

SURVEYING

(CIV – 104)

**PERTEMUAN 2 :
SISTEM SATUAN, ARAH DAN
MENENTUKAN POSISI DALAM SURVEYING**



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA
Jl. Boulevard Bintaro Sektor 7, Bintaro Jaya
Tangerang Selatan 15224

Sistem satuan

1) Panjang dan Luas

Satuan SI (Sistem internasional)

Dasar pengukuran panjang diambil meter internasional atau meter standar yang tersimpan di Bureau internationale des Poids et Mesures Breteuil (Paris), yaitu sepersepuluh juta panjang meridian bumi dan merupakan jarak antara dua garis pada kedua ujung meter standar

Kemudian ditetapkan ditentukan dengan gelombang garis merah muda pada spektrum dari krypton isotop 86 pada tahun 1960 pada konferensi La Xle Conference Generale des Poids et Mesures di Paris

Sistem satuan

2) Sudut

Dasar pengukuran : Lingkaran yang dibagi menjadi 4 bagian , disebut kuadran

Sistem satuan sudut ada tiga macam ,
yaitu :

- **Sexagesimal**, membagi lingkaran dalam 360° , sehingga 1 kuadran = 90° . Satu derajat dibagi dalam 60 menit dan satu menit dibagi dalam 60 sekon
- **Centicimal**, lingkaran dibagi ke dalam 400 grade (400^g), 1 grade dibagi lagi menjadi 100 centigrade dan 1 centigrade dibagi dalam 100 centi-centigrade

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

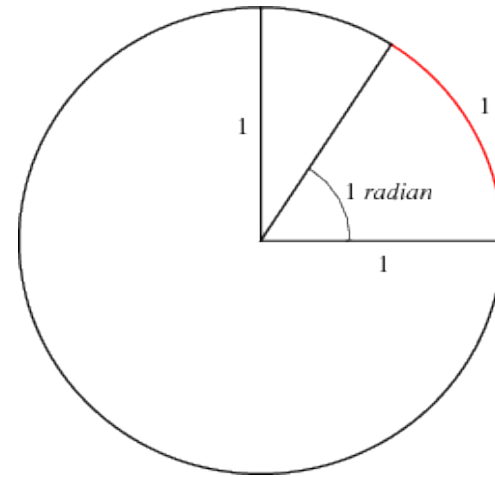
$$1^g = 100^c = 10000^{cc}$$

Sistem satuan

2) Sudut

- **Radian**, satu lingkaran dibagi menjadi 2π radian, yang disimbolkan dalam ρ (rho). Pengertian radian itu sendiri adalah sudut pusat dalam lingkaran yang memiliki panjang busur sama dengan jari-jari lingkaran

$$2\pi \text{ radian} = 360^\circ = 400^g$$



Sistem satuan

Contoh Soal

- 1) Konversi dari derajat ke radian

$$78^{\circ}49'40'' = \dots\dots\dots\text{rad}$$

Maka :

$$\frac{78^{\circ}49'40''}{360^{\circ}} \times 2\pi = \frac{78 + \frac{49}{60} + \frac{40}{3600}}{360^{\circ}} \times 2\pi = 1,375804264 \text{ rad}$$

- 2) Konversi dari grid ke derajat

$$104^g58^c77^{cc},75 = \dots\dots^{\circ}$$

Maka :

$$\frac{104^g58^{cc}77^{cc},75}{400^g} \times 360^{\circ} = \frac{104 + \frac{58}{100} + \frac{77,75}{10000}}{400} \times 360^{\circ} = 94,1289975$$
$$94,1289975 = 94^{\circ}07'44.39''$$

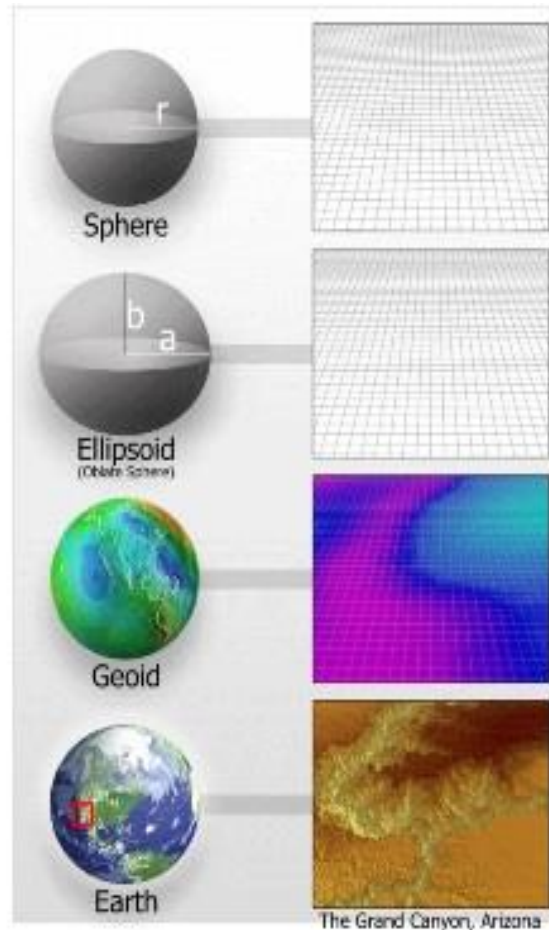
Sistem proyeksi peta

Proyeksi peta adalah suatu ilmu yang mempelajari cara pemindahan data topografi dari atas permukaan bumi ke atas permukaan peta, sehingga perubahan bentuk dan besaran data tersebut dapat dirumuskan dengan suatu formula tertentu

**Bentuk
Bumi**

Matematis

Aktual

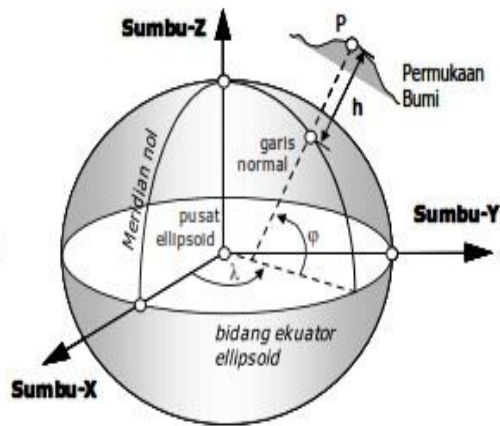


Sistem proyeksi peta

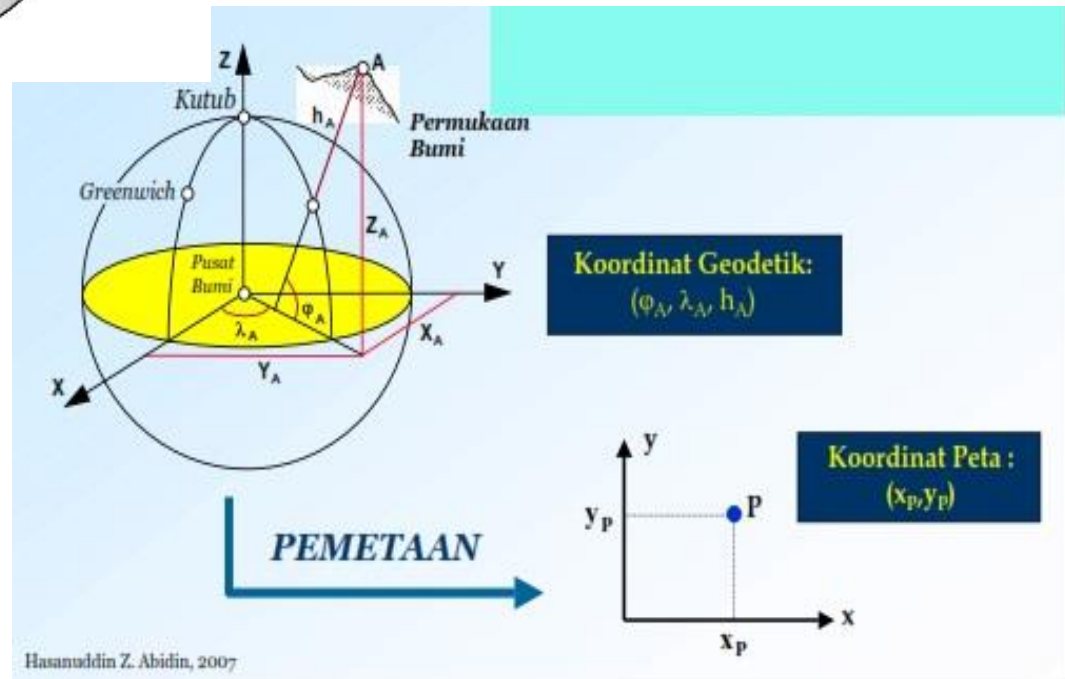
Pemetaan sebagai proses transformasi koordinat titik-titik obyek
Dari sistem geodetik (ϕ, λ, h) $\longrightarrow$ sistem koordinat (x, y)

