data NMEA 0183:

NMEA Output

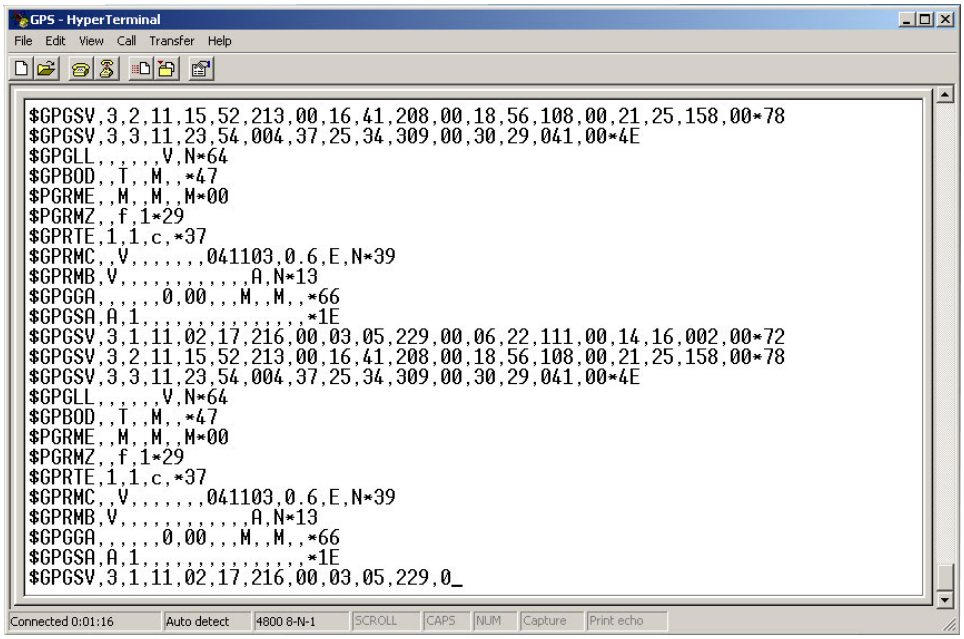
Output dari pesawat penerima GPS memiliki struktur tertentu yang disebut NMEA output. Contoh struktur output beserta cara pembacaannya yaitu sebagai berikut :

$GPRMC,180432,A,4027.027912,N,08704.857070,W,000.04,181.9,131000,1.8,W,D*25, esi4001

Tabel 2.1. Tabel Nmea Output GPRMC

Bidang Data	Nilai	Deskripsi
1	180432	UTC dari penentuan posisi dalam format hhmmss.ss (18 jam, 4 mnt dan 32 detik)
2	A	Status (A-data valid, V-peringatan)
3	4027.027912	Latitude geografis dalam format ddmm.mmmmm.m (40 derajat dan 27.027912 menit)
4	N	Arah dari latitude (N–North, S–South)
5	08704.857070	Longitude geografis dalam format dddmm.mmmmm.m (87 derajat dan 4.85707 menit)
6	W	Arah dari longitude (E–East, W–West)
7	000.04	Kecepatan diatas tanah (0.04 knot)
8	181.9	Track made good (heading) (181.9º)
9	131000	Tanggal dalam format ddmmyy (Oktober 13, 2000)
10	1.8	Variasi kompas(1.8º)

11	W	Arah dari variasi kompas (E-East, WWest)
12	D	Mode indikasi (A-autonomous, Ddifferensial, N-data tidak valid)
13	esi4001	Id perangkat yang disertakan pada saat penyetingan oleh installer

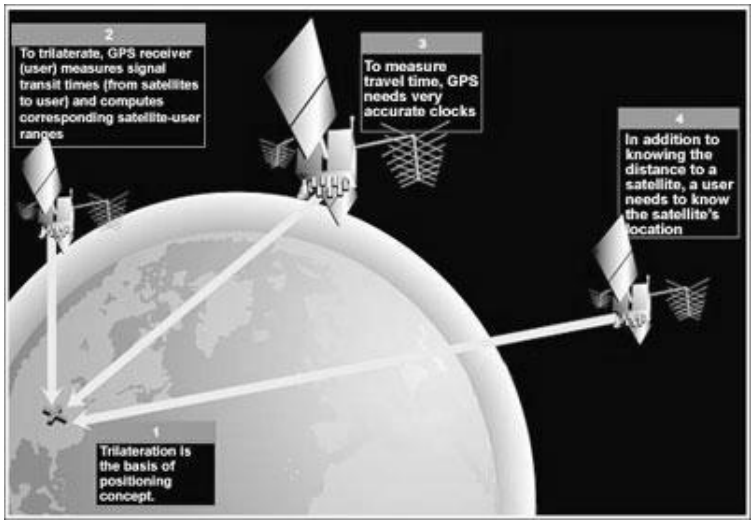


Gambar 2.2. Keluaran NMEA 0183 dari *receiver* GPS yang teridentifikasi pada *Hyperterminal*

2.1.5. Cara Kerja GPS

Navigasi satelit didasarkan pada jaringan global satelit yang mengirimkan sinyal radio di orbit bumi menengah. Pengguna Navigasi satelit paling akrab dengan 24 Global Positioning System (GPS) satelit. Amerika Serikat, yang mengembangkan dan mengoperasikan GPS, dan Rusia, yang mengembangkan sistem serupa yang

dikenal sebagai GLONASS, telah menawarkan sistem bebas menggunakan masing-masing kepada masyarakat internasional. Internasional Organisasi Penerbangan Sipil (ICAO), serta kelompok-kelompok pengguna internasional, telah menerima GPS dan GLONASS sebagai inti untuk kemampuan navigasi satelit sipil internasional dikenal sebagai Global Navigation Satellite System (GNSS).



Gambar 2.3. Cara Kerja GPS

Layanan GPS dasar menyediakan pengguna dengan akurasi sekitar 100 meter, 95% dari waktu, di mana saja pada atau dekat permukaan bumi. Untuk mencapai hal ini, masing-masing 24 satelit memancarkan sinyal ke alat penerima yang menentukan lokasi mereka dengan menghitung perbedaan antara waktu sinyal yang dikirim dan diterima waktu membawa. GPS satelit jam atom yang menyediakan waktu yang sangat akurat.

Waktu Informasi ditempatkan dalam kode yang disiarkan oleh satelit sehingga penerima dapat terus menentukan waktu sinyal disiarkan. Sinyal berisi data

yang penerima digunakan untuk menghitung lokasi satelit dan melakukan penyesuaian lainnya yang diperlukan untuk penentuan posisi yang akurat. Penerima menggunakan perbedaan waktu antara waktu penerimaan sinyal dan waktu siaran untuk menghitung jarak, atau jangkauan, dari receiver ke satelit. Penerima harus rekening atas keterlambatan propagasi, atau penurunan kecepatan sinyal yang disebabkan oleh ionosfer dan troposfer. Dengan informasi tentang berkisar di tiga satelit dan lokasi satelit ketika sinyal dikirim, penerima dapat menghitung sendiri dimensi tiga posisi sinyal. Atom Jam disinkronisasi ke GPS diperlukan untuk menghitung berkisar antara ketiga. Namun, dengan mengambil pengukuran dari satelit keempat, penerima menghindari kebutuhan untuk jam atom. Dengan demikian, penerima menggunakan empat satelit untuk menghitung lintang, bujur, ketinggian, dan waktu.

