



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

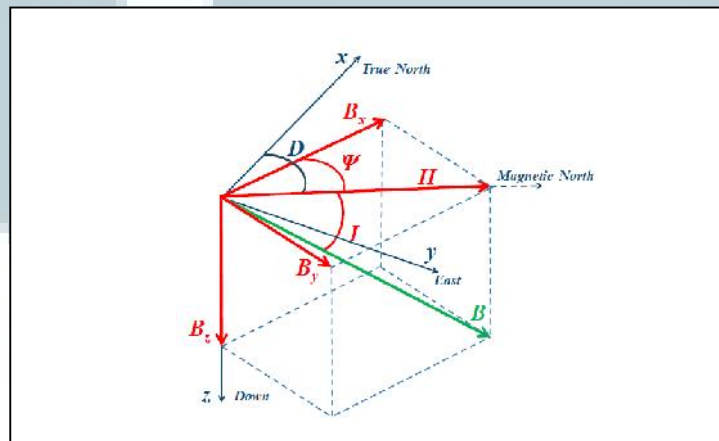
This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Medan Magnet Bumi Dalam Koordinat Kartesian

Pada lokasi manapun, medan magnet bumi dapat diwakili oleh vektor tiga dimensi. Menggunakan sistem koordinat kartesian, sumbu X merupakan sudut menuju utara geografis bumi, sumbu Y merupakan timur geografis bumi dan sumbu Z mengarah ke bawah. Sudut deklinasi  $D$  merupakan sudut antara kutub utara bumi secara geografis dengan kutub utara magnet, yang dapat digambarkan pada gambar 2.1 (Haris, 2011).



Gambar 2.1. Medan magnet bumi dalam Koordinat Kartesian (Haris, 2011)

Selain terjadi penyimpangan arah utara geografis dan selatan magnet, jarum kompas juga mengalami kedudukan yang tidak mendatar. Penyimpangan arah mendatar itu terjadi karena garis-garis gaya magnet bumi tidak sejajar dengan permukaan bumi (bidang horizontal). Akibat dari hal tersebut, jarum kompas yang menunjuk arah kutub utara, akan menyimpang baik keatas maupun kebawah

terhadap permukaan bumi. Penyimpangan pada jarum kompas tersebut akan membentuk sudut terhadap bidang datar permukaan bumi. Sudut yang dibentuk oleh kutub utara jarum kompas dengan bidang datar disebut sudut inklinasi  $I$ .

Dari gambar diatas, sudut Deklinasi  $D$  dapat didapat dengan

$$\tan D = Y/X, \quad \dots \text{rumus 2.1}$$

total kekuatan medan magnet  $F$  adalah,

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad \dots \text{rumus 2.2}$$

dan sudut inklinasi  $I$

$$\tan I = Z/\sqrt{X^2 + Y^2} = Z/H \quad \dots \text{rumus 2.3}$$

di mana  $H$  merupakan kekuatan magnetik pada bidang horizontal (Haris, 2011).

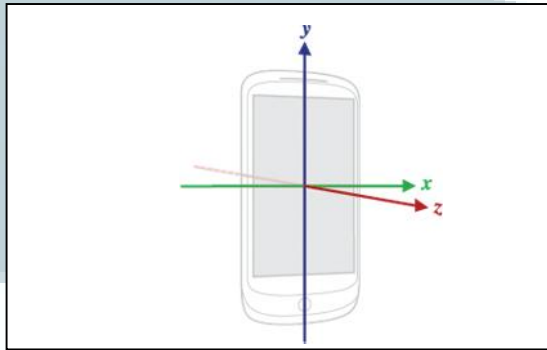
## 2.2 Magnetometer

Magnetometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan suatu benda magnetik.

### 2.2.1 Tri-axial Magnetometer

Magnetometer yang tertanam pada *smartphone* dapat mengukur kekuatan medan magnet bumi melalui tiga arah atau dikenal dengan *tri-axial* magnetometer (James, 2011). Sensor *tri-axial* magnetometer pada *smartphone* diwakili oleh X, Y dan Z yang mengikuti kaidah aturan tangan kanan sesuai dengan gaya Lorentz. X berada pada bidang horizontal dan mengarah ke kanan, Y berada pada bidang vertikal dan mengarah ke depan dan Z mengarah ke atas, yang dapat digambarkan pada gambar 2.2.

Sesuai yang dijabarkan pada website *develeoper.android.com* sebagai situs resmi pengembangan aplikasi Android. Sensor *magnetic field* pada Android akan mengukur kekuatan magnet pada ketiga sumbu tersebut. Arah sensor pada *smartphone* tidak berganti meskipun orientasi layar dimiringkan oleh pengguna.