dimana

ϕ adalah lintang geodetik
 λ adalah bujur geodetik
 h adalah tinggi ellipsoid



Hasanuddin Z. Abidin, 2001

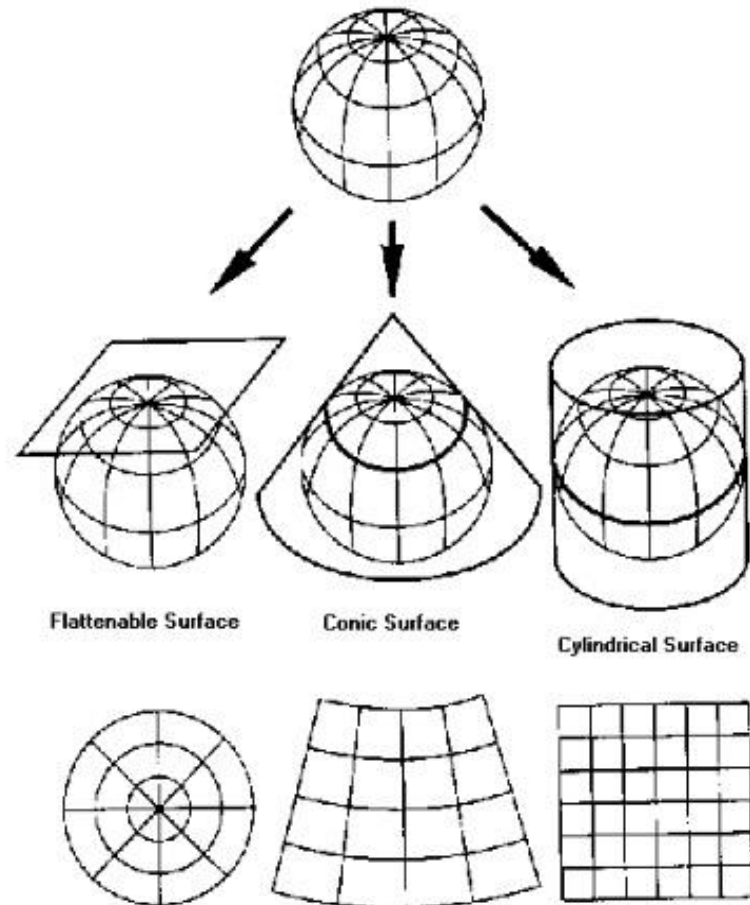


Hasanuddin Z. Abidin, 2007

Sistem proyeksi peta

A. Berdasarkan jenis bidang proyeksi

- **Proyeksi bidang datar**, disebut juga proyeksi azimuthal atau zenithal, merupakan jenis proyeksi peta yang menggunakan bidang datar sebagai bidang proyeksinya.
- **Proyeksi kerucut**, menggunakan bidang kerucut sebagai bidang proyeksinya sehingga tidak mengubah bentuk dan besaran data yang ditampilkan.
- **Proyeksi silinder**, menggunakan silinder sebagai bidang proyeksinya



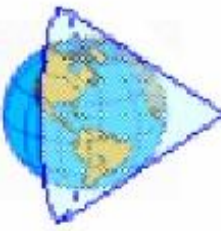
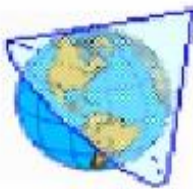
Sistem proyeksi peta

B. Berdasarkan kedudukan bidang proyeksi

- **Proyeksi normal**, merupakan proyeksi yang garis karakteristiknya berhimpit dengan sumbu pendek elipsoid sehingga antara kedua garis tersebut tidak membentuk sudut. Garis karakteristik adalah garis sumbu dari bidang proyeksi peta.
- **Proyeksi miring**, jenis proyeksi yang garis karakteristiknya membentuk sudut lancip dengan sumbu pendek elipsoid, atau dengan kata lain membentuk sudut dengan bidang ekuatornya.
- **Proyeksi transversal**, merupakan jenis proyeksi yang garis karakteristiknya terletak di bidang ekuator atau berpotongan tegak lurus dengan sumbu pendek elipsoidnya.

-

Sistem proyeksi peta

Jenis Proyeksi	Normal	Transversal	Miring
Azimuthal			
Kerucut			
Silinder			

Sistem proyeksi peta

C. Berdasarkan jenis unsur yang bebas dari distorsi

- **Proyeksi conform**, jenis proyeksi yang mempertahankan besar sudutnya, sehingga sudut pada bidang lengkung (elipsod) akan sama besar dengan sudut pada bidang proyeksinya.
- **Proyeksi Equidistant**, jenis proyeksi yang mempertahankan panjang jarak, sehingga panjang jarak pada bidang lengkung (elipsoid) akan sama besar dengan panjang jarak pada bidang proyeksinya.
- **Proyeksi Equivalent**, jenis proyeksi yang mempertahankan besar luasnya, sehingga luas pada bidang lengkung (elipsoid) akan sama besar dengan luas pada bidang proyeksinya.

Sistem proyeksi peta

D. Berdasarkan gabungan ketiga kelompok di atas.

- **Proyeksi Silinder normal conform**, merupakan jenis proyeksi peta yang menggunakan bidang proyeksi silinder dengan kedudukan normal dan sifat distorsinya conform. Contoh Proyeksi Mercator.
- **Proyeksi kerucut normal conform**, merupakan jenis proyeksi peta yang menggunakan bidang proyeksi kerucut dengan kedudukan normal dan sifat distorsinya conform. Contoh Proyeksi Lambert.
- **Proyeksi silinder transfersal conform**, merupakan jenis proyeksi peta yang menggunakan bidang proyeksi silinder dengan kedudukan transversal dan sifat distorsinya conform. Contoh Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM)
- **Proyeksi azimuthal/zenithal normal conform**, merupakan jenis proyeksi peta yang menggunakan bidang proyeksi datar dengan kedudukan normal dan sifat distorsinya conform. Contoh Proyeksi Polar Stereografis

Sistem proyeksi peta

Di Indonesia, proyeksi peta yang umum di pakai adalah proyeksi Polyeder, proyeksi Mercator dan proyeksi Universal Tranverse Mercator (UTM)

Sistem koordinat

Sistem koordinat sangat tergantung dari beberapa hal antara lain :

- titik asal (titik nol) sistem koordinat
- orientasi dari sistem salib sumbu
- parameter posisi dari sistem koordinat

Sistem koordinat

A. Sistem koordinat kartesian

koordinat P mempunyai jarak pada sumbu X yang disebut **absis** sebesar 3 dan mempunyai jarak pada sumbu Y yang disebut **ordinat** sebesar 5.