2.1.6. Aplikasi dari GPS

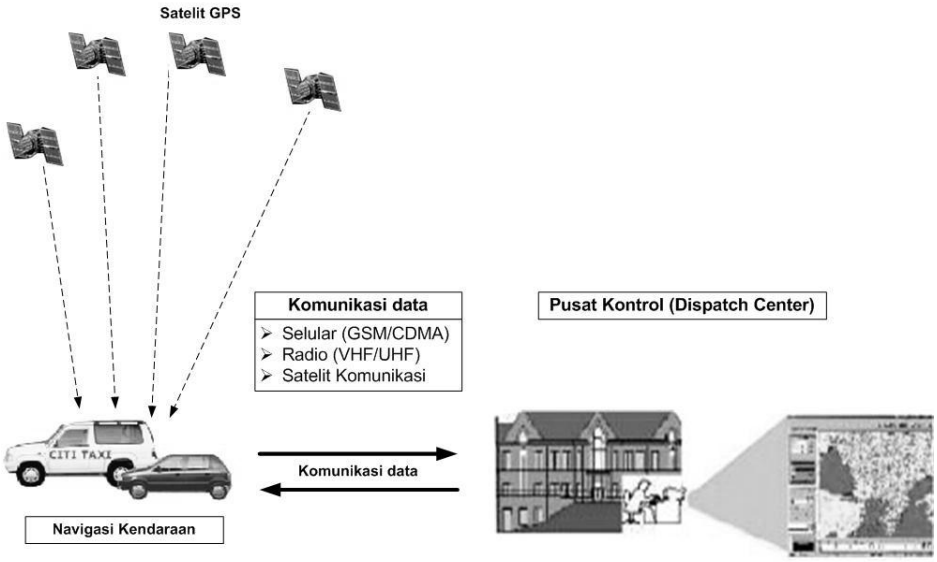
Manfaat GPS banyak dirasakan oleh banyak pihak, seperti contoh berikut ini beberapa aplikasi GPS :

1. Ilmu Pengetahuan dan penelitian
2. Komersial dan Industri
3. Pertanian dan perkebunan
4. Teknologi komunikasi
5. Militer
6. Pengukur waktu

7. Pelacakan objek apapun
8. survey tanah atau lokasi

2.2. Aplikasi GPS untuk Pemantauan pergerakan Kendaraan (*vehicle tracking system*)

Aplikasi GPS dalam bidang transportasi khususnya bidang pemantauan armada kendaraan (*fleet management system*) merupakan bagian dari teknologi *Intellegent Transportation System* (ITS). Teknologi ITS merupakan integrasi dari beberapa teknologi, seperti teknologi penentuan posisi, sistem informasi, kontrol, dan elektronik [*Abidin*, 2000]. Dalam teknologi ITS, GPS berfungsi sebagai teknologi penentuan posisi dan SIG berperan sebagai teknologi system informasinya. Pada dasarnya teknologi *fleet management system* terdiri atas tiga subsistem yaitu subsistem navigasi kendaran, subsistem komunikasi data dan subsistem pusat kontrol (*dispatch center*) seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Arsitektur sistem pemantau pergerakan kendaraan

2.2.1 Subsistem Navigasi Kendaraan

Subsistem navigasi kendaraan terdiri dari seperangkat alat (*in-vehicle unit*) yang terdiri dari alat penentu posisi (*receiver* GPS) dan perangkat komunikasi data. Biasanya perangkat tersebut sudah terintegrasi menjadi satu dan dapat beroperasi secara individual dengan menggunakan mikrokontroler. *Receiver* GPS berfungsi untuk menentukan posisi kendaraan beserta parameter-parameter lainnya seperti waktu dan kecepatan (jika diperlukan) dalam selang waktu tertentu yang diatur oleh mikrokontroler. Data-data tersebut kemudian dikirimkan ke pusat kontrol dengan menggunakan perangkat komunikasi yakni GSM dengan fasilitas pendukung GPRS.

Subsistem navigasi kendaraan / GPS Tracker yang dipakai oleh penulis adalah GPS Tracker dari ESITrack, penulis menggunakan GPSTracker ini karena modul

yang terintegrasi didalamnya telah lengkap sesuai dengan kebutuhan dari sistem penjejakan berbasis GPS. Modul-modul yang ada didalamnya terdiri atas : GPS Engine, GSM Engine dan Microcontroller serta Rangkain power supply 3.3v sebagai penyuplai daya untuk ketiga modul tersebut. Adapun gambar dari GPSTracker ESITrack seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5. GPSTracker ESITrack





Gambar 2.6. Kabel Power **Gambar 2.7. Antenna Combo (GPS & GSM)**

2.2.1.1. Cara kerja Penyetingan pada sub sistem navigasi kendaraan

GPSTracker ESITrack telah memahami parameter penyetingan lewat sms, penyetingan dilakukan dengan mengirimkan pesan yang ditujukan kepada nomor GSM yang terpasang pada GPSTracker dengan contoh format sms seperti berikut: #setparam,<password>,11,ip : __, port:__, t_min:__, id: __

Adapun penjelasan format sms diatas adalah sebagai berikut :

1. #setparam artinya perangkat diperintahkan untuk menset parameter
2. 123456 adalah password default
3. ip adalah parameter yang mendefinisikan IP server
4. port adalah parameter yang mendefinisikan port dari server
5. t_min adalah parameter yang mendefinisikan waktu pengiriman data pada server
6. id adalah parameter yang mendefinisikan id dari perangkat

Setelah dikirimi sms dengan format diatas GPSTracker merespon dengan sms juga dengan isi teks seperti dibawah ini :

#do setparam, ip: __, port:__, t_min:__, id:__

Teks sms diatas artinya bahwa GPSTracker telah melakukan setting parameter yang diinginkan.

2.2.2 Subsistem Komunikasi Data GPRS

Subsistem komunikasi data GPRS merupakan jembatan penghubung antara perangkat dengan subsistem kontrol pada server untuk mengirimkan Data GPS ke pusat kontrol pada server. Untuk mengetahui lebih jelasnya mengenai komunikasi Data GPRS berikut adalah penjelasannya.

2.2.2.1. Sejarah

Kemunculan GPRS didahului dengan penemuan telepon genggam generasi 1G dan 2G yang kemudian mencetuskan ide akan penemuan GPRS. Penemuan GPRS terus berkembang hingga kemunculan generasi 3G, 3,5G, dan 4G. Perkembangan teknologi komunikasi ini disebabkan oleh keinginan untuk selalu memperbaiki kinerja, kemampuan dan efisiensi dari teknologi generasi sebelumnya.

1. Generasi 1G: analog, kecepatan rendah (low-speed), cukup untuk suara. Contoh: NMT (Nordic Mobile Telephone) dan AMPS (Analog Mobile Phone System).