Gambar 2.2. Arah sensor pada *smartphone* (Android, 2012)

Satuan magnetometer menggunakan satuan *microtesla* ( $\mu\text{T}$ ), di mana 1 juta *microtesla* sama dengan 1 *T (tesla)*. Dari besaran kekuatan magnet yang di dapat pada arah X, Y dan Z dapat digunakan untuk perhitungan kekuatan medan magnet  $F$  (total) , di mana  $F = \|\text{Bx} + \text{By} + \text{Bz}\|$  (Haris, 2011).

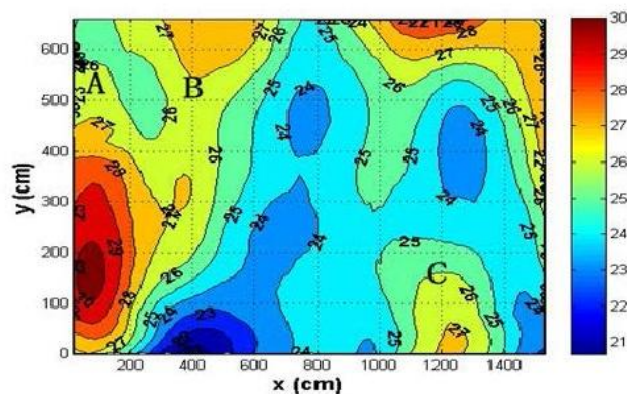
### 2.3 Magnetic Field Fingerprinting Map

*Fingerprinting* adalah metode yang memasukkan beberapa nilai ke dalam *database* dan memetakannya. Metode tersebut umum digunakan ketika *propagation* (perambatan gelombang) tidak dapat diprediksi, metode tersebut memungkinkan untuk menggunakan banyak sampel dan menjangkau area yang luas (Binghao, 2012). Metode *fingerprinting* untuk lokalisasi disebut *scene*

*analysis*, salah satu pengaplikasiannya adalah pada pemetaan kekuatan sinyal pada jaringan WiFi pada suatu gedung (Christian, 2012).

*Fingerprinting* dilakukan dalam dua tahap, yakni tahap *offline* dan *online*. Pada tahap *offline* data magnetik pada setiap lokasi akan ditampung ke dalam sebuah *database* dan kemudian dibuat pemetaan sesuai dengan kekuatan magnetiknya. Nilai yang ditampung pada *database* berupa kekuatan medan magnet pada posisi X, Y dan Z yang didapat dari sensor *tri-axial* magnetometer. Pada tahap *online*, akan dilakukan perhitungan nilai medan magnet yang didapat oleh *device* pengguna yang dibandingkan dengan data yang ada pada *database* (Eung, 2012).

Peletakan posisi *device* pada saat pengambilan sampel yang terbaik terdapat pada bagian bawah dada, dibandingkan dengan pergelangan tangan, kaki dan pundak yang memiliki angka rata-rata perbedaan nilai magnetik mencapai 20% (Kai, 2012). Berikut adalah contoh pemetaan magnetik yang digunakan menggunakan bantuan Matlab (Eung, 2012).



Gambar 2.3. Peta hasil *fingerprint* medan magnet (Eung, 2012)

## 2.4 GPS

GPS merupakan singkatan dari *Global Positioning System* yang merupakan sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan menggunakan bantuan satelit. GPS pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika yang digunakan untuk kepentingan militer. Secara umum, penggunaan GPS untuk kegiatan navigasi *outdoor* memiliki tingkat keakurasian 50 sampai dengan 150 meter bila menggunakan proses triangulasi pada tower seluler, sedangkan penggunaan sensor satelit GPS secara langsung memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi, yakni mampu mencapai keakurasian 1 hingga 10 meter (Jeff, 2012).

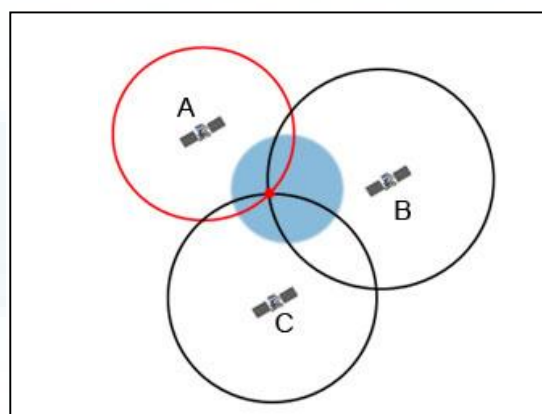
GPS terdiri dari tiga segmen yakni *space segment*, pengendali (*controller segment*) dan penerima (*receiver segment*). GPS menggunakan 27 dari 30 satelit yang masih mengorbit hingga saat ini, sebanyak 3 satelit lainnya digunakan sebagai cadangan. Penggunaan 27 *slot* satelit tersebut merupakan pengembangan dari penggunaan *slot* sebelumnya yang hanya 24 satelit. Ke-27 satelit tersebut mengorbit bumi pada jarak 20.200 km dengan waktu orbit selama 12 jam (GPS, 2012). Satelit yang mengorbit diatas permukaan bumi akan memancarkan sinyal dan informasi ke *receiver* secara kontinyu. *Controller* berperan dalam mengecek kondisi satelit, penentuan posisi orbit, sinkronisasi waktu antar satelit dan mengirimkan data ke satelit. *Receiver* bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi, jarak dan waktu (Hakan, 2010).