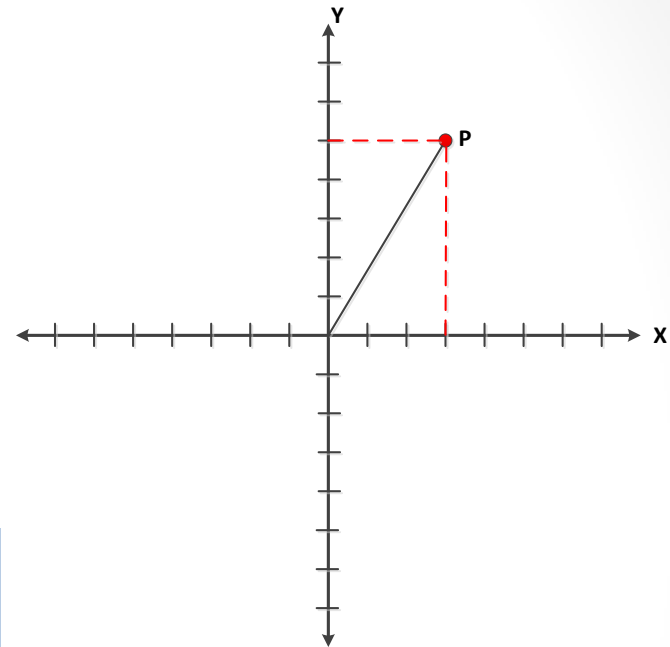
Sedangkan **d** merupakan jarak dari pusat sumbu koordinat (O) ke titik P. Nilai **d** dapat dihitung dengan persamaan :

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Jika d merupakan jarak antara dua titik, secara umum d dapat dihitung menggunakan

persamaan sebagai berikut

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

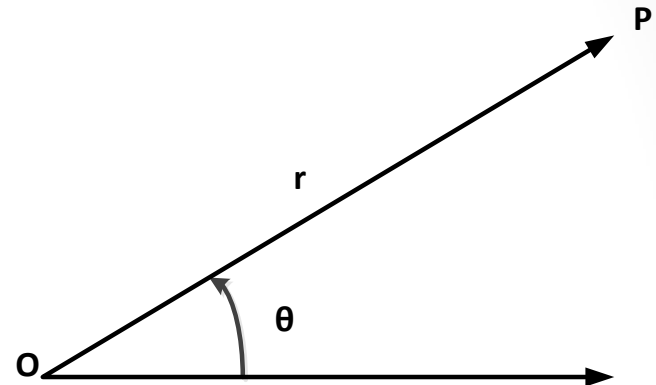


Sistem koordinat

B. Sistem koordinat polar

koordinat suatu titik didefinisikan fungsi dari arah dan jarak dari titik ikatnya.

Jika O merupakan titik pusat koordinat dan garis OX merupakan sumbu axis polar, maka titik P dapat ditentukan koordinatnya dalam sistem koordinat polar berdasarkan sudut vektor (θ) dan radius vektor (r) atau (garis OP) yaitu P (r, θ)



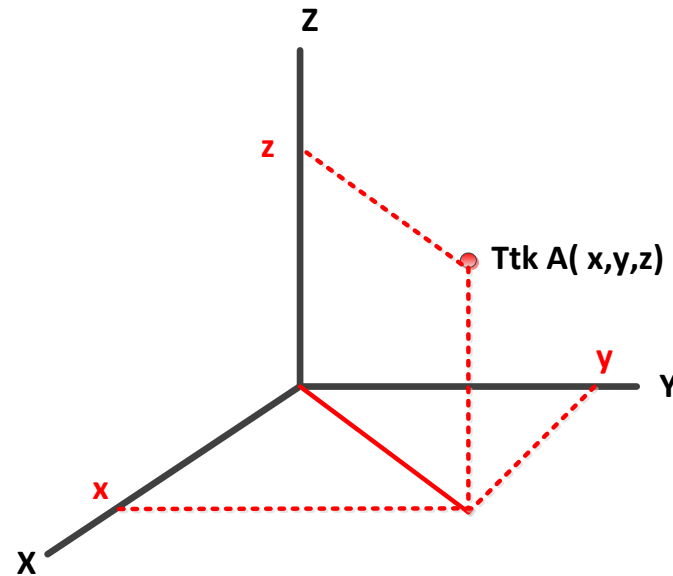
θ (+) jika berlawanan arah jarum jam

θ (-) jika *searah* jarum jam

Sistem koordinat

C. Sistem koordinat tiga dimensi

- Sistem Koordinat Kartesian 3 Dimensi, pada prinsipnya sama dengan sistem koordinat kartesian 2 Dimensi, hanya menambahkan satu sumbu lagi yaitu sumbu Z, yang ketiganya saling tegak lurus. Titik O merupakan titik pusat dari ketiga sumbu koordinat X, Y, dan Z. Sedangkan titik P didefinisikan dengan $P(x, y, z)$. Penggunaan sistem koordinat kartesian 3 Dimensi banyak digunakan dalam pengukuran menggunakan sistem GPS.
- Sistem koordinat Bola
- Sistem koordinat elipsoida

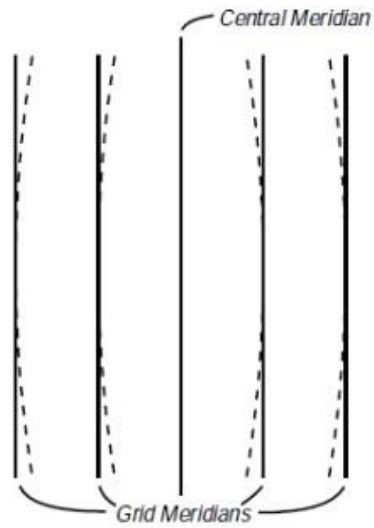
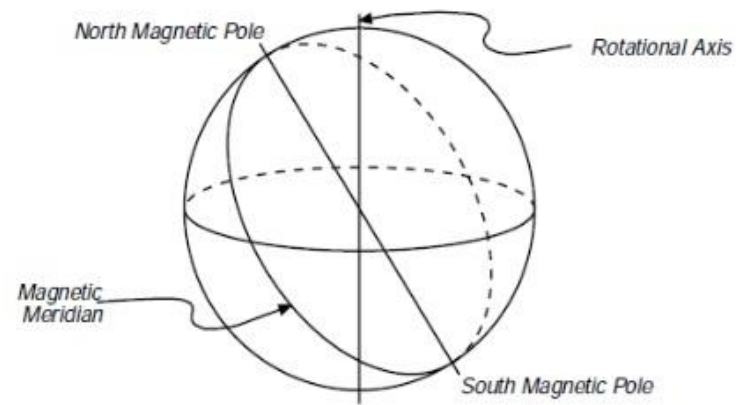
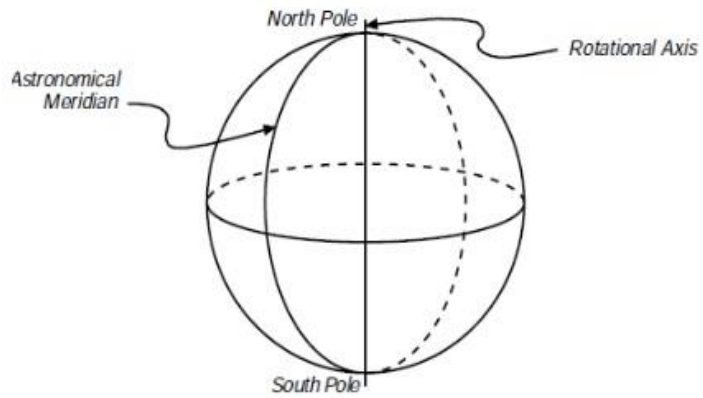


Meridian

Meridian adalah sebuah garis khayal pada permukaan bumi, tempat kedudukan titik-titik dengan bujur yang sama, menghubungkan kutub utara dan kutub selatan

- **Astronomical meridian**, adalah bidang yang dibuat melalui suatu titik di permukaan bumi tertentu dan melalui sumbu putar/rotasi bumi. Arah dari bidang ini dapat pula ditentukan dengan mengamati posisi matahari atau bintang atau dengan alat gyroscope.
- **Magnetic meridian**, arah yang ditunjukkan oleh jarum magnetik. Kutub magnet bumi tidak tetap tempatnya, berpindah secara periodik, sehingga arah Utara kutub magnet bumi yang ditunjukkan oleh jarum magnet berubah pula.
- **Assumed Meridian**, suatu garis/arah yang dapat diambil sebagai arah referensi (arah Utara). Biasanya digunakan untuk survey yang daerahnya terbatas.
- **Grid meridian**, dibagi menjadi dua :
 - a. **Garis true meridian**, garis-garis dipermukaan bumi yang akan menjadi satu (konvergen) di titik-titik kutub Utara dan Selatan.
 - b. **Garis magnetic meridian**, garis-garis di permukaan bumi yang berkonvergensi pada kutub-kutub magnet bumi (arahnya berubah dari waktu ke waktu)

Meridian



Jenis peta dan skalanya

Peta dapat didefinisikan sebagai representasi grafis dari dunia nyata (real world) dari suatu ruang (space)

I. Berdasarkan sumber datanya

- **Peta induk (*basic map*)**, peta yang dihasilkan dari survey di lapangandan dilakukan secara sistematis. Karena sering digunakan sebagai peta dasar untuk pemetaan topografi, maka dikenal juga sebagai peta dasar (*base map*)
- **Peta turunan (*derived map*)**, peta yang dibuat berdasarkan acuan peta yang sudah ada, sehingga survei langsung ke lapangan tidak diperlukan di sini.

