ILMU UKUR TANAH

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

Perlunya **Ilmu Ukur Tanah** Bertujuan untuk:

- memindahkan keadaan permukaan bumi yang tidak beraturan dan yang melengkung ke bidang peta yang datar.
- Untuk memindahkan keadaan permukaan bumi ini perlu adanya pengukuran-pengukuran.
- permukaan bumi dalam arah mendatar dan tegak guna mendapatkan hubungan mendatar dan tegak dari titik-titik yang diukur
- Ilmu Ukur Tanah merupakan bagian dari Ilmu Geode

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

Ilmu Ukur Tanah (Plan Survaying)

- Merupakan ilmu, seni, dan teknologi untuk menyajikan bentuk permukaan bumi baik unsur alam maupun unsur buatan manusia pada bidang yang dianggap datar. Yang merupakan bagian dari ilmu geodesi
- Geodesi
  - Plan Survaying
  - Geodetic Survaying
- Ilmu Geodesi mempunyai dua maksud :
  - ✓ *Maksud ilmiah* : menentukan bentuk permukaan bumi
  - ✓ *Maksud praktis* : membuat bayangan yang dinamakan peta dari sebagian besar atau sebagian kecil bumi

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

- GEODESI MENCAKUP KAJIAN DAN PENGUKURAN LEBIH LUAS, TIDAK SEKEDAR PEMETAAN DAN PENENTUAN POSISI DI DARAT, NAMUN JUGA DIDASAR LAUT UNTUK BERBAGAI KEPERLUAN, JUGA PENENTUAN BENTUK DAN DEMENSI BUMI BAIK DENGAN PENGUKURAN DIBUMI DAN DENGAN BANTUAN PESAWAT UDARA, MAUPUN DENGAN SATELIT DAN SISTEM INFORMASINYA.

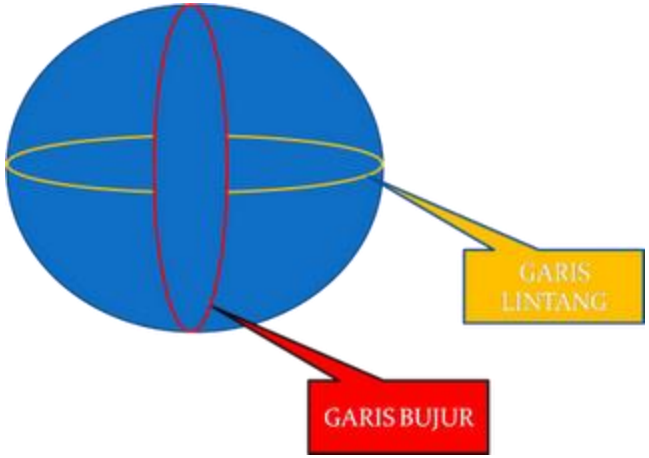
- ILMU UKUR TANAH DIDEFINISIKAN ILMU YANG MENGAJARKAN TENTANG TEKNIK-TEKNIK / CARA-CARA PENGUKURAN DIPERMUKAAN BUMI DAN BAWAH TANAH DALAM AREAL YANG TERBATAS (±20'-20' ATAU 37 Km x 37 Km) UNTUK KEPERLUAAN PEMETAAN DLL.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

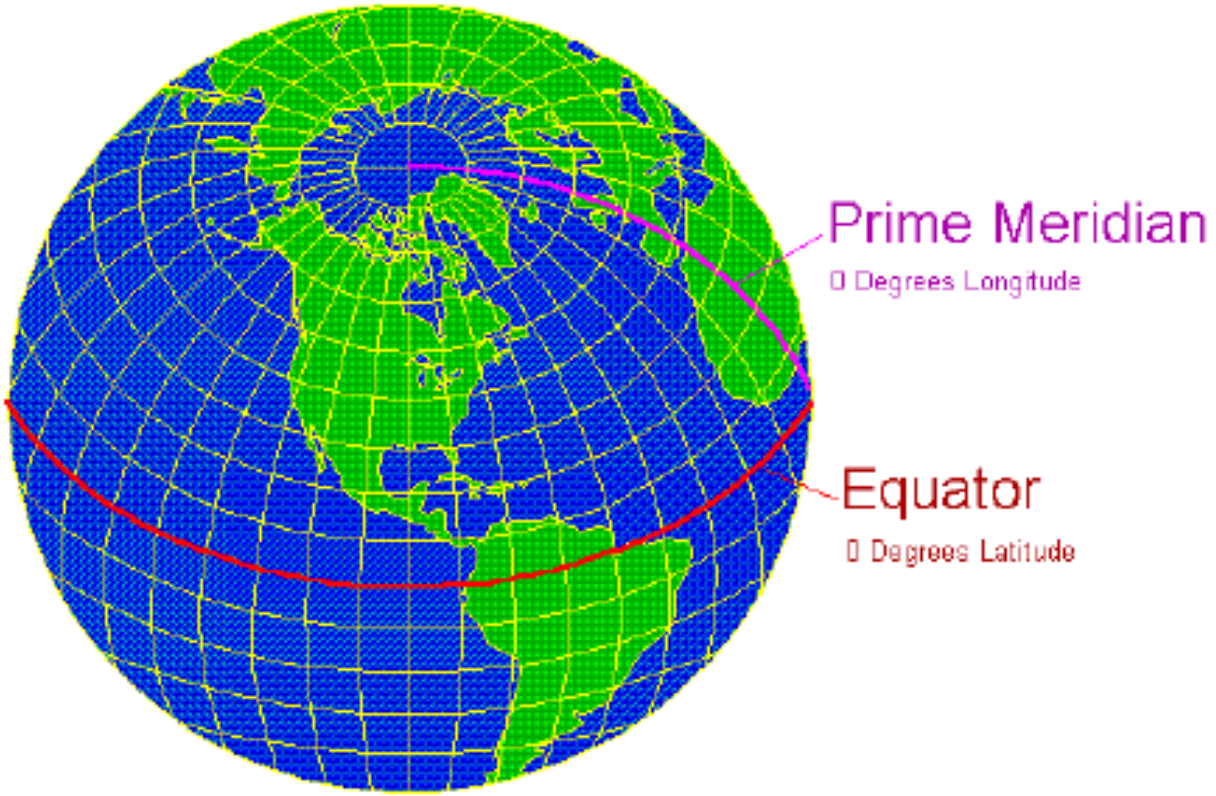
- MENGINGAT AREAL YANG TERBATAS , MAKA UNSUR KELENGKUNGAN PERMUKAAN BUMI DAPAT DIABAIKAN SEHINGGA SISTEM PROYEKSINYA MENGGUNAKAN PROYEKSI ORTHOGONAL DIMANA SINAR-SINAR PROYEKTOR SALING SEJAJAR ATAU SATU SAMA LAIN DAN TEGAK LURUS BIDANG PROYEKSI. SEDANGKAN PADA PETA DAPAT DIDEFINISIKAN SEBAGAI GAMBARAN DARI SEBAGIAN PERMUKAAAN BUMI PADA BIDANG DATAR DENGAN SKALA DAN SISTEM PROYEKSI TERTENTU.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

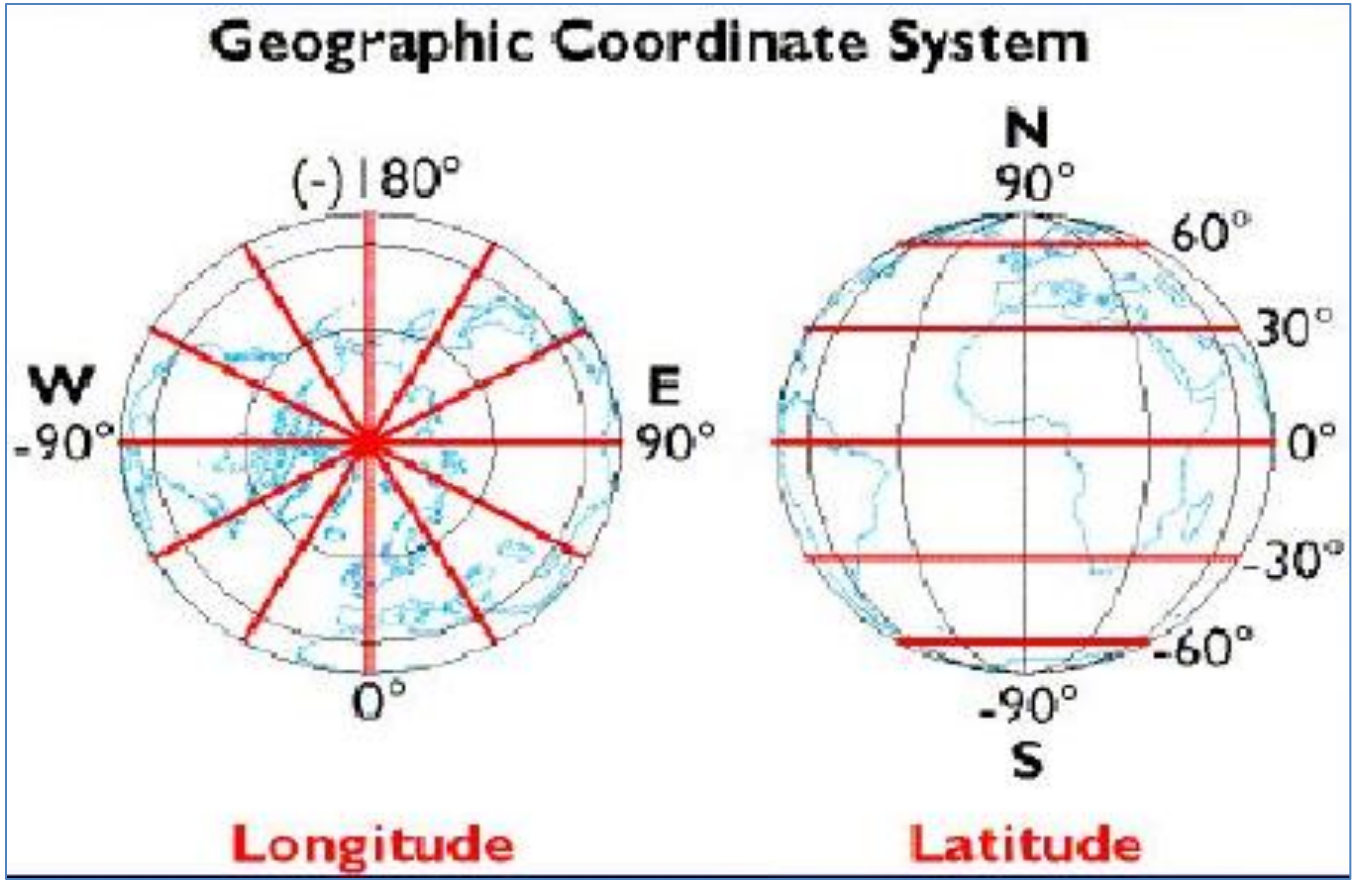
- UNTUK MEMUDAHKAN PENENTUAN SUATU WILAYAH, MAKA BUMI DIBATASI MENJADI GARIS BUJUR DAN GARIS LINTANG



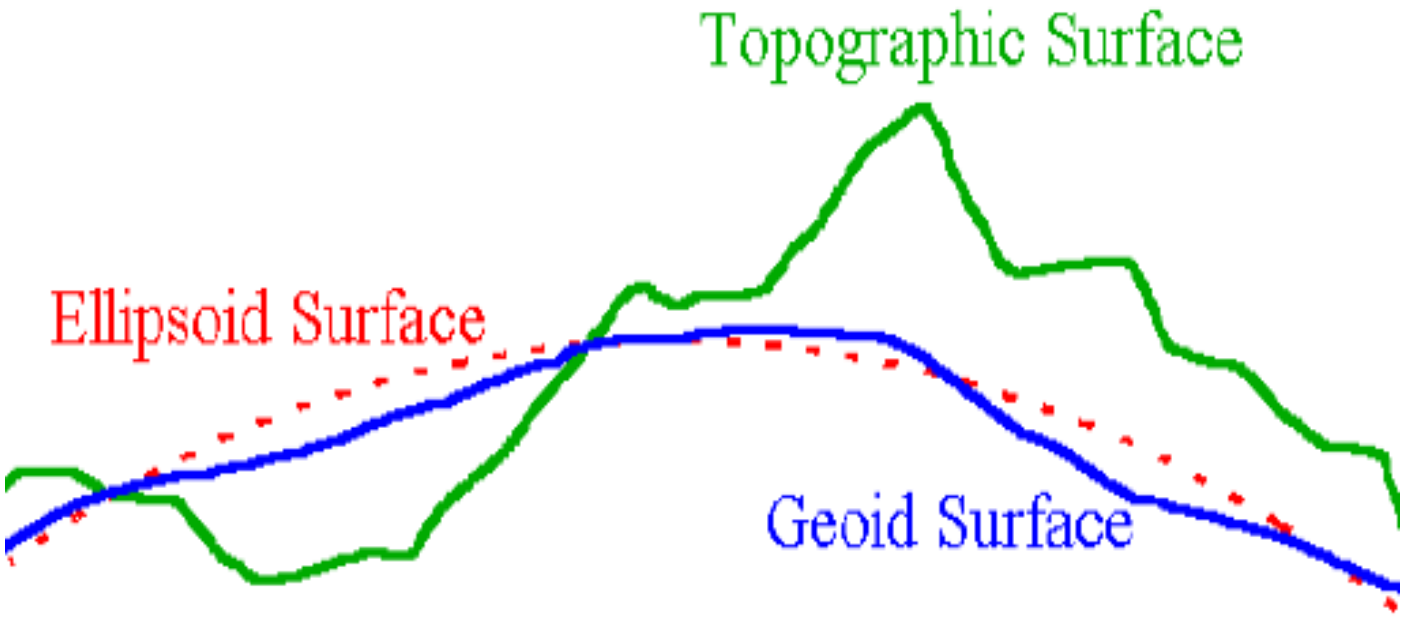
ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN



ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN



ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN



Earth Surfaces

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN
JENIS PETA

JENIS PETA

- Peta bisa dijeniskan berdasarkan isi, skala, penurunan serta penggunaannya.

Peta berdasarkan isinya:

- 1. Peta hidrografi: memuat informasi tentang kedalaman dan keadaan dasar laut serta informasi lainnya yang diperlukan untuk navigasi pelayaran.
- 2. Peta geologi: memuat informasi tentang keadaan geologis suatu daerah, bahan-bahan pembentuk tanah dll. Peta geologi umumnya juga menyajikan unsur peta topografi.
- 3. Peta kadaster: memuat informasi tentang kepemilikan tanah beserta batas dll-nya.
- 4. Peta irigasi: memuat informasi tentang jaringan irigasi pada suatu wilayah.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

- 5. Peta jalan: memuat informasi tentang jejaring jalan pada suatu wilayah
- 6. Peta Kota: memuat informasi tentang jejaring transportasi, drainase,
- sarana kota dll-nya.
- 7. Peta Relief: memuat informasi tentang bentuk permukaan tanah dan kondisinya.
- 8. Peta Teknis: memuat informasi umum tentang tentang keadaan permukaan bumi yang mencakup kawasan tidak luas. Peta ini dibuat untuk pekerjaan perencanaan teknis skala 1 : 10 000 atau lebih besar.
- 9. Peta Topografi: memuat informasi umum tentang keadaan permukaan bumi beserta informasi ketinggiannya menggunkan garis kontur. Peta topografi juga disebut sebagai peta dasar.
- 10. Peta Geografi: memuat informasi tentang ikhtisar peta, dibuat berwarna dengan skala lebih kecil dari 1 : 100 000.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

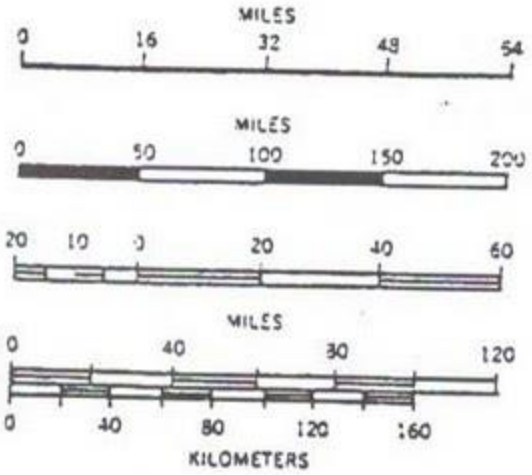
PETA BERDASARKAN SKALANYA:

- Peta skala besar: skala peta 1 : 10 000 atau lebih besar.
- Peta skala sedang: skala peta 1 : 10 000 - 1 : 100 000.
- Peta skala kecil: skala peta lebih kecil dari 1 : 100 000.

PETA TANPA SKALA KURANG ATAU BAHKAN TIDAK BERGUNA.

SKALA PETA MENUNJUKKAN KETELITIAN DAN KELENGKAPAN INFORMASI YANG TERSAJI DALAM PETA.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN



Gambar 1.4. Skala bar atau skala garis.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN
MACAM-MACAM PENGUKURAN

JENIS PENGUKURAN

- PENGUKURAN UNTUK PEMBUATAN PETA BISA DIKELOMPOKKAN BERDASARKAN CAKUPAN ELEMEN ALAM, TUJUAN, CARA ATAU ALAT DAN LUAS CAKUPAN PENGUKURAN.

Berdasarkan alam:

- Pengukuran daratan (*land surveying*): antara lain *pengukuran topografi*, untuk pembuatan peta topografi, dan *pengukuran kadaster*, untuk membuat peta kadaster.
- Pengukuran perairan (*marine or hydrographic surveying*): antara lainpengukuran muka dasar laut, pengukuran pasang surut, pengukuran untuk pembuatan pelabuhan dll-nya.

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

- Pengukuran astronomi (*astronomical survey*): untuk menentukan posisi di muka bumi dengan melakukan pengukuran-pengukuran terhadap benda langit.

Berdasarkan tujuan:

- Pengukuran teknik sipil (*engineering survey*): untuk memperoleh data dan peta pada pekerjaan-pekerjaan teknik sipil.
- Pengukuran untuk keperluan militer (*miltary survey*).
- Pengukuran tambang (*mining survey*).
- Pengukuran geologi (*geological survey*).
- **Pengukuran arkeologi** (*archeological survey*).

ILMU UKUR TANAH
PENDAHULUAN

Berdasarkan luas cakupan daerah pengukuran:

- Pengukuran tanah (*plane surveying*) atau ilmu ukur tanah dengan cakupan pengukuran
  37 km x 37 km. Rupa muka bumi bisa dianggap sebagai bidang datar.
- Pengukuran geodesi (*geodetic surveying*) dengan cakupan yang luas. Rupa muka bumi merupakan permukaan lengkung.

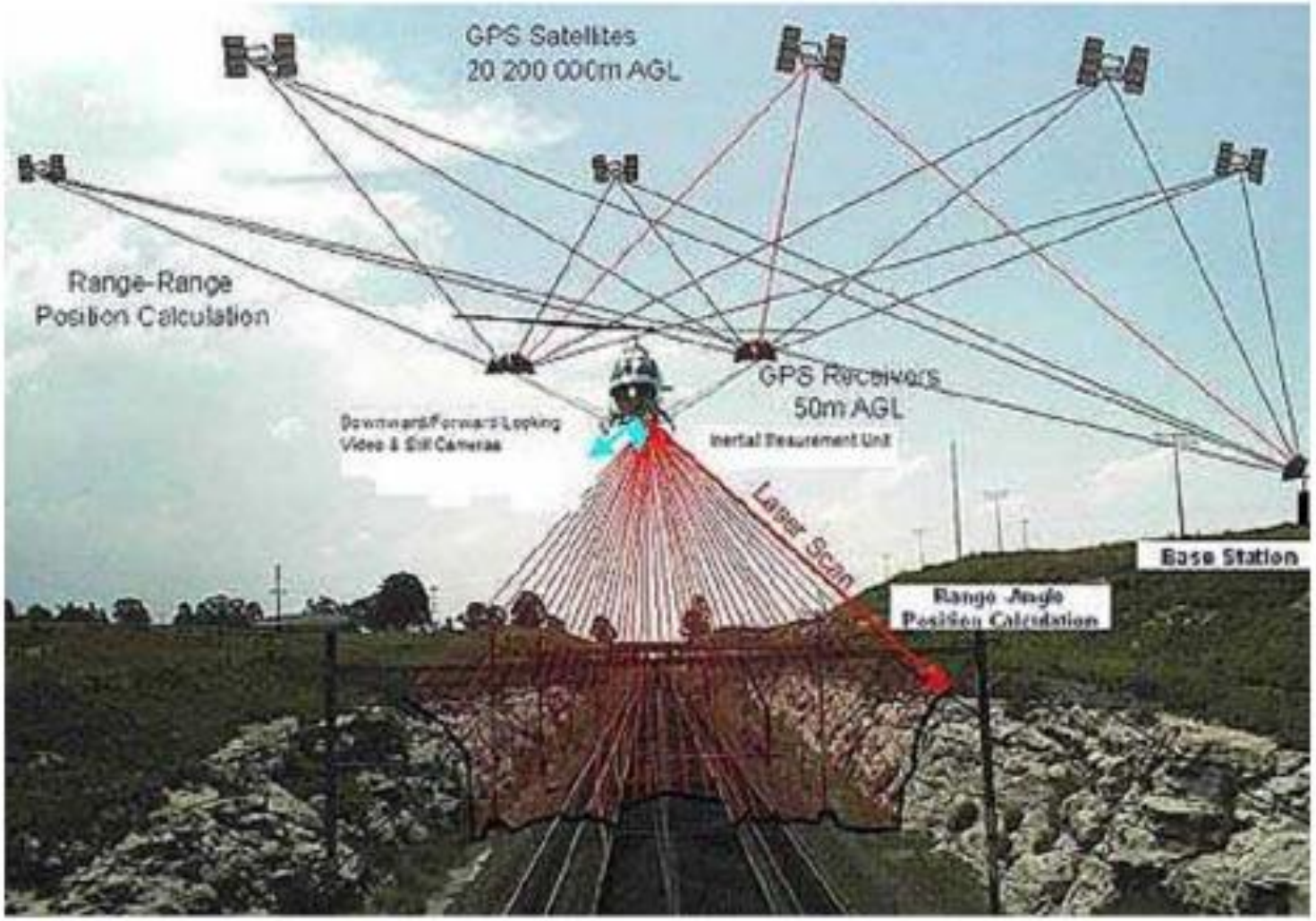
PROSES PEMETAAN TERISTRIS

- PEMETAAN TERISTRIS ADALAH PROSES PEMETAAN YANG PENGUKURANNYA LANGSUNG DILAKUKAN DIPERMUKAAN BUMI DENGAN PERALATAN TERTENTU.
- WAHANA PEMETAAN TIDAK HANYA DAPAT DILAKUKAN SECARA TERISTRIS, NAMUN DAPAT PULA SECARA FOTOGRAMETIS (FOTO UDARA), RADARGRAMETRIS (BERBEDA PANJANG GELOMBANG DGN FOTOGRAMETRIS),

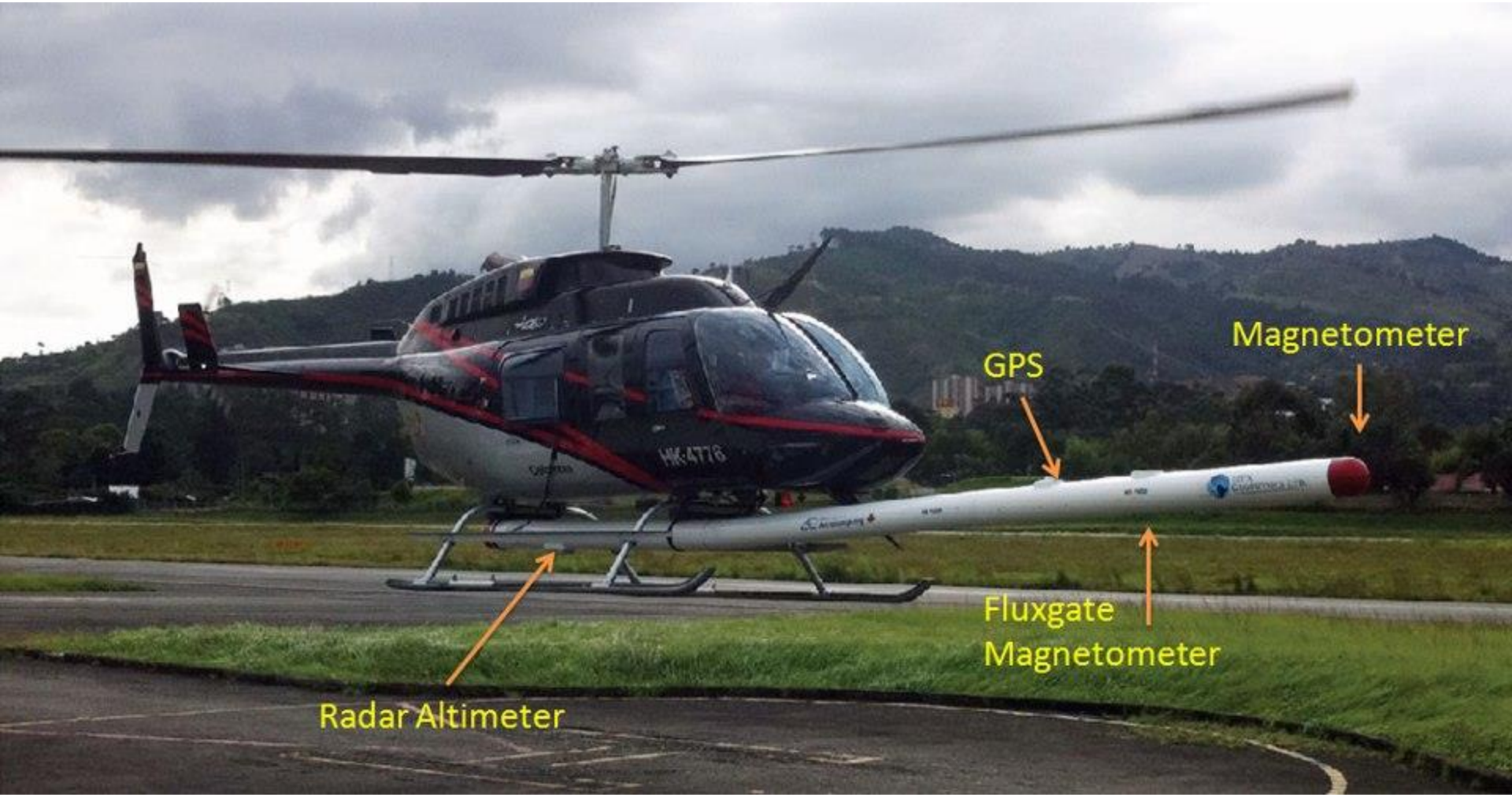
PETA LIDAR

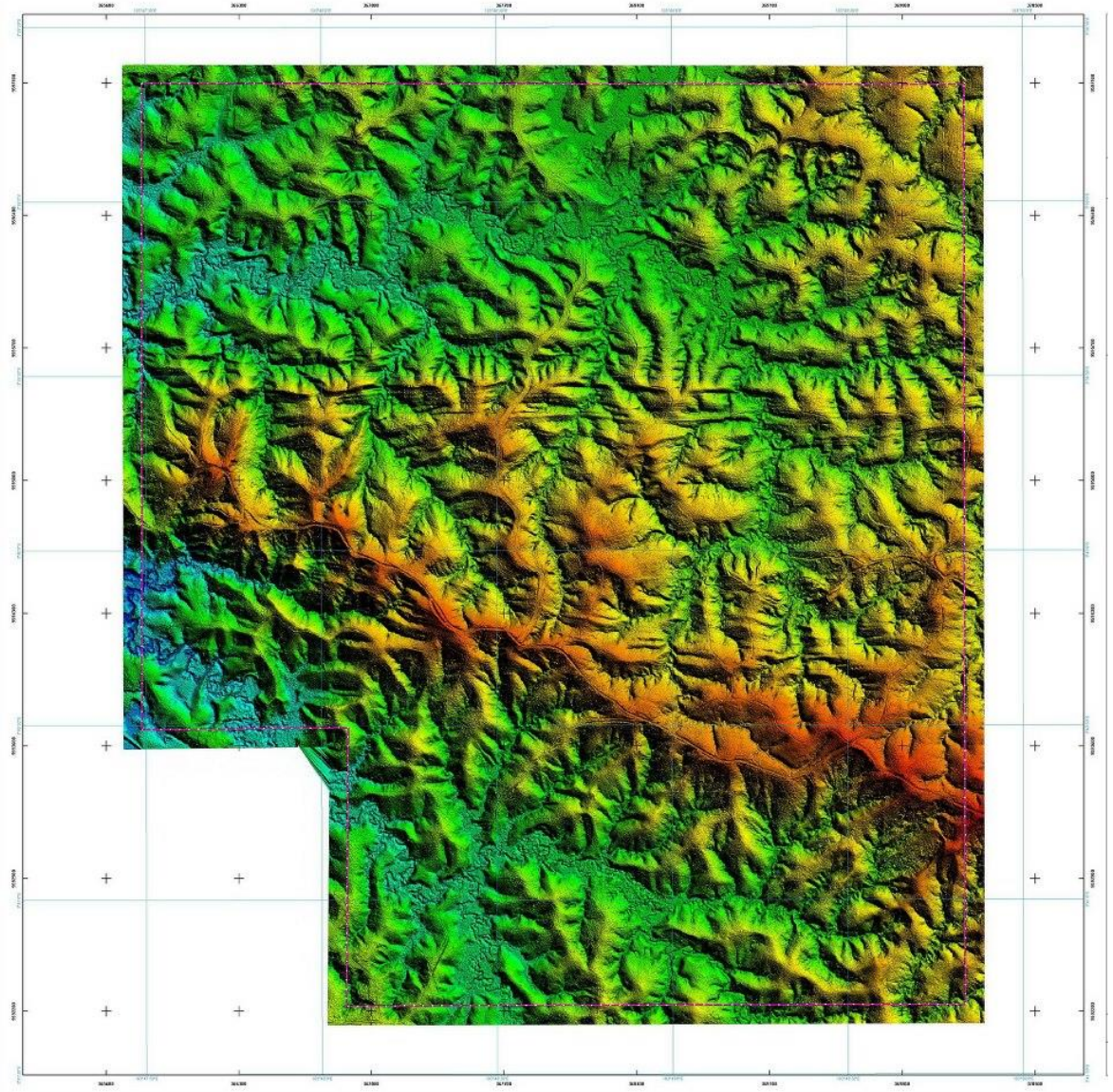
LIDAR (Light Detection and Ranging) adalah sebuah teknologi sensor jarak jauh menggunakan properti cahaya yang tersebar untuk menemukan jarak dan informasi suatu obyek dari target yang dituju. Metode untuk menentukan jarak suatu obyek adalah dengan menggunakan pulsa laser.

Sistem Lidar merupakan perpaduan antara LRF (Laser Range Finder), POS (Positioning and Orientation System) yang mengintegrasikan DGPS (Differential Global Positioning System), IMU (Inertial Measurement Unit) dan
Control Unit.
Lidar mengumpulkan data dari pantulan permukaan pada saat sorotan (beam) Laser mengenai obyeknya.



Gambar 1. Pemetan Lidar wahana udara


Magnetometer
GPS
Fluxgate
Magnetometer
Radar Altimeter



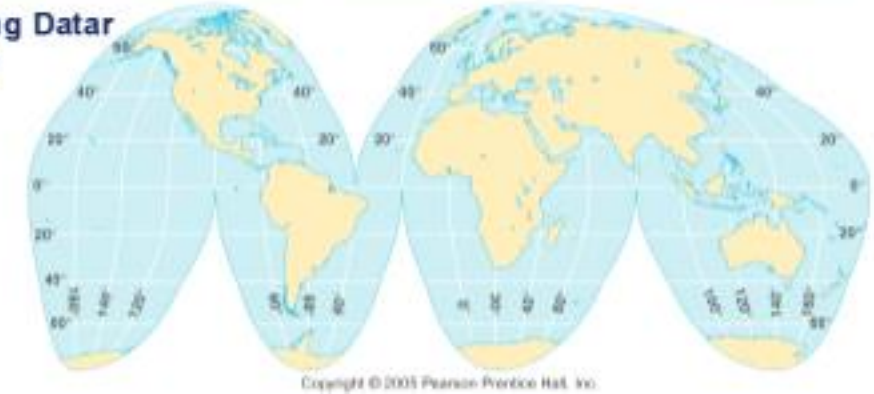
Salah satu produk lidar adalah peta DEM untuk tambang.

Sistem Proyeksi Peta...

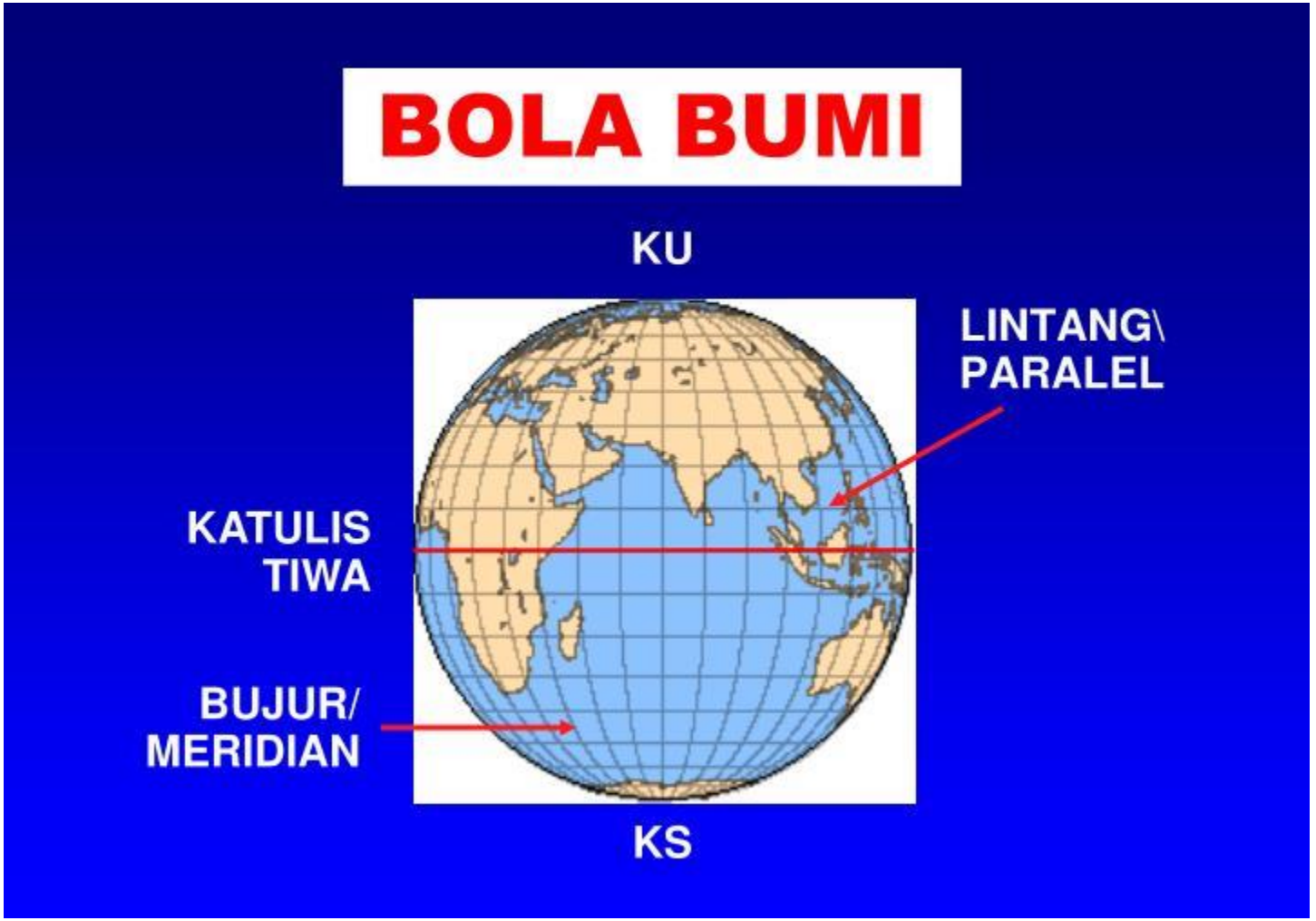
- Proyeksi peta didefinisikan sebagai fungsi matematika untuk mengkonversikan antara lokasi pada permukaan bumi dan proyeksi lokasi pada peta.
- Pengkonversian dilakukan dari sistem **referensi geografis (spherical)** menjadi **sistem planar (cartesian)**. Misal: lintang (latitude) / bujur (longitude) → x/y

- **Peta** : representasi **dua-dimesional** dari permukaan bumi.
- Bentuk **bumi** berupa ruang **3D** yg **melengkung** menyerupai **ellipsoid**.
- Untuk merepresentasikan bentuk bumi dlm bidang datar (2D) perlu dilakukan **transformasi** dgn menggunakan metode **proyeksi peta**.
- **Proyeksi** adalah :
  - Metode untuk merubah permukaan **lengkung** (**3D**) menjadi representasi dalam **bidang datar** (**2D**), atau
  - Metode penggambaran scr sistematis garis^2 yg mewakili lingkaran meridian (bujur) & paralel (graticul/lintang) pd suatu permukaan datar.