2. Generasi 2G: digital, kecepatan rendah - menengah. Contoh: GSM dan CDMA2000 1xRTT. 2G merupakan jaringan telekomunikasi seluler yang diluncurkan secara komersial pada GSM di Finlandia oleh Radiolinja pada tahum 1991.
3. Time Division Multiple Access (TDMA): membagi frekuensi radio berdasarkan satuan waktu. Teknologi ini memungkinkan untuk melayani beberapa panggilan secara sekaligus melakukan pengulangan-pengulangan dalam irisan waktu tertentu yang terdapat dalam satu channel radio.
4. Personal Digital Cellular: Cara kerja mirip dengan TDMA, PDC lebih banyak digunakan di negara Jepang.
5. iDEN: teknologi berbasis CDMA dengan arsitektur GSM memungkinkan untuk membuka aplikasi Private Mobile Radio dan Push to Talk.
6. Digital European Cordless Telephone: teknologi ini berbasis TDMA digunakan untuk keperluan bisnis dalam skala menengah ke atas.
7. Personal Handphone Secvice: teknologi ini tidak jauh berbeda dengan DECT, kecepatan transmisinya jauh lebih cepat dan digunakan dalam lingkungan yang lebih luas.
8. IS-CDMA: Teknologi ini meningkatkan kapasitas sesi penelponan dengan menggunakan metode pengkodean yang unik untuk setiap kanal frekuensi yang digunakan.

9. GSM: teknologi GSM menggunakan sistem TDMA dengan alokasi kurang lebih delapan di dalam satu channel frekuensi sebesar 200kHz per satuan waktu. Kelebihan dari GSM ini adalah interface yang tinggi bagi para provider dan penggunanya.
10. Generasi 3G : digital, kecepatan tinggi (high-speed), untuk pita lebar (broadband). Contoh: W-CDMA (atau dikenal juga dengan UMTS) dan CDMA2000 1xEV-DO.
11. Generasi 3,5G: memungkinkan akses internet yang lebih cepat. Contoh: HSDPA.
12. Generasi 4G : merupakan Long Term Evolution (LTE) yakni, evolusi dari teknologi 3GPP dan Ultra Mobile Broadband (UMB) berasal dari 3GPP2, sehingga sulit untuk dibedakan dengan jelas antara teknologi 3G dan 4 G. Contoh: Wimax Mobile Standard.

2.2.2.2. Sekilas tentang GPRS

GPRS merupakan sistem transmisi berbasis paket untuk GSM yang menggunakan prinsip 'tunnelling'. Ia menawarkan laju data yang lebih tinggi. Laju datanya secara kasar sampai 160 kbps dibandingkan dengan 9,6 kbps yang dapat disediakan oleh rangkaian tersakelar GSM. Kanal-kanal radio ganda dapat dialokasikan bagi seorang pengguna dan kanal yang sama dapat pula digunakan dengan berbagi antar pengguna sehingga menjadi sangat efisien. Dari segi biaya, harga mengacu pada volume penggunaan. Penggunanya ditarik biaya dalam

kaitannya dengan banyaknya byte yang dikirim atau diterima, tanpa memperdulikan panggilan, dengan demikian dimungkinkan GPRS akan menjadi lebih cenderung dipilih oleh pelanggan untuk mengaksesnya daripada layanan-layanan IP.

GPRS merupakan teknologi baru yang memungkinkan para operator jaringan komunikasi bergerak menawarkan layanan data dengan laju bit yang lebih tinggi dengan tarif rendah ,sehingga membuat layanan data menjadi menarik bagi pasar massal. Para operator jaringan komunikasi bergerak di luar negeri kini melihat GPRS sebagai kunci untuk mengembangkan pasar komunikasi bergerak menjadi pesaing baru di lahan yang pernah menjadi milik jaringan kabel, yakni layanan internet. Kondisi ini dimungkinkan karena ledakan penggunaan internet melalui jaringan kabel (telepon) dapat pula dilakukan melalui jaringan bergerak. Layanan bergerak yang kini sukses di pasar adalah, laporan cuaca, pemesanan makanan, berita olah raga sampai ke berita-berita penting harian. Dari perkembangan tersebut, dapat dirasakan dampaknya pada kemunculan berbeagai provider HP yang bersaing menawarkan tarif GPRS yang semakin terjangkau.

Dalam teorinya GPRS menjanjikan kecepatan mulai dari 56 kbps sampai 115 kbps, sehingga memungkinkan akses internet, pengiriman data multimedia ke komputer, [[*notebook*]] dan [[*handheld computer*]]. Namun, dalam implementasinya, hal tersebut sangat tergantung faktor-faktor sebagai berikut:

1. Konfigurasi dan alokasi time slot pada level BTS
2. Software yang dipergunakan

3. Dukungan fitur dan aplikasi ponsel yang digunakan

Ini menjelaskan mengapa pada saat-saat tertentu dan di lokasi tertentu akses GPRS terasa lambat, bahkan lebih lambat dari akses CSD yang memiliki kecepatan 9,6 kbps.

2.2.2.3. Komponen Utama

Komponen-komponen utama jaringan GPRS adalah :

1. GGSN (*Gateway GPRS Support Node*): gerbang penghubung jaringan GPRS ke jaringan internet. Fungsi dari komponen ini adalah sebagai interface ke PDN (Public Data Network), *information routing*, *network screening*, *user screening*, *address mapping*.
2. SGSN (*Serving GPRS Support Node*): gerbang penghubung jaringan BSS/BTS ke jaringan GPRS. Komponen ini berfungsi untuk mengantarkan paket data ke MS, *update* pelanggan ke HLR, registrasi pelanggan baru.
3. PCU : komponen di level BSS yang menghubungkan terminal ke jaringan GPRS

2.2.2.4. Cara kerja GPRS

Cara kerja Dari beberapa komponen jaringan GPRS diatas dapat dijelaskan seperti dibawah ini:

SGSN bertugas:

1. Mengirim paket ke Mobile Station (MS) dalam satu area

2. Mengirim sejumlah pertanyaan ke HLR untuk memperoleh profile data pelanggan GPRS (*management mobility*)
3. Mendeteksi MS-GPRS yang baru dalam suatu area servis yang menjadi tanggung jawabnya (location management)
4. SGSN dihubungkan ke BSS pada GSM dengan koneksi *frame relay* melalui PCU (Packet Control Unit) di dalam BSC.

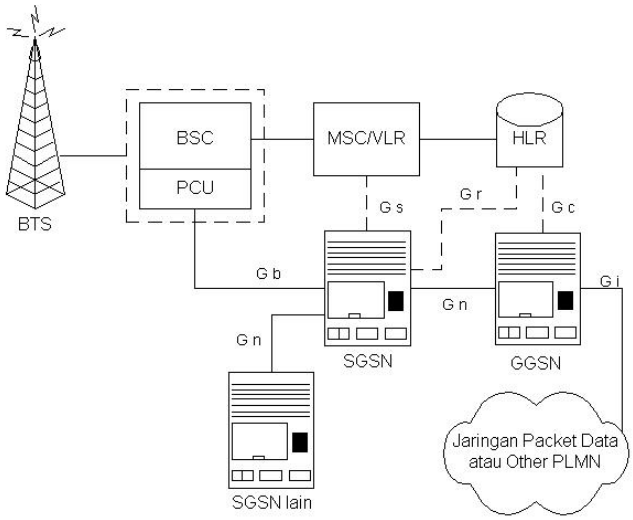
GGSN bertugas:

1. Sebagai *interface* ke jaringan IP external seperti : public internet atau mobile service Provider
2. Memutakhirkan informasi *routing* dari PDU (Protokol Data Units) ke SGSN. GPRS menggunakan sistem komunikasi *packet switch* sebagai cara untuk mentransmisikan datanya. *Packet switch* adalah sebuah sistem di mana data yang akan ditransmisikan dibagi menjadi bagian-bagian kecil (paket) lalu ditransmisikan dan diubah kembali menjadi data semula. Sistem ini dapat mentransmisikan ribuan bahkan jutaan paket per detik. Transmisi dilakukan melalui PLMN (*Public Land Mobile Network*) dengan menggunakan IP seperti 08063464xxx. Karena memungkinkan untuk pemakaian kanal transmisi secara bersamaan oleh pengguna lain maka biaya akses GPRS, secara teori, lebih murah daripada biaya akses CSD. GPRS didesain untuk menyediakan layanan transfer packet data pada jaringan GSM dengan

kecepatan yang lebih baik dari GSM. Kecepatan yang lebih baik ini didapat dengan menggunakan *coding scheme* (CS) yang berbeda dari GSM.