Jenis peta dan skalanya

II. Berdasarkan jenis data yang disajikan

- **Peta topografi**, peta yang menggambarkan semua unsur topografi yang nampak di permukaan bumi, baik unsur alam maupun buatan manusia serta menggambarkan pula keadaan relief permukaan bumi.
- **Peta tematik**, peta yang hanya menyajikan data-data atau informasi dari suatu konsep yang tertentu saja baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Contoh peta tematik, peta geologi, peta gaya berat, peta tata guna lahan

III. Berdasarkan skalanya

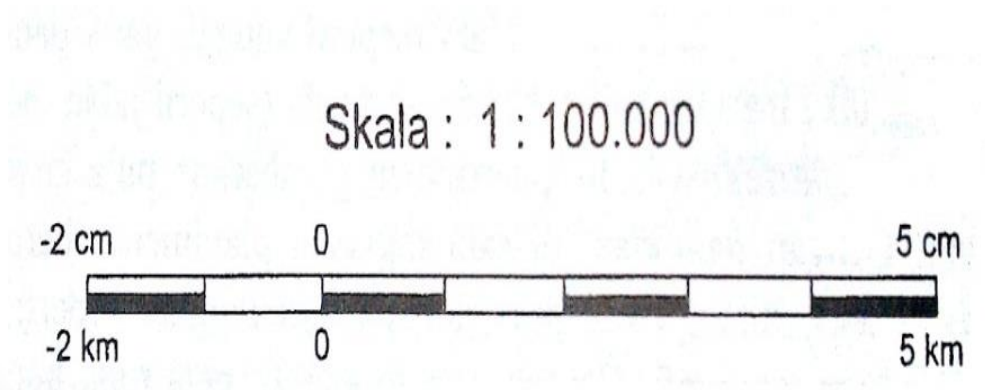
- **Peta skala kecil**, peta yang hanya dapat menyajikan data dalam ukuran kecil. Contoh 1:500.000 , 1:1.000.000 atau yang lebih kecil lagi
- **Peta skala sedang**, peta yang menyajikan gambar dalam ukuran yang semi rinci. Misal skala 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 , 1:25.000.
- **Peta skala besar**, skala peta yang menyajikan gambar dalam ukuran besar sehingga data-data topografi dapat digambarkan secara rinci. Misalnya skala 1:10.000, 1:5000 ,1:1000. 1:500 dan skala yang lebih besar lagi.

Jenis peta dan skalanya

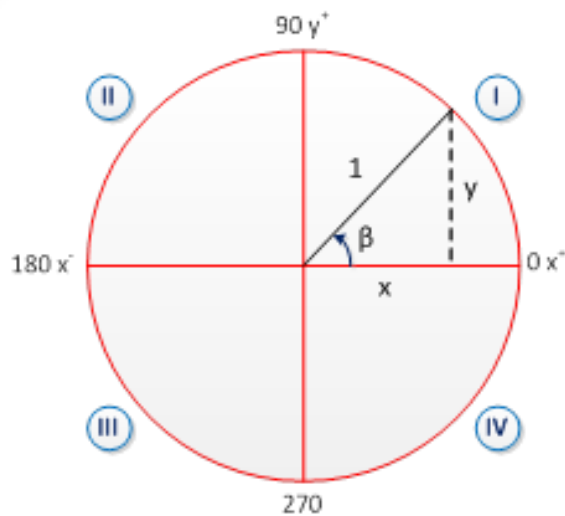
Skala peta adalah angka perbandingan antara panjang suatu obyek atau jarak antara dua titik di peta dengan panjang atau jarak antara dua titik tersebut di lapangan.

Dibedakan menjadi :

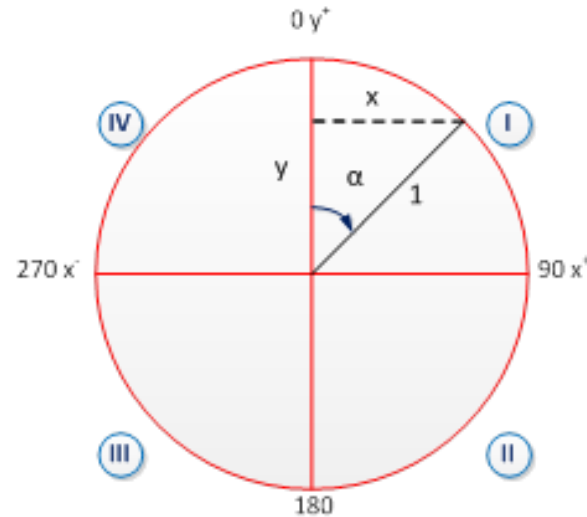
- **Skala grafis** : suatu bentuk penyajian skala peta di atas garis lurus yang memiliki panjang tertentu dan pada sisi garis yang satu dituliskan panjang garis tersebut di peta (dalam satuan cm) serta di sisi lain dituliskan panjang garis tersebut di lapangan (dalam satuan km).
- **Skala numeris** : suatu bentuk penyajian skala peta dengan menuliskan langsung besaran skala tersebut. Jadi dengan skala numeris ini pengguna peta dapat langsung mengetahui besaran skala tersebut



Sudut arah dan sistem kuadran



Ilmu ukur sudut

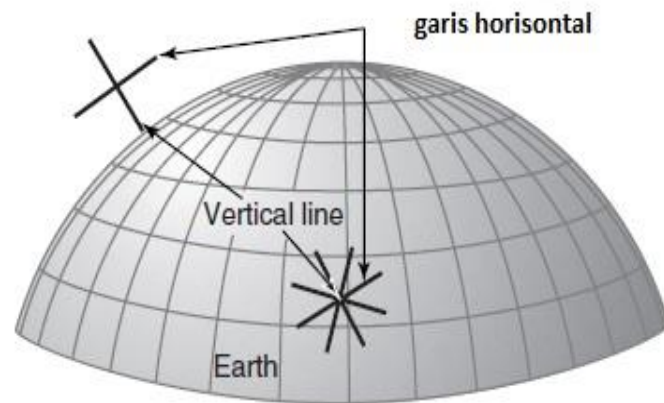
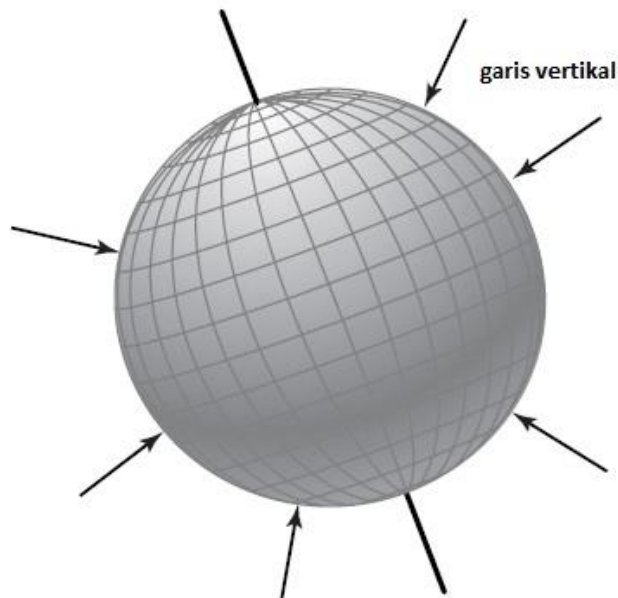