### 2.4.1 Penentuan Posisi pada GPS

GPS bekerja dengan cara mengumpulkan data yang didapat dari sinyal yang dipancarkan setiap satelit secara terus-menerus, data-data tersebut berupa informasi mengenai kapan sinyal tersebut dikirimkan berdasarkan jam atom yang terdapat pada satelit dan satelit mana yang mengirimnya, kemudian data-data tersebut diproses pada GPS *receiver* untuk mengetahui posisi, jarak sebuah satelit pengirim sinyal dan juga jarak antar beberapa satelit pengirim sinyal (Ivis, 2006).

Dari proses pengambilan lokasi-lokasi tersebut akan diperoleh koordinat yang disebut sebagai *waypoint* (gari lintang dan garis bujur pada peta). Kemudian, dengan menerapkan metode satelit *trilateration* akan memperhitungkan perkiraan posisi dari *receiver*.

*Trilateration* merupakan sebuah metode untuk menemukan suatu letak relatif dengan menggunakan geometri lingkaran. *Trilateration* membandingkan posisi *receiver* sebuah satelit dengan satelit lainnya, masing-masing satelit memiliki jarak yang berbeda dengan *receiver*. Sehingga, titik perpotongan antara ketiga satelit tersebut merupakan posisi estimasi *receiver* berada (Bajaj, 2002).

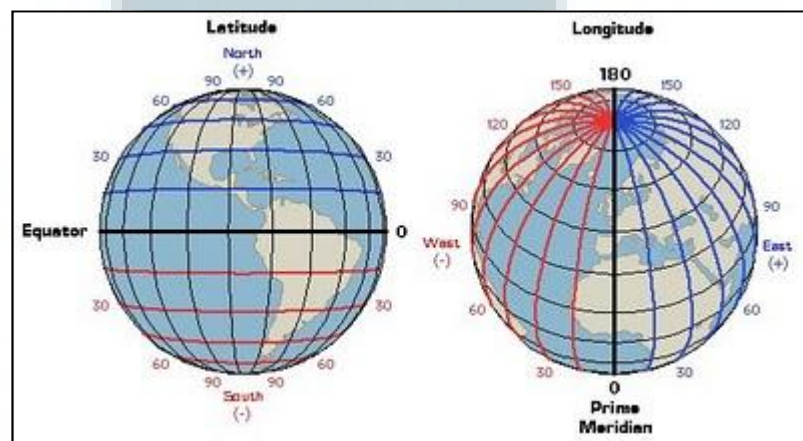


Gambar 2.4. *Trilateration* pada tiga satelit (Physics, 2013)

Apabila tidak terdapat satelit yang cukup, maka metode *trilateration* tidak dapat dilakukan. GPS akan menggunakan metode absolut atau yang dikenal dengan *point positioning*, di mana posisi *receiver* akan ditentukan menggunakan hanya dengan sebuah satelit. Ketelitian posisi dari *receiver* tidak akurat dan diperuntukan hanya untuk navigasi.

#### 2.4.2 Sistem Koordinat

Sistem koordinat yang digunakan pada perangkat GPS adalah koordinat geografi. Koordinat ini diukur dalam lintang dan bujur dalam besaran derajat desimal ataupun derajat menit detik. Garis lintang (*latitude*) diukur berdasarkan pada bidang ekuator sebagai titik NOL (0 sampai 90 positif kearah utara dan 0 sampai 90 negatif kearah selatan). Garis bujur (*longitude*) berpusat di Greenwich sebagai titik NOL (0 sampai 180 kearah timur dan 0 sampai 180 kearah barat) yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5. Sistem koordinat geografi bumi  
([http://meteonorm.com/uploads/pics/latlon\\_prefix.png](http://meteonorm.com/uploads/pics/latlon_prefix.png))



### 2.4.3 WGS-84

Untuk menentukan suatu koordinat yang diperoleh, GPS menggunakan referensi global datum yaitu *World Geodetic System 1984 (WGS'84)*. *World geodic system* merupakan sebuah acuan dasar yang banyak digunakan dalam bidang katrografi (pembuatan peta) dan navigasi (Abidin, 2007).