PCU bertugas menghubungkan terminal ke jaringan GPRS.

Adapun penggambaran struktur jaringan GPRS yang menunjukan cara kerja GPRS dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Struktur jaringan GPRS

2.2.2.5. Aplikasi untuk GPRS

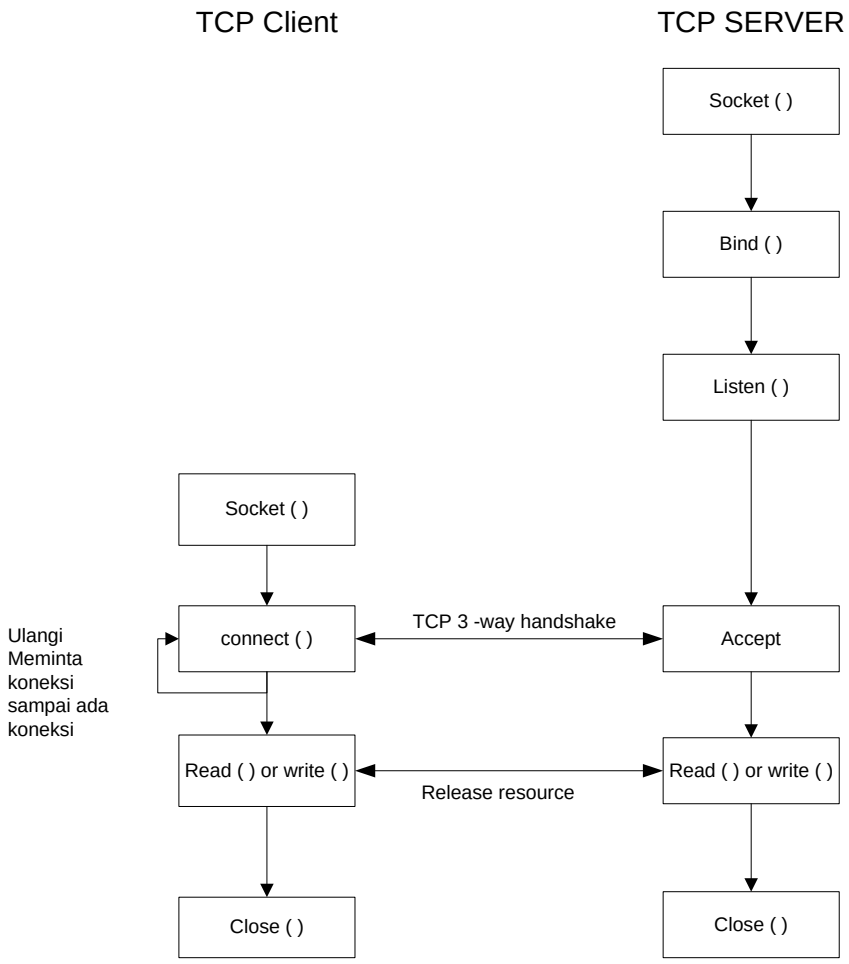
Aplikasi dari jaringan GPRS adalah sebagai berikut

1. Navigasi
2. Kondisi lalu-lintas
3. Penerbangan / jadwal kereta api
4. Pencari lokasi

2.2.2.6. Komunikasi GPRS dengan protocol socket

Socket didefinisikan sebagai sebuah poin akhir untuk komunikasi, socket terbentuk dari Penggabungan IP address dan port. Ada 2 jenis penggabungan IP address dan port, yaitu : berorientasi koneksi (Connection-oriented) : nomor telepon dan penerima, Tanpa koneksi : Address dan penerima.

Socket dibuat secara berpasangan, yakni : IP address lokal dengan port lokal, IP address asing dengan port asing. Pendefinisian socket bersifat unik. Sebagai contoh pasangan socket adalah sebagai berikut : 70.38.78.137 : 9999 artinya mengacu pada port 9999 dan host 70.38.78.137 sebagai gambaran untuk komunikasi socket berikut pada gambar 2.9. adalah arsitektur komunikasi dari socket.



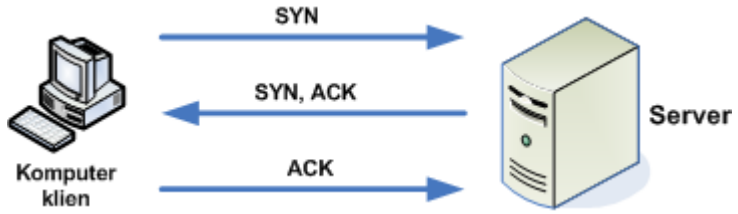
Gambar 2.9. Gambar arsitektur komunikasi socket

Cara kerja komunikasi socket diatas

Pada sisi klien

1. Inisialisasi :
    1. gethostbyaddress / gethostbyname – *lookup* server
    2. socket – Buat socket
    3. connect – hubungkan ke port server

2. Transmisi :
    1. Send – kirim pesan ke server
    2. Recv – Terima pesan dari server
3. Termination :
    1. close – Tutup socket
4. 3 Way Handshake



Gambar 2.10. 3Way Handshake TCP

Proses pembuatan koneksi TCP disebut juga dengan "**Three-way Handshake**". Tujuan metode ini adalah agar dapat melakukan sinkronisasi terhadap nomor urut dan nomor acknowledgement yang dikirimkan oleh kedua pihak dan saling bertukar ukuran TCP Window. Prosesnya dapat digambarkan sebagai berikut:

1. *Host* pertama (yang ingin membuat koneksi) akan mengirimkan sebuah segmen TCP dengan flag SYN diaktifkan kepada *host* kedua (yang hendak diajak untuk berkomunikasi).
2. *Host* kedua akan meresponsnya dengan mengirimkan segmen dengan *acknowledgment* dan juga SYN kepada *host* pertama.
3. *Host* pertama selanjutnya akan mulai saling bertukar data dengan host kedua. TCP menggunakan proses jabat tangan yang sama untuk mengakhiri koneksi

yang dibuat. Hal ini menjamin dua *host* yang sedang terkoneksi tersebut telah menyelesaikan proses transmisi data dan semua data yang ditransmisikan telah diterima dengan baik. Itulah sebabnya, mengapa TCP disebut dengan koneksi yang *reliable*.