Ilmu ukur tanah

ILMU UKUR TANAH					ILMU UKUR SUDUT				
Kuadran	I	II	III	IV	Kuadran	I	II	III	IV
Absis X	+	+	-	-	Absis X	+	-	-	+
Ordinat y	+	-	-	+	Ordinat y	+	+	-	-
$\sin \alpha = \frac{x}{1} = x$	+	+	-	-	$\sin \beta = \frac{y}{1} = y$	+	+	-	-
$\cos \alpha = \frac{y}{1} = y$	+	-	-	+	$\cos \beta = \frac{x}{1} = x$	+	-	-	+
$tg \alpha = \frac{x}{y}$	+	-	+	-	$tg \beta = \frac{y}{x}$	+	-	+	-

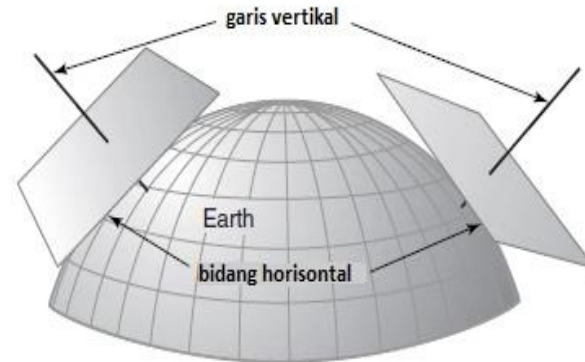
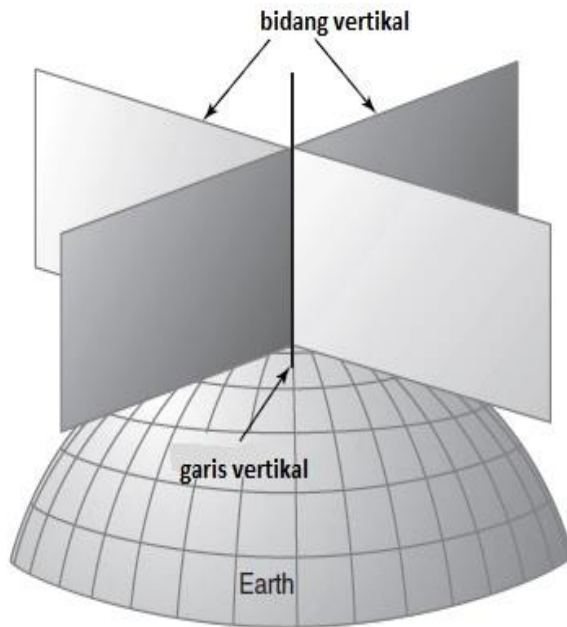
Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

- **Garis vertikal**, garis yang searah gravitasi bumi/ gaya beratnya, hal ini secara mudah ditunjukkan dengan unting-unting. Dalam satu titik, terdapat satu garis vertikal yang melalui titik tersebut.
- **Garis horisontal**, suatu garis yang tegak lurus (membentuk sudut 90°) terhadap garis vertikal. Dalam satu titik, terdapat jumlah garis horisontal yang tak terbatas.



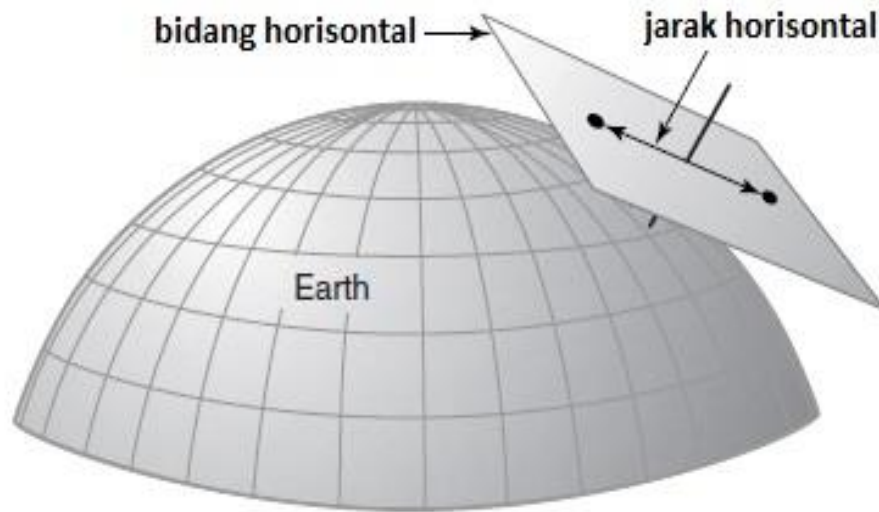
Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

- **Bidang vertikal**, bidang datar yang melalui garis vertikal, untuk suatu garis vertikal memiliki bidang vertikal yang tak terbatas.
- **Bidang horisontal**, suatu bidang yang tegak lurus terhadap garis vertikal, atau dengan kata lain adalah tempat kedudukan garis horisontal yang melalui suatu titik tersebut.



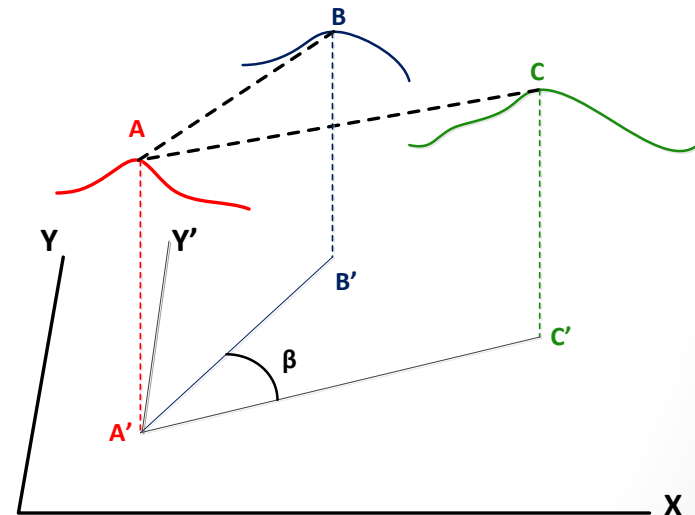
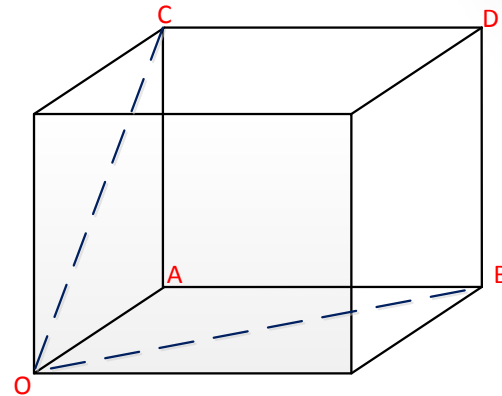
Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

- **Jarak horizontal**, jarak antara dua titik yang melalui bidang horizontal atau garis horizontal yang sama, dengan kata lain adalah jarak terdekat antara titik tersebut.



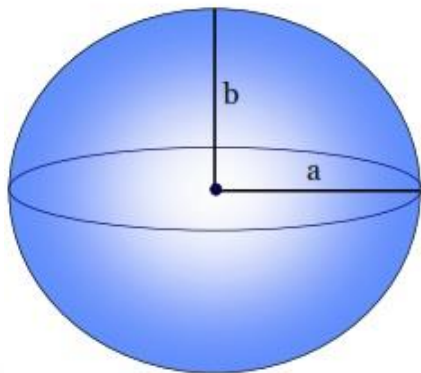
Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

- **Jarak vertikal**, jarak antara dua titik pada bidang vertikal atau dengan kata lain perbedaan suatu elevasi antara dua titik. (AC dan BD)
- **Jarak miring**, jarak antara dua titik yang tidak terletak pada bidang horizontal yang sama. (OC)
- **Sudut vertikal**, merupakan sudut yang terbentuk oleh tiga titik pada bidang vertikalnya. (AOC)
- **Sudut horizontal**, merupakan sudut yang diukur pada bidang horizontal (AOB), atau apabila terdapat tiga titik sembarang, maka sudut horizontal merupakan sudut yang terbentuk dari garis-garis yang dibuat melalui proyeksi titik-titik tersebut ke suatu bidang horizontal. (sudut β)



Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

- **Elevasi**, jarak vertikal terhadap titik referensi /datum sampai ke suatu titik/obyek, biasanya mengacu kepada tinggi permukaan laut rata-rata (MSL), di Amerika permukaan acuan nasional untuk elevasi disediakan oleh *National Geodetic Survey* yang disebut dengan *National Geodetical Vertical Datum* (NGVD).
- **Bench mark**, suatu titik yang diketahui atau diasumsikan sebagai elevasi.
- **Datum**, merupakan sembarang permukaan datar yang dipakai sebagai acuan elevasi. datum yang biasa digunakan adalah permukaan laut dan permukaan geoid WGS-84. Referensi yang dipakai secara global saat ini adalah World Geographic System 1984 yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk menggantikan WGS72. Dikenal juga istilah datum lokal, Indonesia mengacu pada Datum Geodesi nasional (DGN) 1995 yang dikeluarkan oleh BAKOSURTANAL.
- **Elipsoid referensi**, merupakan suatu model matematis tiga dimensi yang berbentuk elips yang diputar 180° terhadap sumbu pendeknya yang memiliki bentuk dan ukuran mendekati dimensi bumi. Elipsoid referensi ini digunakan sebagai bidang referensi untuk memetakan permukaan bumi.