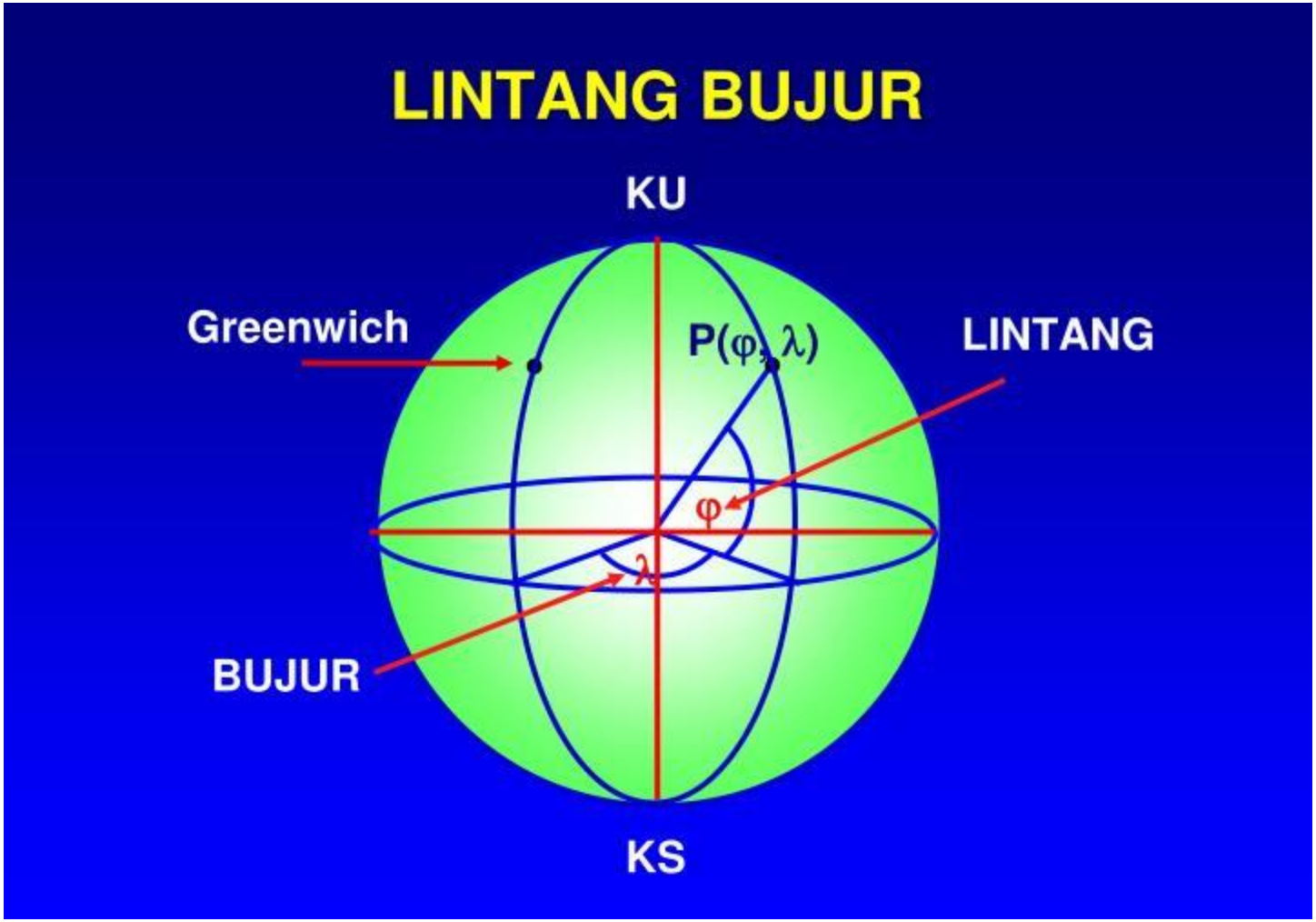
Bidang Datar Bumi



BOLA BUMI



(Tohannes T, 2014)



(Tohannes T, 2014)

Untuk daerah < 55 km, bumi dianggap bidang datar

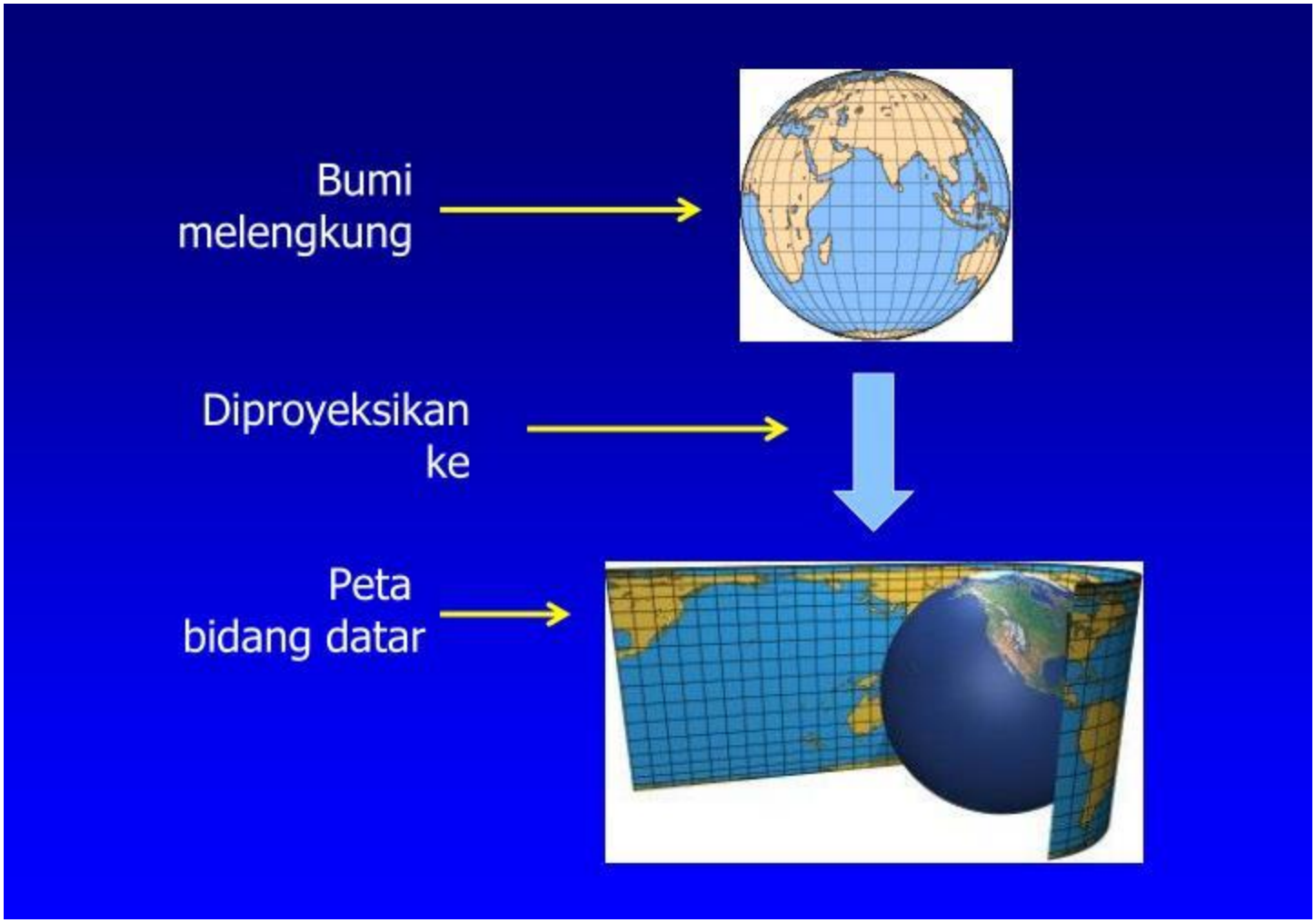
Untuk daerah ≥ 55 km kelengkungan bumi harus diperhitungkan

Bumi melengkung

Peta bidang datar

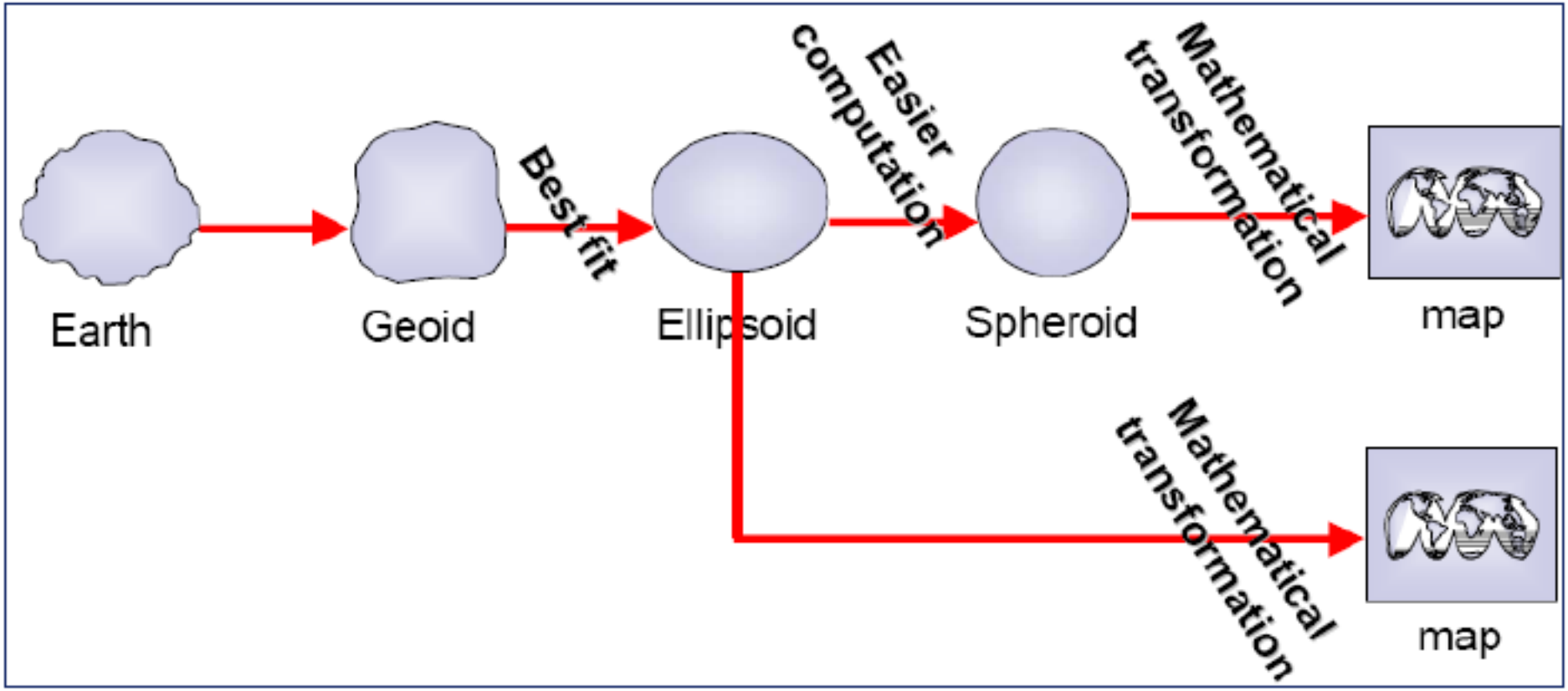
Bumi melengkung diproyeksikan ke bidang datar

(Tohannes T, 2014)

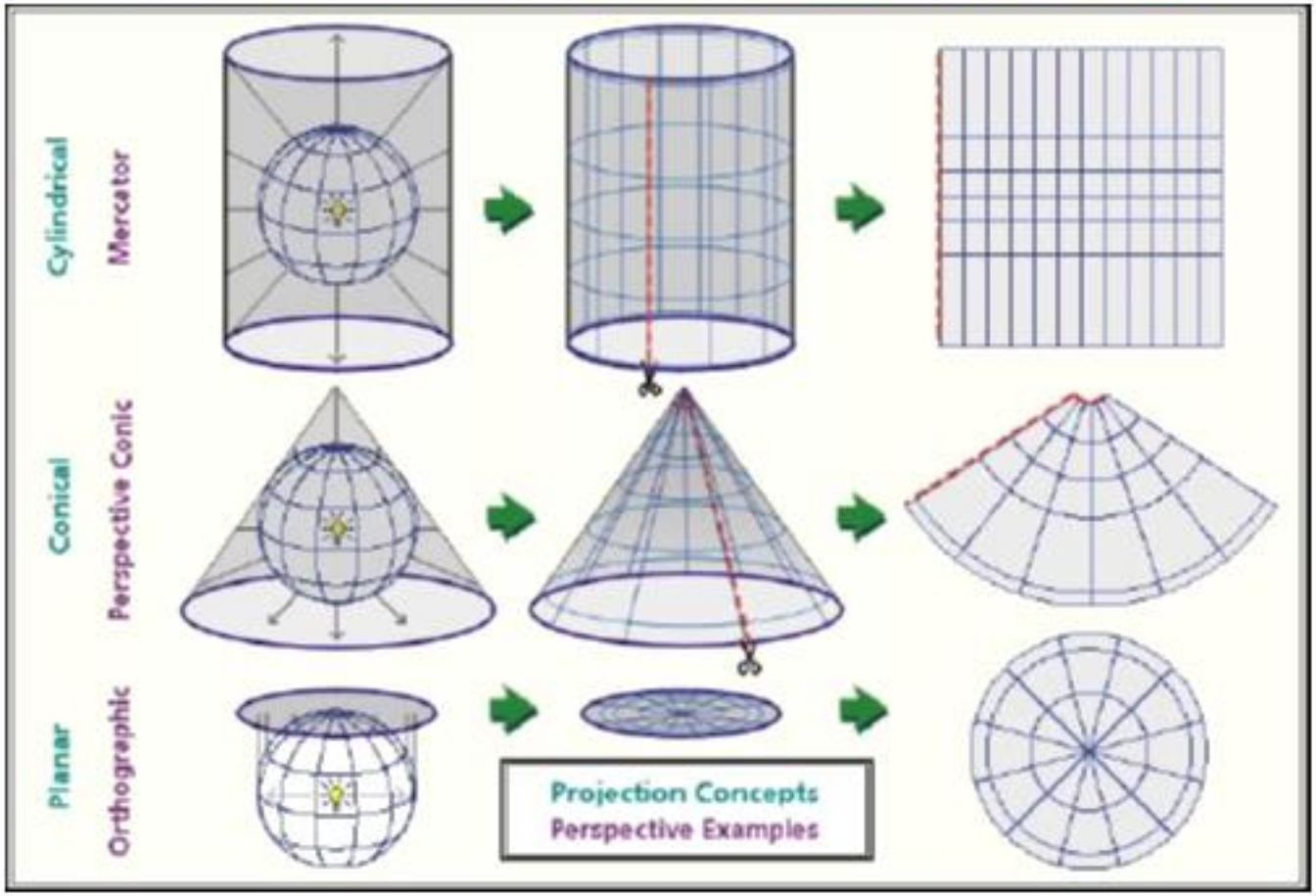


(Tohannes T, 2014)

- Proyeksi suatu peta berdasarkan bentuk **ellipsoid**, atau seringkali jg model bumi **bulat** (**spheroid**) digunakan dlm ilustrasi bumi.



- Cara mudah untuk memahami jenis proyeksi peta adalah dgn **visualisasi cahaya** yg dimasukkan ke dlm sebuah bola bumi ke permukaan, yg disebut **<u>permukaan proyeksi</u>.**



Surveying Instrument

Surveying Instrument

Ilmu ukur tanah adalah bagian dari ilmu geodesi yang mempelajari cara – Cara pengukuran di permukaan bumi dan di bawah tanah untuk berbagai keperluan Seperti pemetaan dan penentuan posisi relatif pada daerah yang relatif sempit sehingga unsur kelengkungan permukaan buminya dapat diabaikan

Alat ukur tanah adalah alat - alat yang dipersiapkan guna mengukur jarak dan atau sudut suatu lokasi.

Gambar Theodolit Digital

Keterangan gambar theodolit digital (DT 20 ES) :

1. Nivo kotak
2. Klem pengunci
3. Penggerak halus
4. Tempat battery
5. Klem pengunci lingkaran horisontal
6. Penggerak halus lingkaran horisontal
7. Klem pengatur nivo tabung
8. Handle/ pembawa
9. Lensa okuler
10. Klem pengatur fokus benang
11. Tombol ON / OFF
12. Nivo tabung
13. Display
14. Keyboard (papan tombol)
15. Plat dasar

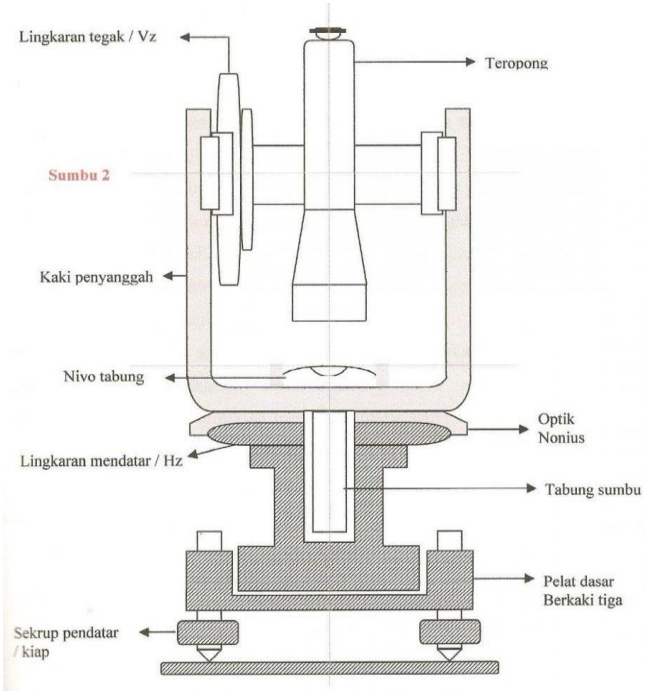
Total Station

Total Station merupakan teknologi alat yang menggabungkan secara **elektornik antara teknologi theodolite dengan teknologi EDM (electronic distance measurement).** EDM merupakan alat ukur jarak elektronik yang menggunakan gelombang elektromagnetik sinar infra merah sebagai gelombang pembawa sinyal pengukuran dan dibantu dengan sebuah reflektor berupa prisma sebagai target (alat pemantul sinar infra merah agar kembali ke EDM).

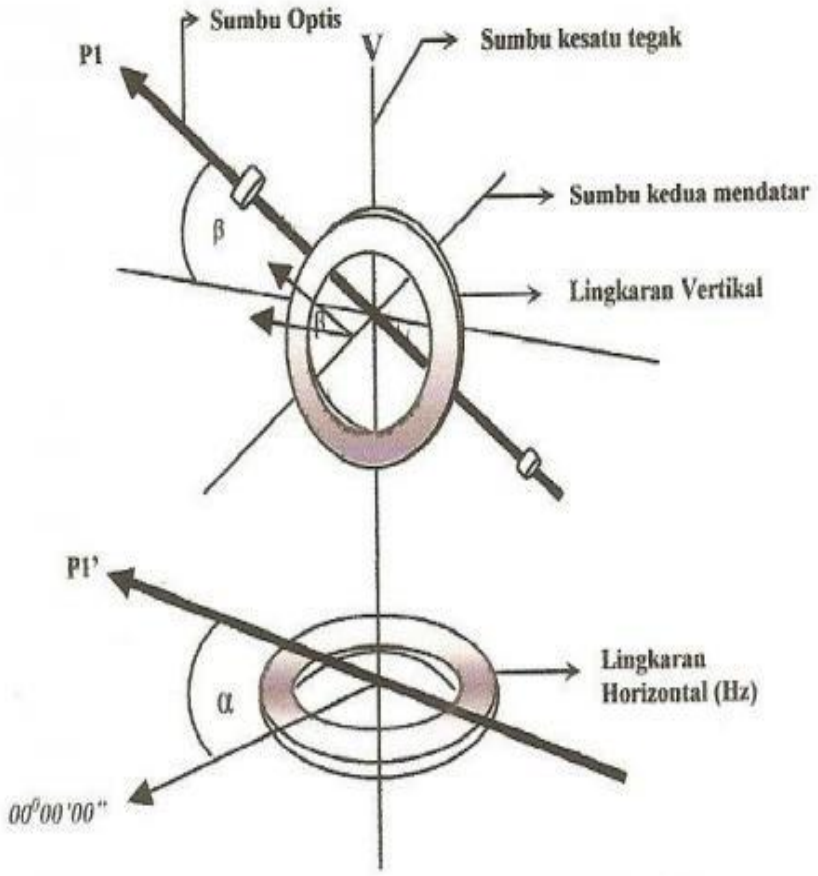
THEODOLIT

Theodolit ialat ukur sudut, Data ukuran sudut diperlukan untuk membuat peta, Pada theodolit terdapat piringan horizontal untuk sudut horizontal dan peringan vertikal ntuk sudut vertikal

Pada diafragma biasanya terdapat benang jarak (benang atas, benang tengah, benang bawah) Digunakan untuk pengukuran jarak optis dan beda tinggi.



Gambar Bagan Theodolit



Gambar Sistem sumbu/poros pada Theodolit

Waterpass

Sebuah alat optis buatan manusia yang berfungsi untuk mengukur beda tinggi suatu titik atau suatu daerah.

Waterpas adalah alat ukur menyipat datar dengan teropong dengan dilengkapi nivo dan sumbu mekanis tegak sehingga teropong dapat berputar ka arah horizontal. Alat ini tergolong alat penyipat datar kaki tiga atau Tripod level.

Gambar Waterpass

Keterangan gambar *waterpass* :

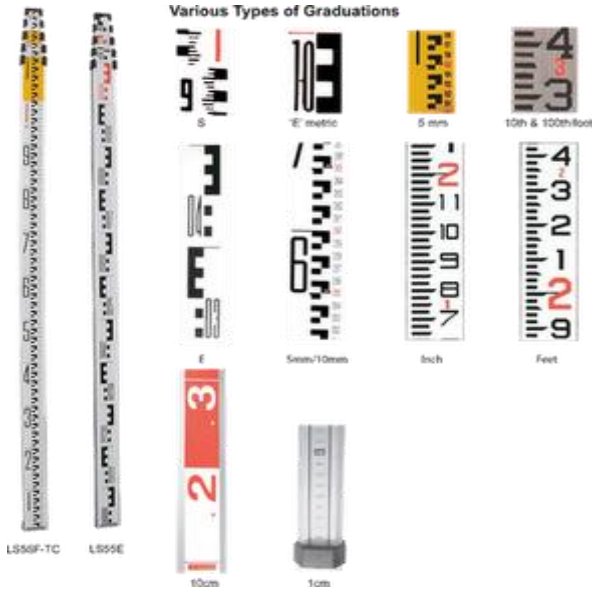
1. Sekrup penggerak lensa teropong
2. Lensa okuler
3. Cermin pemantul bidang nivo tabung
4. Nivo tabung
5. Sekrup penyetel
6. Klem pengunci
7. Penyetel arah sudut
8. Lensa obyektif

Survey Tools

Statif

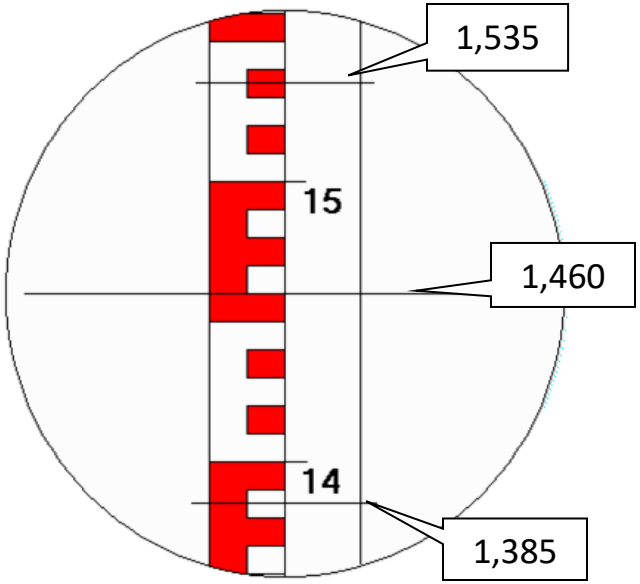
Unting-Unting

Untuk menempatkan sumbu I tepat diatas patok



Rambu Ukur

Rol Meter



Perhatikan
selisih antar benang :

A – B = 1,535 – 1,385 = 0,15

A – T = 1,535 – 1,460 = 0,075
T – B = 1,460 – 1,385 = 0,075

½ (A + B) = ½ (1,535 + 1,385)= 1,460

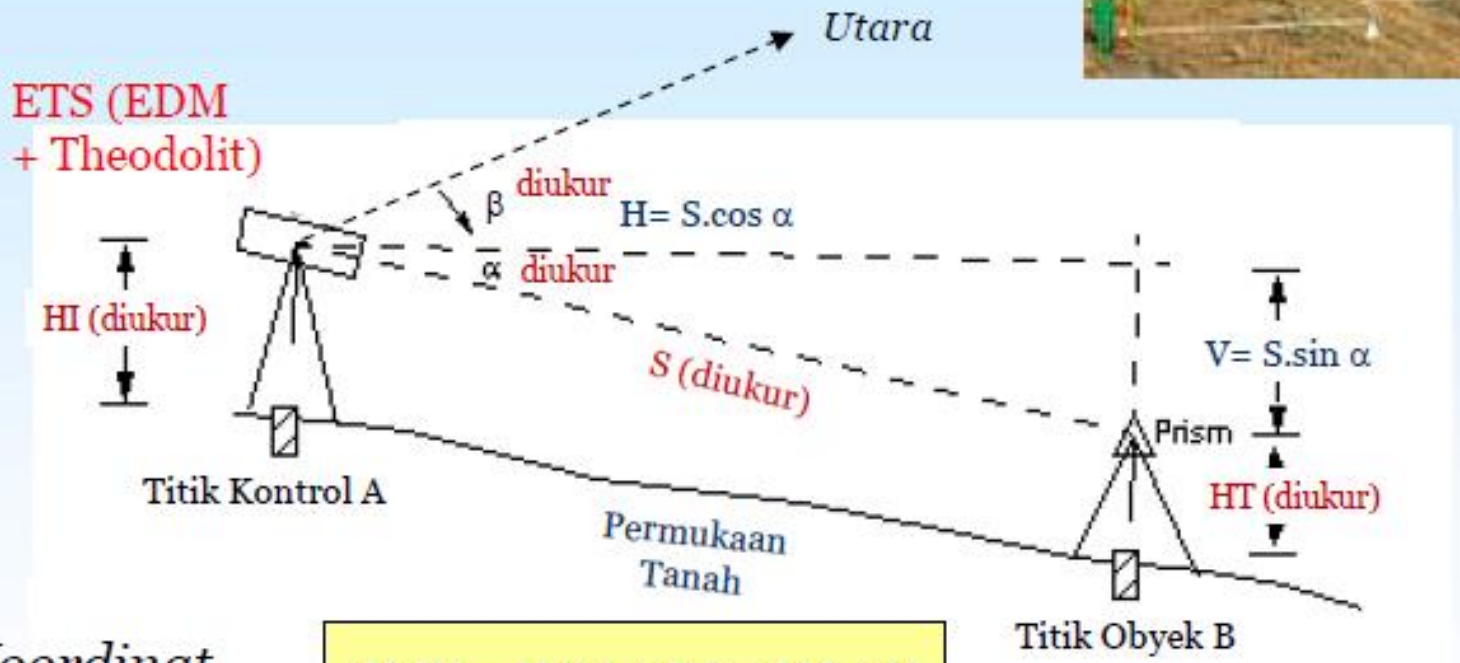
Kompas

Kompas adalah sebuah alat dengan komponen utamanya jarum dan lingkaran berskala. Salah satu ujung jarumnya dibuat dari besi berani atau magnet yang ditengahnya terpasang pada suatu sumbu, sehingga dalam keadaan mendatar jarum magnit dapat bergerak bebas ke arah horizontal atau mendatar menuju arah utara atau selatan.

Klinometer

Klinometer adalah alat yang berfungsi menentukan besar sudut elevasi dalam mengukur tinggi suatu obyek secara tidak langsung. Dengan klinometer, kita bisa mengetahui tinggi/panjang benda.

Metode Terestris Untuk Penentuan Koordinat Titik Obyek



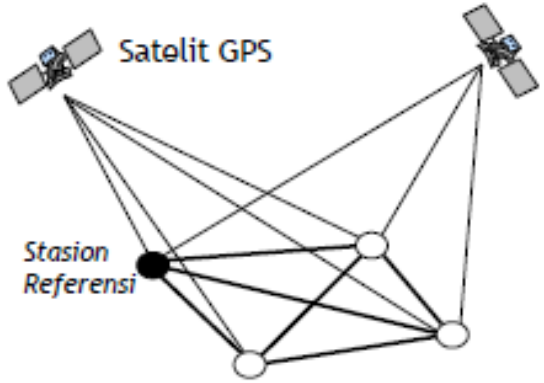
Koordinat Titik Obyek :

$$H(B) = H(A) + HI - HT \pm V$$
$$X(B) = X(A) + H.\ \mathrm{Sin}\ \beta$$
$$Y(B) = Y(A) + H.\ \mathrm{Cos}\ \beta$$

Hasanuddin Z. Abidin, 2007

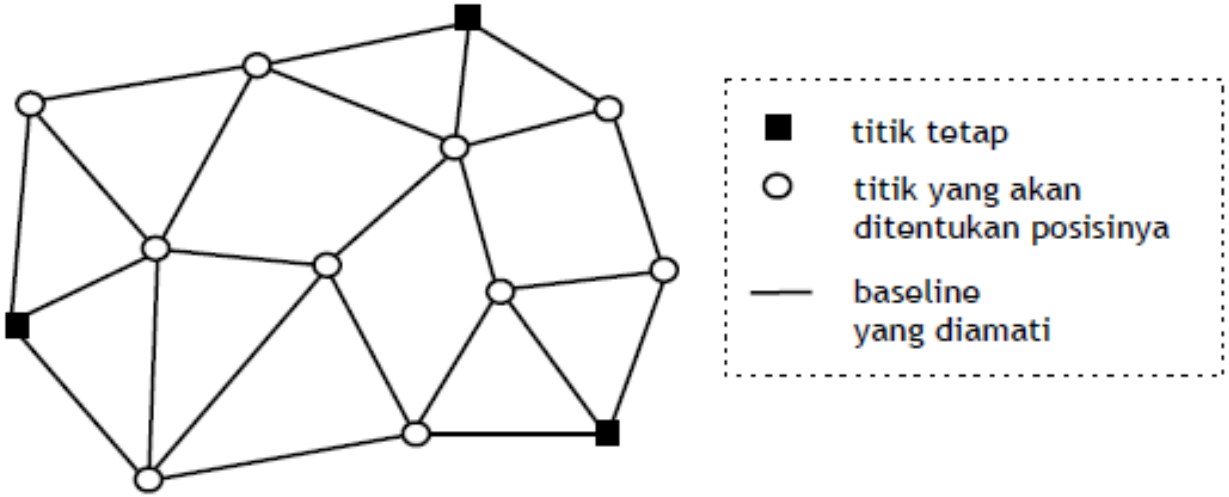
METODE SURVEI GPS

- Metode penentuan posisi yang digunakan adalah metode diferensial (metode relatif).
- Minimal 2 receiver GPS diperlukan.
- Penentuan posisi sifatnya statik (titik-titik survainya tidak bergerak).
- Data utama pengamatan yang digunakan untuk penentuan posisi adalah data fase.
- Tipe receiver yang digunakan adalah tipe survai/geodetik bukan tipe navigasi.
- Pengolahan data umumnya dilakukan secara *post-processing*.
- Antar titik tidak perlu bisa saling 'melihat'. Yang perlu adalah setiap titik dapat 'melihat' satelit.