2.2.2.6.1. Pemrograman Socket dengan PHP

Pemrograman socket dengan PHP, Socket menyediakan jalan bagi client dan server untuk saling berkomunikasi di dalam jaringan komputer. Socket membuat jalur end to end communication (yang memungkinkan client untuk mengirim request ke server dan server menerima request tersebut dan memberikan respon kepada client). Sebagai contoh adalah sebuah web server melayani request client dengan membuka sebuah socket (biasanya port 80) dan client (web browser) berkomunikasi dengannya melalui socket tersebut. Untuk dapat mengaktifkan fitur socket pada PHP, maka perlu menghilangkan tanda “;” pada baris extension=php_sockets.dll dalam file ‘php.ini’. Beberapa fungsi yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Socket_create() untuk membentuk socket. resource socket_create (int domain, int type, int protocol)
2. Socket_bind() untuk memberi nama pada socket (mempunyai nilai balik, TRUE saat sukses atau FALSE saat gagal). bool socket_bind (resource socket, string address [, int port])

3. Socket_listen() untuk mendengar koneksi pada socket (mempunyai nilai balik TRUE saat sukses atau FALSE saat gagal). bool socket_listen (resource socket [, int backlog])
4. Socket_accept() untuk menerima koneksi pada socket. resource socket_accept (resource socket)
5. Socket_close() untuk menutup socket. void socket_close (resource socket).
6. Socket_read() untuk membaca bytes yang ada pada socket. string socket_read (resource socket, int length [,int type])
7. Socket_write() untuk menulis pada socket. int socket_write (resource socket, string buffer [, int length])

Contoh pemrograman socket dengan PHP :

```
$host = "192.168.12.13";
$port = 1241;
// bentuk socket
$socket = socket_create(AF_INET, SOCK_STREAM, 0) or
die("Socket gagal dibentuk\n");
// bind socket pada port
$result = socket_bind($socket, $host, $port) or
die("Socket gagal dibind\ n");
// mulai listening
$result = socket_listen($socket, 3) or die("Listen
Gagal\n");
// terima request koneksi
// bentuk cocket lain untuk menghandle komunikasi
while(1)
{
$spawn = socket_accept($socket) or die("Gagal
menerima koneksi\n");
```

```
 // baca input dari client
 $input = socket_read($spawn, 1024) or die("Gagal
 membaca input\n");
 echo $input;
 // kirim kembali ke client
 $output = "Halo\n";
 socket_write($spawn, $output, strlen ($output)) or
 die("Gagal membuat output\n");
 // tutup socket
 socket_close($spawn);
}
socket_close($socket);
?>
```

Contoh Code diatas menjadikan komputer dengan IP 192.168.12.13 sebagai server yang membuka layanan pada port 1241 dan setelah menerima input dari client, server akan mengirimkan balasan pada client.

2.2.2.6.2. Pengolahan data GPS dengan Parser PHP

Pengolahan Data GPS kedalam bentuk Data posisi

1. Contoh Data Mentah Dari perangkat :

$GPRMC,084341.00,A,2514.04529,N,05518.37791,E,38.449,298.11,040707,,,A*5B

,D4711

2. Parsing Data

1. Data mentah dari perangkat diatas didefinisikan kedalam sebuah variable

2. Buat variabel untuk parsing data pada variabel diatas

3. Lakukan penyaringan hanya data dalam bentuk gprmc saja yang di parsing

4. Split datanya dengan indikator koma pada data tersebut yang mengartikan

pemisah data satu dengan lainnya Serta buat beberapa variabel untuk menampung data-data tersebut.

Contoh scriptnya seperti berikut ini :

```
$t = split(',',$cur_buf);
   if (count($t) >= 13) {
      if ($t[0] == '$GPRMC') {
         $time   = $t[1];
         $warn   = $t[2];
         $lat    = $t[3];
         $dlat   = $t[4];
         $lon    = $t[5];
         $dlon   = $t[6];
         $speed  = $t[7];
         $course = $t[8];
         $date   = $t[9];
         $checksum   = $t[12];
          $id  = $t[13];
```

Penjelasan script diatas adalah seperti berikut :

1. $t adalah variabel parsing yang melakukan parsing terhadap teks yang ada pada variabel cur_buf
2. Variabel cur_buf($cur_buf) adalah variabel dari stream data socket yang berisi data teks NMEA
3. Dari data $t ini maka akan menghasilkan beberapa variabel sesuai dengan berapa banyak bagian yang dibuat, pada contoh diatas dilakukan 14 bagian, yaitu : $t[0] … $t[13].

5. Lakukan proses konversi Data tersebut kedalam data posisi

Data Mentah	Proses	Data Posisi	Keterangan

084341.00	Jam = `substr($time,0,2);` Menit = `substr($time,2,2);` Detik = `substr($time,4,2);`	08 43 41	Menunjukkan waktu pada jam 8 pagi Menunjukkan pada menit 43 Menunjukkan pada detik 41
2514.04529	`Lat += substr($lat,2)/60;`	25.2340881667	Menunjukkan latitude pada derajat : 25.2340881667
N	Langsung diambil saja datanya	N	Menunjukkan Arah mata angin terhadap longitude yaitu North atau utara
05518.37791	Lon `+= substr($lon,3)/60;`	55.3062985	Menunjukkan longitude pada derajat : 55.3062985
E	Langsung diambil saja datanya	E	Menunjukkan arah

			mata angin terhadap latitude yaitu East atau Timur
38.449	Langsung diambil saja, kecuali kalau mau dikonversi ke km/jam yaitu dikali dengan 1.8	38.449 mil/jam 69.2082 km/jam	Menunjukkan kecepatan kendaraan
298.11	Langsung diambil saja	298.11 derajat	Digunakan untuk heading kendaraan
040707 D4711	Hari = substr($date,0,2); Bulan = substr($date,2,2);\ Tahun = '20' . substr($date,4,2); Langsung diambil saja	04 07 2007 D4711	Menunjukkan id perangkat atau bisa diartikan sebagai id_kendaraan juga

2.2.3 Subsistem Pusat Kontrol

Subsistem ini berfungsi sebagai sistem informasi pemantau pergerakan kendaraan dan mengelola armada kendaraan. Data posisi yang dikirimkan oleh

masing-masing kendaraan kemudian ditampilkan pada peta digital sehingga pihak pengelola dapat dengan mudah memantau pergerakan kendaraan-kendaraan tersebut.

2.3 Teknologi *World Wide Web* (WWW)

World Wide Web (WWW) atau *web* adalah salah satu jenis layanan yang disediakan oleh internet disamping jenis layanan lainnya seperti FTP (*File Transfer Protocol*), Email, Telnet, News Group dan lain-lain. Internet sendiri merupakan sekumpulan jaringan komputer yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya dan diatur oleh sebuah protokol komunikasi yang dinamakan TCP/IP (*Transmision Control Protocol* / *Internet Protocol*).

Protokol ini mengatur komunikasi data antara komputer-komputer yang terhubung di jaringan internet sehingga data yang dikirimkan dari satu komputer dapat disampaikan dengan tepat ke komputer lainnya.

Web menyediakan informasi dalam bentuk *hypertext* . *Hypertext* merupakan sistem pengkodean yang menghubungkan suatu sumber informasi kepada sumber informasi lainya. Informasi yang ditampilkan pada halaman *web* dapat berupa kumpulan teks, gambar, audio, video dan lain sebagainya. Agar dapat menampilkan informasi yang terdapat dalam *web*, pengguna memerlukan *web browser* yang terpasang pada komputernya. *Web broswer* merupakan perangkat lunak (*software*) yang berfungsi untuk mengeinterpretasikan kodekode *hypertext* yang terkandung dalam *web* menjadi informasi yang dapat dibaca atau dimengerti oleh pengguna.