Parameter Elipsoid

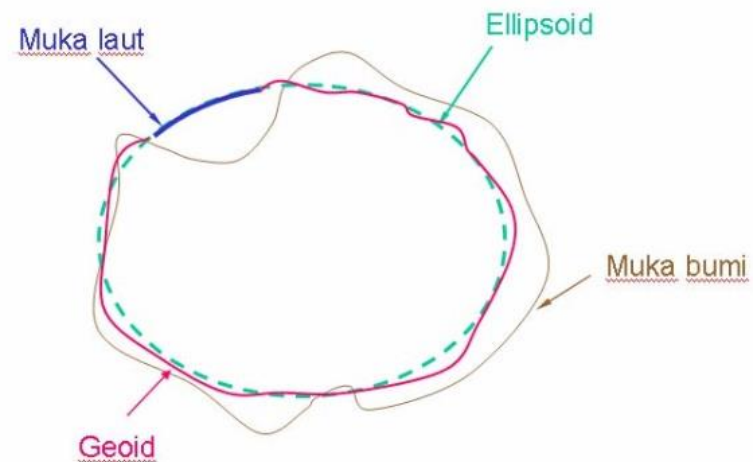
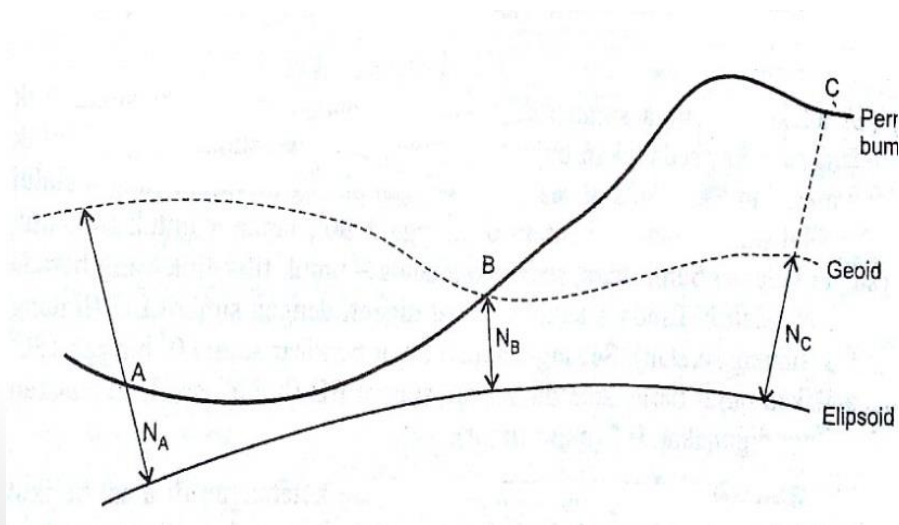
a = Setengah sumbu panjang
= Jari-jari Ekuator

b = Setengah sumbu pendek
= Jari-jari Kutub

Penggepengan = $f = (a-b)/a$

Istilah penting dalam ilmu ukur tanah

Bidang geoid, disebut sebagai model bumi yang mendekati sesungguhnya. Lebih jauh geoid dapat didefinisikan sebagai bidang ekipotensial yang berhimpit dengan permukaan laut pada saat keadaan tenang dan tanpa gangguan, karena itu secara praktis geoid dianggap berhimpit dengan permukaan laut rata-rata (Mean sea level-MSL). Jarak geoid terhadap ellipsoid disebut Undulasi geoid (N). Dalam survei yang menggunakan alat ukur, arah gaya berat dijadikan acuan untuk menentukan kedudukan alat, sehingga semua data ukuran mengacu kepada arah tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa geoid tersebut merupakan bidang referensi pengukuran geodesi (khususnya dalam pengukuran elevasi/ketinggian)



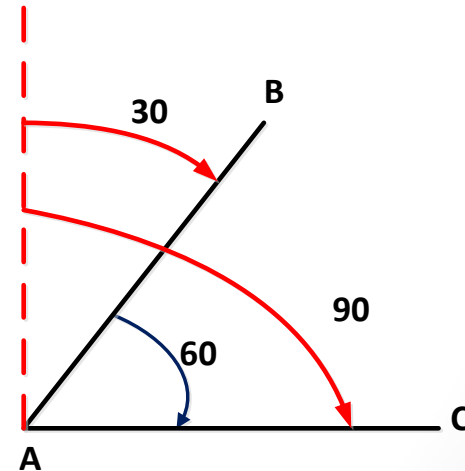
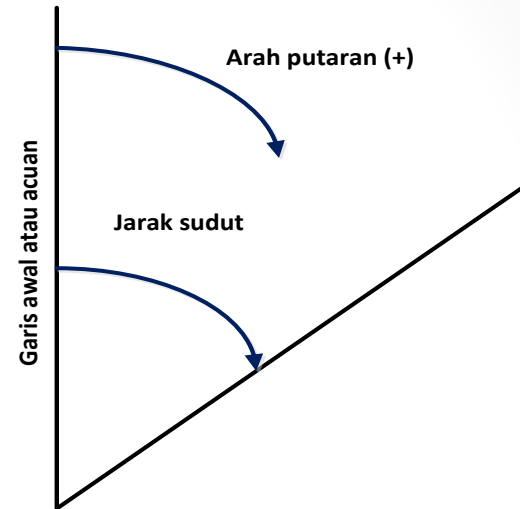
Sudut, arah dan azimuth

Posisi titik-titik dan orientasi garis tergantung pada pengukuran sudut dan arah.

Dalam pengukuran tanah, arah ditentukan oleh sudut arah dan azimuth.

Tiga persyaratan dasar untuk menentukan sebuah sudut diantaranya adalah

- garis awal atau acuan
- arah perputaran
- jarak (besar) sudut.