Geometri Jaring Survei GPS

- Jaring survai GPS dibentuk oleh titik-titik yang diketahui koordinatnya (titik tetap) dan titik-titik yang akan ditentukan posisinya.
- Titik-titik tersebut dihubungkan dengan baseline-baseline yang komponennya (dX,dY,dZ) diamati.
- Contoh suatu bentuk jaring GPS :



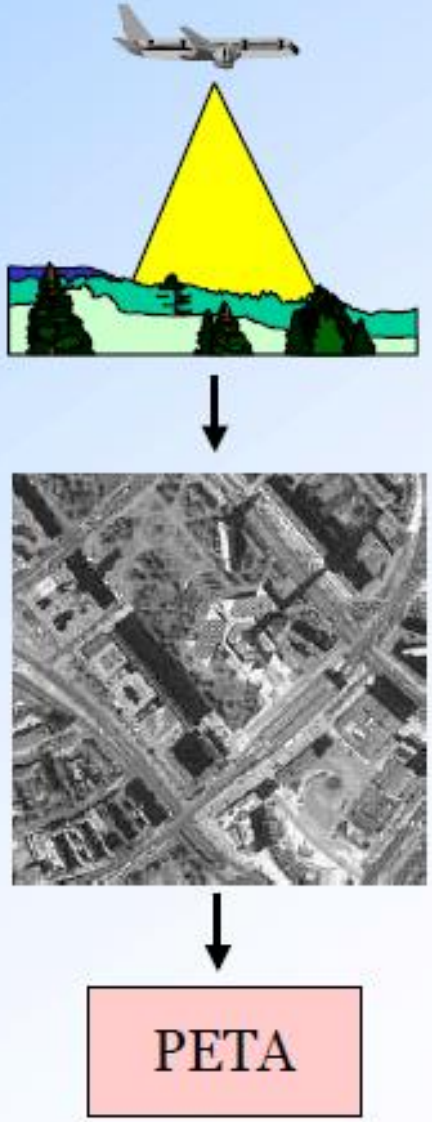
Pemetaan Fotogrametris

Pengadaan Titik Kontrol :

- Metode-metode terestris (poligon, triangulasi, kemuka, kebelakang)
- Metode Survei GPS

Penentuan Koordinat Titik Obyek :

- Dari Foto Udara (Metode Fotogrametri)



Pemetaan Fotogrametris

Metode
Pengolahan
Fotogrametris

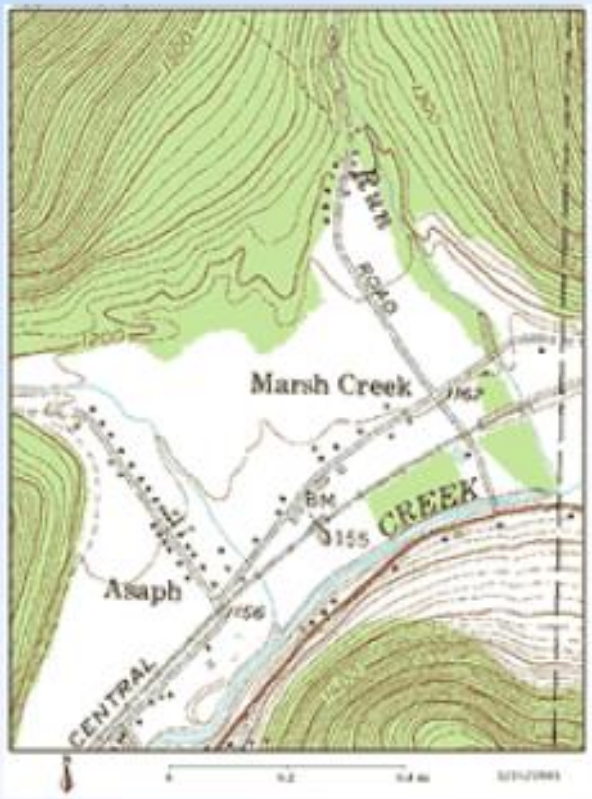
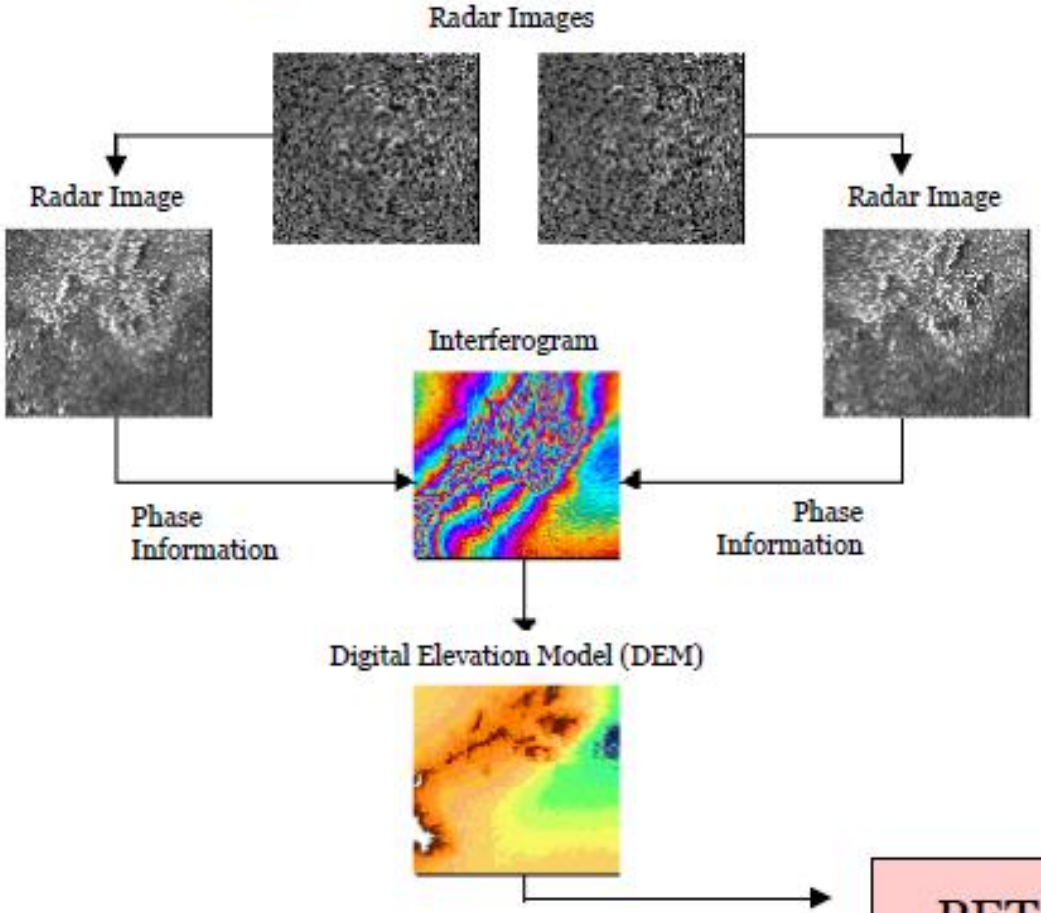


Foto Udara

Peta Topografi

Hasanuddin Z. Abidin, 2007

Pemetaan Inderaja



Hasanuddin Z. Abidin, 2007

Pemetaan Inderaja

Pengadaan Titik Kontrol :

- Metode Survei GPS

Penentuan Koordinat Titik Obyek :

- Dari Citra Satelit (Metode Inderaja)

PETA

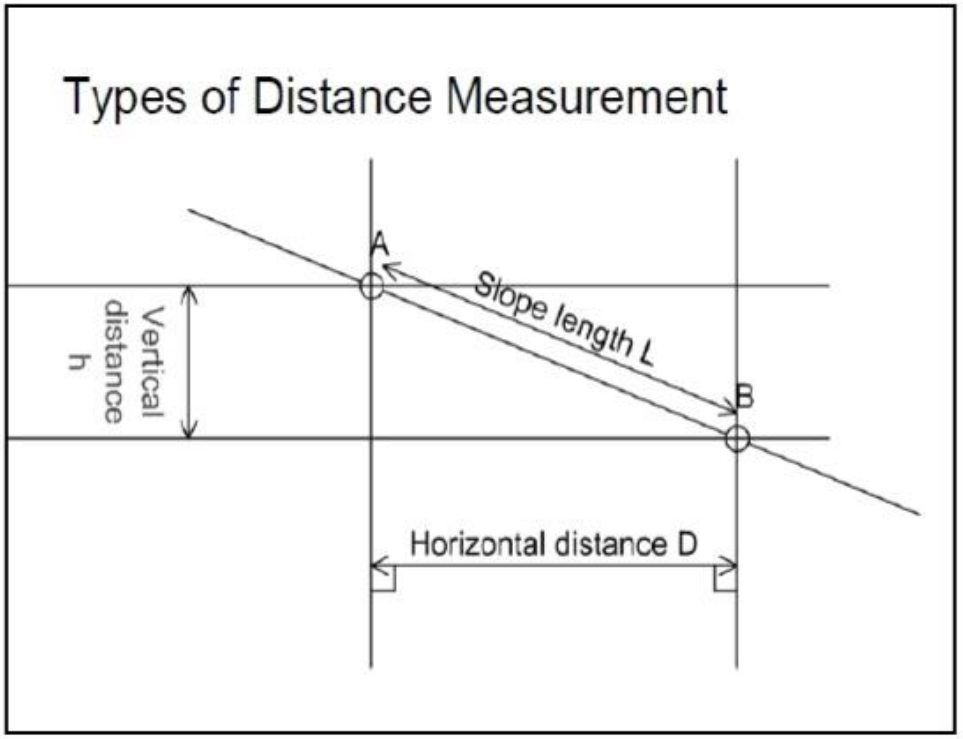
Hasanuddin Z. Abidin, 2007

METODE PENGUKURAN JARAK

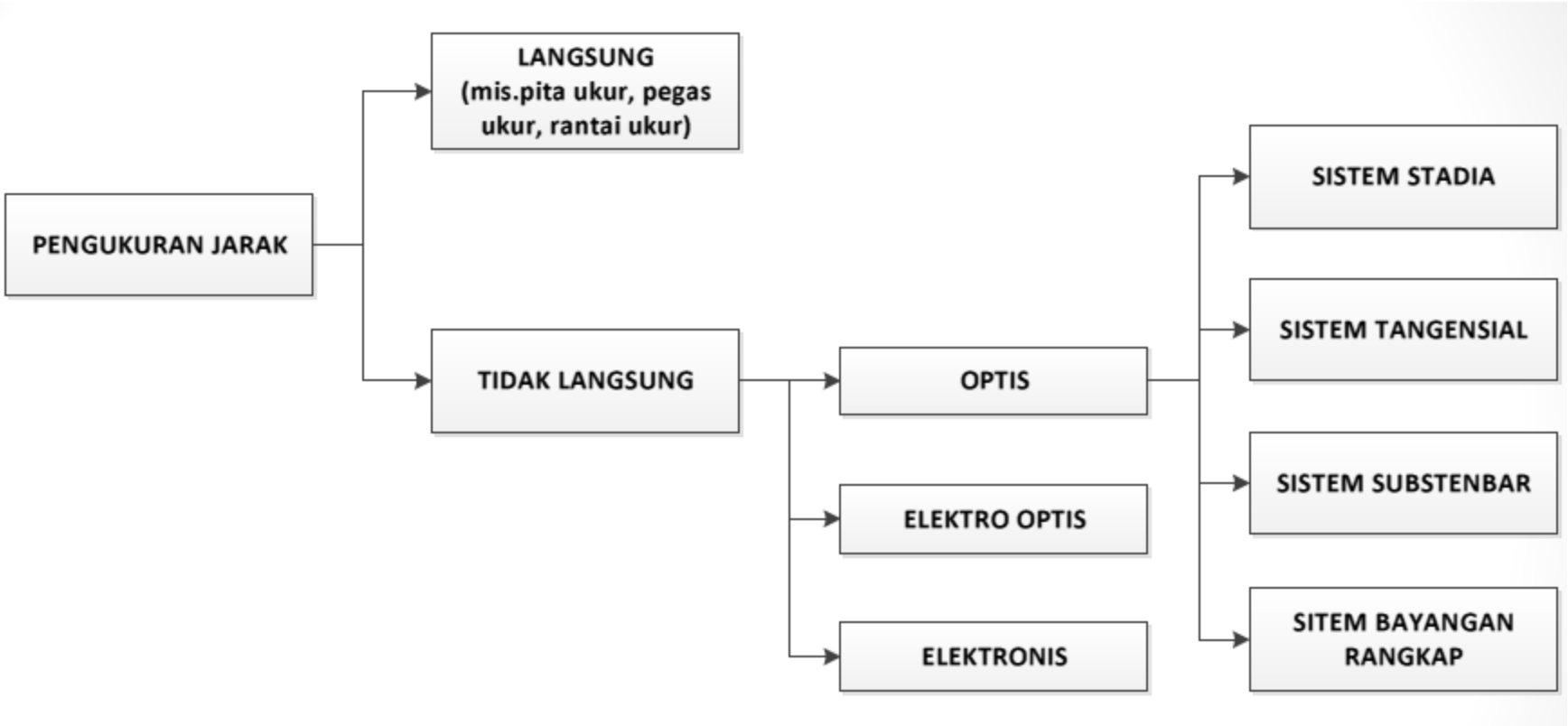
JARAK ⟶ DATAR/HORISONTAL TERDEKAT

Tipe jarak :

- **jarak horisontal**
- **jarak vertikal**
- **jarak miring**



Klasifikasi Pengukuran jarak



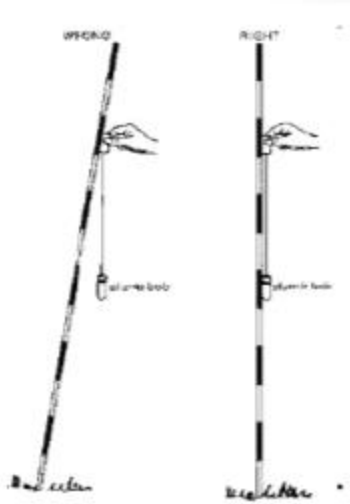
Pengukur Jarak Secara Langsung

Pelurusan diperlukan **bila jarak yang diukur tidak dapat** dilakukan dengan sekali membentangkan pita ukur.

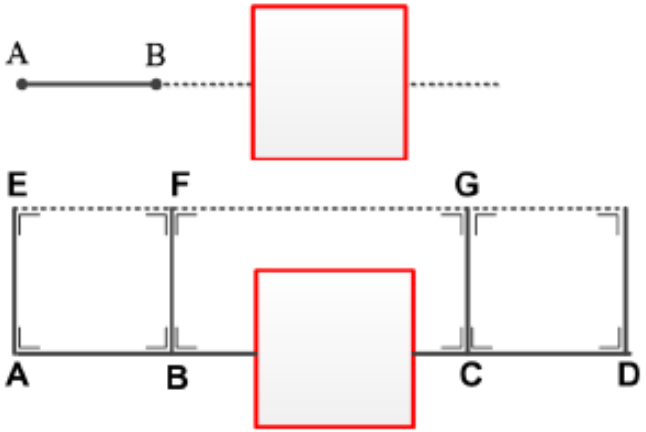
Diperlukan syarat-syarat dalam membuat garis lurus, yaitu :

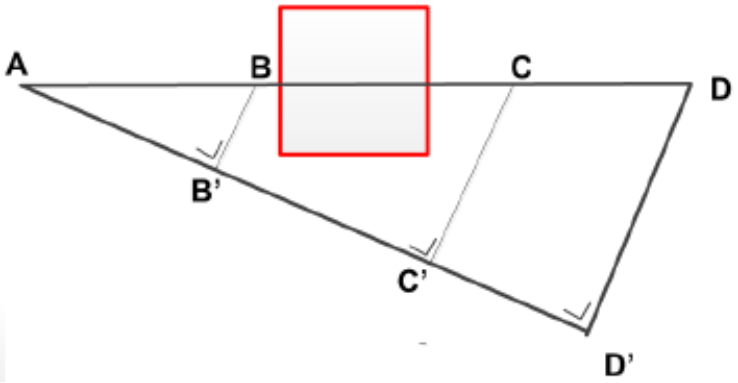
- Salah satu titik dapat dilihat.
- Digunakan alat bantu seperti jalon untuk membidik.
- Letak jalon harus tegak lurus
- Pembidikan dilakukan dengan mata satu
- Lakukan pengulangan sebagai kontrol untuk mengurangi kesalahan.
- Letak titik yang dibidik tidak terlalu jauh

Teknik Pelurusan

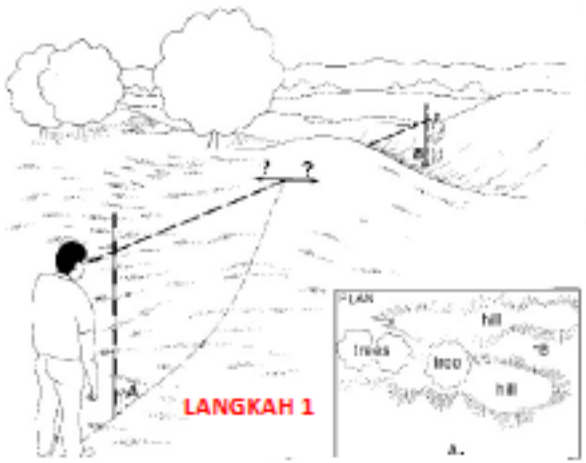


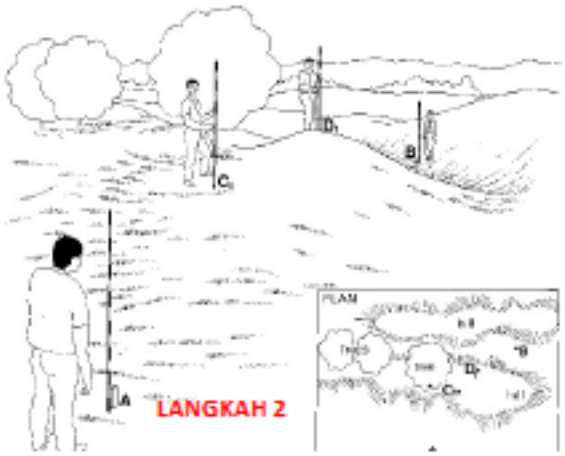
- Apabila terdapat rintangan

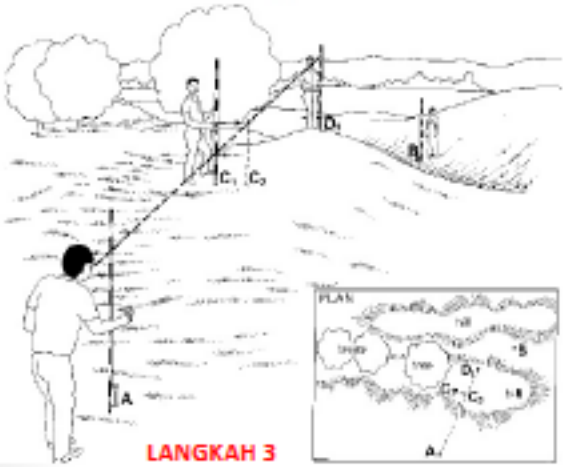


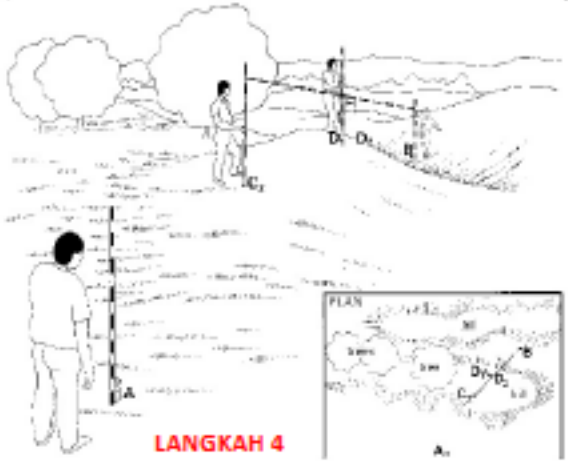


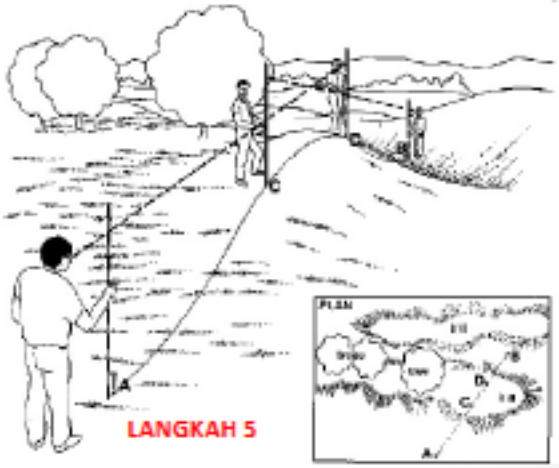
Apabila terjadi di tanah tidak datar



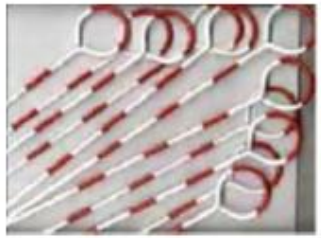




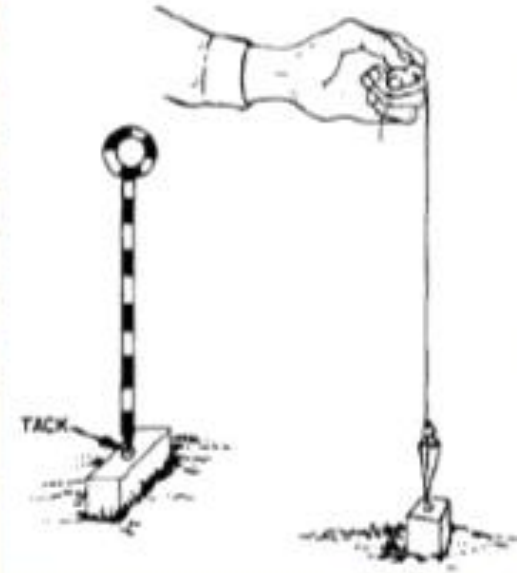




Alat Pengukur Jarak Secara Langsung



Paku lapangan



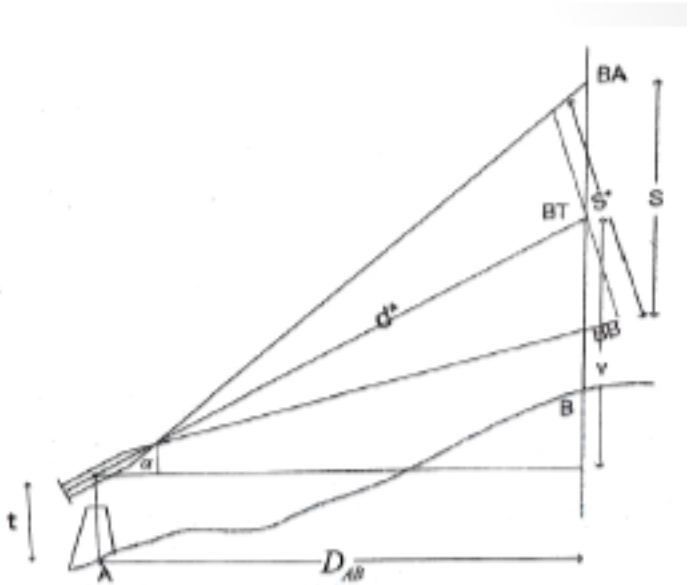
Pengukur Jarak OPTIS

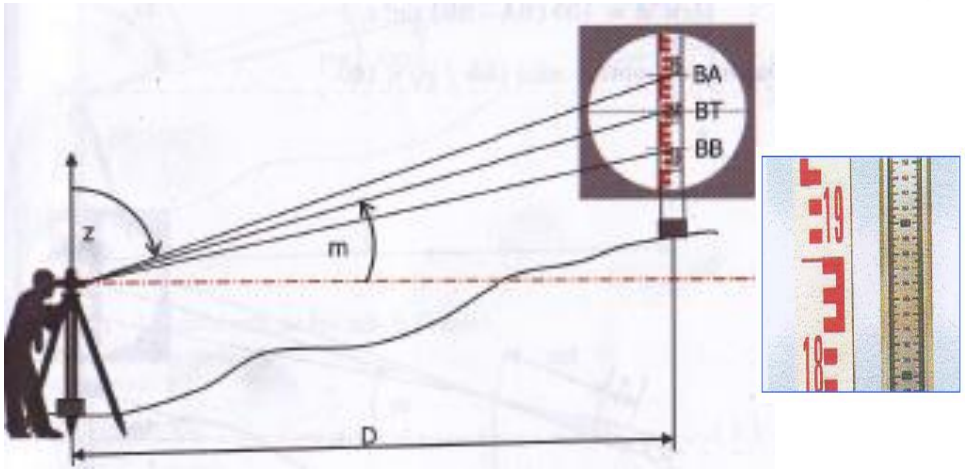
I. Metode Stadia/ Tachymetri

b) Pada posisi miring

Untuk teropong dengan kemiringan α terhadap bidang mendatar yang melalui sumbu teropong II, maka :

- $S \rightarrow S^* = S \cos \alpha$
- $d \rightarrow d^* = d \cos \alpha$





Y = BA - BB

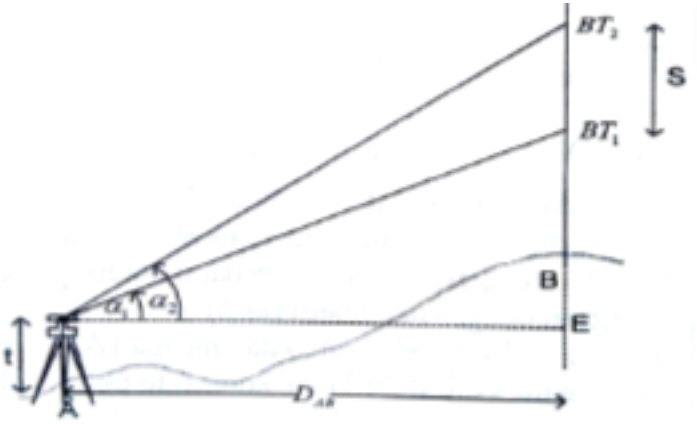
$D = A\ Y \cos^2 m$

A = konstanta pengali ditetapkan sebesar 100 tnpa satuan

Maka D(jarak) dapat dihitung

Tangential System

Prinsip : Sistem ini dipakai apabila apabila teropong tidak memiliki benang stadia, sehingga rambu hanya dibaca benang tengahnya saja. Sehingga perlu pembacaan rambu minimal dua kali dengan sudut miring yang tidak sama.



$$BT_1 - E = D_{AB}.tg\alpha_1$$

$$BT_2 - E = D_{AB}.tg\alpha_2$$

$$V = D_{AB}.tg\alpha_1$$

$$\Delta h_{AB} = t + V - BT_1$$

$$S = D_{AB}\left(tg\alpha_2 - tg\alpha_1\right) = D_{AB}tg\alpha_1 + V - BT_1$$

$$D_{AB} = \frac{S}{\left(tg\alpha_2 - tg\alpha_1\right)}$$

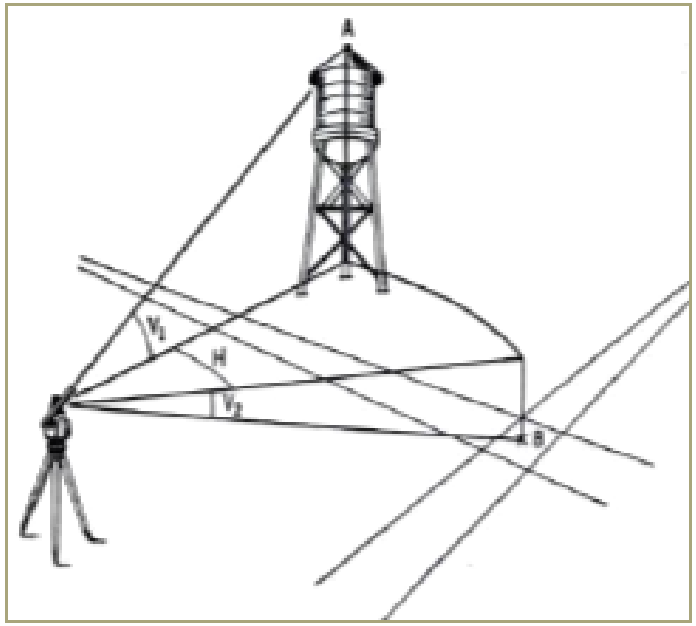
$$H_B = H_A + D_{AB}.tg\alpha_1 - BT_1$$

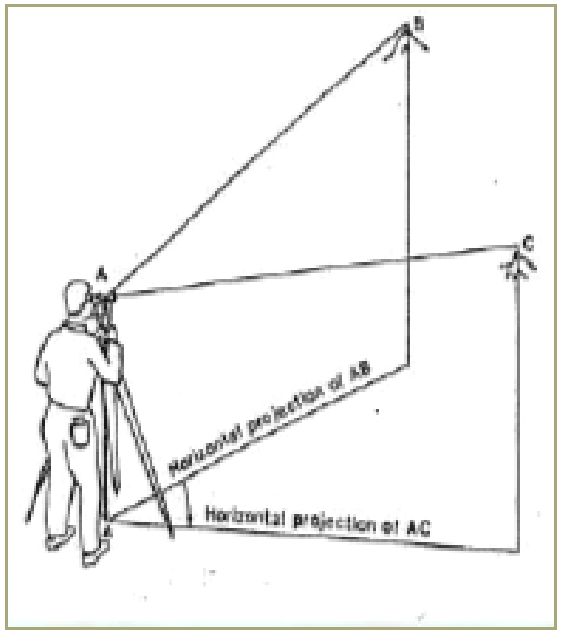
PENGUKURAN SUDUT

Pengukuran sudut berarti mengukur suatu sudut yang terbentuk antara suatu titik dan dua titik lainnya

Sudut yang diukur dalam pengukuran tanah digolongkan :

- **sudut vertikal**
- **sudut horisontal**

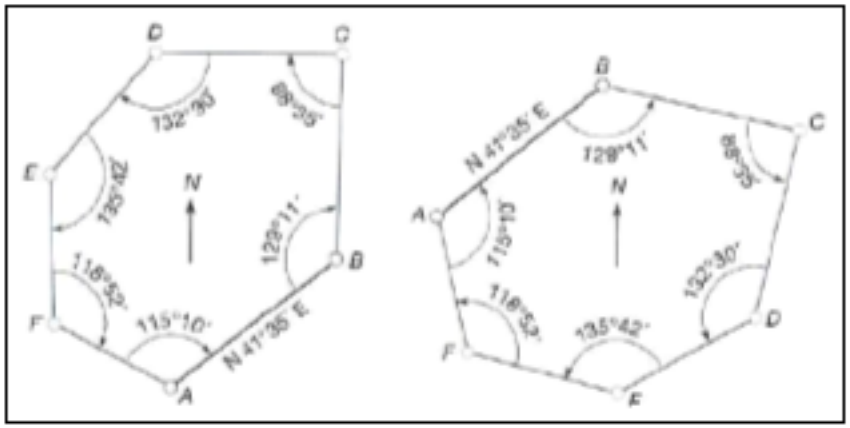


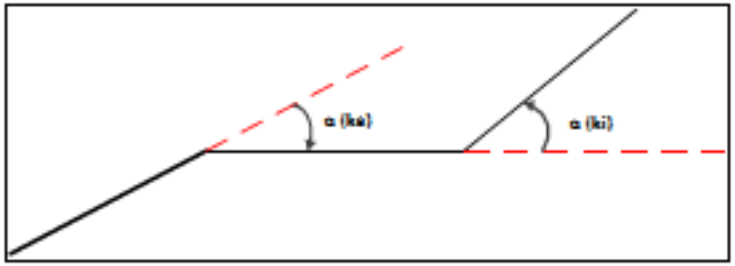


Ket :
H = sudut horisontal
V1 = sudut vertikal positif
V2 = sudut vertikal negatif

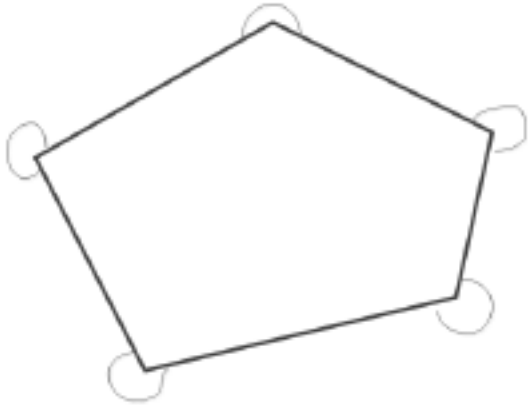
Jenis Sudut Horisontal

Sudut dalam





Sudut belokan (kanan dan kiri)



Sudut luar

SATUAN ARAH DAN PENENTUAN POSISI DALAM ILMU UKUR TANAH

Dalam ilmu ukur tanah, data ukuran yang diperoleh ada empat macam kemungkinan, yaitu :

- sudut baik dalam bidang horizontal maupun vertikal,
- arah atau azimut,
- jarak dan
- beda tinggi.

Satuan dari besaran-besaran tersebut berbeda-beda, yang umum digunakan dalam ukur tanah antara lain :

1. Satuan – satuan sudut
2. Sudut arah dan kwadran
3. Satuan Jarak

1. SATUAN – SATUAN SUDUT

Satuan sudut yang umum dipergunakan dalam Ilmu Ukur Tanah ada tiga macam, yaitu :

a. Sexagesimal,

Dalam satua sexagesimal satu lingkaran dibagi menjadi 360 derajat (360^o), satu derajad sama dengan enam puluh menit ($1^o = 60'$) dan satu menit sama dengan enam puluh secon ($1' =$ $60''$).

b. Centicimal,

Dalam satuan Centicimal satu lingkaran dibagi menjadi empat ratus grade/gon (400^g), 1 grade = 10 desigrade, 1 desigrade = 10 centigrade, 1 centigrade = 10 milligrade.

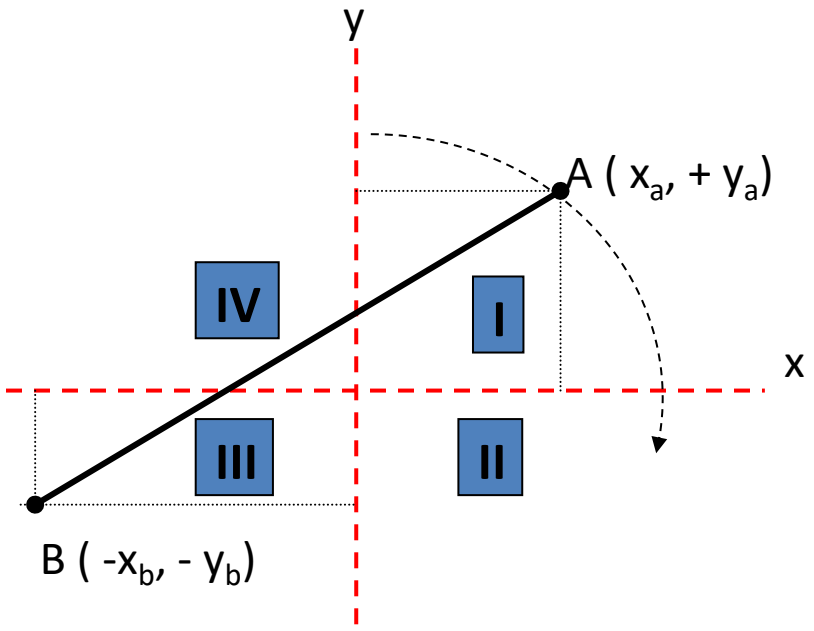
c. Radian,

Dalam satuan radian satu lingkaran dibagi menjadi 2π radian. Simbol radian dinyatakan dengan rho (r).

Sudut arah dalam ilmu ukur tanah tidak sama dengan sudut arah dalam ilmu ukur sudut (goneometri). Dalam ilmu ukur tanah, sudut dimulai dari arah

2. SUDUT ARAH DAN KUADRAN

Sudut arah dalam ilmu ukur tanah tidak sama dengan sudut arah dalam ilmu ukur sudut (goneometri).
Dalam ilmu ukur tanah, sudut dimulai dari arah utara (sumbu Y positif) ke arah timur searah putaran jarum jam. Demikian pula dengan posisi kuadran.

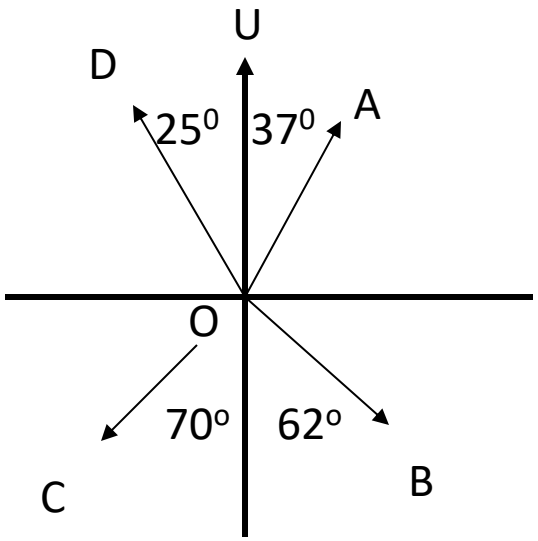


Kuadran I, antara (0^0 – 90^0)
Kuadran II, antara (90^0 – 180^0)
Kuadran III, antara (180^0 –270^0)
Kuadran IV, antara (270^0 360^0)

Dalam ilmu ukur tanah sudut arah juga disebut sudut jurusan atau azimut dan ada pula istilah bering.

a. Bearing :

adalah suatu garis yang didasarkan pada garis meredian tertentu dan ditunjukan oleh kwadran dimana garis tsb berada.



Contoh :

Bearing garis OA dibaca : Utara 30 ^{0} Timur

→Ditulis U 30^0 T

Bearing OB, OC, dan OD ?

Titik	Bearing
OA	U 37 T
OB	S 62 T
OC	S 70 B
OD	U 25 B

b. Azimut :

adalah sudut arah yang dimulai dari arah utara berputar searah jarum jam.

Arah utara yang sebenarnya adalah arah kutub utara bola bumi atau arah meridian,

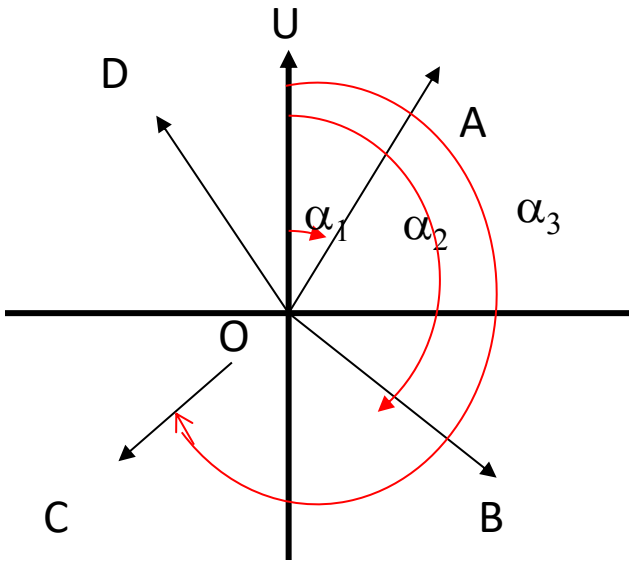
Arah ini dapat ditentukan dengan cara pengamatan astronomi yaitu pengamatan benda-benda langit.

Untuk mementukan arah yang sebenarnya menggunakan peralatan khusus, seperti azimut kompas atau azimut magnetis, yang langsung dapat dibaca pada jarum kompas, teodolit kompas.

Cara-cara menentukan azimut adalah sebagai berikut :

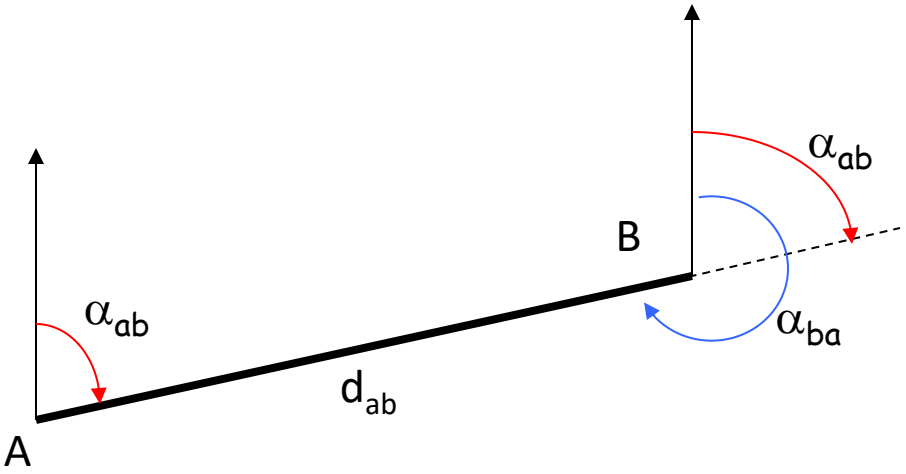
- Tentukan angka skala yang berimpit dengan ujung utara jarum magnet. Angka pada garis skala ini mementukan besarnya sudut yang dimulai dari angka nol dan diakhiri pada angka itu.
- Tentukan busur yang besarnya dinyatakan dengan angka bacaan, dari skala nol sampai ujung utara jarum magnet.
- Cari sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnet yang diakhiri pada arah garis bidik yang besarnya sama dengan angka bacaan.