Beberapa contoh *web browser* yang sering digunakan adalah *internet explorer, netscape navigator, opera, mozila, lynx* dan lain-lain.

Web bekerja berdasarkan terminologi *client-server* . Dalam terminology *client-server, server* adalah *host* (komputer) yang menyediakan layanan atau data yang dapat diakses oleh *client* sedangkan *client* adalah *host* yang mengakses data atau layanan yang disediakan oleh *server*. Dalam konteks *web,* yang berfungsi sebagai *server* adalah *web serve*r sedangkan *client* adalah *web browser*.

Web server dan *web browser* berkomunikasi melalui protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) yang bekerja berdasarkan prinsip *request and response*. *Request* merupakan proses *client* meminta informasi dari *server* sedangkan *response* adalah proses *server* menanggapi atau melayani permintaan *client*. Pada saat pengguna mengakses halaman tertentu dari sebuah situs *web,* protokol HTTP mengirimkan pesan (*message*) ke *web server* yang dinamakan *HTTP request*. *Web server* kemudian mengecek halaman *web* yang diminta, jika tersedia maka halaman tersebut dikirimkan ke *client*, namun jika *web server* tidak menemukan halaman yang diminta maka ia akan mengirimkan halaman yang berisi pesan error (dalam kasus ini *Error 404: Page Not Found*) ke *client*. Pesan yang dikirim dari server sebagai tanggapan dari permintaan client dinamakan *HTTP response*. Baik *HTTP request* maupun *HTTP response* terdiri dari tiga bagian yaitu *request/response line, HTTP header* dan *HTTP body* seperti yang digambarkan pada gambar 2.6. Setiap dokumen atau halaman *web* memiliki alamat yang unik. Untuk mengidentifikasi lokasi dari

dokumen atau halaman *web* tersebut digunakan URL (*Uniform Resource Locator*), yaitu sekumpulan karakter alfanumerik yang merepresentasikan lokasi atau alamat suatu sumber informasi pada internet secara unik dan bagaimana sumber tersebut seharusnya diakses. Sintaks umum dari URL adalah:

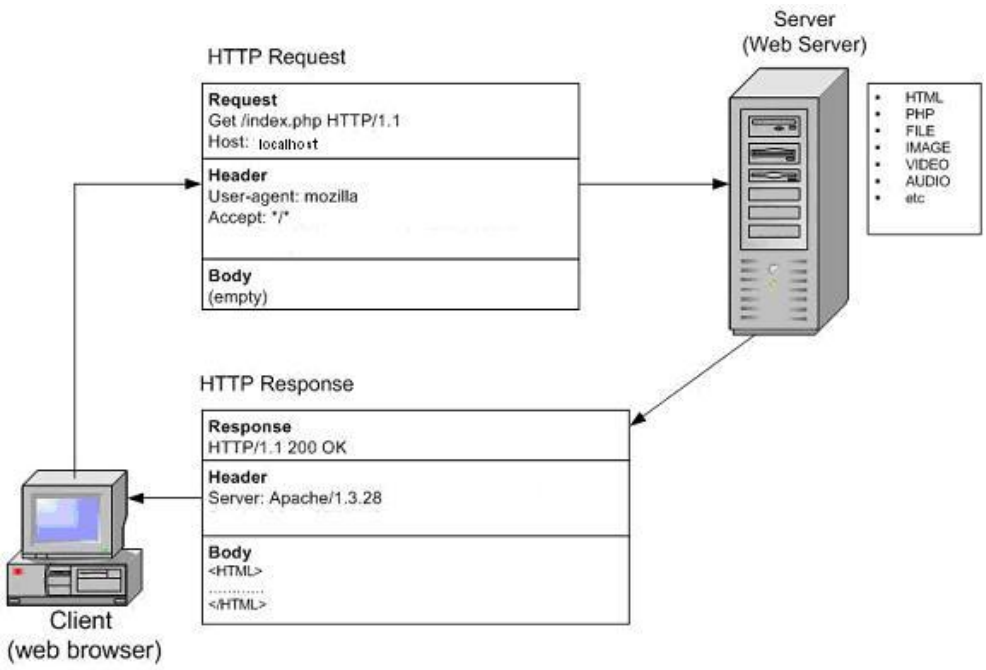
<protokol>://<host>[:<port>]/path[?arguments]

Keterangan:

1. *Protokol* = mekanisme yang digunakan oleh *web browser* untuk berkomunikasi dengan sumber informasi, misalnya: http.
2. *Host* = nama host atau alamat IP dari *web server*.
3. *Port* = tempat logikal untuk melakukan koneksi, dinotasikan dalam bentuk bilangan bulat positf. HTTP menggunakan port 80 sebagai *port* standar (*well known port*).
4. *Path* = lokasi dari sumber informasi/dokumen yang terdapat pada *host*.
5. *Argument* = parameter tambahan untuk mengakses informasi tertentu.

Contoh dari sintaks URL adalah sebagai berikut:

http://localhost



Gambar 2.11. Prinsip kerja *World Wide Web* (WWW)

2.4 Peta Berbasis *Web*

Perkembangan teknologi internet yang pesat saat ini memungkinkan penyebaran informasi, komunikasi dan transfer data dengan cepat dalam skala global. Perkembangan ini berpengaruh kepada perkembangan teknologi peta digital, dimana pada awalnya peta digital hanya dapat ditampilkan pada perangkat-perangkat lunak CAD dan SIG seperti AutocadMap, Arcview, Mapinfo dan lain-lain, kini dapat ditampilkan baik secara statik maupun dinamis pada halaman *web*. Berdasarkan tingkat interaktifitas dan fungsionalitasnya, peta berbasis *web* dapat digolongkan dalam dua generasi, yaitu peta berbasis *web* generasi pertama dan peta berbasis *web* generasi kedua [*Gebremariam*, 2001].

2.4.1 Peta Berbasis *Web* Generasi Pertama

Peta berbasis *web* generasi pertama memiliki karakteristik relative sederhana dalam hal interaktifitas dan fungsionalitas, serta memuat informasi yang terbatas. Peta berbasis *web* generasi pertama dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu peta statik dan peta fleksibel.

1. Peta Statik

Peta statik biasanya ditampilkan pada halaman *web* dalam bentuk gambar dalam format yang didukung oleh *web* seperti JPEG, GIF, dan PNG. Pengguna hanya dapat melihat informasi yang terdapat dalam gambar tersebut tanpa ada interaksi dengan gambar tersebut.

2. Peta Fleksibel

Peta fleksibel biasanya ditampilkan pada halaman *web* dalam bentuk *Portable File Format* (PDF). Peta ini memiliki kemampuan dalam memperbesar (*zoom in*) dan memperkecil (*zoom out*) ukuran gambar serta menggeser (*pan*). Kemampuan-kemampuan tersebut hanya untuk keperluan visualisasi saja, artinya informasi yang terkandung baik sebelum dan sesudah perbesaran adalah sama.