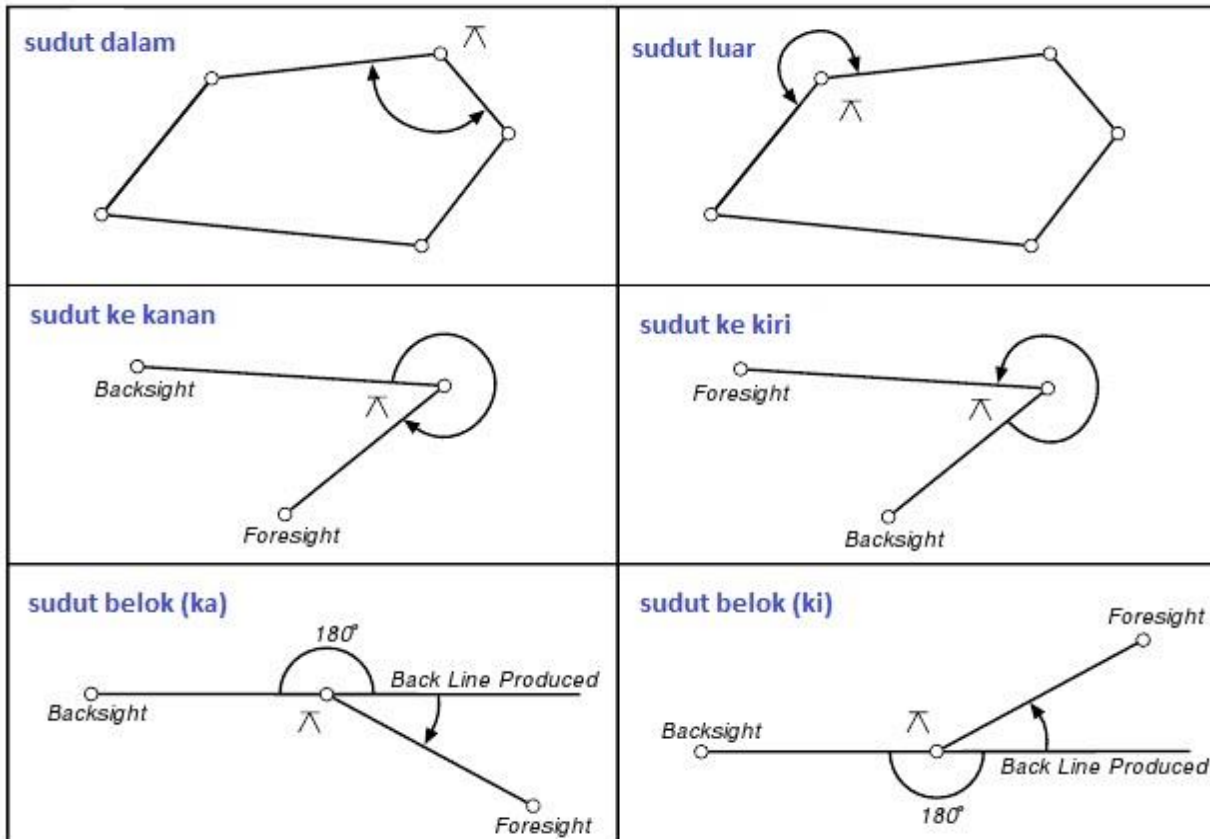


Sudut, arah dan azimuth

Jenis-jenis sudut horisontal

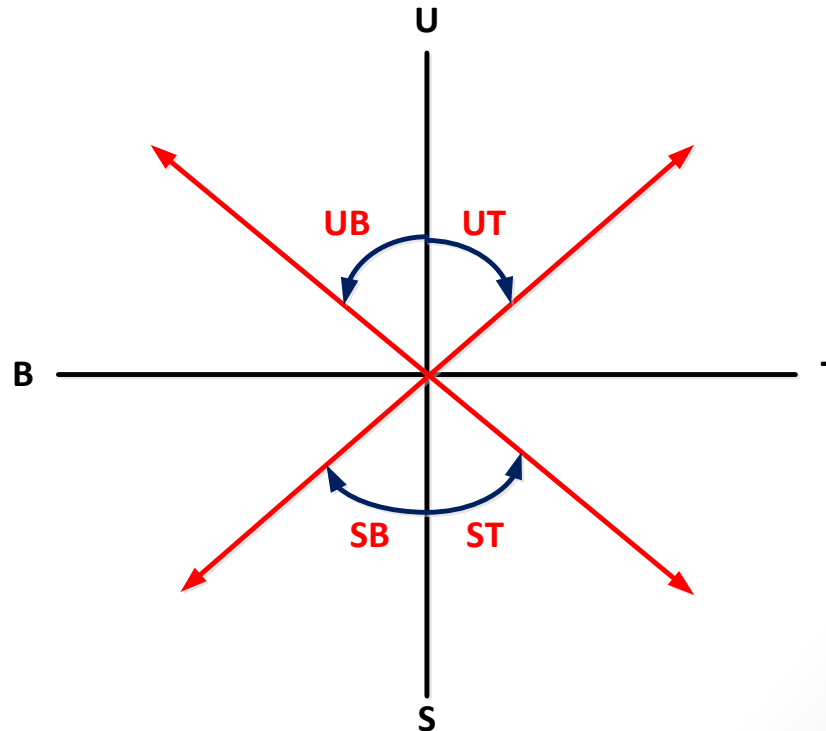
Jenis-jenis sudut horisontal yang paling biasa diukur adalah

- (1) sudut dalam/luar
- (2) sudut ke kanan/kiri, dan
- (3) sudut belokan



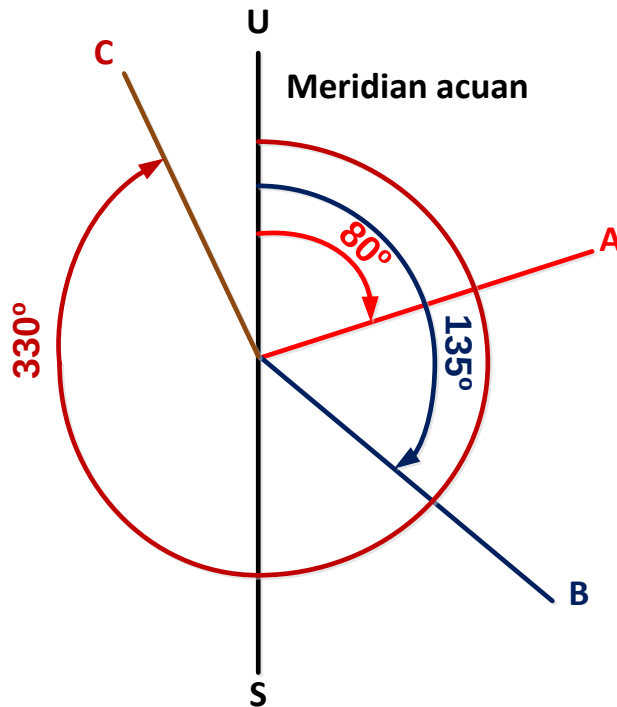
Sudut, arah dan azimuth

Sudut Arah (*bearing*), merupakan sudut lancip horizontal antara meridian acuan dan sebuah garis, diman pada sistem penentuan arah garis ini memakai sebuah sudut dan huruf kuadran. Sudut diukur dari utara maupun selatan ke arah timur atau barat untuk menghasilkan sudut kurang dari 90° , sehingga ada empat kemungkinan utara-timur, utara-barat, selatan-timur, dan selatan-barat. Contoh penulisan $U x^{\circ} T$, atau $x^{\circ} UT$



Sudut, arah dan azimuth

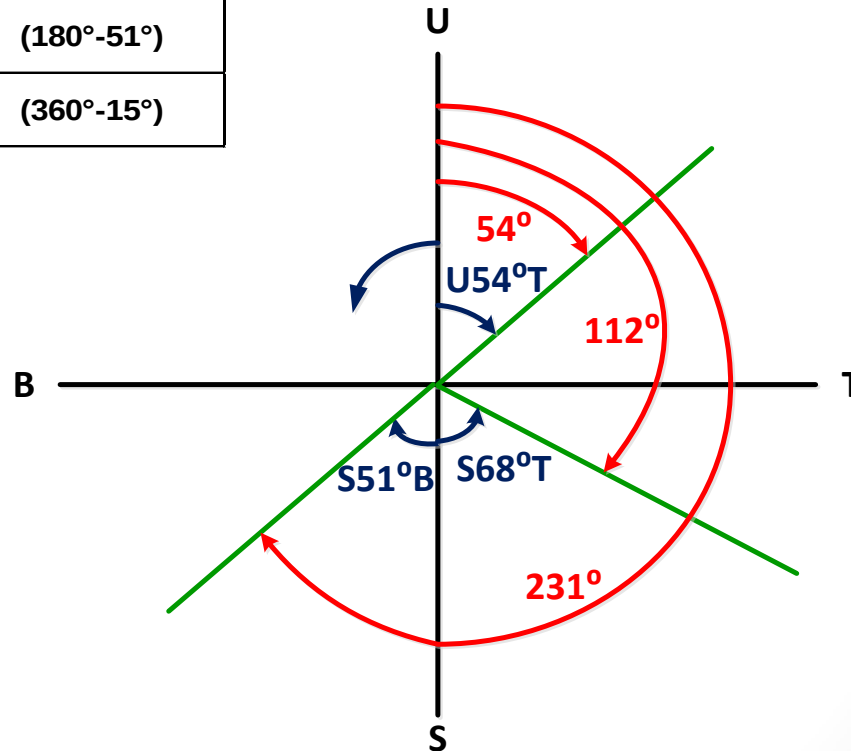
- ***Sudut Jurusan (Azimuth)***, merupakan sudut yang diukur searah jarum jam dari sembarang meridian acuan, dalam pengukuran tanah azimuth biasanya diukur dari utara (utara magnet bumi). Di kenal juga dengan istilah sudut kompas, besarnya sudut dari 0 sampai 360° . Azimuth dapat merupakan azimuth sebenarnya, magnetik, kisi atau anggapan. Jadi azimuth OA adalah 80° , azimuth OB adalah 135° dan azimuth OC adalah 330° .