Contoh



Arah	Azimuth (U)	Azimuth (S)	Bearing
OA	37	217	U 37 T
OB	118	298	S 62 T
OC	150	70	S 70 B
OD	335	155	U 25 B

Menentukan besarnya azimuth :



Pada garis AB, titik A (sebelah kiri) → α_{ab} dan
titik B (sebelah kanan) → α_{ba}

Dengan memperpanjang garis AB, didapat pula α_{ab}

Maka di titik B dapat ditentukan hubungan antara α_{ab} dan α_{ba}
→ $\alpha_{ab} = \alpha_{ba} + 180$ atau $\alpha_{ab} - \alpha_{ba} = 180$

Apabila koordinat titik A (x_A, y_A) dan titik B (x_B, y_B) diketahui, maka maka sudut jurusan / azimut α_{AB} dan jarak d_{AB} dapat ditentukan, sebagai berikut :

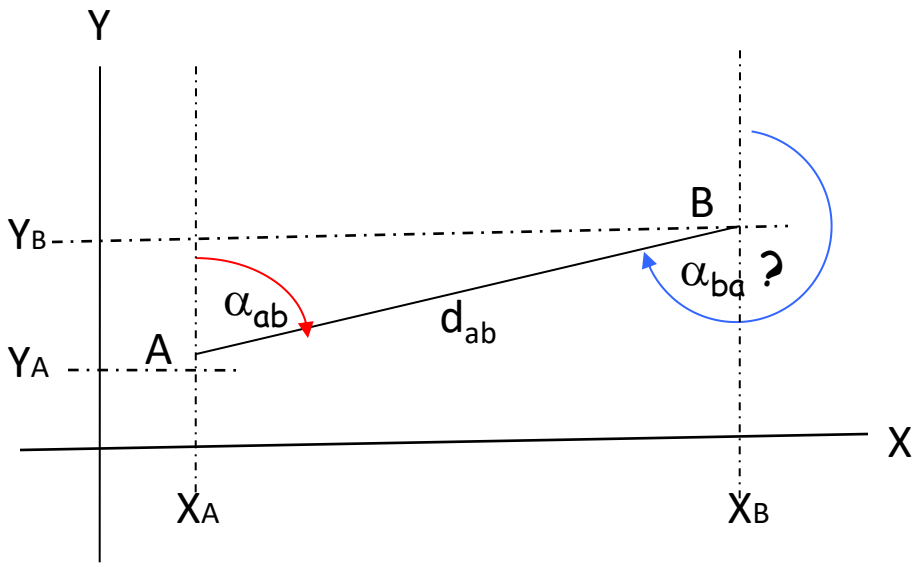
$$tg_{ab} = \frac{x_b - x_a}{y_b - y_a} = \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

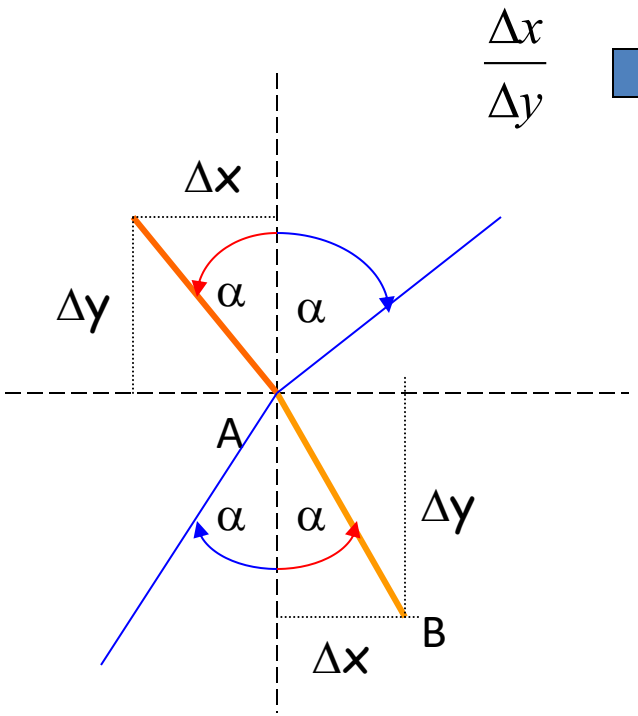
dan

$$d_{ab} = \frac{x_b - x_a}{\sin \alpha_{ab}}$$

atau

$$d_{ab} = \frac{y_b - y_a}{\cos \alpha_{ab}}$$





- **mempunyai tanda positif**
  (kwadran I dan III)

  untuk kwadran I → $a_{ab} = \alpha$,
  untuk kwadran III → $a_{ab} = 180^0 + \alpha$

- **mempunyai tanda negatif**
  (kwadran II dan IV)

  untuk kwadran II → $aab = 180^0 - \alpha$
  untuk kwadran IV → $aab = 360^0 - \alpha$

Metode Pengukuran Sudut Horisontal

Sudut horisontal pada suatu titik di lapangan dapat terdiri dari sudut tunggal dan sudut yang lebih dari satu sehingga teknik pengukurannya juga berbeda.

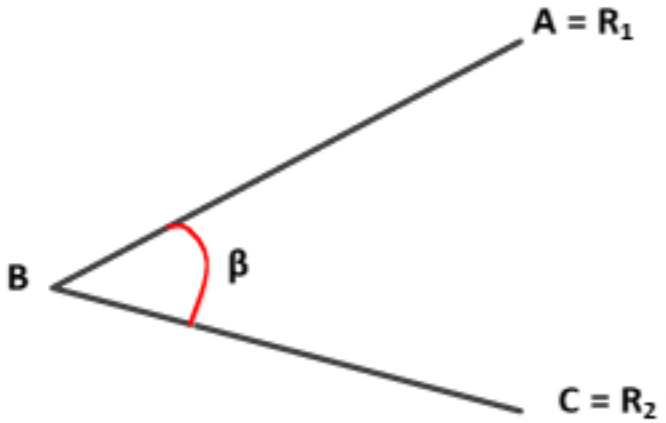
Pengukuran sudut tunggal

Pengukuran sudut tunggal dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

Cara pengukuran tunggal

Dengan menempatkan alat ukur sudut di titik B , arahkan/bidik target di A (bacaan sudut R1) kemudian bidik target di C dan baca besara sudut (R2).

Maka besar sudut di B (sudut β) = R2 – R1



Cara pengukuran seri/rangkap

Apabila sudut yang diukur akan digunakan sebagai titik kontrol dalam pemetaan, maka cara pengukuran sudut tunggal tidak dibenarkan. Cara ini terbagi menjadi dua macam, yaitu

- seri tunggal.
- seri rangkap.

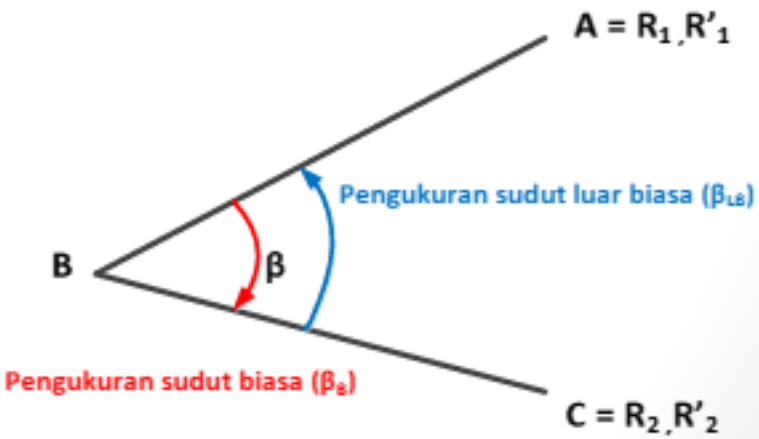
Cara seri tunggal sama dengan cara pengukuran sudut tunggal, namun dilakukan pengukuran ulang. Sedangkan seri rangkap, pengukurannya dilakukan dengan posisi teropong biasa dan luar biasa.

Caranya adalah setelah pengukuran dengan cara pengukuran tunggal, teropong dibalik dengan kedudukan luar biasa. Kemudian bidik di titik C dan baca lingkaran horisontalnya (R'_2), lalu dengan cara yang sama bidik titik A (R'_1). Metode ini disebut cara pengukuran satu seri rangkap.

Besarnya sudut ukuran β (Biasa) $= R_2 - R_1$

β (luar biasa) $= R'_2 - R'_1$

$$Maka \beta = \frac{\beta(B) + \beta(LB)}{2}$$



SISTEM KOORDINAT

Pada jaman dahulu, orang beranggapan bahwa Bumi itu datar.

Thales dari Miletus (625-547 SM) menyatakan bahwa Bumi berbentuk seperti cakram yang mengapung di samudra.

Anaximander, yang hidup pada masa yang sama dengan Thales, berpendapat bahwa Bumi berbentuk silinder, dengan sumbu putarnya mengarah ke barat dan timur.

Pythagoras menyatakan bahwa Bumi berbentuk bulat. Pernyataan ini juga didukung oleh filsuf besar Aristoteles (384-322 SM). Ide bahwa Bumi itu bulat terus bertahan hingga lebih dari dua milenium. Eratosthenes (276-194 SM) bahkan berhasil menghitung jari-jari Bumi.

Newton menunjukkan bahwa Bumi tidak mungkin berbentuk bulat. Menurut teori Newton, benda kenyal yang berputar pada sumbunya akan mengalami pemampatan karena gaya sentrifugal. Newton berpendapat bahwa Bumi berbentuk oblate (bagian kutub cenderung datar), sedangkan Cassini bersikukuh bahwa Bumi berbentuk *prolate* (seperti telur).

GEOID

Konsep geoid pertama kali digagas oleh C.F. Gauss. Geoid adalah bidang ekipotensial gaya berat Bumi yang menyinggung muka laut. Karena itu digunakanlah muka laut rata-rata (Mean Sea Level, MSL) sebagai pendekatan dari geoid.

Karena merupakan bidang ekipotensial, gaya berat setiap titik pada geoid selalu sama dan permukaan geoid selalu tegak lurus dengan medan gaya berat.

Geoid digunakan sebagai referensi tinggi untuk levelling. Untuk keperluan praktis, pengukuran ketinggian merujuk pada MSL yang mendekati geoid. Tinggi dari permukaan geoid disebut tinggi ortometrik.

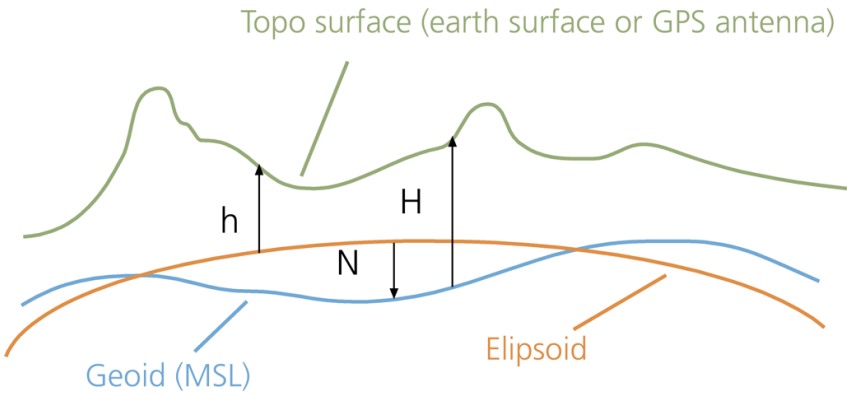
ELLIPSOID

Bentuk geoid yang tidak beraturan tidak memungkinkan kita untuk melakukan perhitungan matematis. Karena itu, sebagai representasi matematis dari bentuk fisik Bumi, digunakanlah ellipsoid. Ellipsoid adalah ellips yang diputar pada sumbu pendeknya.

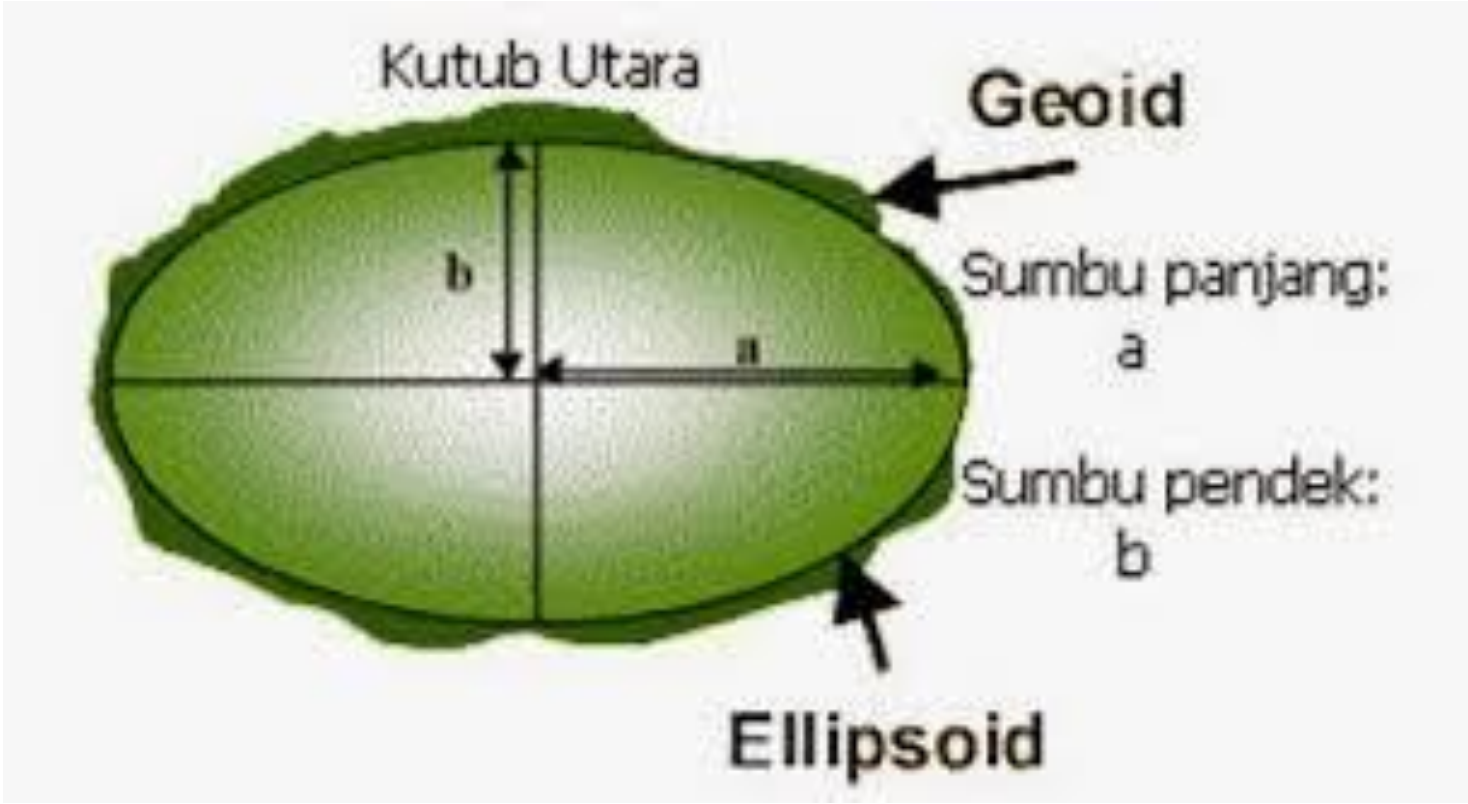
Ada banyak sekali ellipsoid referensi, mulai dari Airy, Bessel, hingga WGS 84. Yang paling umum digunakan adalah WGS 84 (World Geodetic System 1984).

Perbedaan tinggi dari geoid dengan tinggi dari ellipsoid disebut undulasi geoid. Jika H adalah tinggi ortometrik, h adalah tinggi geodetik, dan N adalah undulasi geoid, maka:

$$h=H+N$$

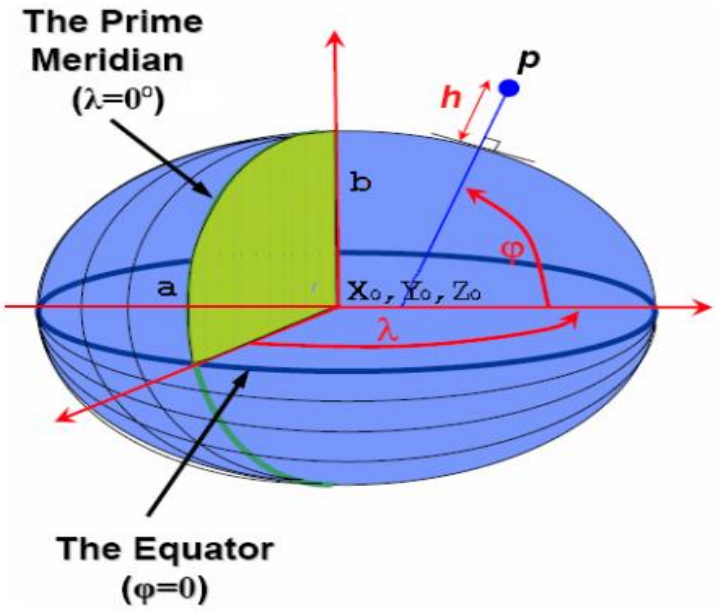


h=elipsoid height
H=orthometric height
N=geoid height


Kutub Utara
Geoid
b
a
Sumbu panjang:
a
Sumbu pendek:
b
Ellipsoid

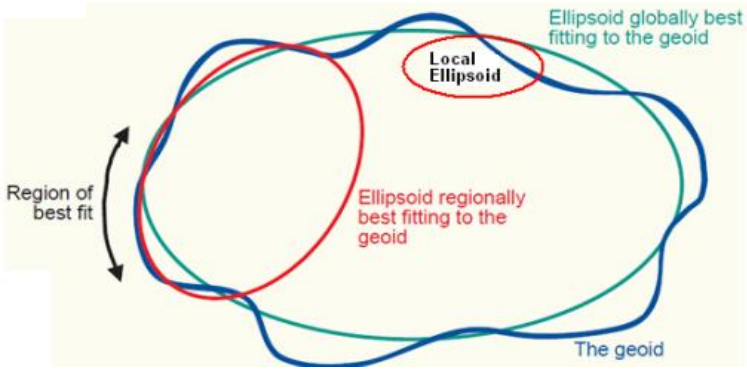
Untuk mendeskripsikan datum geodesi secara lengkap, minimal diperlukan 8 besaran:

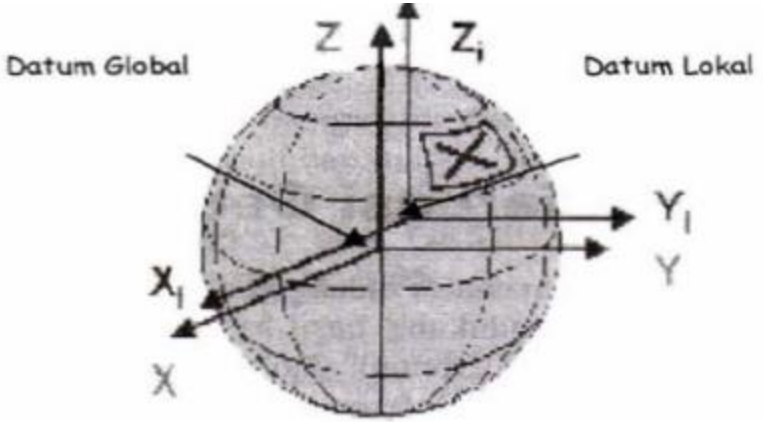
- 3 Konstanta (X0, Y0, Z0) : untuk mendefinisikan titik awal (origin) sistem koordinat.
- 3 besaran : untuk menentukan arah sistem koordinat (ke sumbu X, Y, Z).
- 2 Besaran lain (setengah sumbu panjang (a) danpenggepengan (f)) : untuk mendefinisikan dimensiellipsoid yg digunakan.



Datum dapat ditentukan dgn 3 cara:

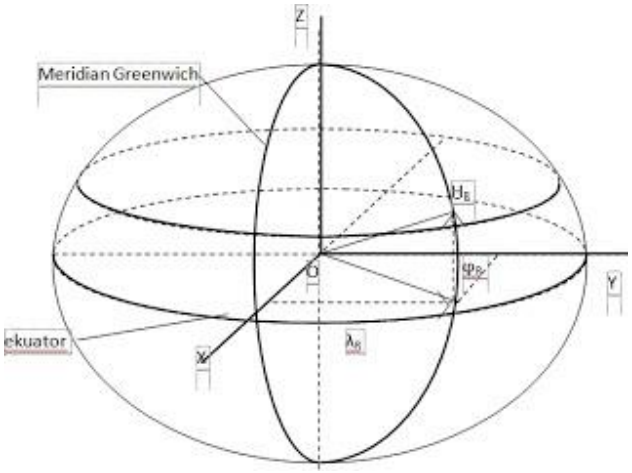
1. Datum Lokal
2. Datum Regional
3. Datum Global

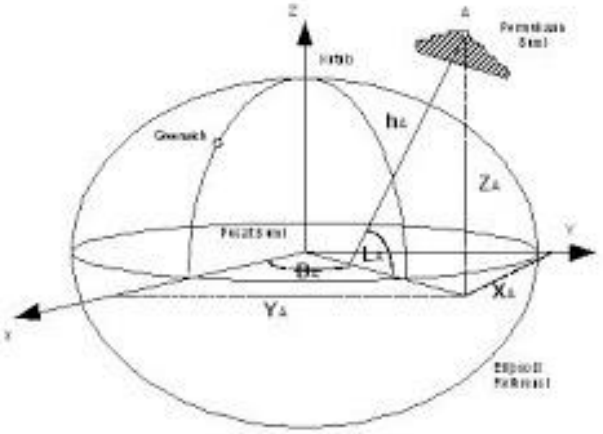




Beberapa contoh ellipsoid standar lainnya:

Ellipsoid	Major-Axis (a) meter	Minor-Axis (b) meter	Flattening Ratio (f)
Clarke (1866)	6.378.206	6.356.584	1/294,98
GRS80	6.378.137	6,356,752	1/298,57
Dan lain-lain			





Koordinat Kartesian
(XA, YA, ZA)

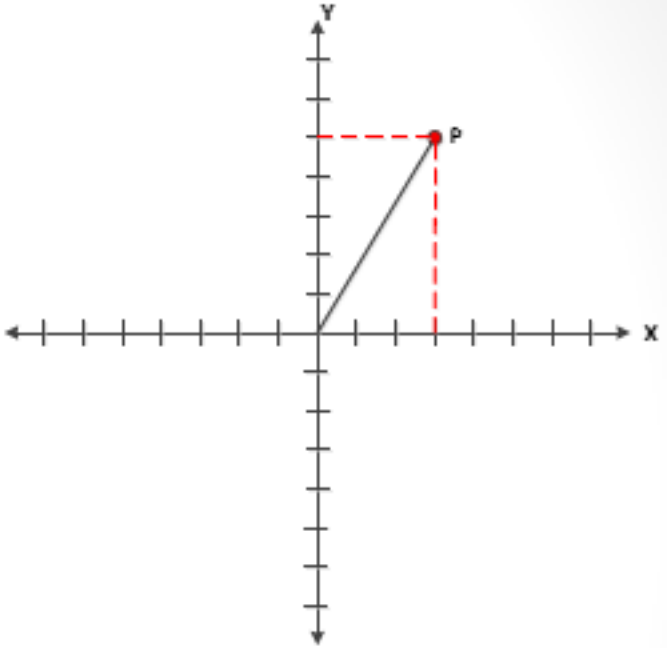
Koordinat Geodetik
(LA, BA, hA)

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

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

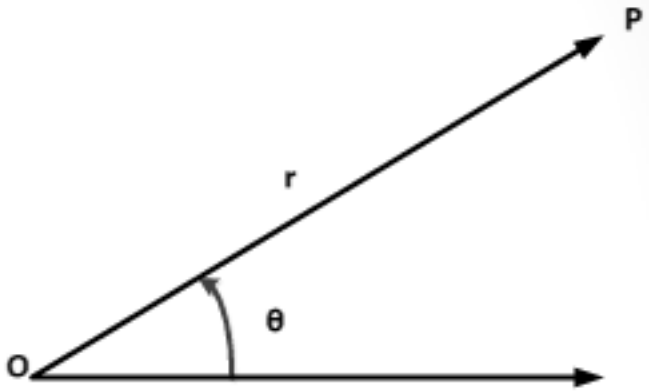
persamaan sebagai berikut

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

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)

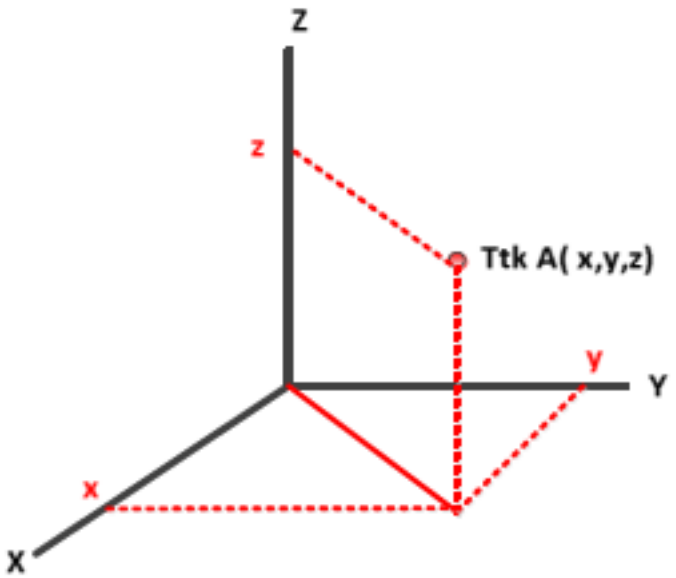


θ (+) jika <u>berlawanan</u> arah jarum jam

θ (-) jika *searah* jarum jam

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



PENENTUAN KOORDINAT SATU TITIK

METODE PENENTUAN POSISI HORIZONTAL

- Metode Polar

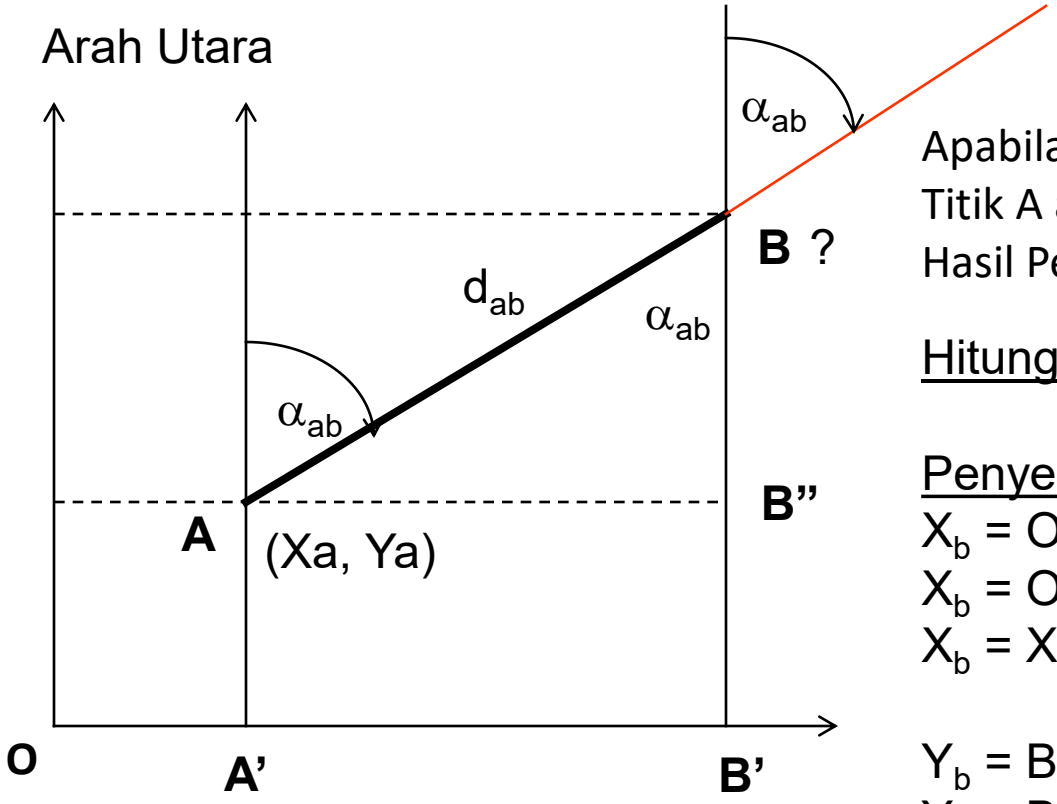
  Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada satu titik yang sudah diketahui koordinatnya
- Metode Mengikat Kemuka

  Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada dua titik yang sudah diketahui koordinatnya
- Metode Mengikat Kebelakang

  Menetukan satu titik koordinat yang diikatkan pada tiga titik yang sudah diketahui koordinatnya
- Poligon

  Menentukan banyak titik koordinat yang diikatkan pada satu atau beberapa titik yang sudah diketahui koordinatnya

METODE POLAR



Apabila Diketahui Koordinat Titik A adalah (Xa, Ya) dan Hasil Pengukuran α_{ab} dan d_{ab}

Hitung : Koordinat Titik B ?

Penyelesaian :

$X_b = OB'$

$X_b = OA' + A'B''$

$X_b = X_a + \Delta X_{ab}$

$Y_b = B'B$

$Y_b = B'B'' + B''B$

$X_b = Y_a + \Delta Y_{ab}$

$$\text{Sin } \alpha_{ab} = \frac{\Delta X_{ab}}{d_{ab}} \rightarrow \Delta X_{ab} = d_{ab} \text{ Sin } \alpha_{ab}$$ ⇒ **$X_b = X_a + d_{ab} \text{ Sin } \alpha_{ab}$**

$$\text{Cos } \alpha_{ab} = \frac{\Delta Y_{ab}}{d_{ab}} \rightarrow \Delta Y_{ab} = d_{ab} \text{ Cos } \alpha_{ab}$$ ⇒ **$Y_b = Y_a + d_{ab} \text{ Cos } \alpha_{ab}$**

LATIHAN SOAL POLAR

1. Diketahui : Koordinat Titik 18 (-1033,56; +964,07)
   $d_{18\text{-}17}$ = 2986,08m
   $\alpha_{18\text{-}17}$ = 74°22’34”
   Ditanyakan : Koordinat Titik 17 ?

2. Diketahui : Koordinat Titik 14 (-1003,65; +1467,97)
   $d_{14\text{-}21}$ = 2280,71m
   $\alpha_{14\text{-}21}$ = 99°19’35”
   Ditanyakan : Koordinat Titik 21 ?

3. Diketahui : Koordinat Titik 31 (+1044,69; +866,13)
   $d_{31\text{-}22}$ = 3058,40m
   $\alpha_{31\text{-}22}$ = 229°35’25”
   Ditanyakan : Koordinat Titik 22 ?

4. Diketahui : Koordinat Titik 16 (+871,44; -1629,81)
   $d_{16\text{-}15}$ = 3783,73m
   $\alpha_{16\text{-}15}$ = 320°16’32”
   Ditanyakan : Koordinat Titik 15 ?

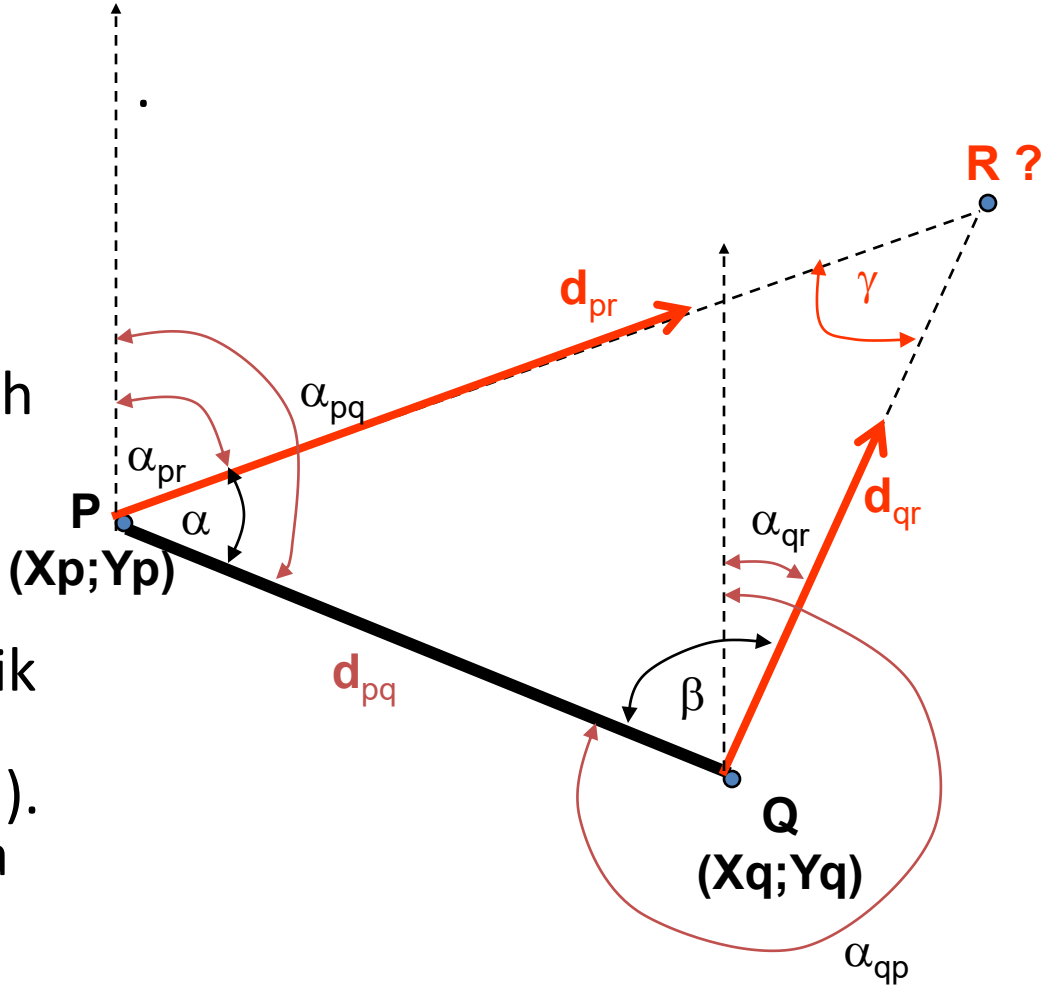
CONTOH HITUNGAN KOORDINAT

Titik A Titik B ?	Titik 18 Titik 17 ?	Titik 14 Titik 21 ?	Titik 31 Titik 22 ?	Titik 16 Titik 15 ?
d_{ab}	2986,08	2280,71	3058,40	3783,73
α_{ab}	74° 22'34"	99° 19'35"	229° 35'25"	320° 16'32"
Xa ΔX_{ab}	-1033,56 **+2875,75**	-1003,65 **+2250,56**	+1044,69 **- 2328,75**	+871,44 **- 2418**,16
Xb	**+1842,19**	**+1246,91**	**-1614,83**	**-1546,73**
Ya ΔY_{ab}	+964,07 **+ 804,22**	+1467,97 **- 369,61**	+ 866,13 **+1510,22**	- 1629,81 **+2910,17**
Yb	**+1768,29**	**+1098,26**	**+2376,35**	**+1280,36**

METODE MENGIKAT KEMUKA

Pada dasarnya metode mengikat kemuka adalah penentuan sebuah titik yang akan dicari koordinatnya melalui 2 (dua) buah titik yang sudah diketahui koordinatnya.