2.4.2 Peta Berbasis *Web* Generasi Kedua

Peta berbasis *web* generasi kedua memiliki kemampuan yang lebih dibandingkan dengan peta berbasis *web* generasi pertama. Selain memiliki kemampuan-kemampuan dasar navigasi seperti memperbesar dan memperkecil ukuran, peta berbasis *web* generasi kedua memungkinkan pengguna untuk

berinteraksi dengan data spasial maupun data atribut. Peta berbasis *web* generasi kedua dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu peta dinamis dan peta interaktif.

1. Peta Dinamis

Peta dinamis memiliki kemampuan-kemampuan navigasi sepertimemperbesar dan memperkecil ukuran serta menggeser gambar. Kemampuan-kemampuan tersebut bukan hanya untuk tujuan visualisasi saja, artinya informasi yang terkandung pada peta setalah diperbesar dan diperkecil adalah berbeda.

2. Peta Interaktif

Peta interaktif memiliki tingkat interaktifitas dan fungsionalitas yang lebih tinggi dari peta dinamis. Peta interaktif ditampilkan dalam bentuk layer-layer *feature* seperti jalan, hutan, sungai dan lain-lain. Pengguna dapat memilih layer-layer yang akan ditampilkan serta melalukan *query* terhadap data atribut.

2.4.3. Google Map

Goggle map adalah salah satu Sistem Informasi Geografis yang berbasis web dan interaktif.

2.4.3.1. Langkah Pembuatan SIG Internet menggunakan Google Map API

1. Melakukan Pendaftaran untuk mendapatkan *API key.* Sebelum dapat menampilkan suatu peta pada website pribadi, maka harus dilakukan pendaftaran untuk mendapatkan *Google API key*. Untuk melakukan pendaftaran, harus disediakan URL dari situs yang akan menggunakan *Google API key* tersebut. Sebaiknya URL yang didaftarkan adalah direktori utamanya. Dengan mendaftarkan direktori utama, maka

dapat ditampilkan peta di seluruh situs tersebut, baik pada direktori utama maupun pada sub-direktori. Misalnya: diberikan alamat URL http://www.contoh.com/, maka dengan *Google API key* yang sama dapat ditampilkan peta pada sub-direktori dari situs tersebut, misalnya http://www.contoh.com/contohlagi/ tetapi tidak demikian sebaliknya.

2. Memodifikasi Template yang Tersedia. Setelah selesai melakukan pendaftaran, maka akan didapatkan *key* yang diperlukan beserta *template* kode program yang diberikan oleh Google API yang selanjutnya bisa dimodifikasi. Secara *default* Google API menyediakan *template* berikut :

```
<html>
<head>
<script
src=http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&key=ABQ
IAAAAbta1OAo0jfu19DOUPNVgsBRahoqnFz9wDouIHgNBziz_TZ8
v_RR9gSgVN1FuRitL_JIvEbUH4dBMTA
type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
function initialize() {
if (GBrowserIsCompatible()) {
var
map=newGMap2(document.getElementById("map_canvas"));
map.setCenter(new  GLatLng(-6.337308,  106.679392),
16);
map.setMapType(G_SATELLITE_MAP);
map.addControl(new GSmallMapControl());
map.addControl(new GMapTypeControl());
}
}
</script>
</head>
<body onload="initialize()" onunload="GUnload()">
<div  id="map_canvas"  style="width:  800px;  height:
600px"></div>
</body>
```

```
</html>
```

3. Menampilkan Peta dan Menentukan Bagian Peta yang Ditampilkan. Template yang disediakan oleh Google Maps tersebut dapat diedit sesuai dengan keinginan pemrogram. Baris pertama sampai ketiga digunakan untuk memanggil API dengan menggunakan *key* yang dimiliki. Proses penampilan peta baru dimulai pada baris keenam, dengan syarat *browser* yang digunakan oleh pengguna kompatibel, maka peta yang diambil dari Google API akan menampilkan peta dengan titik tengah peta menunjuk ke koordinat (-6.337308,106.679392) serta memiliki *zoom level* 16 (di mana *zoom level* paling kecil bernilai 1). Baris kesembilan menunjukkan bahwa yang ditampilkan adalah peta satelit sebagai *default* tampilan peta. Terdapat 3 buah tampilan peta yang dapat dipilih yaitu *map*, *satellite* dan *hybrid*.

4. Koordinat dalam Google Maps API. Untuk dapat membuat garis batas wilayah, maka harus dimasukkan dahulu nilai koordinat titik-titik batas tersebut baru kemudian menggunakan garis untuk menyambungkan garis tersebut sehingga garis batasnya dapat terlihat dengan jelas. Google Maps API dapat menerima input koordinat dalam format derajat lintang dan derajat bujur, tanpa mengenal menit dan detik dengan tanda positif untuk Lintang Utara dan Bujur Timur, sedangkan untuk Lintang Selatan dan Bujur Barat digunakan tanda negatif. Perlu diketahui bahwa Google Maps menggunakan ellipsoid referensi WGS'84, jadi data koordinat yang dimasukkan juga harus menggunakan WGS'84 sebagai ellipsoidnya. Untuk bisa membuat garis maka digunakan **G*Polyline***. **G*Polyline*** menggambarkan garis dengan menggunakan kemampuan dari tiap-tiap browser dalam melakukan pembuatan

vektor, bisaanya pada Internet Explorer digunakan VML dalam melakukan penggambaran vektor tersebut, sedangkan browser lainnya menggunakan SVG.

5. Pembuatan Titik dan Garis. Apabila ingin dibuat garis batas Indonesia-Thailand yang memiliki titik-titik batas di koordinat (7°46’06”N, 95°33’06”E), (7°5’48”N, 96°36’30”E), (7°5.8’N, 96°36.5’E), (6°21.8’N, 97°54.0E) maka untuk membuat *polyline* yang melewati titik-titik tersebut digunakan syntax (lihat juga Gambar 1):

var indothai = new G*Polyline*
([newGLatLng(7.768333,95.55167),newGLatLng(7.085556,96.60139),newGLatLng(6.352222,97.9),newGLatLng(5.95,98.01806)],"#ff0000", 1);



Gambar2.12. Pembuatan titik dan garis

Dalam syntax tersebut dapat diatur koordinat titik yang dilewati dengan menggunakan **GLatLng**. Pada script di atas koordinat dimasukkan dengan menggunakan *new GLatLng(lintang, bujur)*, warna dari garis dapat diatur dengan memasukkan angka heksadesimal pada kolom G*Polyline*. G*Polyline* hanya

menerima input warna dalam angka heksadesimal, jadi tidak bisa menggunakan "red" untuk membuat warna merah. Tebal-tipisnya garis juga dapat diatur dengan mengganti tipe garis berupa angka. Perintah **G*Polyline*** digunakan untuk menampilkan suatu obyek dan Google map akan menggambarkannya sebagai kumpulan titik-titik yang relatif mudah dilakukan, tetapi hal ini mengakibatkan proses yang dilakukan tidak *compact*. Suatu garis yang panjang dan rumit akan memerlukan jumlah memory yang besar, memakan lebih banyak *bandwidth* dan akan mengakibatkan proses penggambaran menjadi lebih lama. Kekurangan lainnya adalah ketika dilakukan peningkatan *zoom level*. Suatu *polyline* akan tetap tergambar pada peta walaupun garis tersebut tidak ditampilkan pada muka peta. Google Maps API menyediakan solusi bagi masalah tersebut dengan menyediakan fitur *encoded polyline*, yang menyajikan kumpulan titik-titik untuk membentuk suatu *polyline* dengan menggunakan format yang telah terkompres dan dilambangkan dengan menggunakan karakter ASCII. Dengan menggunakan fitur *encoded polyline* ini maka garis yang tidak terlihat pada muka peta tidak akan digambarkan oleh browser sehingga akan lebih menghemat memory, bandwidth dan waktu penggambaran. Contoh dari penggunaan *encoded polyline* ini adalah pada saat pembuatan garis batas dari Indonesia-Malaysia, di mana terdapat 25 titik yang harus dihubungkan dengan garis. Syntax dalam pembuatan *encoded polyline* dapat dilihat pada script di bawah:

```
var indomalay1 = new G*Polyline*.fromEncoded({
color: "#FF0000",
weight: 1,
```

```
 points:
 "omg`@}q|vQl{dB_cmAvruDwciExuf@obd@rouEm~yFv}sAc~n
 Bbw`A{pvAjql@_ie AjseAsa}AvsMwo|@",
 levels: "BBBBBBBBBB",
zoomFactor: 32,
numLevels: 4
});
```