Sudut, arah dan azimuth

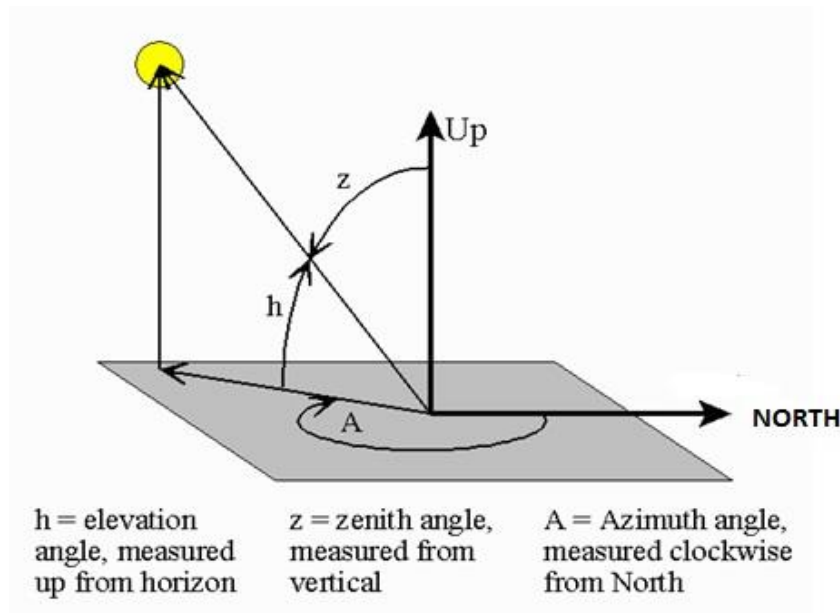
- Contoh konversi sudut bearing dan sudut azimuth

Sudut Arah/Bearing	Sudut Azimuth	
U54°T	54°	
S68°T	112°	(180°-68°)
S51°B	231°	(180°-51°)
U15°B	345°	(360°-15°)



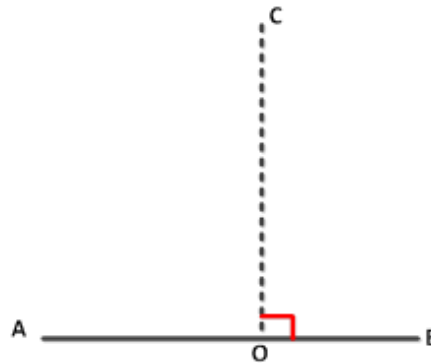
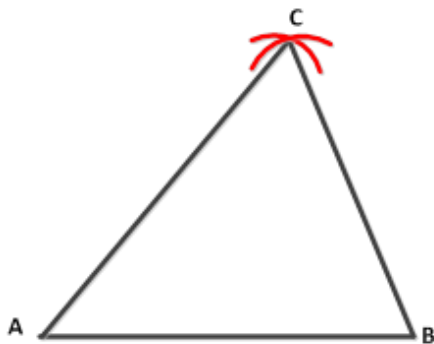
Sudut, arah dan azimuth

- Sudut Zenith

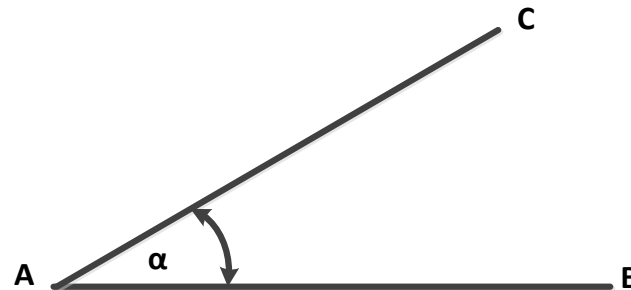
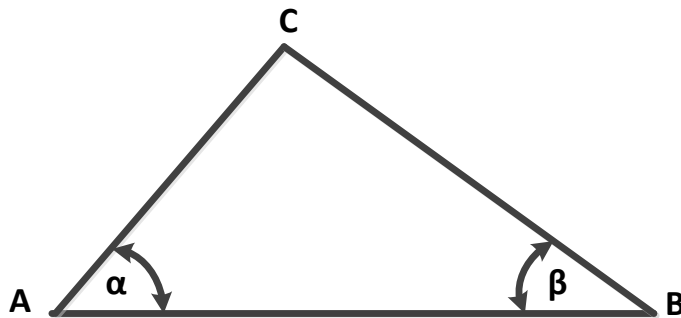


Prinsip dasar menentukan posisi

- Cara grafis dengan mengukur jarak-jaraknya



- Cara grafis dengan mengukur sudut dan jaraknya



Prinsip dasar menentukan posisi

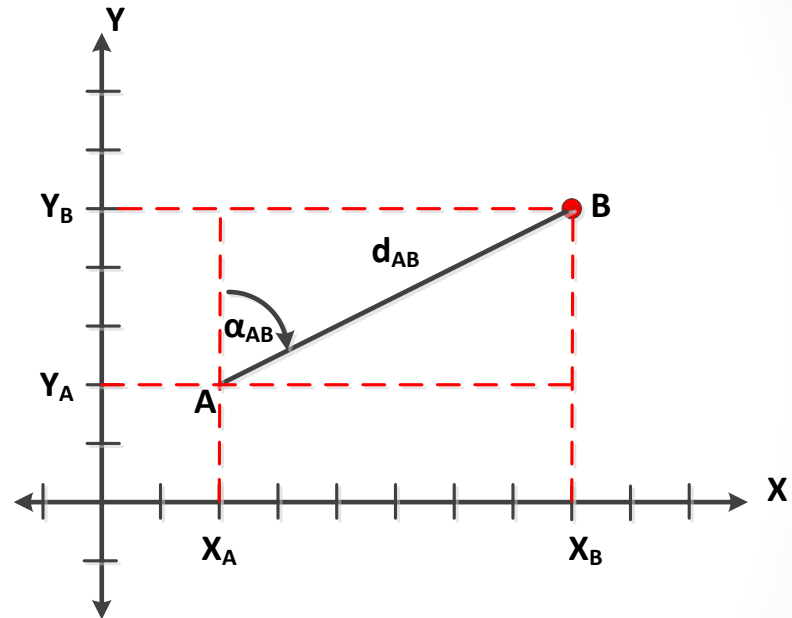
- **Cara numeris**

posisi sebuah titik dinyatakan dalam sistem koordinat. Secara prinsip dasar penentuan posisi secara numeris ada tiga yaitu :

- a. Dengan sudut jurusan atau azimuth dan jarak
- b. Dengan pemotongan ke muka
- c. Dengan pemotongan ke belakang

Prinsip dasar menentukan posisi

- Apabila jarak antara titik A dan B diukur (d_{AB}) dan demikian pula sudut jurusan atau azimuth AB diukur (α_{AB}) dan koordinat A diketahui (X_A , Y_A) maka posisi titik B dapat ditentukan dengan rumus :
 - $X_B = X_A + d_{AB} \sin \alpha_{AB}$
 - $Y_B = Y_A + d_{AB} \cos \alpha_{AB}$



Prinsip dasar menentukan posisi

- Demikian pula sebaliknya , apabila dua buah titik A dan B diketahui koordinatnya (X_A, Y_A) dan (X_B, Y_B) , maka dapat ditentukan sudut jurusan dan jaraknya :
- $\alpha_{AB} = \text{arc tg} \left[\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \right]$
- $d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$