Misalnya kita akan menentukan koordinat titik R yang diukur dari Titik P(Xp;Yp) dan Titik Q(Xq;Yq). Alat ditempatkan di kedua titik yang sudah diketahui



METODE MENGIKAT KEMUKA

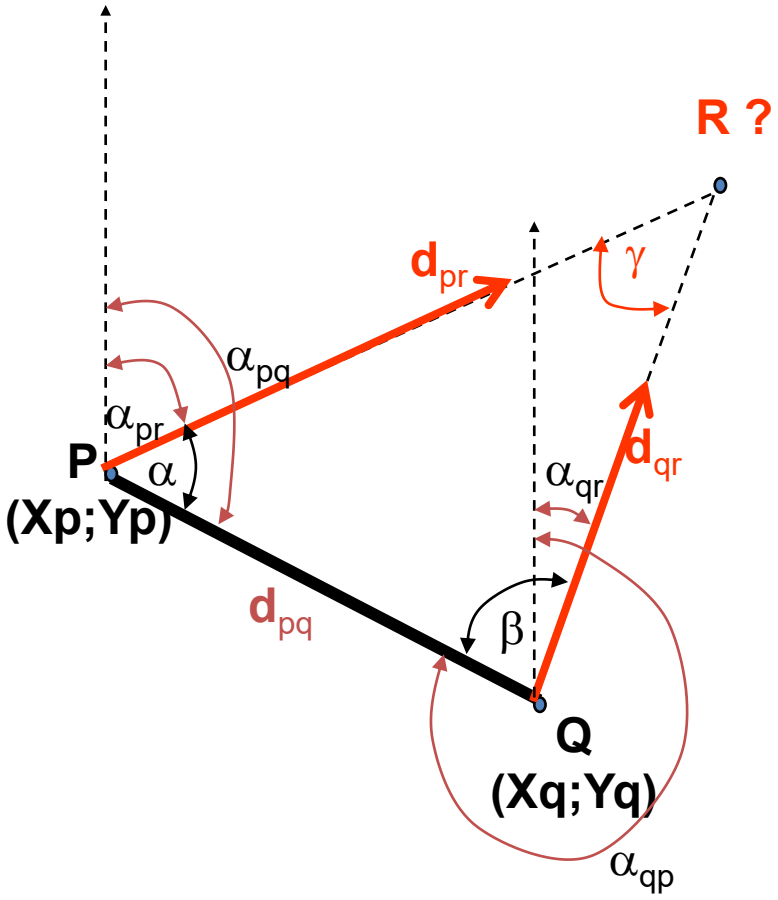
1. Hitung sudut $\gamma = 180^o - \alpha - \beta$
2. Hitung α_{pq} dan d_{pq}

$$Tg\ \alpha_{pq} = \frac{Xq - Xp}{Yq - Yp} \rightarrow \alpha\ pq\ didapat$$

$$Sin\ \alpha_{pq} = \frac{Xq - Xp}{d_{pq}} \rightarrow d_{pq} = \frac{Xq-Xp}{Sin\ \alpha_{pq}}$$

$$Cos\ \alpha_{pq} = \frac{Yq - Yp}{d_{pq}} \rightarrow d_{pq} = \frac{Yq-Yp}{Cos\ \alpha_{pq}}$$

Diperoleh d_{pq} rata-rata



METODE MENGIKAT KEMUKA

3. Dengan Rumus Sinus dalam segitiga PQR Hitung Panjang Sisi d_{pr} dan sisi d_{qr}

$$\frac{d_{pq}}{\text{Sin }\gamma} = \frac{d_{pr}}{\text{Sin}\beta} \rightarrow d_{pr} = \frac{d_{pq}}{\text{sin }\gamma}\text{Sin}\beta$$

$$\frac{d_{pq}}{\text{Sin }\gamma} = \frac{d_{qr}}{\text{Sin}\alpha} \rightarrow d_{qr} = \frac{d_{pq}}{\text{sin }\gamma}\text{Sin}\alpha$$

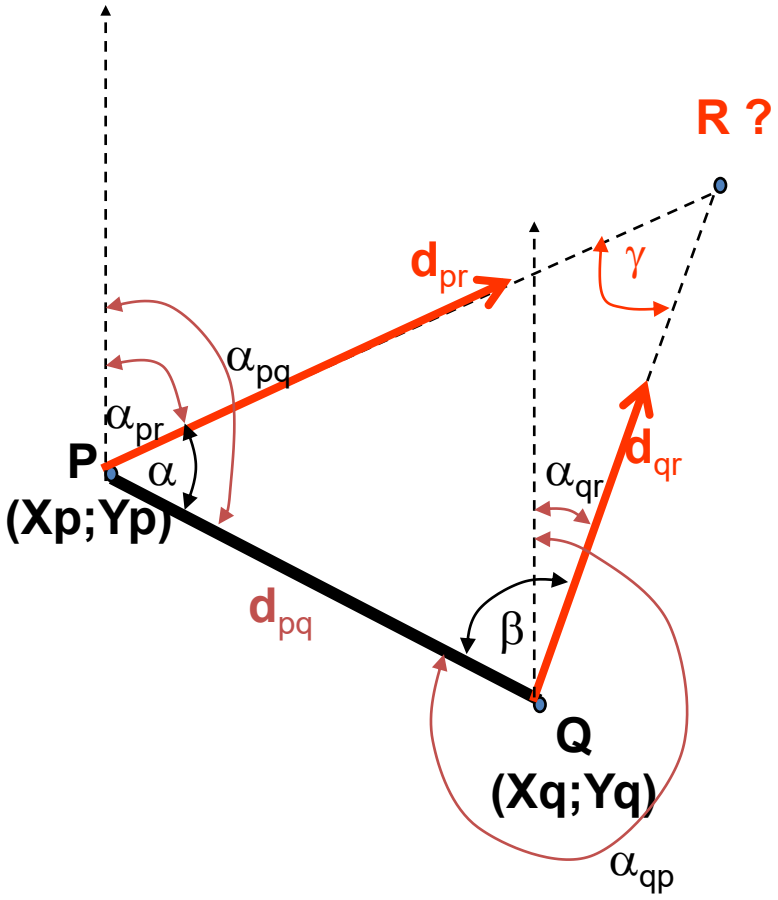
4. Hitung α_{pr} dan α_{qr}

$$\alpha_{pr} = \alpha_{pq} - \alpha$$

$$\alpha_{qr} = \alpha_{qp} + \beta - 360$$

karena $\alpha_{qp} = \alpha_{pq} + 180$

maka $\alpha_{qr} = \alpha_{pq} + \beta - 180$



METODE MENGIKAT KEMUKA

5. Hitung Koordinat Titik R

$X_{R1} = Xp + dpr \, Sin\alpha pr$

$Y_{R1} = Yp + dpr \, Cos\alpha pr$

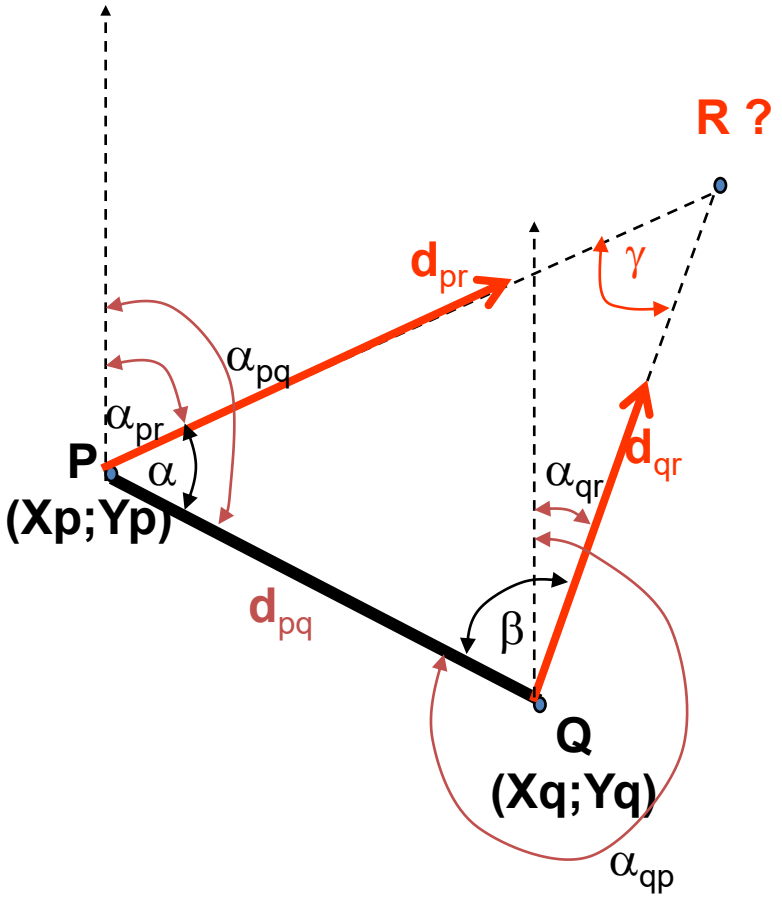
dan

$X_{R2} = Xq + dqr \, Sin\alpha qr$

$Y_{R2} = Yq + dqr \, Cos\alpha qr$

JADI DIPEROLEH

$X_{R\ rata\text{-}rata}$ dan $Y_{R\ rata\text{-}rata}$



LATIHAN SOAL MENGIKAT KEMUKA

Diketahui : Koordinat Titik-Titik sbb :

A(-1246,78; +963,84)

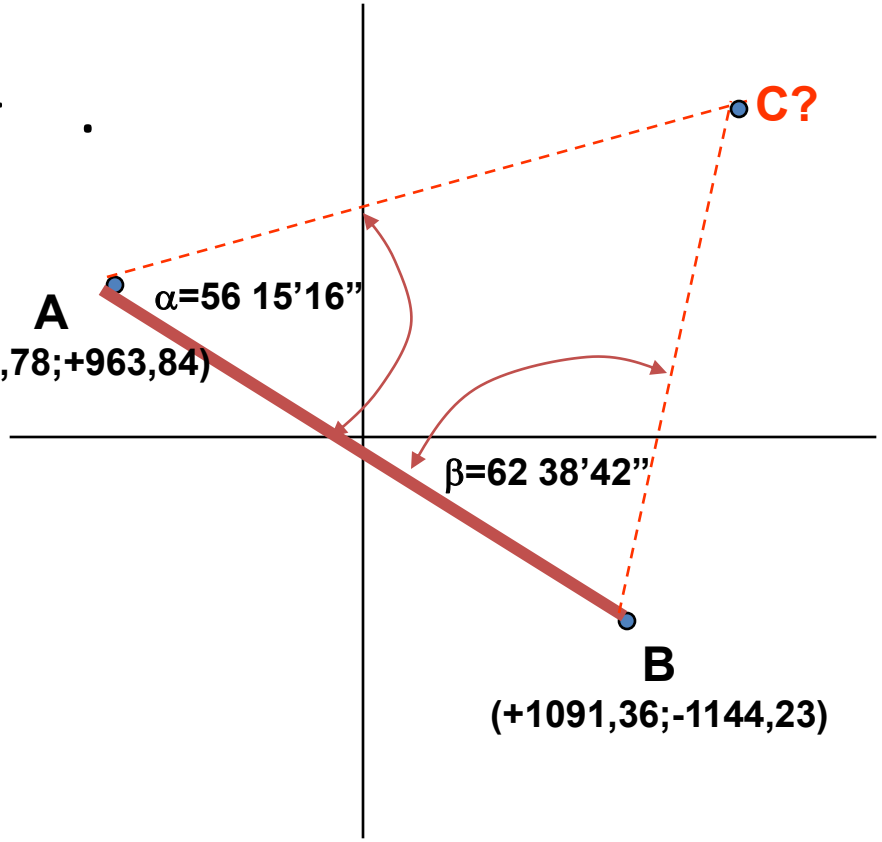
B(+1091,36; -1144,23)

Sudut-Sudut yg diukur

α =56°15’16”

β =62°38’ 42”

Hitung : Koordinat Titik C dengan metoda mengingat Kemuka ?



METODE MENGIKAT KEBELAKANG

Menentukan suatu titik baru dengan jalan mengadakan pengukuran sudut pada titik yang tidak diketahui koordinatnya kita namakan penentuan titik dengan cara mengikat ke belakang.

Ketentuan yang harus dipenuhi adalah diperlukan paling sedikit tiga titik pengingat yang sudah diketahui koordinatnya beserta sudut yang diukur dari titik yang akan ditentukan koordinat tsb.

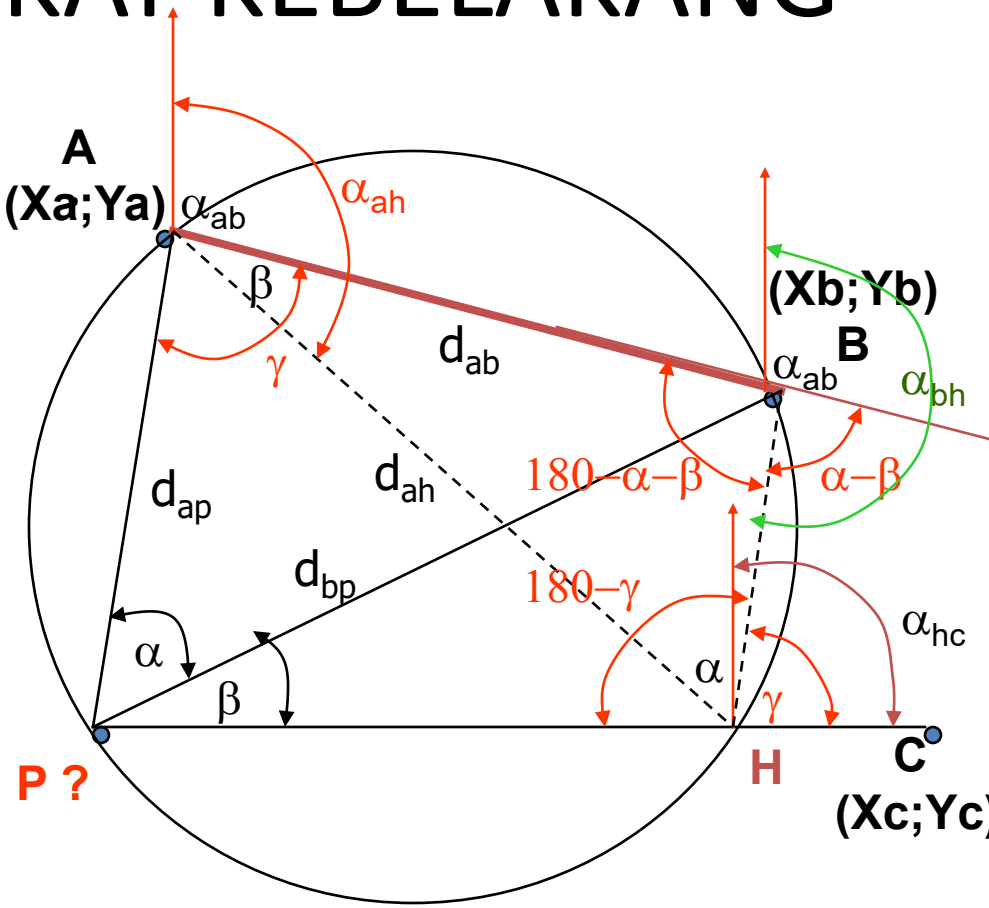
Keuntungan metode ini adalah kita hanya satu kali menempatkan instrumen, yaitu pada titik yang akan kita cari tersebut.

Terdapat dua cara perhitungan yang kita kenal, yaitu Metode Collins dan Cassini.

METODE MENGIKAT KEBELAKANG

1. METODE COLLINS

Bila kita akan menentukan suatu koordinat (misalnya titik P), maka titik tersebut harus diikatkan pada titik-titik yang sudah diketahui koordinatnya (misalnya titik A, B, dan C), kemudian kita ukur sudut α dan β



METODE MENGIKAT KEBELAKANG

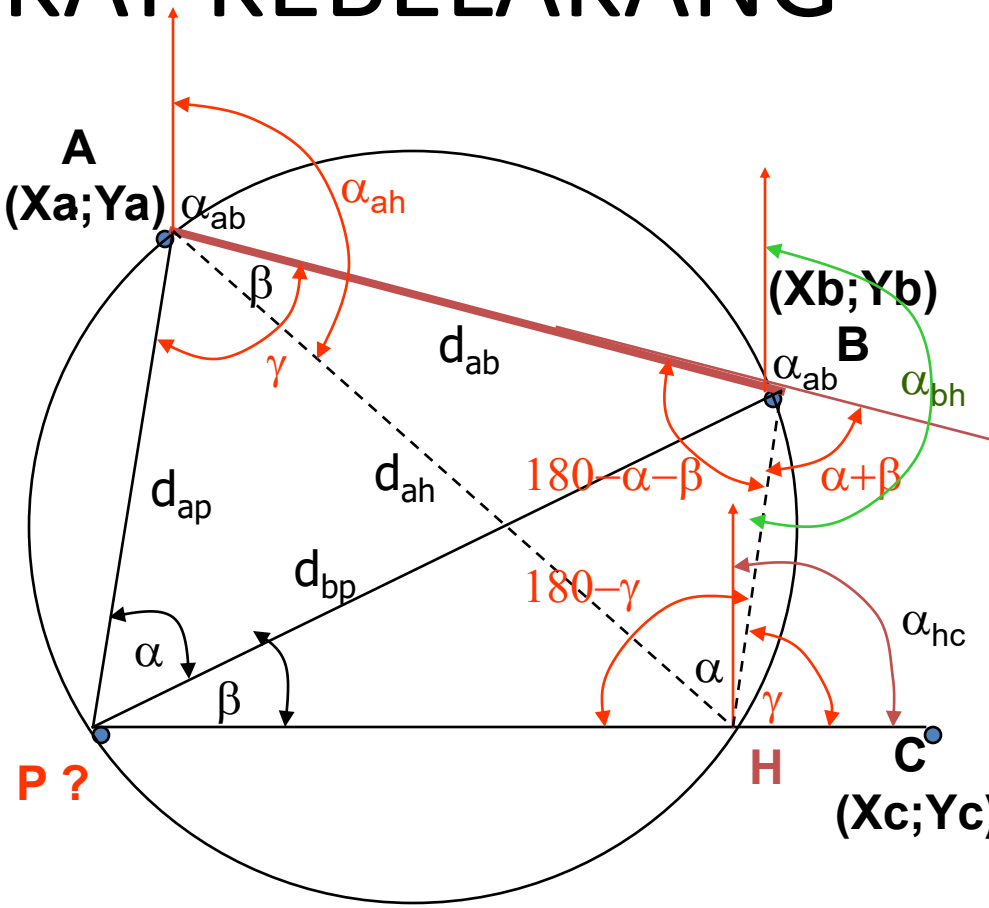
LANGKAH PERHITUNGAN

1. **Buatlah sebuah lingkaran** melalui titik ABP, lingkaran ini akan memotong garis PC di titik H (titik ini disebut sebagai titik penolong Collins)

2. **Mencari Sudut Jurusan α_{ab} dan Jarak d_{ab}** → α ab didapat

$$Tg\ \alpha_{ab} = \frac{Xb - Xa}{Yb - Ya}$$

$$d_{ab1} = \frac{Xb\text{-}Xa}{Sin\ \alpha_{ab}} \qquad d_{ab2} = \frac{Yb\text{-}Ya}{Cos\ \alpha_{ab}} \qquad d_{ab} = \frac{d_{ab1} + d_{ab2}}{2}$$



METODE MENGIKAT KEBELAKANG

LANGKAH PERHITUNGAN

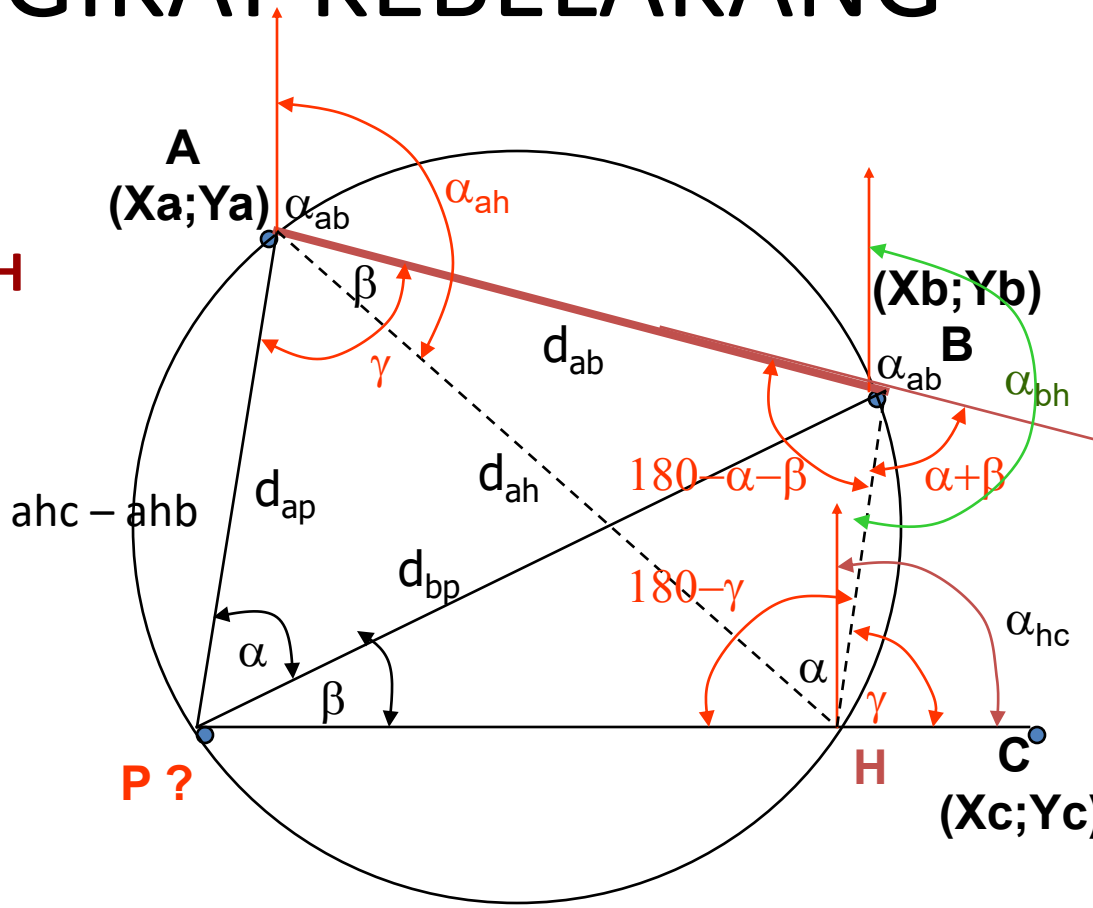
3. Mencari Koordinat Titik H
(Titik Penolong Collins)

a) Dari Titik A

1) Cari $\alpha_{ah} = \alpha_{ab} + \beta$

2) Dengan Rumus Sinus menentukan d_{ah}

$$\frac{d_{ab}}{\text{Sin } \alpha} = \frac{d_{ah}}{\text{Sin } 180\text{-}\alpha\text{-}\beta}$$



$$d_{ah} = \frac{d_{ab}}{\sin \alpha} \text{Sin } 180\text{-}\alpha\text{-}\beta$$

$Xh_1 = Xa + d_{ah.} \text{Sin } \alpha_{ah}$

$Yh_1 = Ya + d_{ah.} \text{Cos } \alpha_{ah}$

METODE MENGIKAT KEBELAKANG

LANGKAH PERHITUNGAN

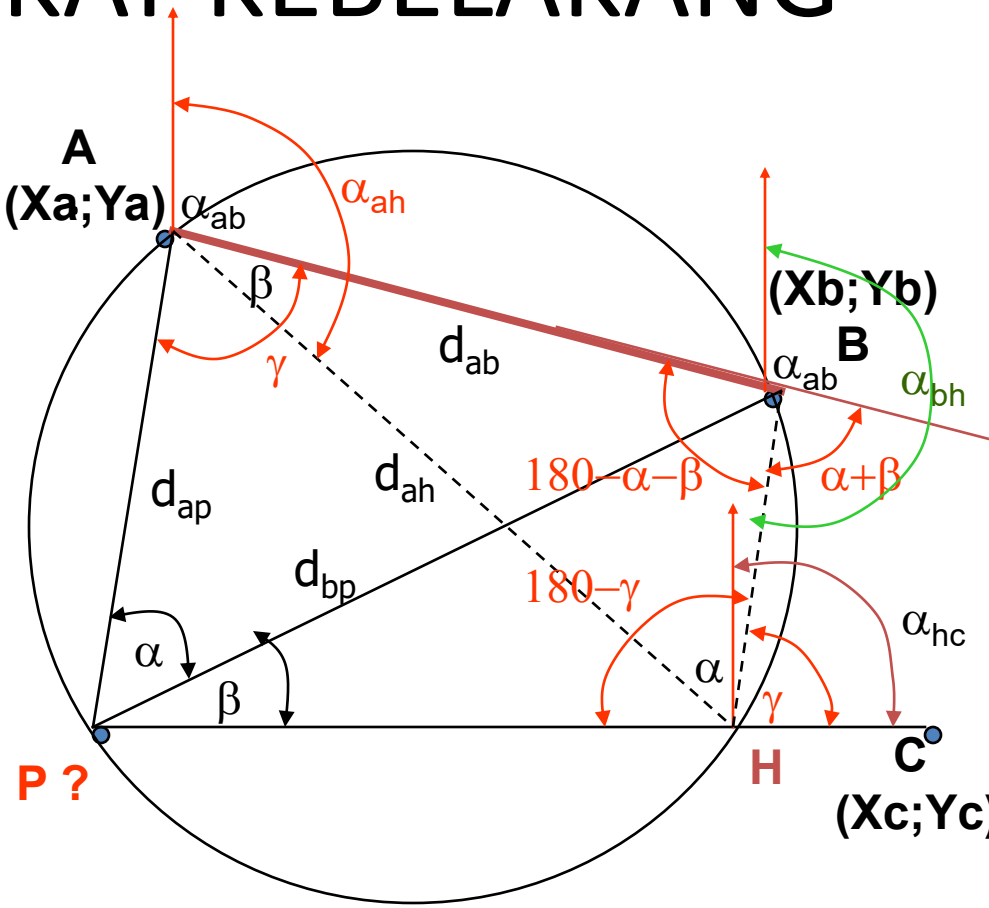
3. Mencari Koordinat Titik H (Titik Penolong Collins)

b) Dari Titik B

1) Cari $\alpha_{bh} = \alpha_{ab} + (\alpha+\beta)$

2) Dengan Rumus Sinus menentukan d_{bh}

$$\frac{d_{bh}}{\text{Sin }\beta} = \frac{d_{ab}}{\text{Sin }\alpha}$$



$$d_{bh} = \frac{d_{ab}}{\sin \alpha} \text{Sin } \beta$$

$Xh_2 = Xb + d_{bh}.\text{Sin } \alpha_{bh}$

$Yh_2 = Yb + d_{bh}.\text{Cos } \alpha_{bh}$

$$X_h = \frac{X_{h1} + X_{h2}}{2}$$

$$Y_h = \frac{Y_{h1} + Y_{h2}}{2}$$

METODE MENGIKAT KEBELAKANG

LANGKAH PERHITUNGAN

$$Tg\ \alpha_{hc} = \frac{Xp - Xh}{Yp - Yh} \rightarrow \alpha_{hc} \text{ didapat}$$

4. Mencari α_{hc} dan γ

$\gamma = \alpha hc - \alpha hb$

$= \alpha hc - (\alpha bh - 180)$

$= \alpha hc + 180 - \alpha bh$

5. Mencari Titik P

a). DARI TITIK A

1) Cari α ap = αab – γ

2) Mencari d ap

$$\frac{d_{ab}}{\text{Sin } \alpha} = \frac{d_{ap}}{\text{Sin } 180 - (\alpha+\gamma)}$$

$$d_{ap} = \frac{d_{ab}}{\sin \alpha} \text{Sin } 180-(\alpha+\gamma)$$

3) Xp1= Xa + dap.Sin αap

Yp1= Ya + dap.Cos αap

b) DARI TITIK B

1) Cari α bp = αba – {180-(α+γ)}

Jadi α bp = αab +α+γ

2) Mencari d ap

$$\frac{d_{ab}}{\text{Sin } \alpha} = \frac{d_{bp}}{\text{Sin } \gamma}$$

$$d_{bp} = \frac{d_{ab}}{\sin \alpha} \text{Sin } \gamma$$

3) Xp2= Xb + dbp.Sin αbp

Yp2= Yb + dap.Cos αbp

$$X_P = \frac{X_{P1} + X_{P2}}{2}$$

$$Y_P = \frac{Y_{P1} + Y_{P2}}{2}$$

LATIHAN COLLINS

Diketahui Koordinat Titik-Titik sbb :

A(-48908; -24620)

B(-10080; +69245)

C(+86929; +92646)

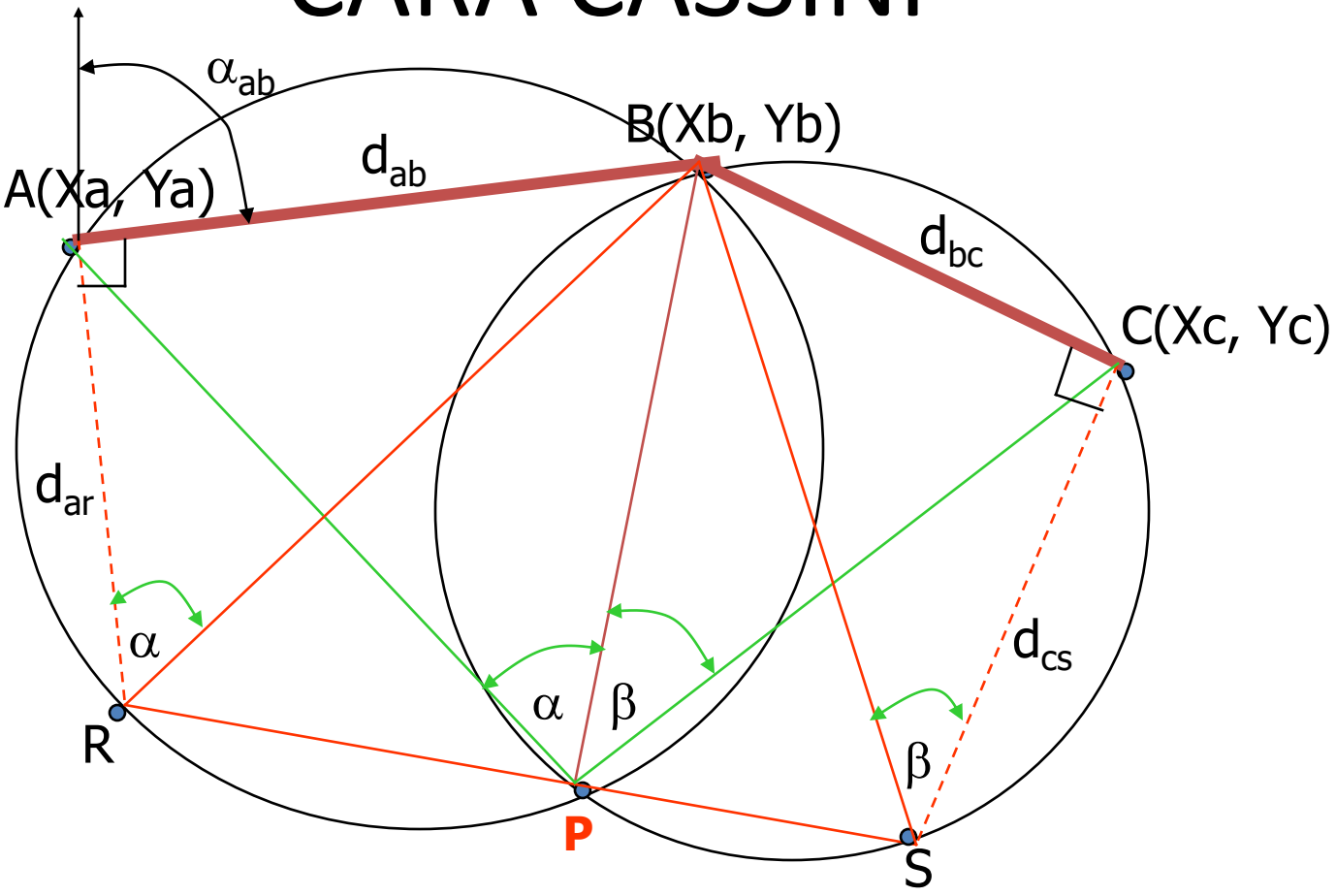
Sudut yg diukur α=40^{o}15’25” dan β=30^{o}18’46”

Hitung : Koordinat Titik P dengan mengikat Ke belakang dengan cara Collins !

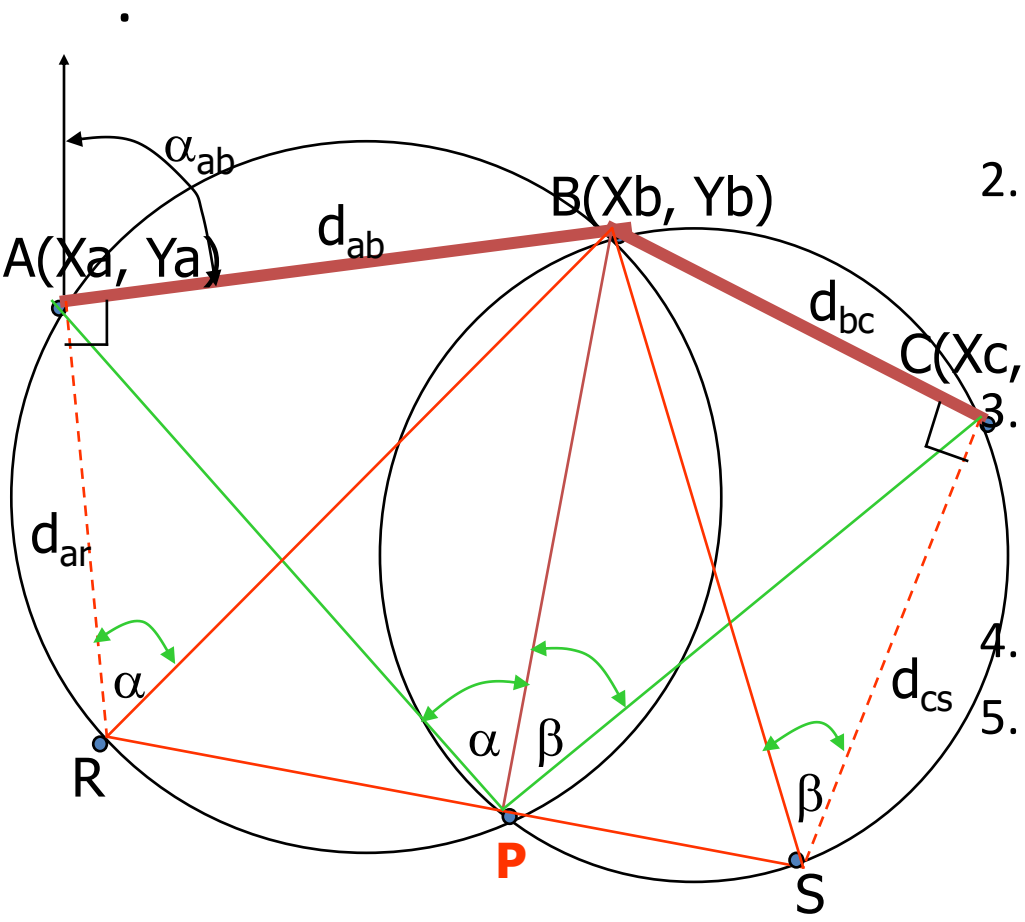
CARA CASSINI

Untuk menentukan koordinat titik P, titik tersebut diikatkan pada titik yang sudah diketahui koordinatnya, misalnya titik A(Xa;Ya), B(Xb;Yb), dan C(Xc;Yc). Pada cara ini diperlukan dua titik penolong, cara ini membuat garis yang melalui titik A, tegak lurus pada AB dan garis ini memotong lingkaran di Titik R, demikian pula dari titik C dibuat garis tegak lurus BC dan memotong lingkaran di titik S.