Sistem WGS 84 adalah sistem terestrial konvensional (*Conventional Terrestrial System, CTS*). Pendefinisian sitem koordinatnya mengikuti kriteria yang ditetapkan oleh IERS (*International Earth Rotation Sevice*) yaitu sebagai berikut :

1. Titik Nol koordinat terdapat pada pusat massa bumi (Geosentrik). Di mana massa bumi mencakup lautan dan juga atmosfer.
2. Skalanya adalah kerangka bumi lokal dalam terminologi relativitas dari gravitasi.
3. Orientasi awal dari sumbu – sumbu koordinatnya adalah didefinisikan oleh orientasi *Bereau International de I'Heure ( BIH )* epok 1984.0.
4. Sumbu Z mengarah ke IERS reference pole. Sumbu X nya berada dibidang ekuator dan pada bidang *IERS Reference Meridian ( IRM )*. Sumbu Y tegak lurus terhadap sumbu X dan sumbu Z, dan membentuk sistem koordinat tangan kanan (*Right-Handed System* ).
5. Evolusi waktu dari orientasinya tidak mempunyai residu pada rotasi global terhadap kerak bumi.

Datum WGS 84 direalisasikan dengan menggunakan koordinat dan sistem penjejak (*Tracking Stations*) yang didistribusikan secara global serta

memiliki ketelitian absolut sekitar 1 – 2 meter. Sejak Januari 1987, *Defence Mapping Agency (DMA)* Amerika Serikat mulai menggunakan WGS 84 dalam menghitung orbit teliti (*Precise Ephemeris*) untuk satelit TRANSIT.

#### 2.4.4 Kelemahan GPS

Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan lemahnya akurasi GPS, yakni sebagai berikut (Maurizio, 2004).

- a. Referensi waktu, untuk mendapatkan lokasi *device* secara akurat, diperlukan minimal 4 sinyal satelit yang harus didapat.
- b. *Multipath*, GPS *receiver* tidak hanya menerima sinyal langsung dari satelit tapi bisa saja diterima akibat dari pantulan benda lain, seperti bangunan gedung. Lamanya sinyal yang sampai ke penerima GPS dapat mengganggu keakurasian pengukuran posisi *receiver*.
- c. Jumlah satelit yang tampak. Semakin tinggi sinyal dari satelit GPS, maka akan semakin baik ketelitiannya. Benda-benda yang dapat mengganggu sinyal seperti bangunan yang keras dan benda elektronik yang memancarkan sinyal yang tinggi dapat menyebabkan kesalahan posisi bahkan tidak adanya pendektasian posisi sama sekali.

Pada proses penggunaan GPS dalam gedung menghasilkan jarak kesalahan posisi hingga mencapai 100 meter atau bahkan tidak terbaca sama sekali. Akan tetapi, bila menggunakan bantuan A-GPS (*Assisted-GPS*) tingkat kesalahan posisi yang didapat mengecil menjadi 50 meter (Liu, 2007).

## 2.5 Android

Android adalah sebuah sistem operasi telepon seluler berbasis Linux yang bersifat *open source*, di mana *open source* merupakan sebuah istilah untuk *software* yang memberikan hak penuh untuk mengakses ataupun memodifikasi *source code* dan mendistribusikannya tanpa ada biaya (Opensource, 2013).

Android menyediakan akses yang sangat luas kepada pengembang aplikasi untuk menggunakan *library* dan *tools* yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi secara gratis. Pada awalnya Android dimiliki oleh Android Inc yang kemudian dibeli seluruh sahamnya oleh Google Incorporation. Sistem Operasi Android digunakan diberbagai merk *smartphone* baik Google, HTC (High Tech Computer), Intel, Motorola, Qualcomm, Samsung, T-Mobile dan Nvidia.

Terdapat beberapa fitur yang disediakan oleh Android (Android, 2013):

- a. *Application framework* yang memungkinkan pengguna menggunakan komponen-komponen pengembang aplikasi yang tersedia.
- b. *Dalvik virtual machine* yang dioptimalkan untuk perangkat *mobile*.
- c. *Integrated browser* berbasis *open source Webkit engine*.
- d. *Optimized graphics* yang diperkuat dengan custom *2D graphics library* dan *3D graphics* berbasis OpenGL ES 1.0.
- e. SQLite sebagai *database* untuk menyimpan data.
- f. *Media support* untuk format audio, video dan gambar.
- g. GSM Telephony.
- h. Bluetooth, EDGE, 3G dan WiFi.
- i. Sensor akselerometer, giroskop dan magnetometer.