Pada script tersebut *color* menyatakkan warna dalam format heksadesimal. Sedangkan *weight* menyatakan tingkat ketebalan dari garis tersebut. *Points* menunjukkan kode ASCII titik-titik yang harus dilewati oleh garis *polyline* tersebut, algoritma dan cara pembuatan kode ASCII ini dapat dilihat langsung pada situs Google Maps. *Levels, zoom factor* dan *numLevel* mengatur tentang *zoom level*. Mengatur warna garis bisa sangat membantu dalam proses membedakan garis batas dengan dua Negara yang berbeda tetapi disambungkan dengan suatu *trijunction*.

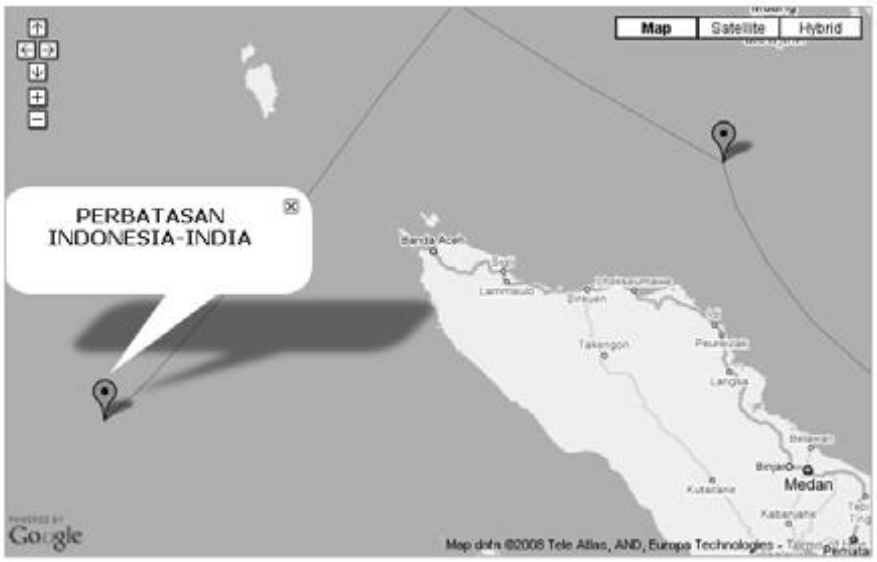
6. Pemberian Label dengan Menggunakan Marker. Garis merupakan suatu obyek yang berformat vektor yang ketika dioverlay garis tersebut akan berformat VML/SVG. Agar dapat diklik dan menghasilkan informasi, dierlukan *java script* yang terletak di tempat yang terpisah. Dalam file *java script* tersebut dinyatakan apa saja yang harus dilakukan ketika mouse berada di atas *polyline* ataupun ketika mouse mengklik *polyline* tersebut. Marker mengidentifikasikan titik yang ada di peta. Secara *default*, akan digunakan icon yang diberikan Google Maps, yang sesungguhnya bisa diganti dengan ikon lain. Dalam pembuatan GMarker harus disertakan GLatLng untuk menentukan koordinat posisi marker tersebut. Suatu marker didesain sebagai icon yang interaktif, pada settingan defaultnya suatu marker akan menerima “click” event, dan bisaanya disertakan juga suatu *event listeners* yang akan menampilkan

window baru yang bisaanya berisi informasi tambahan mengenai lokasi marker tersebut. Misalnya akan memberikan keterangan pada salah satu titik batas antara Indonesia dengan India maka harus dibuat sebuah jendela yang memuat keterangan tentang titik batas tersebut. Untuk memuat keterangan tersebut sebaiknya digunakan window baru yang akan muncul apabila marker diklik. Window tersebut dibuat dengan script berikut:

```
var WINDOW_inaindia = '<div style="width: 210px; padding-right:10px"><center><b>PERBATASAN INDONESIA-INDIA<b> </center><\/div>';
```

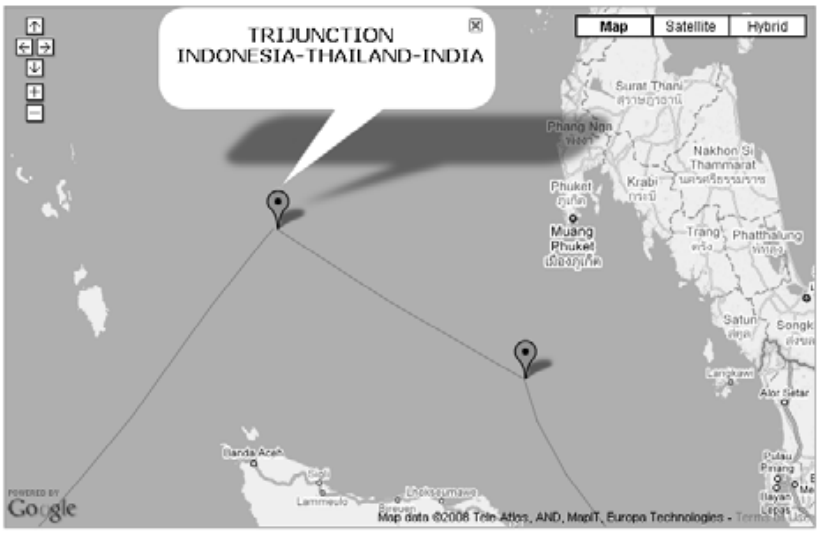
Pada window_inaindia tersebut akan ditampilkan tulisan “PERBATASAN INDONESIA-INDIA” untuk menginformasikan bahwa titik tersebut merupakan salah satu titik yang merupakan perjanjian batas antara Indonesia dengan India. Untuk bias menampilkan marker yang akan memuat window tersebut digunakan script berikut sehingga muncul jendela seperti pada Gambar 2.13.

```
var
inaindia=newGMarker(new
GLatLng(4.027778,92.39861));
map.addOverlay(inaindia);
GEvent.addListener(inaindia, "click", function() {
inaindia.openInfoWindowHtml(WINDOW_inaindia);
});
```



Gambar 2.13. Pemberian label

Hal serupa bisa dilihat untuk titik lain seperti trijunction point dan sebagainya, seperti yang terlihat di Gambar 2.14.



Gambar 2.14. Gambar marker dengan 3 titik