CARA CASSINI



CARA CASSINI



Langkah-Langkah :

1. Menghitung Titik R

   Xr = Xa + (Yb-Ya) Cotg α

   Yr = Ya – (Xb-Xa) Cotg α

2. Menghitung Titik S

   Xs = Xc + (Yc-Yb) Cotg β

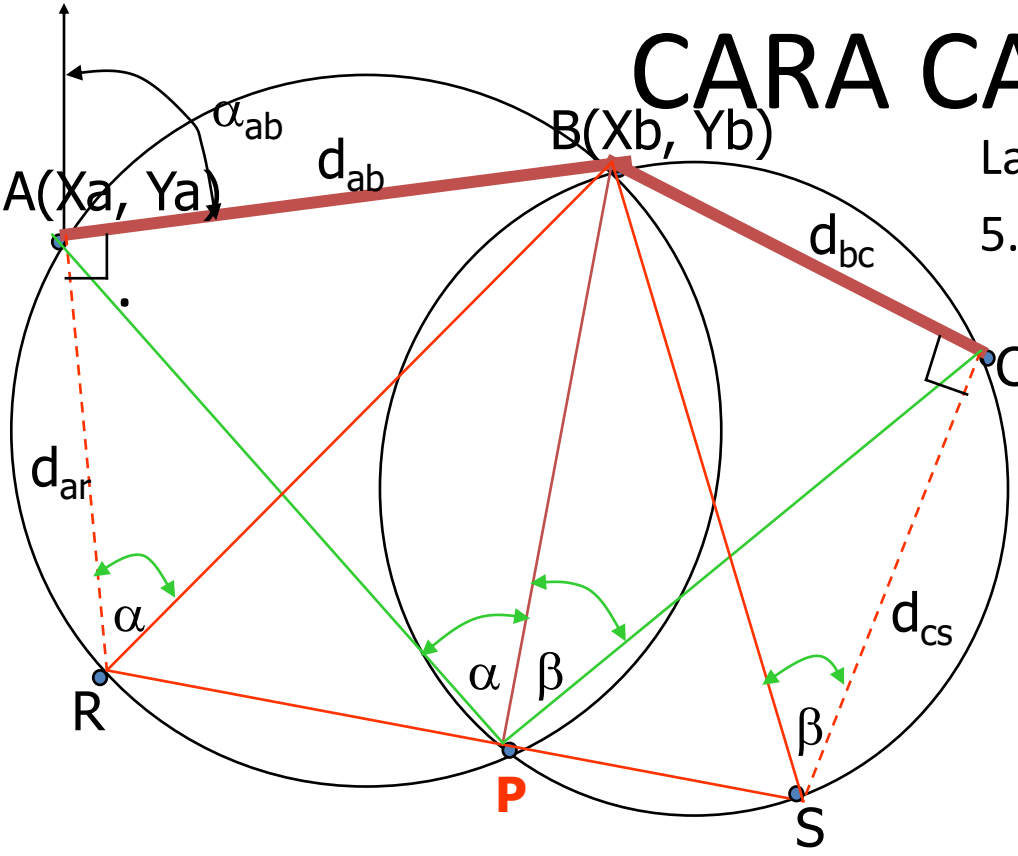
   Ys = Yc - (Xc-Xb) Cotg β

3. Menghitung Sudut Jurusan αrs

$$\text{Tg } \alpha_{rs} = \frac{Xs - Xr}{Ys - Yr} \rightarrow \text{Tg}\alpha_{rs} = n$$

4. Hitung N = n +1/n
5. Menghitung Koordinat Titik P

CARA CASSINI



Langkah-Langkah :

5. Menghitung Koordinat Titik P

Dari Titik R :

$$X_{P1} = \frac{nX_b + \frac{1}{n} Xr + Y_b - Yr}{N}$$

$$Y_{P1} = \frac{\frac{1}{n} Y_b + n\, Yr + X_b - Xr}{N}$$

Dari Titik S :

$$X_{P2} = \frac{nX_b + \frac{1}{n} Xs + Y_b - Ys}{N}$$

$$Y_{P2} = \frac{\frac{1}{n} Y_b + n\, Ys + X_b - Xs}{N}$$

$$X_P = \frac{X_{P1} + X_{P2}}{2}$$

$$Y_P = \frac{Y_{P1} + Y_{P2}}{2}$$

KERANGKA PETA

Kerangka Kontrol Horizontal

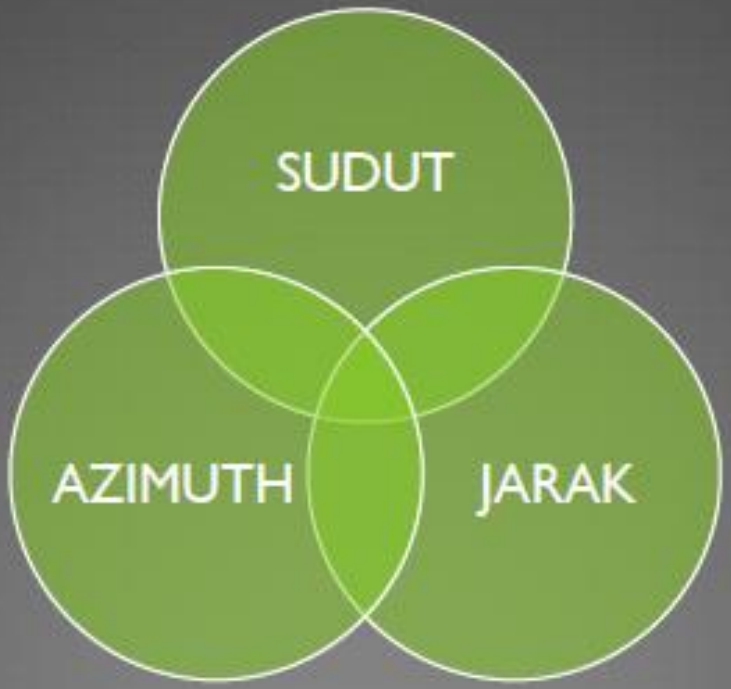
Digunakan Untuk memindahkan bayangan dari sebagian atau seluruh permukaan bumi yang tidak teratur ke atas suatu bidang datar yang biasa disebut "peta"

Dan Untuk menggambarkan peta tersebut perlu dibuat terlebih dahulu suatu kerangka yang mempunyai posisi lokal atau posisi tetap yang akan melingkupi wilayah yang akan dipetakan untuk menentukan posisi horizontal relatif titik-titik dalam satu sistem " **koordinat** "

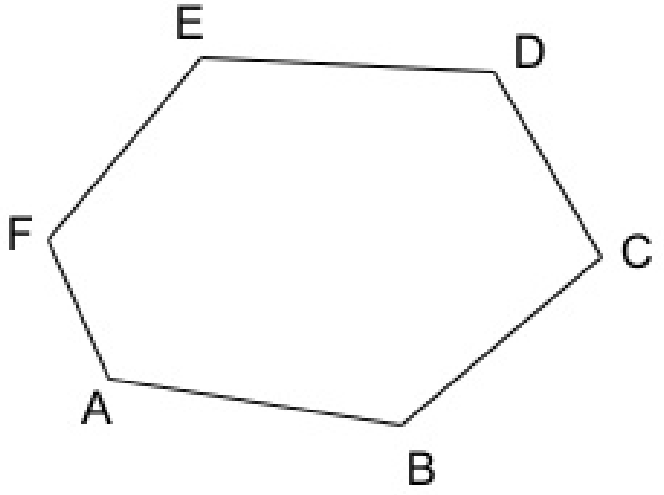
MAKSUD DAN TUJUAN PENGUKURAN POLIGON :

- MENENTUKAN KOORDINAT TITIK-TITIK YANG BELUM DIKETAHUI KOORDINATNYA DARI TITIK-TITIK YANG TELAH DIKETAHUI KOORDINATNYA
- MERAPATKAN JARINGAN KERANGKA PENGUKURAN YANG TELAH ADA
- SEBAGAI KERANGKA PENGUKURAN & PEMETAAN

UNSUR dalam menghitung polygon



Definisi Harfiah



Poligon :

Poli → banyak

Gonos → sudut

→ Poligon → sudut banyak

→ Poligon : rangkaian titik secara berturutan yang merupakan kerangka dasar pemetaan

→ tempat ikatan titik detail

Faedah Eksistansi dan Pembuatan

Poligon merupakan salah satu cara tipe kerangka dasar peta yang umum dipakai dalam bidang geodesi.

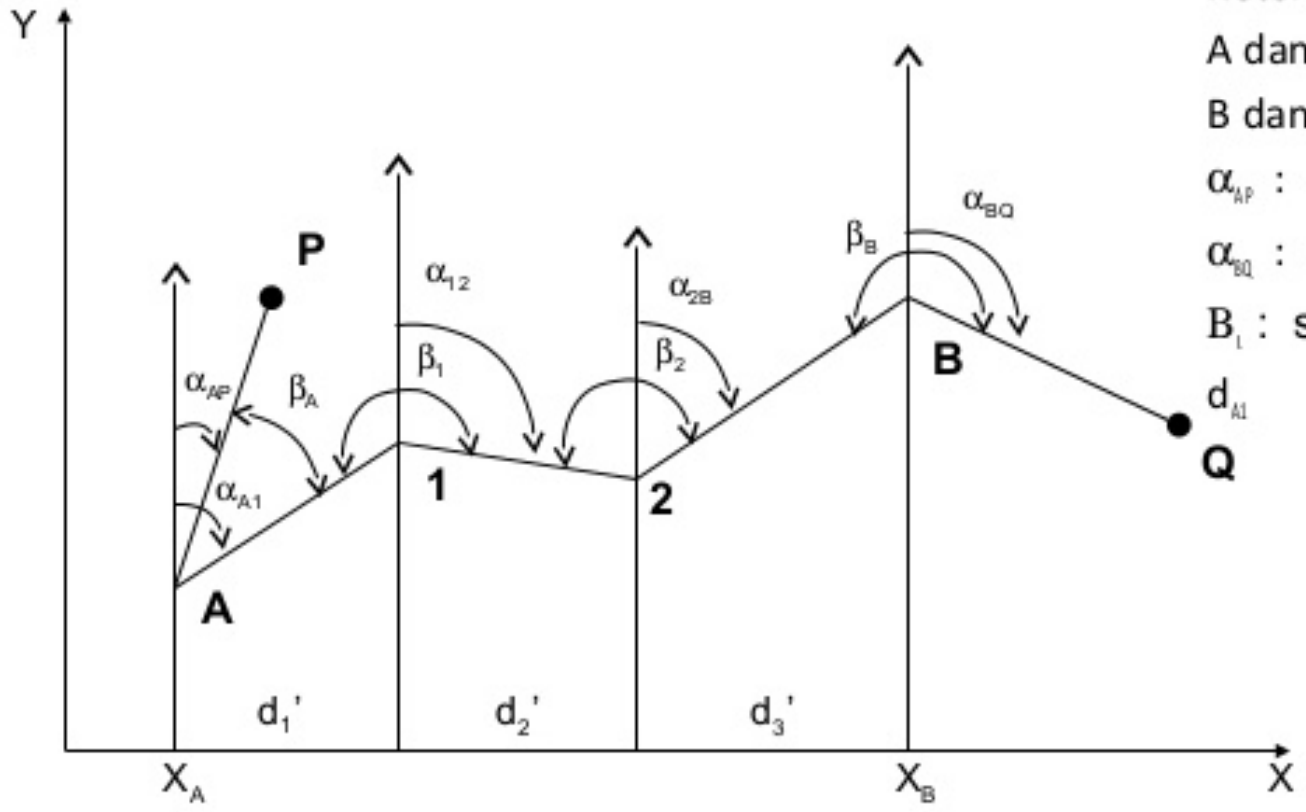
Cara lain antara lain : triangulasi, trilaterasi, pengikatan ke muka, pengikatan ke belakang, rangkaian segi tiga dan jaringan segi tiga.

JENIS/TIPE POLIGON

Kriteria pembeda jenis poligon :

1. Jenis titik ikat (terikat sempurna, tidak sempurna, sepihak, dan tanpa ikatan (bebas))
2. Bentuk (terbuka, tertutup,dan bercabang)
3. Alat yang digunakan (poligon teodolit/sudut, dan poligon kompas)
4. Berdasar metode penyelesaian (numeris dan grafis)
5. Tingkat ketelitian (I, II, III dan IV)
6. Hierarki dalam pemetaan (poligon utama/induk dan poligon cabang/anakan/ray)

1. Poligon Terbuka



Keterangan :

A dan P : titik ikat awal

B dan Q : titik ikat akhir

α_{AP} : azimut awal

α_{BQ} : azimut akhir

B_i : sudut ukuran

d_{Ai} : jarak ukuran

Poligon terikat sempurna

Penjelasan Umum

Persamaan dasar penentuan posisi titik :

$X_2 = X_1 + d_{12}.\sin\alpha_{12}$

$Y_2 = Y_1 + d_{12}.\cos\alpha_{12}$

Penjumlahan sudut (α) dan koordinat (x dan y) seharusnya akan memberikan lokasi titik akhir yang sesuai antara analisis di atas kertas dan posisi real di lapangan, namun kesalahan selalu terjadi.

Kesalahan yang terjadi dalam pembuatan poligon :

1. Nilai sudut → koreksi sudut ($f\alpha$)
2. Nilai absis dan ordinat → koreksi absis (f_x) dan ordinat (f_y)

Koreksi sudut (fα)

Berdasar gambar di atas :

$\alpha_{A1} = \alpha_{AP} + \beta_A$

$\alpha_{12} = \alpha_{A1} + \beta_1 - 180^o = \alpha_{AP} + \beta_A + \beta_1 - 180^o$

$\alpha_{2B} = \alpha_{12} + \beta_2 - 180^o = \alpha_{AP} + \beta_A + \beta_1 + \beta_2 - 2.180^o$

$\alpha_{BQ} = \alpha_{2B} + \beta_B - 180^o = \alpha_{AP} + \beta_A + \beta_1 + \beta_2 + \beta_B - 3.180^o$

atau $\alpha_{BQ} = \alpha_{AP} + \Sigma\beta - n.180^o$

.....Syarat 1

atau $\Sigma\beta = (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal}) + n.180^o$

$$\alpha_{AP} = arc\,tg\,\frac{X_P - X_A}{Y_P - Y_A} \quad dan \quad \alpha_{BQ} = arc\,tg\,\frac{X_Q - X_B}{Y_Q - Y_B}$$

Syarat yang harus dipenuhi untuk sudut – sudut poligon yang diukur :

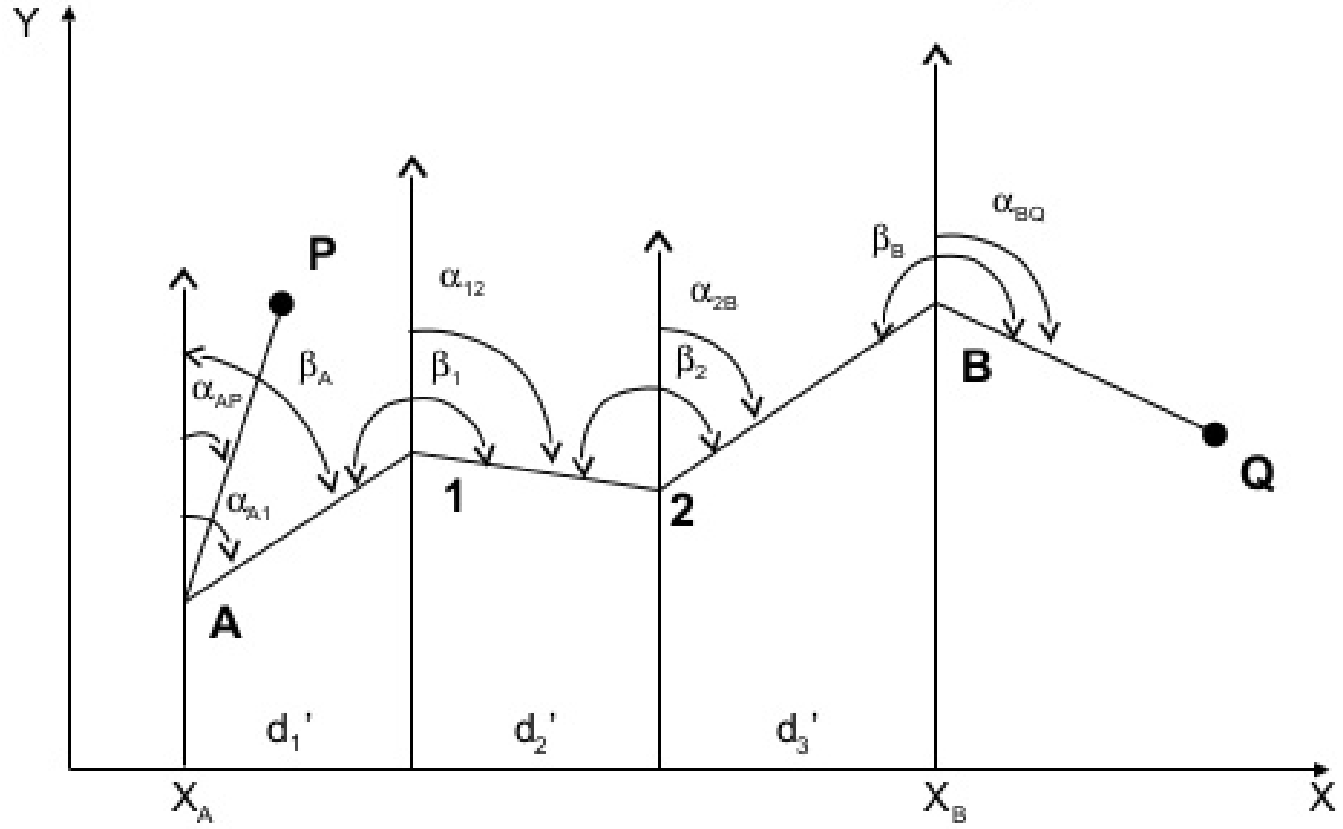
$$\Sigma\beta = (\alpha_{BQ} - \alpha_{AP}) + n.180^{o},$$

namun ukuran sudut sering mengalami kesalahan sehingga harus dikoreksi menjadi

$$\Sigma\beta = (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal}) + n.180^{o} \pm f\alpha$$

$f\alpha$ disebut kesalahan penutup sudut dan kesalahan ini dikoreksikan pada setiap sudut ukuran dengan prinsip sama rata yaitu sebesar $\Delta\beta_i = f\alpha / n$

Koreksi Jarak → f_x dan f_y



Koreksi jarak dimulai dengan proyeksi sisi poligon ke sumbu X (menjadi d') dan ke sumbu Y (menjadi d'').

Koreksi Jarak → f_x dan f_y

Pada arah sumbu X

$d_1' = d_1.\sin \alpha_{A1}$

$d_2' = d_2.\sin \alpha_{12}$

$d_3' = d_3.\sin \alpha_{23}$

$\Sigma d' = \Sigma d.\sin \alpha$

Pada arah sumbu Y

$d_1'' = d_1.\cos \alpha_{A1}$

$d_2'' = d_2.\cos \alpha_{12}$

$d_3'' = d_3.\cos \alpha_{23}$

$\Sigma d'' = \Sigma d.\cos \alpha$

Seharusnya $\Sigma d.\sin \alpha = X_B - X_A$

Syarat 2

Seharusnya $\Sigma d.\cos \alpha = Y_B - Y_A$

Syarat 3

Namun kenyataan nya :

$\Sigma d.\sin \alpha = X_{akhir} - X_{awal} \pm fx$ dan $\Sigma d.\cos \alpha = X_{akhir} - X_{awal} \pm fy$

fx : kesalahan penutup absis dan fy : kesalahan penutup ordinat

Kesalahan penutup jarak adalah fl dengan nilai

$fl = \sqrt{(fx^2 + fy^2)}$

Koreksi Jarak → f_x dan f_y

Kesalahan fx dan fy dikoreksikan pada setiap penambahan absis dan ordinat dengan perbandingan lurus terhadap jarak jarak – jarak sisi poligon. Atau dapat ditulis :

$$\Delta x_i = (d_i/\Sigma d) \cdot fx \quad \text{dan} \quad \Delta yi = (di/\Sigma d) \cdot fy$$

Langkah Pengerjaan Poligon Terbuka

1. Jumlahkan sudut – sudut hasil ukuran.

   Hitung α_{akhir} dan α_{awal} dari koordinat 2 titik ikat akhir dan 2 titik ikat awal.

   Tentukan fα dan koreksikan pada masing – masing sudut hasil ukuran ($\Delta\beta$) agar syarat 1 terpenuhi

2. Berdasar sudut azimut (jurusan) awal dan sudut – sudut poligon yang telah dikoreksi, hitunglah sudut azimuth dari setiap sisi poligon dengan aturan :
   $\alpha_{n-(n+1)} = \alpha_{(n-1)n} \pm \beta \pm 180^0$

   Bila hasil perhitungan benar maka α_{BQ} akan sama dengan azimut akhir dihitung dari koordinat titik BQ

3. Hitung d.sinα dan d.cos α berdasar sudut azimut dari langkah 2 di atas. Hitung selisih antara X_{akhir} dan X_{awal} serta Y_{akhir} dan Y_{awal}

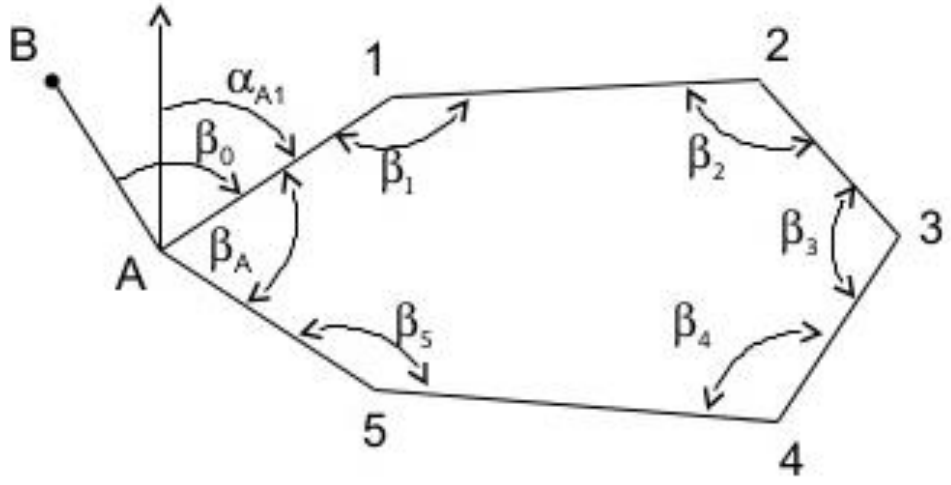
   Hitung fx dan fy serta koreksikan pada masing – masing d.sinα dan d.cosα sebanding dengan jaraknya

4. Hitung koordinat titik – titik poligon dari koordinat titik – titik yang ada di depannya

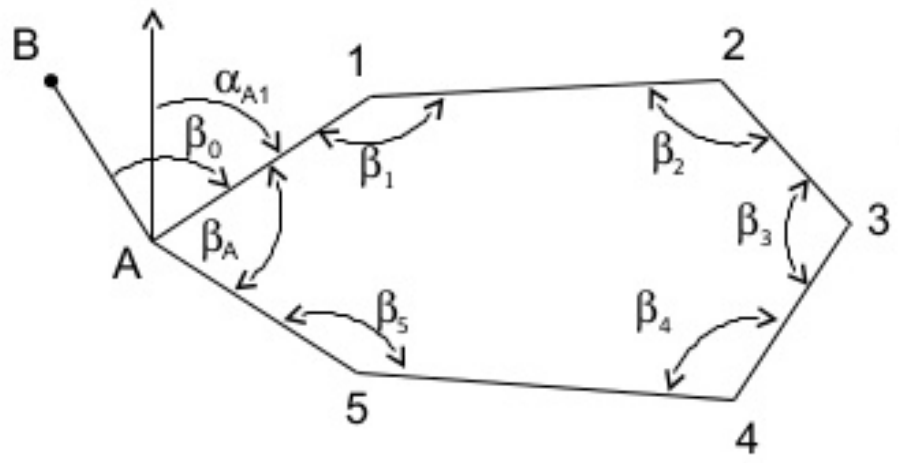
5. Untuk mempermudah analisis buatlah dalam bentuk tabulasi data

2. Poligon Tertutup

Merupakan poligon dengan titik awal dan akhir menjadi satu.
Keunggulan poligon tertutup :
1.Tidak membutuhkan titik ikat yang banyak
2.Hasil ukuran cukup terkontrol



Syarat Geometris



A dan B : titik ikat, koordinat diketahui
β_i : sudut dalam

Syarat geometris :

1.Syarat sudut

$\Sigma\beta = (n - 2) . 180^o$, bila sudut dalam yang diketahui

$\Sigma\beta = (n + 2) . 180^o$, bila sudut luar yang diketahui

2.Syarat absis

$\Sigma d \sin \alpha = 0$

$\Sigma d \cos \alpha = 0$

Langkah – langkah Pengerjaan Poligon Tertutup

1. Menghitung koreksi sudut dalam/luar poligon

   → $\Sigma\beta$ = $(n-2) \times 180^\circ \pm f\alpha$ (Apabila diketahui sudut dalam)

   → $\Sigma\beta$ = $(n+2) \times 180^\circ \pm f\alpha$ (Apabila diketahui sudut luar)

   dimana n = jumlah sudut

   $f\alpha$ = koreksi sudut

2. Menghitung b difinitif dengan memasukkan nilai koreksi sudut.

   → $\beta_{dif} = \beta \pm (f\alpha / n)$

3. Menghitung a difinitif dengan b difinitif

   → $\alpha_{23} = \alpha_{21} - \beta$ dst

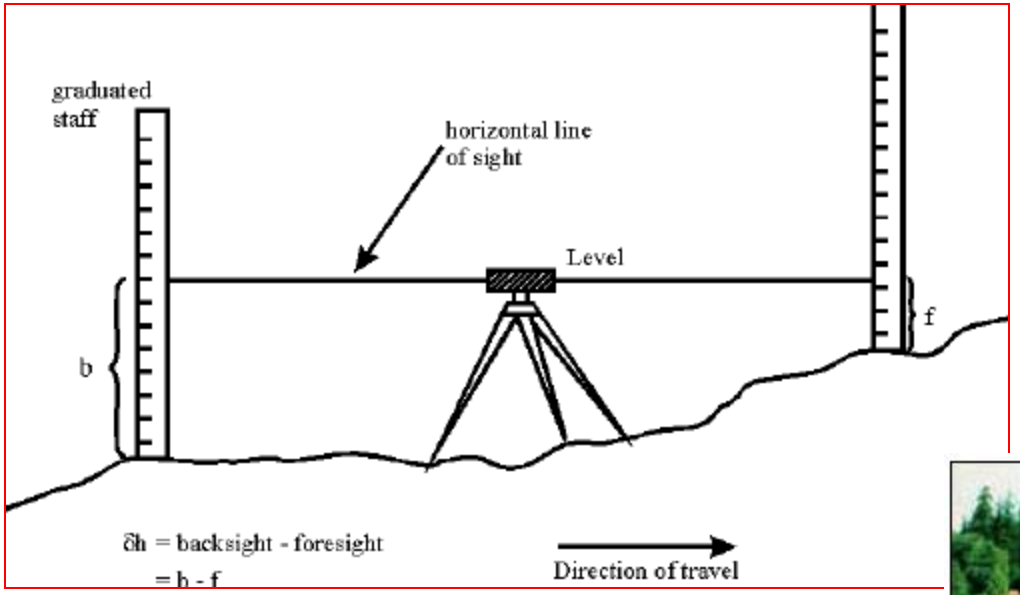
4. Menghitung jarak datar sisi poligon

   → $d = (BA - BB) \times 100 \times \sin^2 z$

Langkah – langkah Pengerjaan Poligon Tertutup

5. Mencari Δx dan Δy
   - → $\Delta x = d \times \sin \alpha$
   - → $\Delta y = d \times \cos \alpha$
6. Mencari koreksi jarak
   - → $\Sigma \Delta x = 0 + fx$
   - → $\Sigma \Delta y = 0 + fy$
7. Mencari jarak difinitif
   - → $\Delta x_{dif} = \Delta x \pm (d/\Sigma d) \times fx$
   - → $\Delta y_{dif} = \Delta y \pm (d/\Sigma d) \times fy$
8. Mencari koordinat titik-titik poligon

Metode Terestris Untuk Penentuan Titik Kontrol Vertikal



Pengukuran Beda Tinggi
Dengan Metode Sipat Datar
(Metode Leveling)

Pemetaan Terestris

Pengadaan Titik Kontrol :

- Metode-metode terestris (poligon, triangulasi, kemuka, kebelakang)
- Metode Survei GPS

Penentuan Koordinat Titik Obyek :

- Metode Tachymetri (pengukuran sudut, jarak dan beda tinggi)

Akuisasi Data

↓

Pengolahan dan Manipulasi Data

↓

Perepresentasian Data & Informasi

Kerangka kontrol Vertikal

Kerangka dasar vertikal merupakan kumpulan titik - titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi vertikalnya berupa ketinggiannya terhadap bidang rujukan ketinggian tertentu.
Pengukuran tinggi merupakan penentuan beda tinggi antara dua titik. Pengukuran beda tinggi dapat ditentukan dengan tiga metode, yaitu:

1. Metode pengkuran penyipat datar
2. Metode trigonometris
3. Metode barometris.

PENENTUAN POSISI VERTIKAL

KETINGGIAN

Ketinggian suatu titik adalah jarak vertikal titik tersebut yang diukur dari bidang referensi (acuan) tertentu sepanjang garis y ang melalui titik Tersebut

BEDA TINGGI ANTARA 2 TITIK

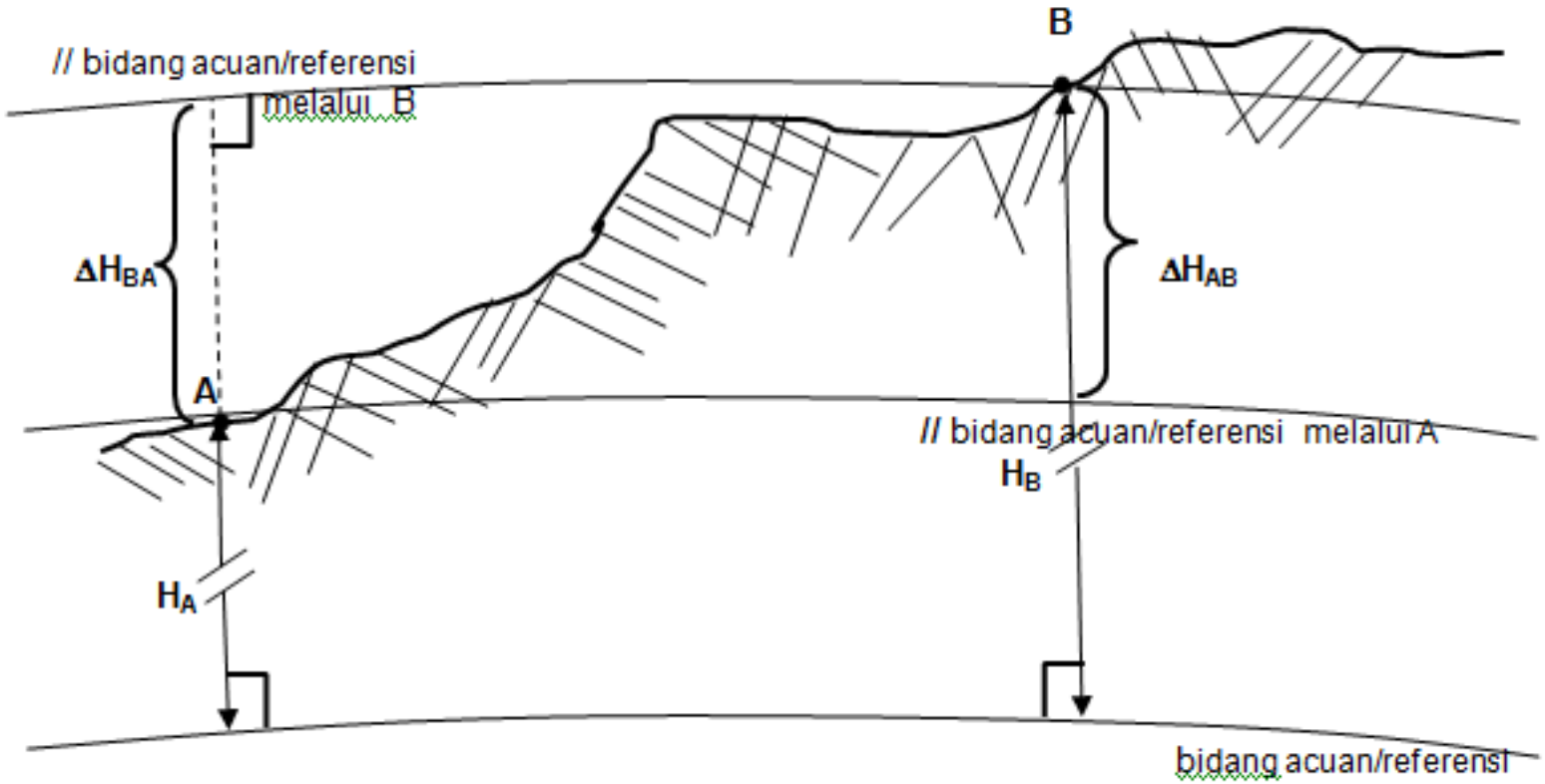
Jarak antara 2 bidang yang melalui kedua titik tersebut, dimana bidang bidang tersebut sejajar bidang referensi

KERANGKA DASAR VERTIKAL

Kerangka Dasar Vertikal (beda tinggi / tinggi titik) menjadi satu kesatuan dengan Kerangka Dasar Horisontal (Azimuth, Jarak dan Sudut) ---- Satu Pilar /Patok.

Untuk hal tertentu pengukuran Kerangka Vertikal terpisah dengan Kerangka Horisontal. Acuan tinggi titik dapat dinyatakan dengan sistem umum yaitu terhadap muka air laut rata-rata atau sistem setempat/lokal.

Jika sebagai acuan sistem umum, maka diikatkan dengan titik-titik tinggi teliti (Titik Tinggi Geodesi) atau titik Triangulasi; sedangkan titik TTG atau Triangulasi diperoleh dari pengikatan terhadap muka air laut rata-rata dengan menggunakan alat ***Water pass*** / **Sipat Datar*/Levelling.***

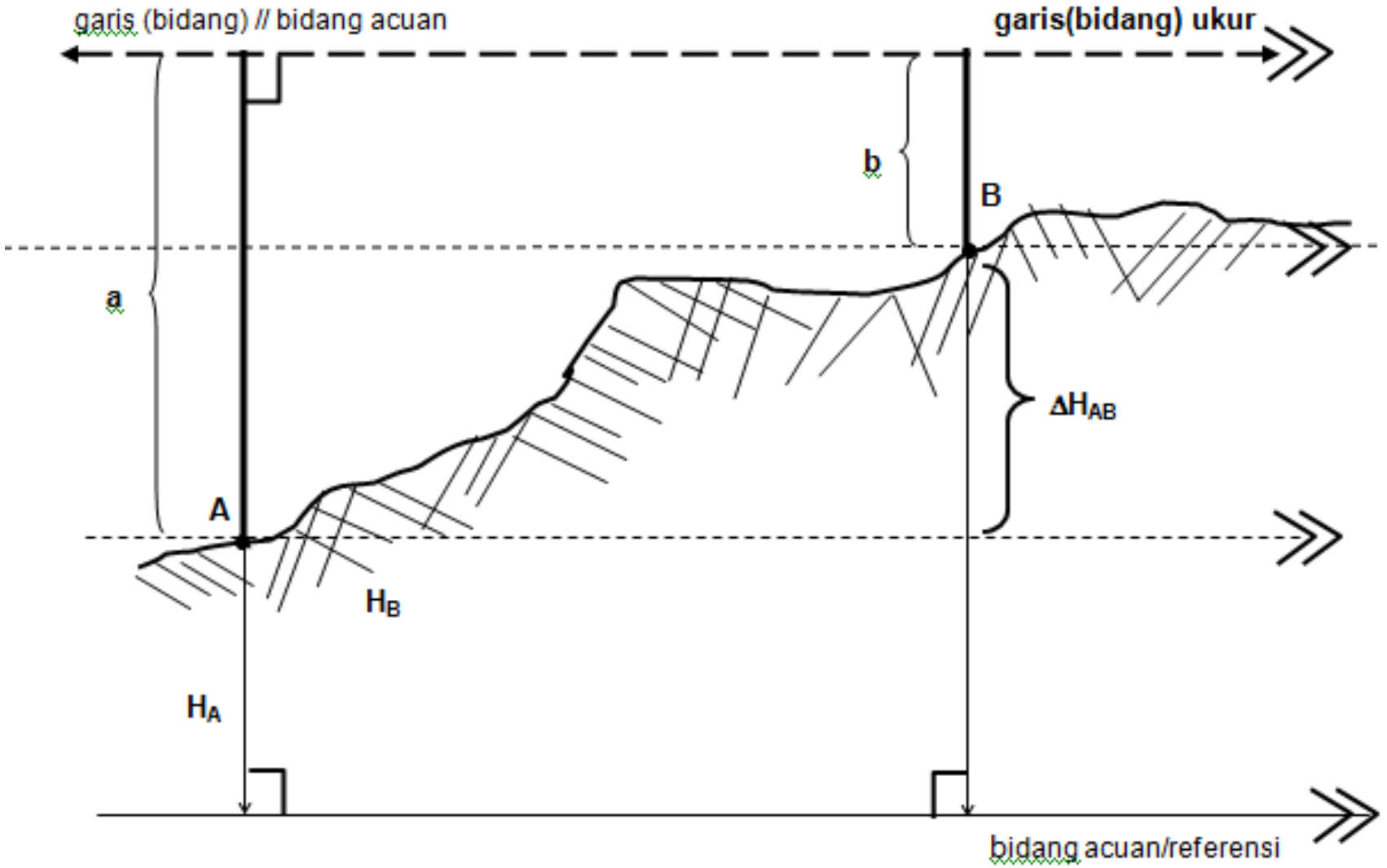


$\Delta H_{AB} > 0$; $\Delta H_{BA} < 0$

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

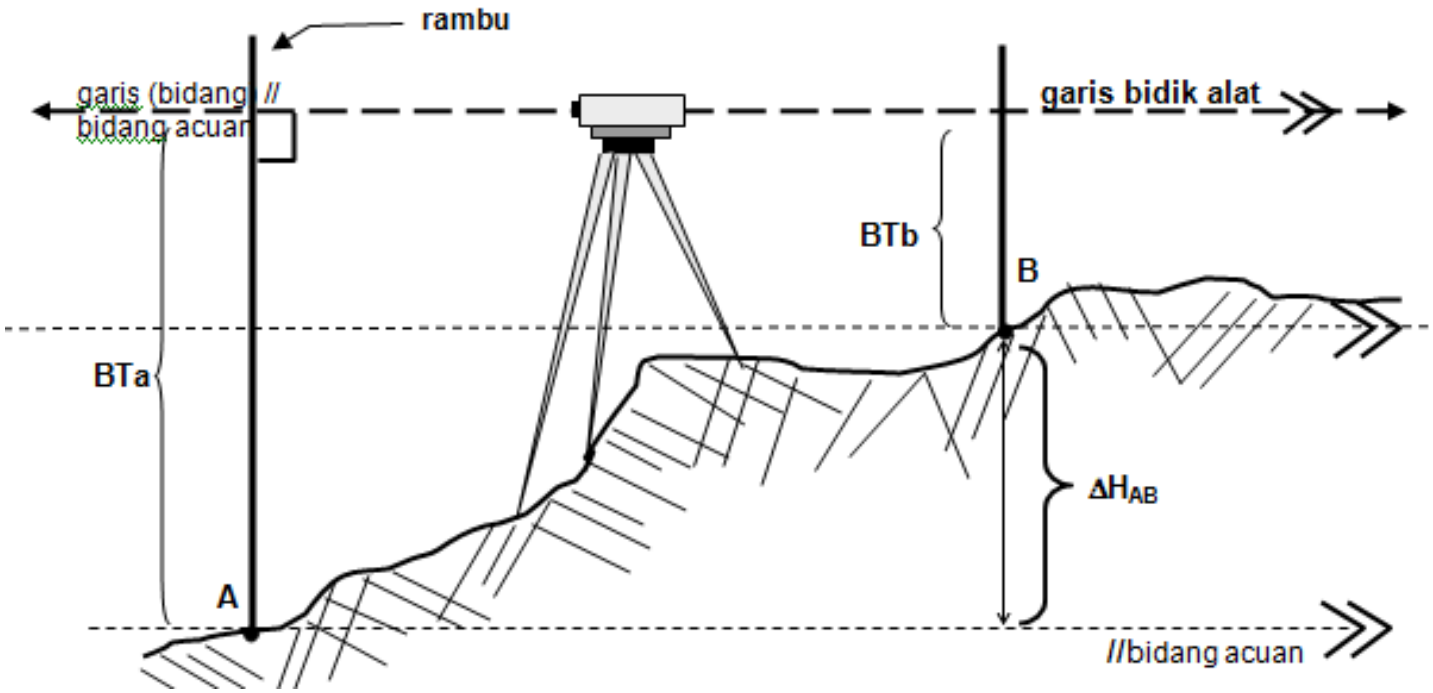
$$\Delta H_{AB} = -\Delta H_{BA}$$


garis (bidang) // bidang acuan
garis(bidang) ukur
b
B
a
A
ΔH_{AB}
H_B
H_A
bidang acuan/referensi

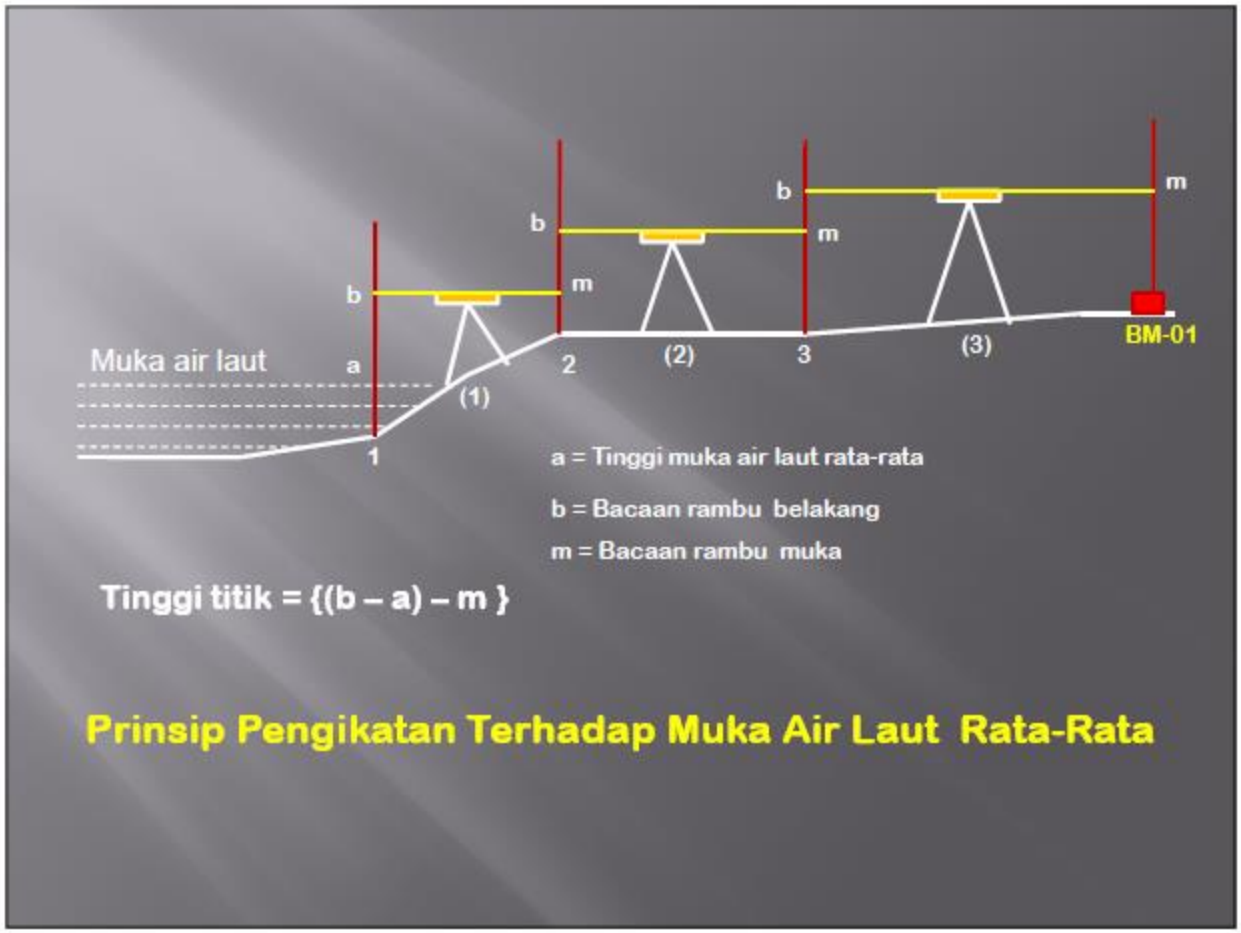
$$\Delta H_{AB} = a - b$$

Metode Sipat Datar (Levelling)

Garis bidik adalah garis khayal yang menghubungkan pusat lensa obyektif
Dan benang silang diafragma suatu teropong



$$\Delta H_{AB} = BTa - BTb$$


b
m
b
m
b
m
m
Muka air laut
a
(1)
1
2
(2)
3
(3)
BM-01
a = Tinggi muka air laut rata-rata
b = Bacaan rambu belakang
m = Bacaan rambu muka
Tinggi titik = {(b – a) – m }
Prinsip Pengikatan Terhadap Muka Air Laut Rata-Rata

Ketentuan Rambu Yg dipasang pada dasar laut

1. Dasar laut keras
2. Air laut tenang
3. Air laut bersih
4. Bebas dari kemungkinan terserang arus laut
5. Muka air laut harus mewakili muka air daerah sekitarnya (jangan dekat muara sungai).

Ketentuan Pengukuran Kerangka Vertikal Menggunakan Water pass.

1. Alat yang digunakan dalam kondisi terkalibrasi
2. Panjang satu sisi *(slag)* pengukuran maks. 35 m
3. Panjang tiap sisi dalam satu set pengukuran hrs relatif sama.
4. Pengukuran antar titik kerangka vertikal tetap dilakukan dengan cara Pergi – Pulang atau *Double Stand.*
5. Memenuhi toleransi kesalahan yg diperkenankan.

Toleransi Kesalahan Pengukuran

$$T = \pm K \sqrt{Dt\ km}$$

T = angka toleransi terbesar satu set Pergi-Pulang/*Double Stand*

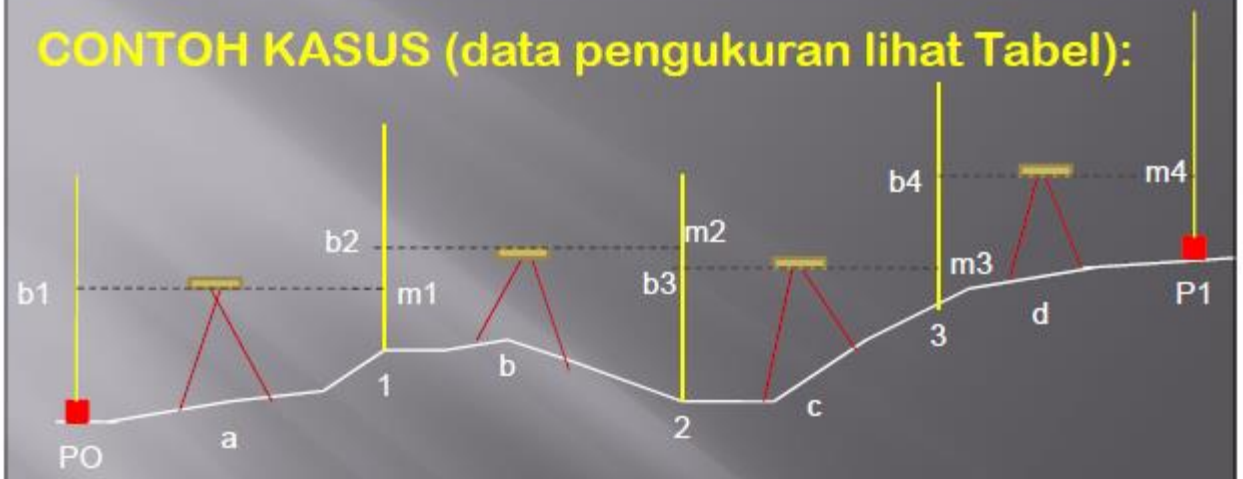
K = angka yg menyatakan kelas pengukuran
(I = 3 mm, II = 6 mm, III = 8 mm).

Dt = jarak antara dua titik Kerangka Vertikal yang diukur
Pergi – Pulang / *Double Stand*

Contoh : Jarak Titik A-1 dan A-2 =1 km,
kelas pengukuran III.

Toleransi Kesalahan tidak boleh melebihi
8 V 1 = 8 mm.

CONTOH KASUS (data pengukuran lihat Tabel):



Keterangan :

P0, P1 ; Titik kontrol (P0 diketahui; P1 dicari)
1,2,3, : Patok transit untuk menempatkan rambu
A,b,c,d : tempat instrumen bediri
b1, : bacaan benang silang tengah rambu belakang
m1, : bacaan benang silang tengah rambu muka

Data Pengukuran Kerangka Vertikal dg Waterpass:

Titik		Bacaan Benang Tengah		Beda Tinggi		Tinggi Sementara	Tunggi Sebenarnya
		b	m	+	-		
P	P0	(b1) 2,435				**345,150**	**345,150**
				2,038			
E	1	(b2) 1,152	0,397 (m1)			347,188	347,186
					1,606		
R	2	(b3) 2,153	2,758 (m2)			345,582	345,580
				1,902			
G	3	(b4) 2,246	0,251 (m3)			347,484	347,480
				2,041			
I	P1		0,205 (m4)			349,525	349,519
	Σ	*7,986*	*3,611*	*5,981*	*1,606*		
	P1	(b1) 0,358				349,513	
					2,037		
P	3	(b2) 0,416	2,395 (m1)			347,476	
					1,897		
U	2	(b3) 2,556	2,313 (m2)			345,579	
				1,605			
L	1	(b4) 0,555	0,951 (m3)			347,184	
					2,034		
A	P0		2,589 (m4)			345,150	
N	Σ	3,885	8,248	1,605	5,968		
G							

Hitungan Beda Tinggi

Titik	Beda Tinggi (Δh)			Tinggi Titik
	Pergi	Pulang	Rata-rata	
P0				**345,150**
	+ 2,038	-2,034	+2,036	
1				**347,186**
	-1,606	+1,605	-1,606	
2				**345,580**
	+ 1,902	-1,897	+1,900	
3				**347,480**
	+ 2,041	-2,037	+2,039	
P1				**349,519**

TAHAPAN PENGUKURAN TITIK KERANGKA DASAR :

PERHITUNGAN POLIGON

Contoh Perhitungan
Poligon Terbuka terkat sempurna

TITIK	SUDUT	SUDUT JURUSAN	JARAK	d. Sin α	d. Cos α	Koor dinat	
						X	Y
B						81.92	432.66
		309°25'20"					
A	64°02'16"					179.2	352.69
	(-) 0°0'3"	13°27'33"	148.11	34.47	144.04		
1	196°12'40"			-0.03	-0.01	213.64	496.72
	(-) 0°0'3"	29°40'10"	135.25	66.95	117.52		
2	190°22'46"			-0.02		280.57	614.24
	(-) 0°0'4"	40°02'52"	121.17	77.96	92.76		
3	191°05'55"			-0.02		358.51	707
	(-) 0°0'4"	51°08'43"	138.28	107.68	86.75		
C	65°48'07"			-0.02		466.17	793.75
	(-) 0°0'3"	296°56'47"					
D						348.16	853.74
			542.81	287.06	441.07		

POLIGON KRING LOOP

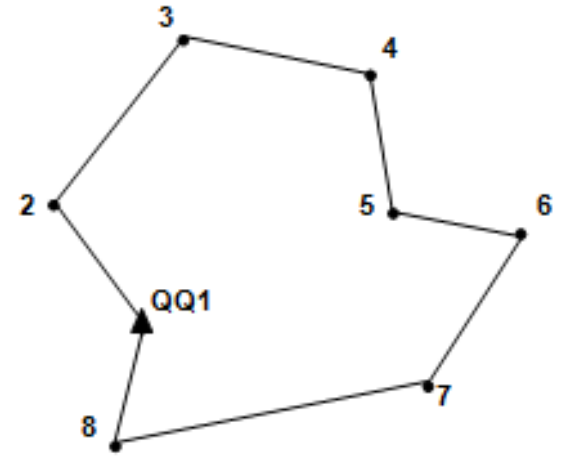
Diketahui koordinat salah satu titik

Tinjauan bentuk poligon : (perhatikan data di bawah)

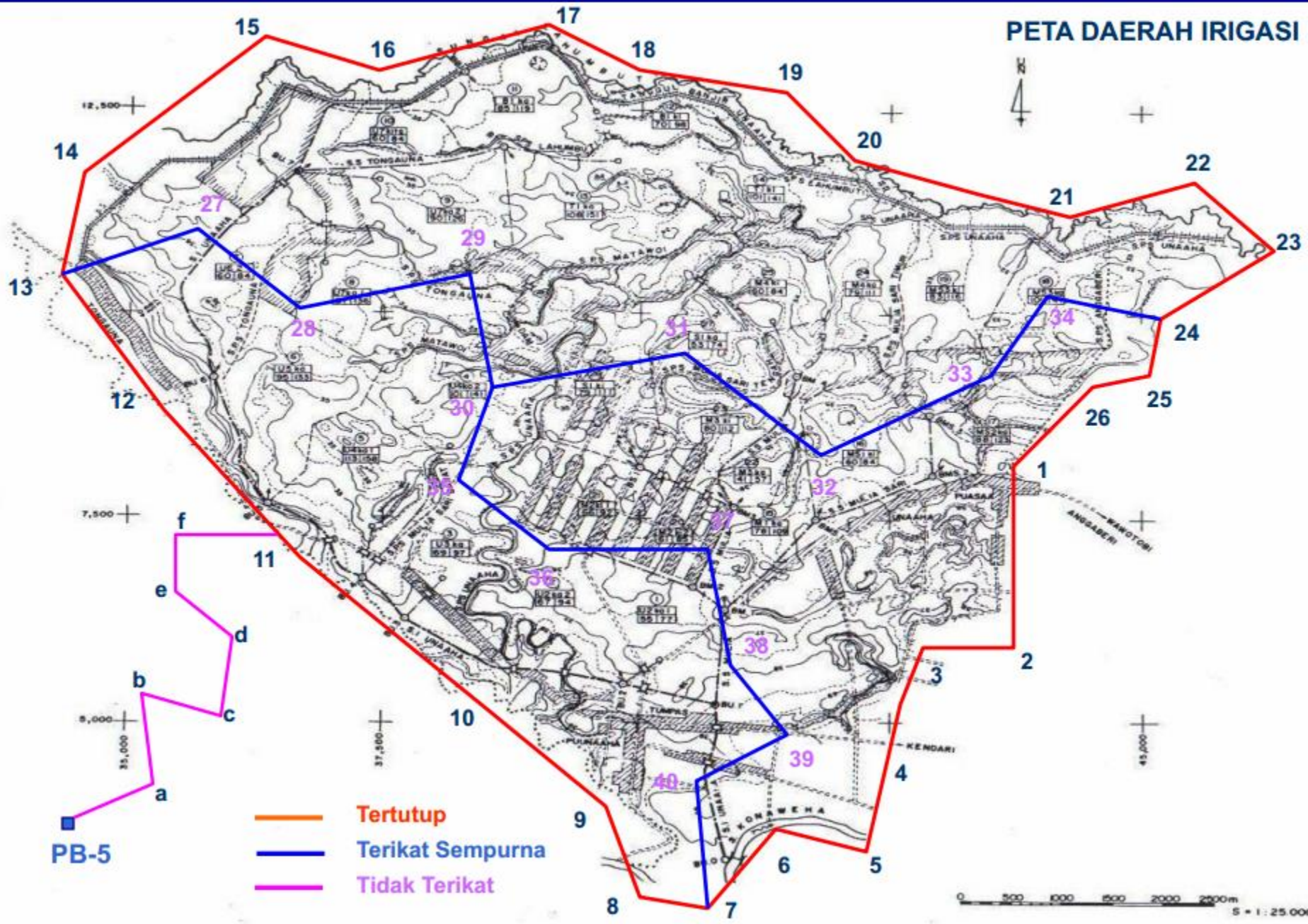
- Sudut ukuran tidak sejenis
- Azimuth sisi awal **tidak ditentukan dan** tergantung pada :
  - **a. Pemilihan titik awal hitungan**
  - **b. Arah hitungan**
- Satuan sudut ukuran terkecil adalah **1/10 detik**.

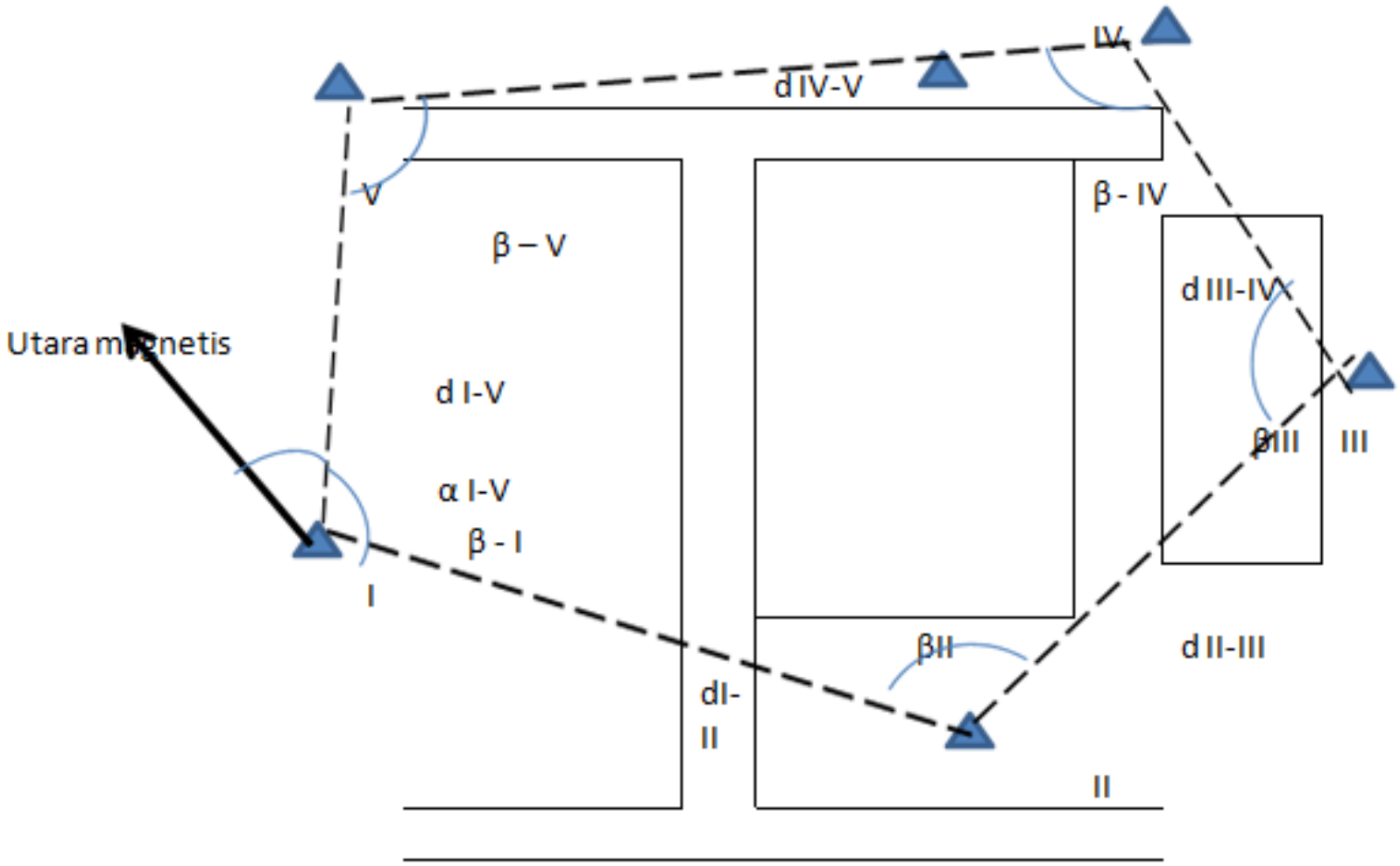
Pendefinisian datum :

- **Azimuth awal :** $\alpha_{QQ1,2}$ = **100° 00' 00,0"**

Sketsa	Titik	Sudut (° ' ")	Jarak (m)
	QQ1	136 37 32,0	
			53,174
	2	97 42 39,3	
			69,500
	3	111 17 25,4	
			55,927
	4	109 47 13,0	
			44,234
	5	97 04 26,5	
			41,117
	6	80 05 05,5	
			62,731
	7	115 12, 54,6	
			88,620
	8	79 36 00,8	
			45,373
X_{QQ1} = − 1 644,065 Y_{QQ1} = + 500,000	QQ1		

Macam-macam Poligon

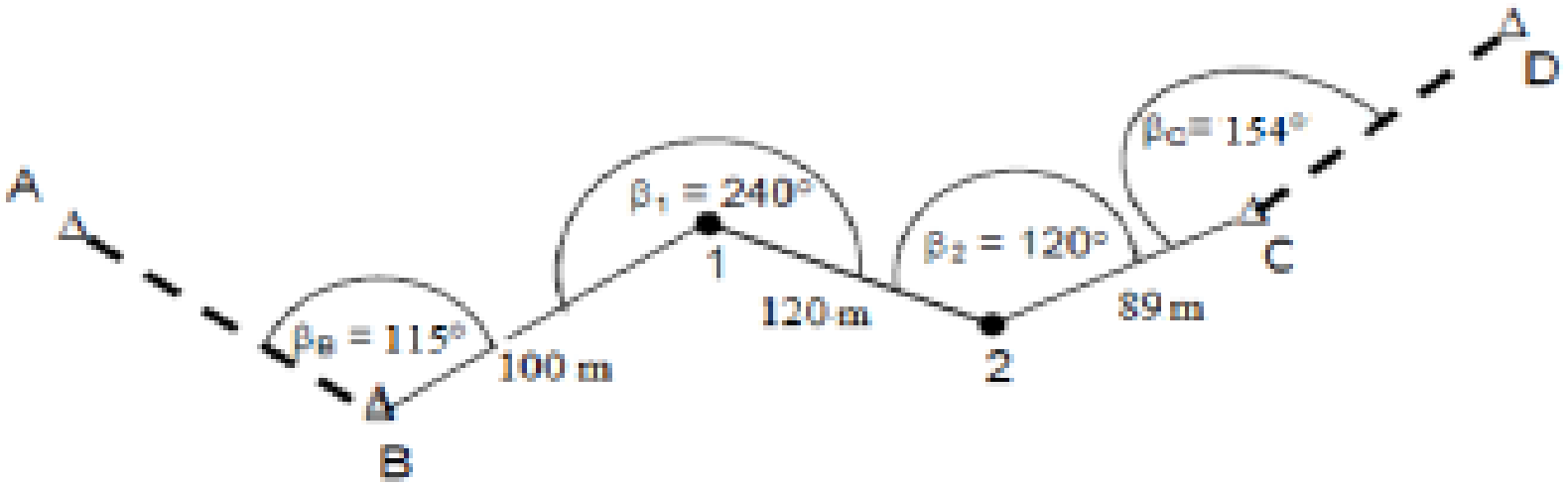



IV
d IV-V
V
β - IV
β – V
d III-IV
Utara magnetis
d I-V
βIII
III
α I-V
β - I
I
βII
d II-III
dI-
II
II

LATIAN

Penyelesaian poligon Tebuka terikat sempurna

Hasil pengukuran poligon buka terikat sempurna sebagai berikut:



Koordinat titik A (1000;1000), B (1200;800),
C (1700;700), dan D (1900;900).
Hitunglah: koordinat titik 1 dan 2

PENGUKURAN DETAIL

https://www.youtube.com/watch?v=lppXiTgQ-3M

Tahapan pemetaan situasi

Pengukuran Detail Situasi

Titik-titik detail situasi dapat dibedakan atas titik detail buatan dan titik detail alam.

Titik detail buatan :

- Gedung
- Jembatan
- Jalan dan lain sebagainya

Titik detail alam :

- Sungai
- Gunung
- Serta bentuk alam lainnya

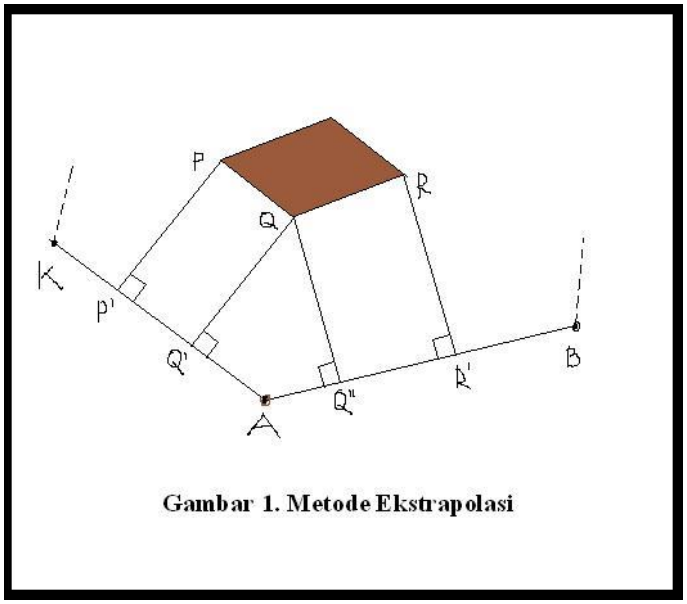
Metode Pengukuran titik detail di lapangan

1. Pengukuran detail dengan Metode Ekstrapolasi
2. Pengukuran detail dengan Metode Interpolasi
3. Pengukuran detail dengan Metode Pemotongan

Pengukuran Detail dengan Metode Ekstrapolasi

Pengukuran dengan metode ekstrapolasi ini ada dua sisitm yaitu :

a. Ekstrapolasi koordinat ortogonal

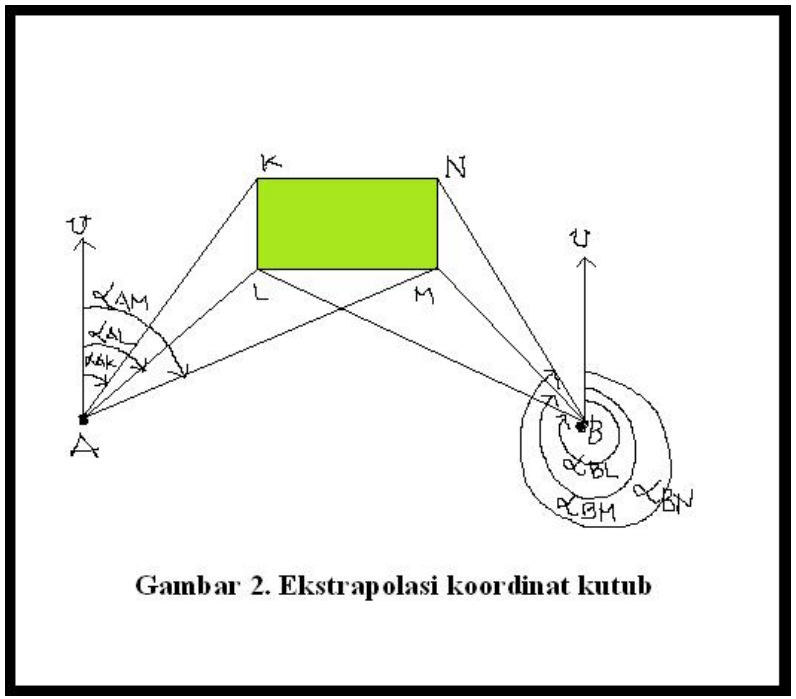


Gambar 1. Metode Ekstrapolasi

Keterangan gambar :
A, B, ..., K = titik-titik poligon
AB, AK = sisi-sisi poligon
P, Q, R, S, T..= proyeksi titik sudut gedung ke sisi poligon

Pada sistim ini gambar detail (gedung) didapat dengan cara memproyeksikan titik-titik sudut (bagian) dari detail ke sisi poligon yang terdekat dengan pertolongan prisma. Jarak proyeksi titik detail ke sisi poligon diukur dengan pegas ukur.

b. Ekstrapolasi koordinat kutub

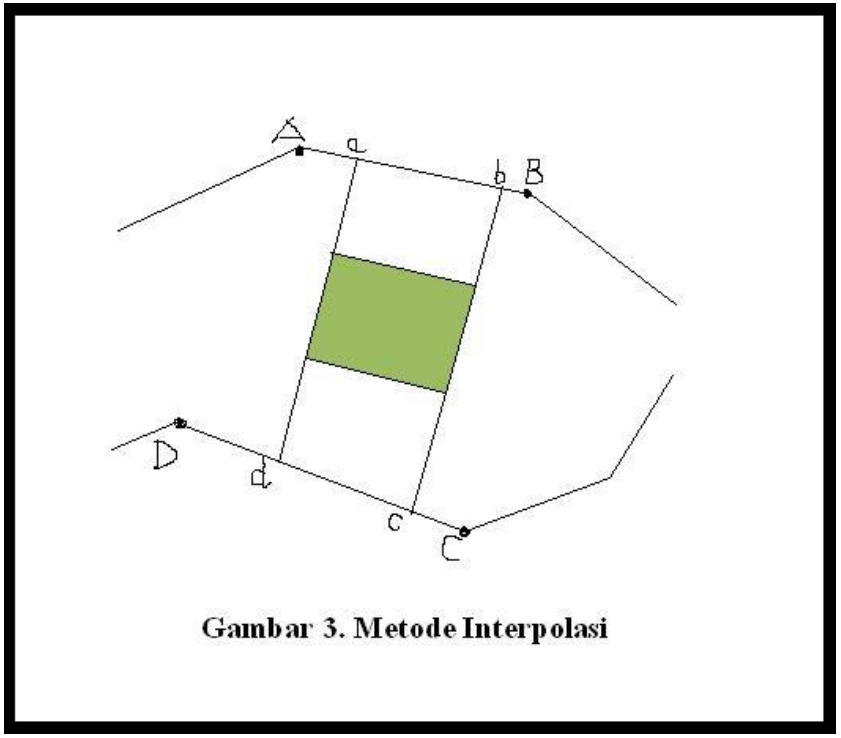


Gambar 2. Ekstrapolasi koordinat kutub

Keterangan gambar :
A, B : titik poligon
K, L, M, N : titik sudut detail (gedung)
αAK, αAL, αAM : azimut titik detail K, L, M terhadap A
αBL, αBM, αBN : azimut titik detail L, M, N terhadap titik B

Pada sistim ini gambar detail diperoleh dengan cara mengukur besarnya azimut dari titik-titik detail terhadap salah satu titik poligon dan jarakna diukur secara optis.

Pengukuran Detail dengan Metode Interpolasi

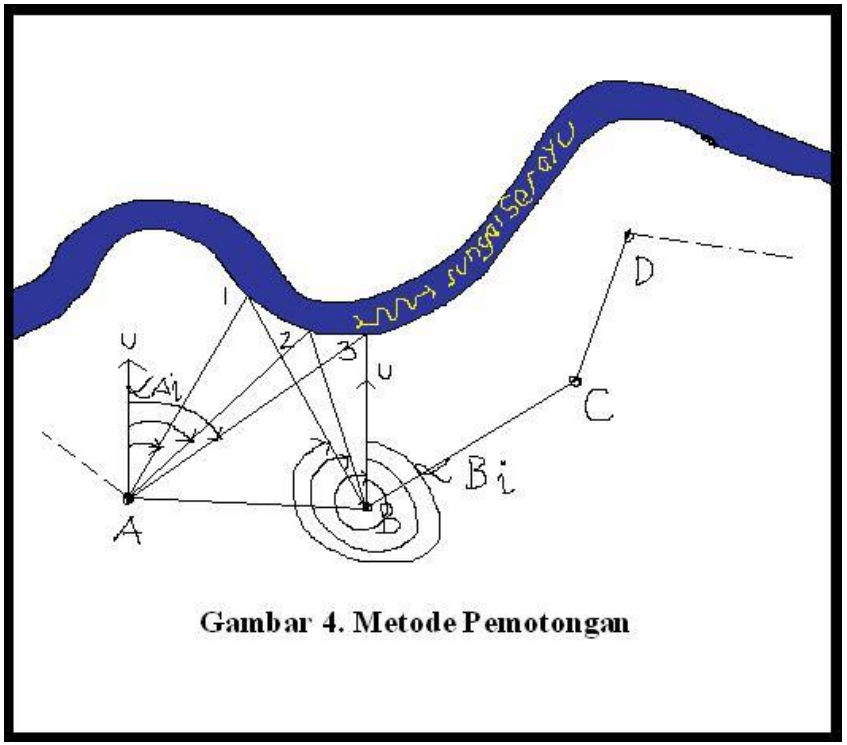


Gambar 3. Metode Interpolasi

Keterangan gambar :
A, B, C, D : titik-titik poligon
a, b, c, d : titik potong pelurusan detail dengan sisi poligon

Pada sistim ini pengukurannya adalah dengan cara menarik titik potong pelurusan titik detail terhadap sisi poligon (potongan sisi poligon) tersebut diukur panjangannya dengan pegas ukur.
Jadi pada sistim ini titik detail seolah-olah digantungkan pada dua buah sisi poligon

Pengukuran Detail dengan Metode Pemotongan



Gambar 4. Metode Pemotongan

Keterangan gambar :

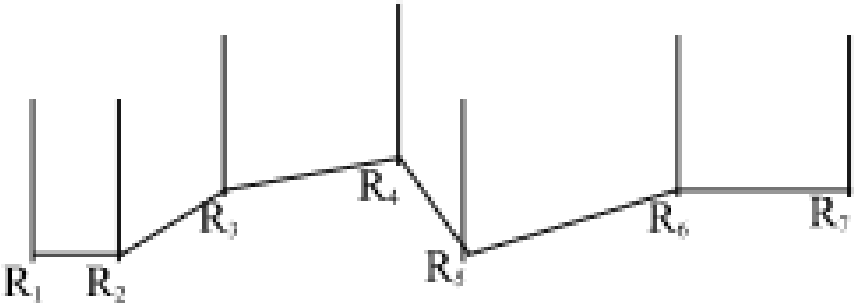
A, B, C, D : titik-titik poligon

1, 2, 3, 4, : titik-titik detail

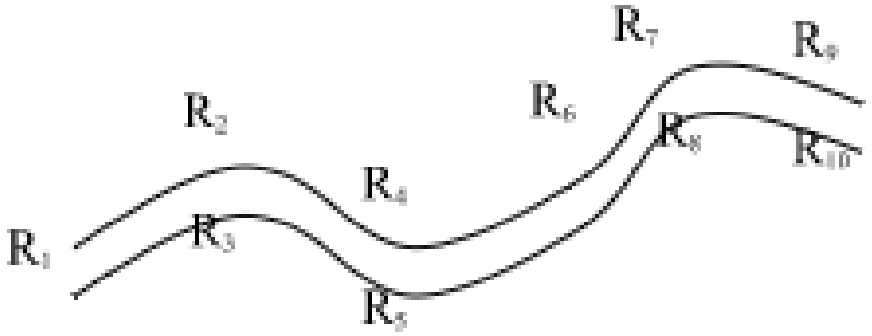
αA1, αA2, αA3 : azimut titik-titik detail yang diukur dari A

αB1, αB2, αB3 : azimut titik-titik detail yang diukur dari B

PENGAMBILAN TITIK DETAIL

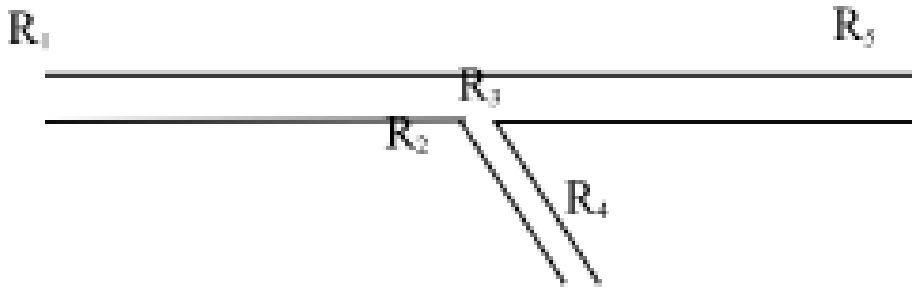


Permukaan bumi

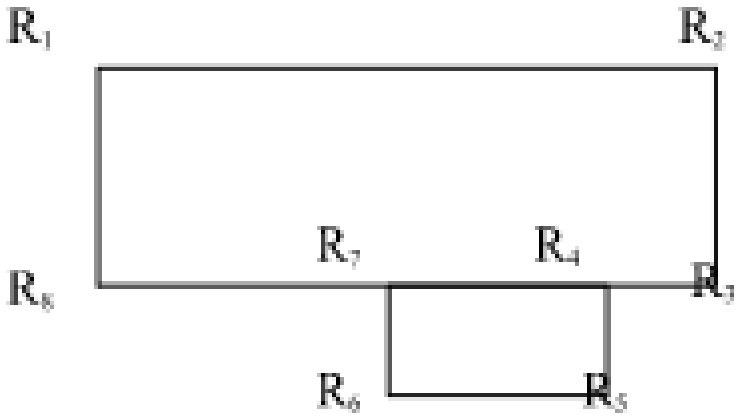


Kelokan sungai / saluran

PENGAMBILAN TITIK DETAIL

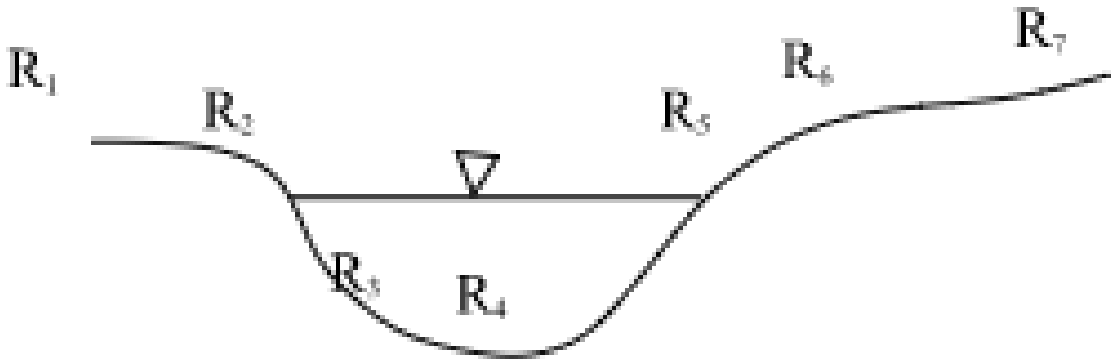


Jalan raya / jalan tanah

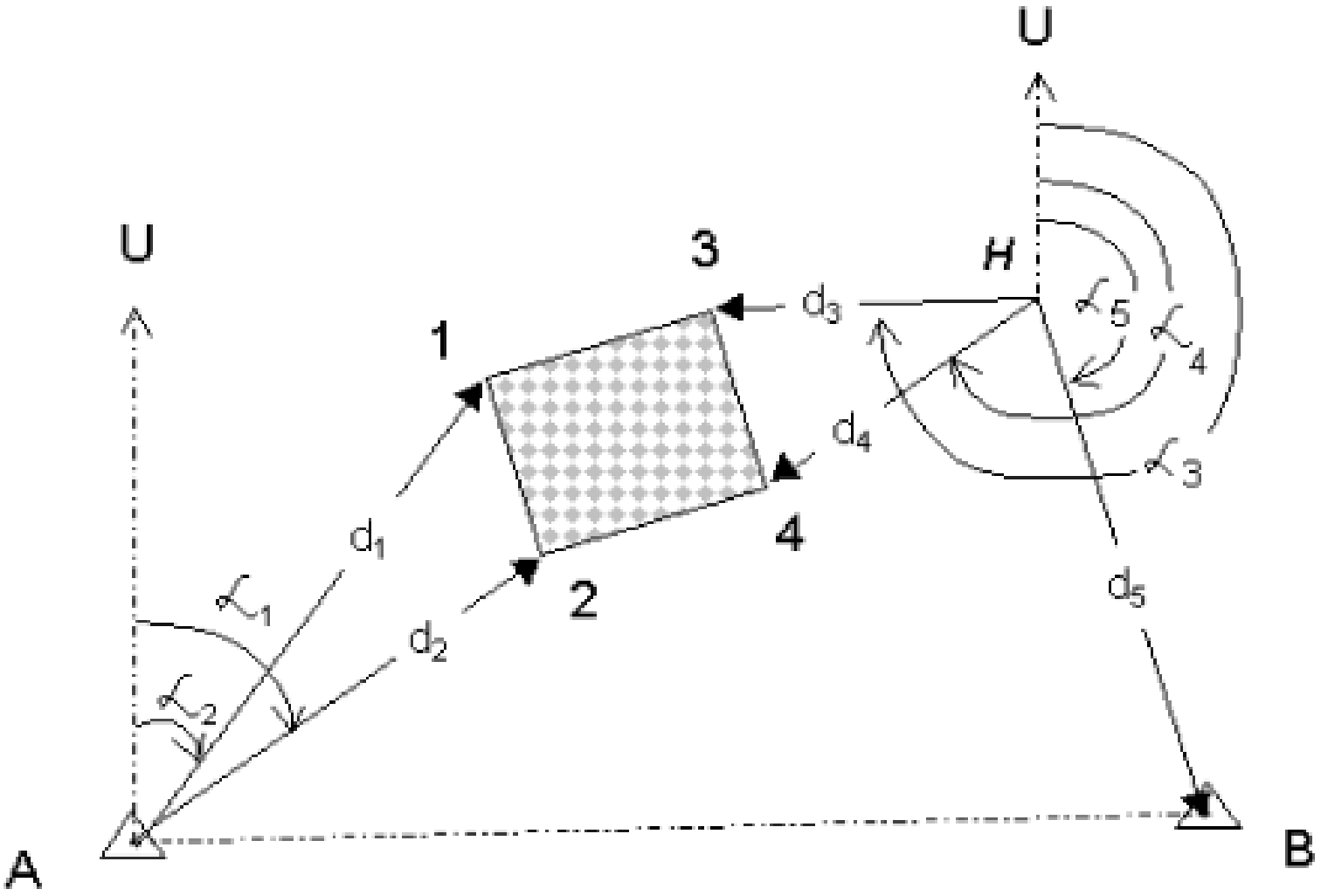


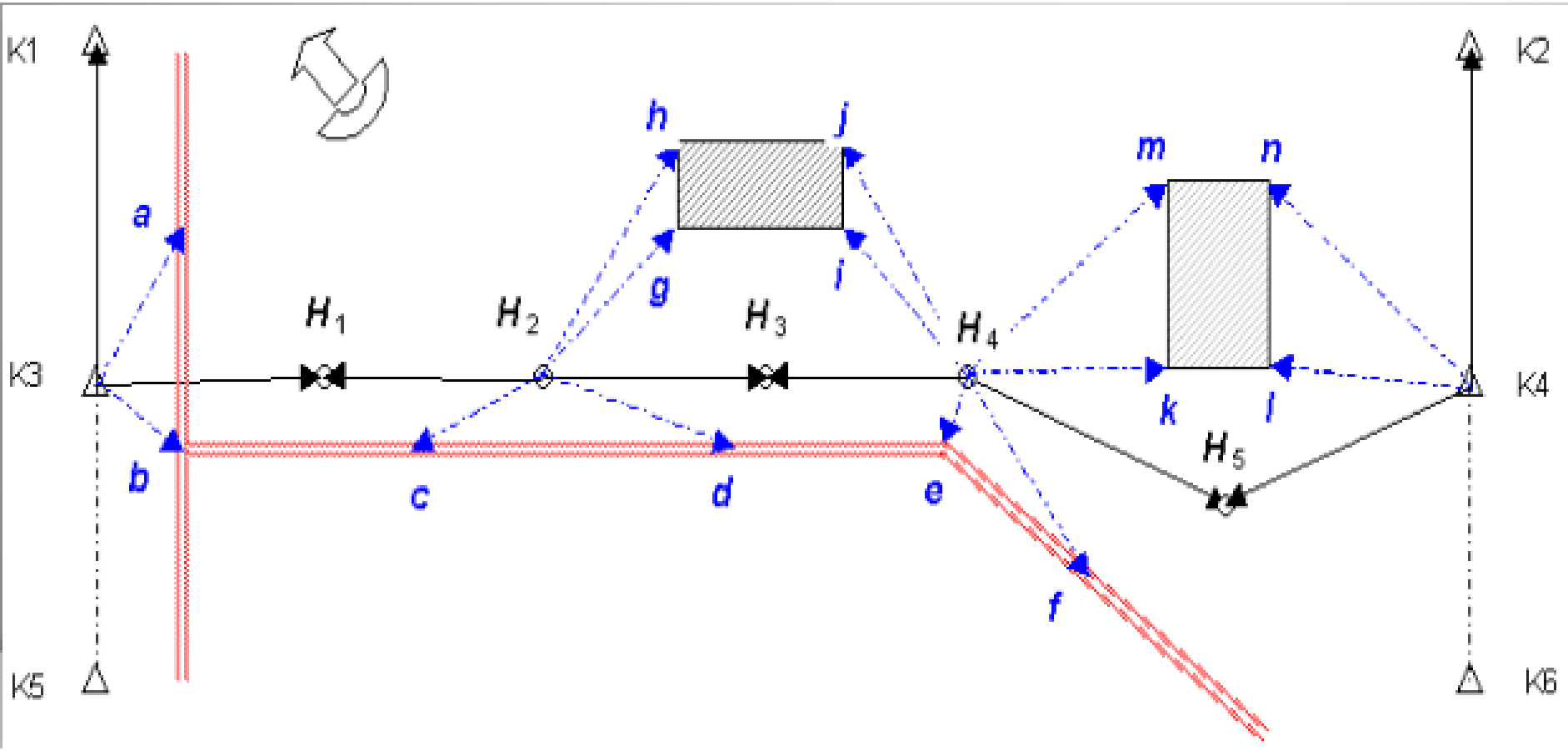
Bangunan bersegi banyak

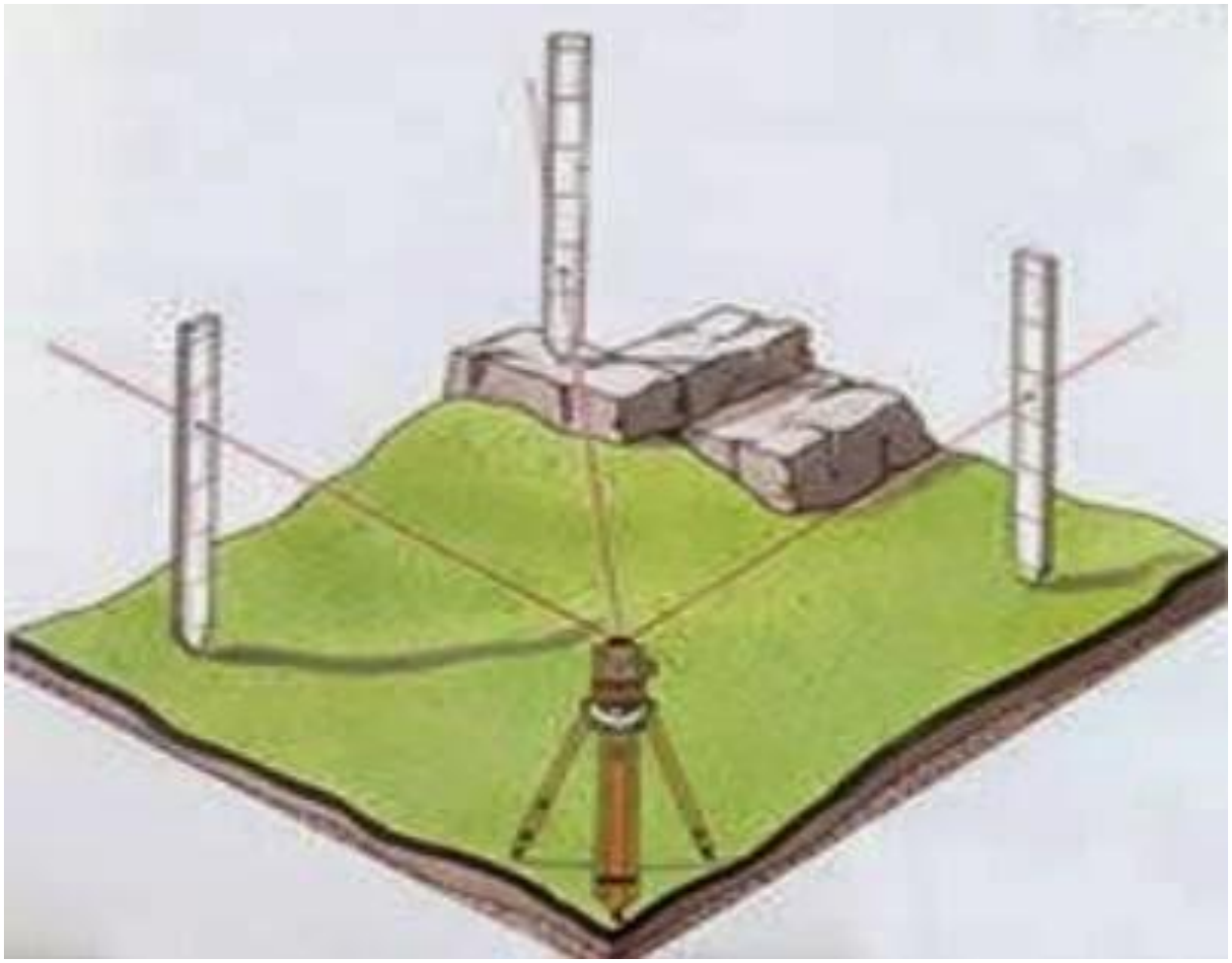
PENGAMBILAN TITIK DETAIL



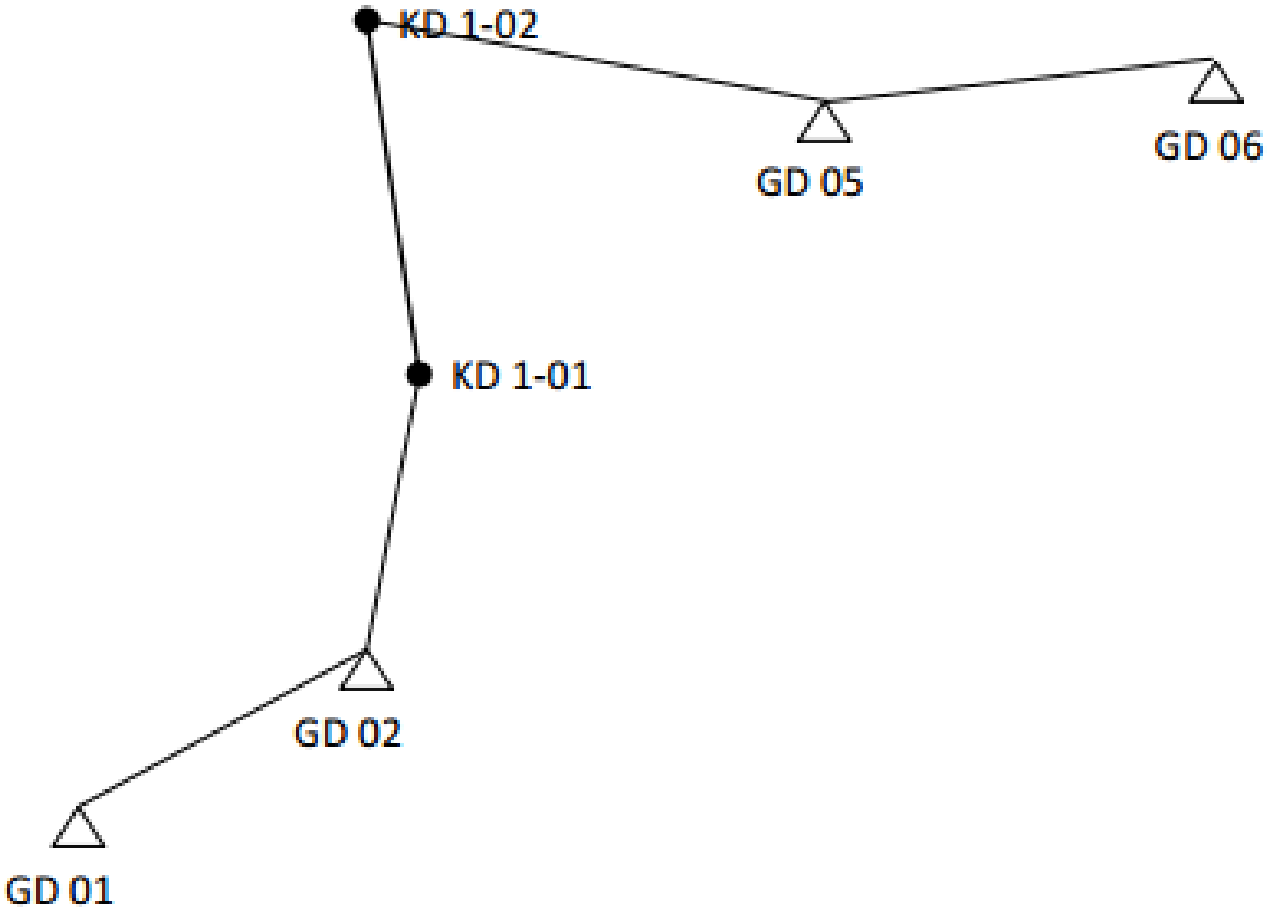
Penampang sungai / saluran

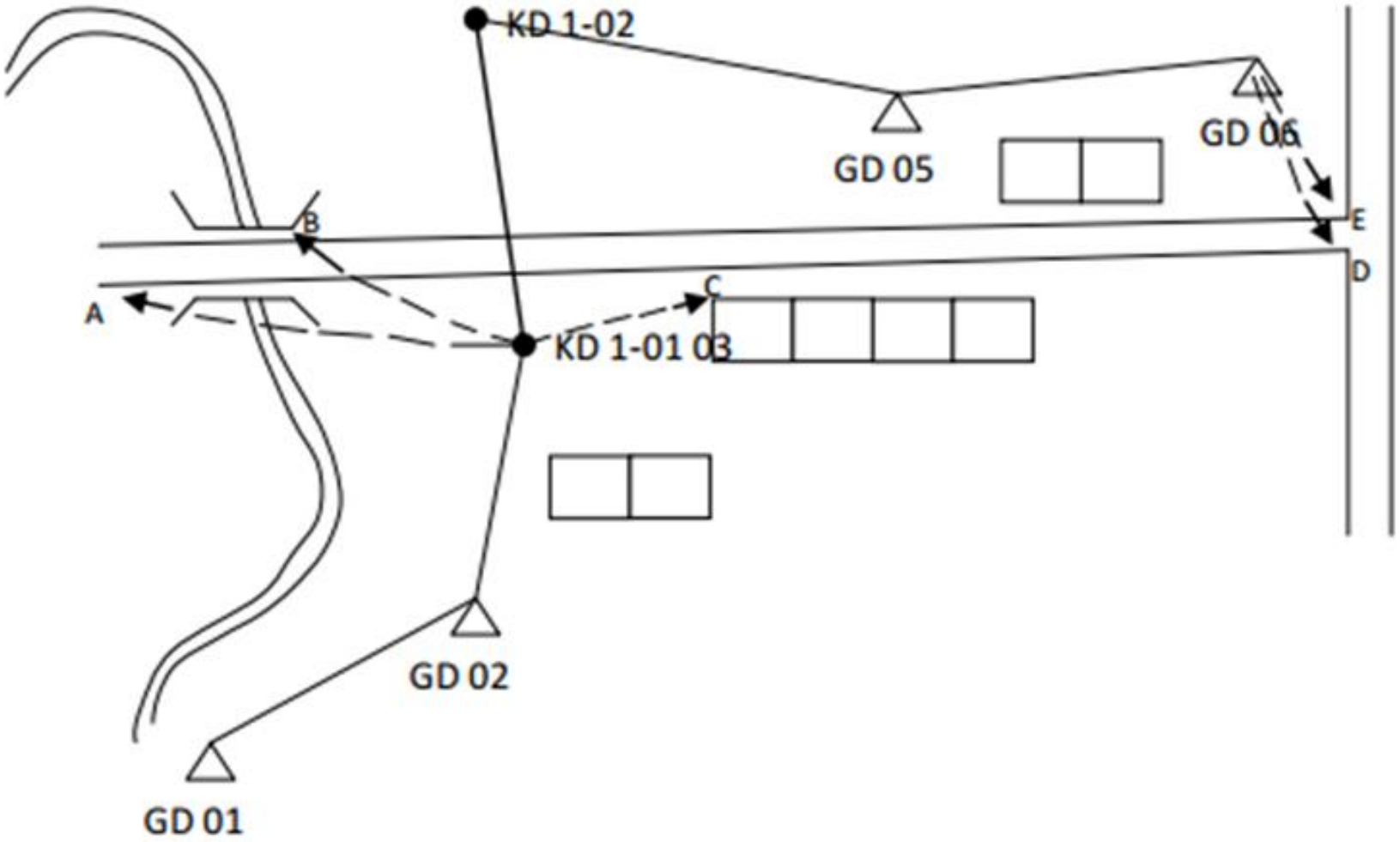

U
U
H
3
1
2
4
A
B
d1
d2
d3
d4
d5
α1
α2
α3
α4
α5

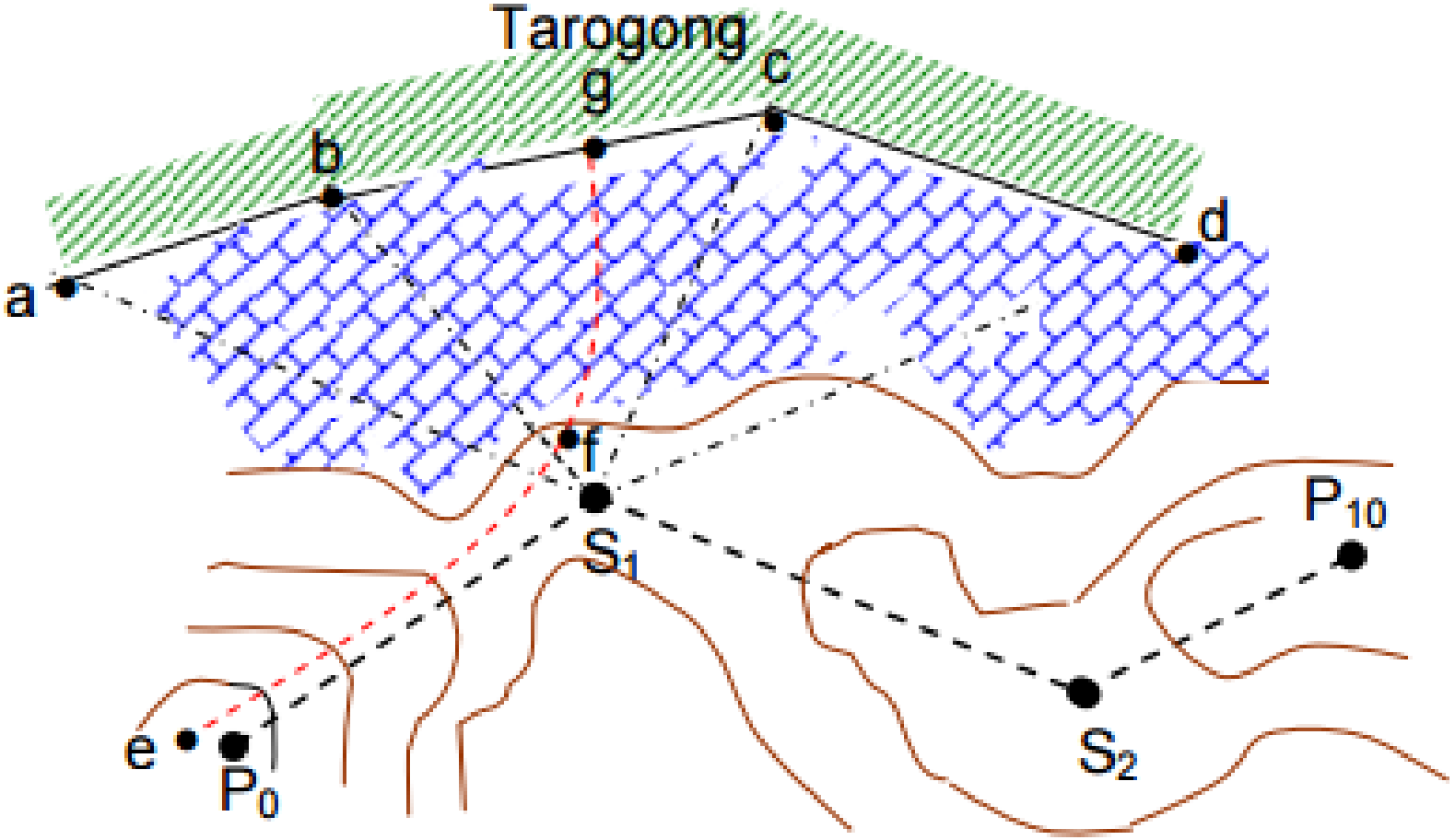

K1
K2
K3
K4
K5
K6
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
l
m
n
H1
H2
H3
H4
H5



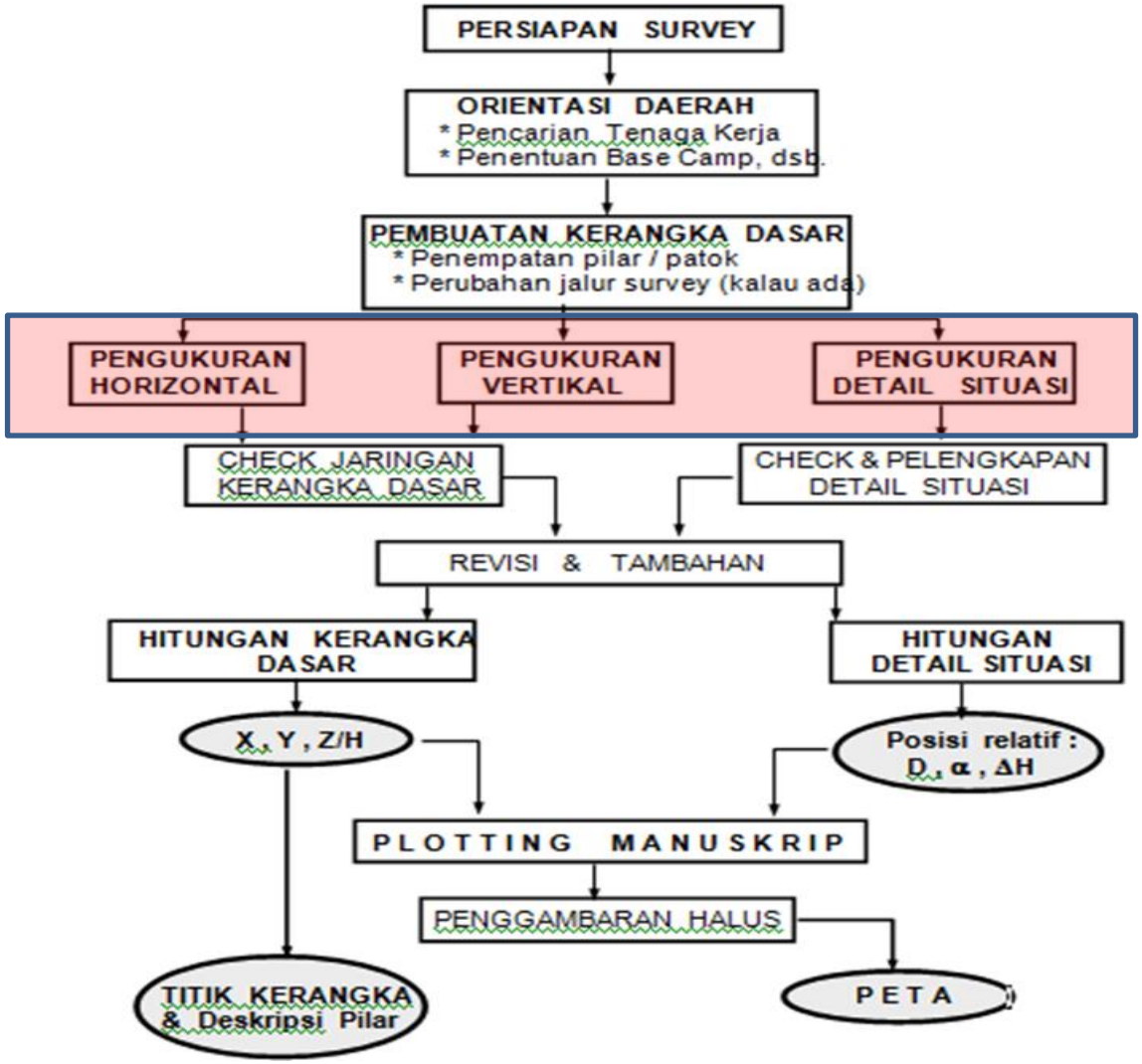
seisxsplore-survey.com


KD 1-02
GD 05
GD 06
KD 1-01
GD 02
GD 01

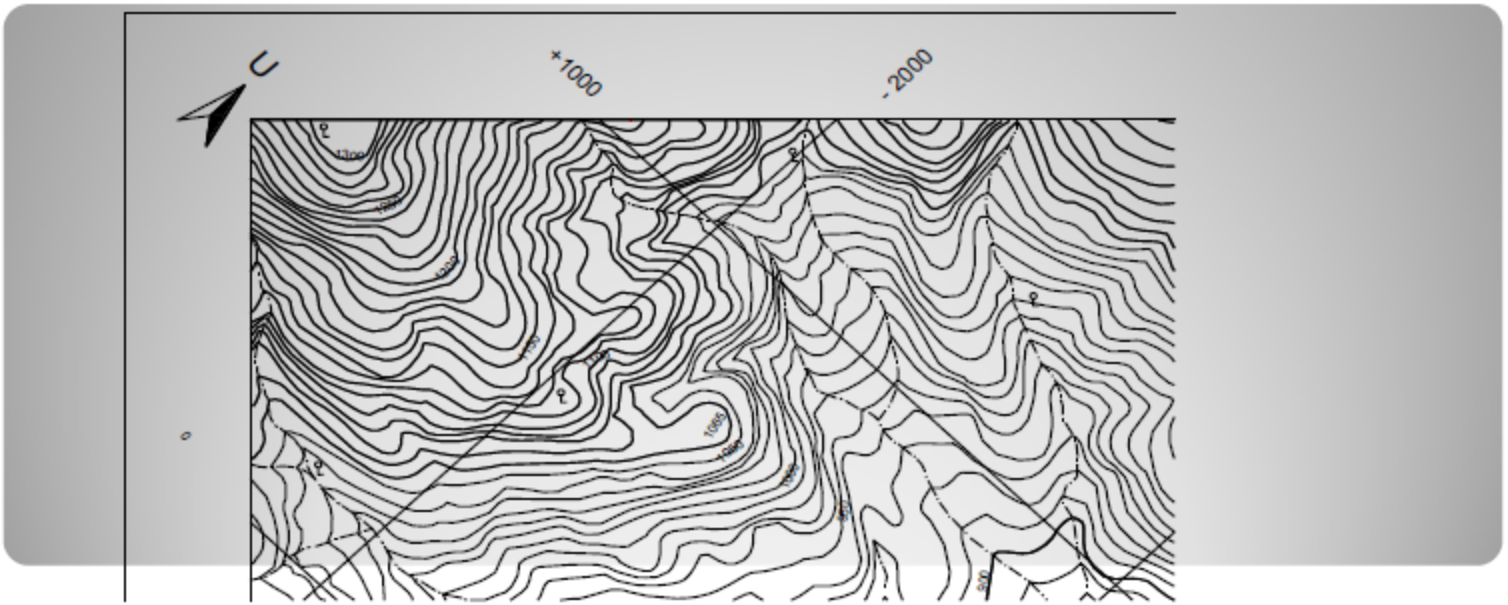

KD 1-02
GD 05
GD 06
B
E
D
A
C
KD 1-01 03
GD 02
GD 01


Tarogong
g
c
b
d
a
f
S_1
P_{10}
S_2
e
P_0

PEMETAAN TOPOGRAFI



PENGGAMBARAN GARIS KONTUR



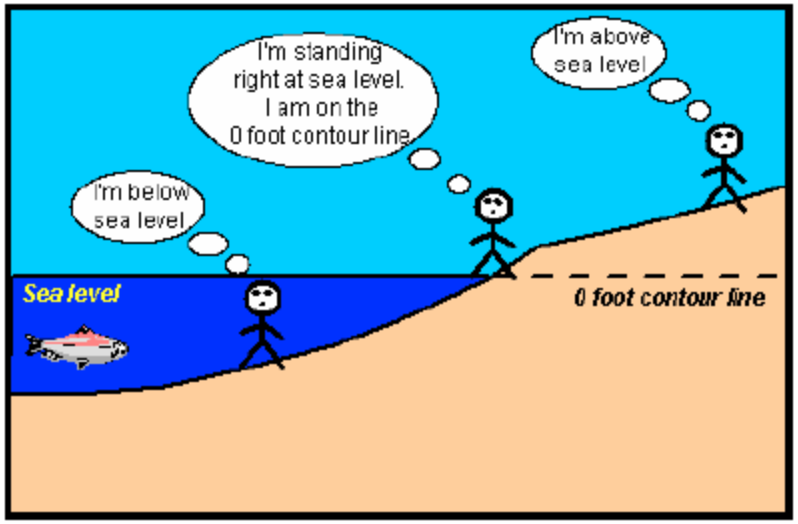
GARIS KONTUR
SIFAT DAN INTERPOLASINYA

Garis kontor

Nilai garis kontor adalah menggambarkan ketinggian.

Garis kontor bernilai 0 (kosong) adalah terletak di paras air laut, iaitu garisan di mana air laut bertmu daratan.

Garis kontor boleh ada nilai negetif, iaitu terletak lebih rendah daripada paras air laut.

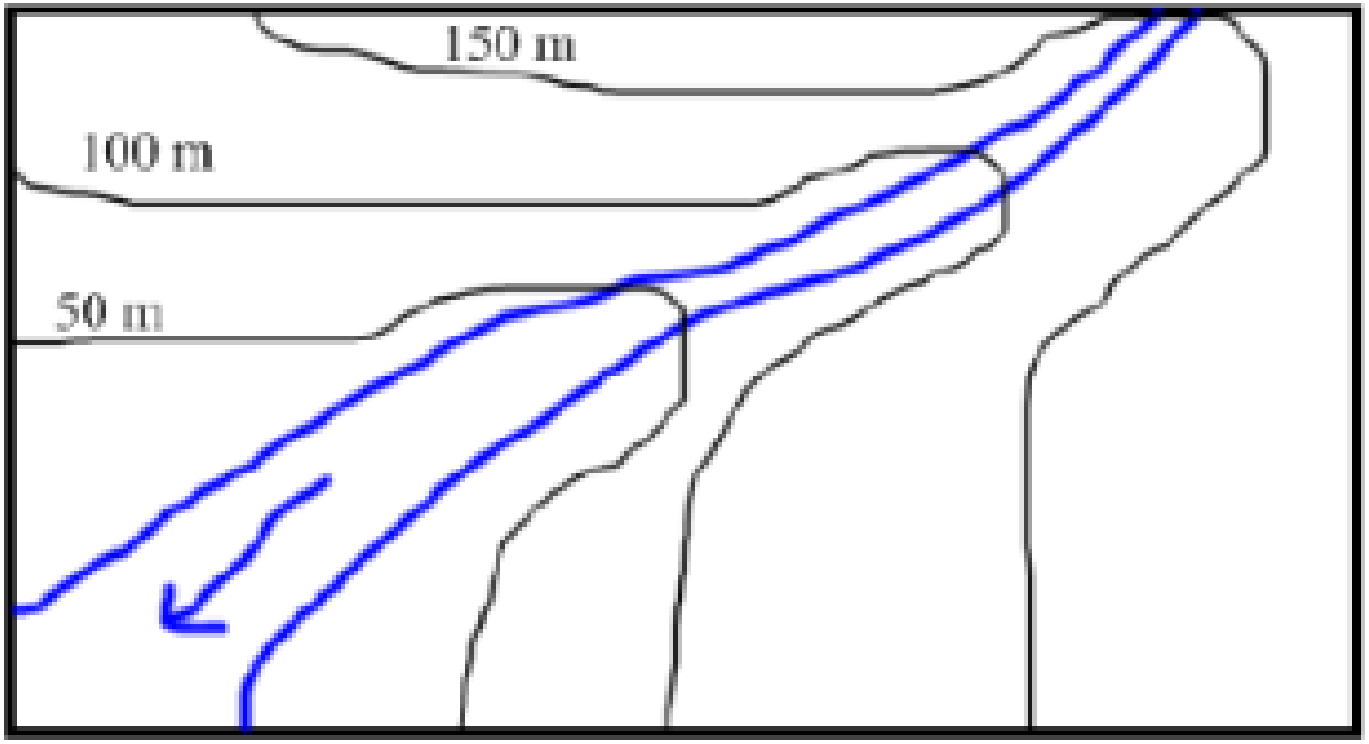


- Garis kontur (contour-line) adalah garis khayal pada peta yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama. Garis kontur disajikan di atas peta untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah, juga untuk memberikan informasi slope (kemiringan tanah rata-rata), irisan profil memanjang permukaan tanah terhadap jalur proyek (bangunan) dan perhitungan galian serta timbunan (*cut and fill*) permukaan tanah asli terhadap ketinggian vertikal garis proyek atau bangunan. Nama lain dari garis kontur adalah garis tranches, garis tinggi dan garis lengkung horisontal

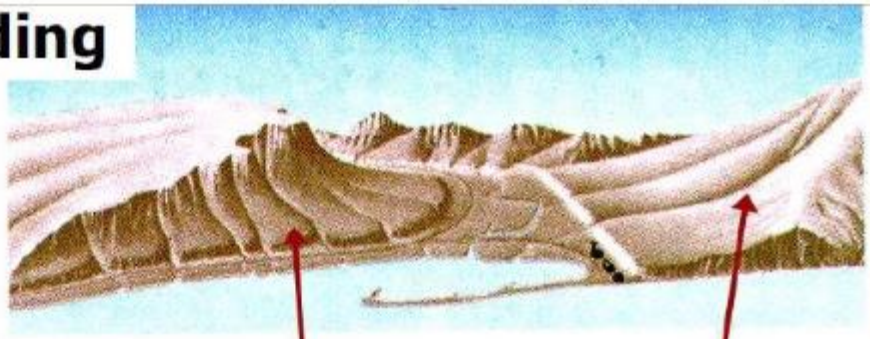
.....Pengertian

Sifat-Sifat Garis Kontur

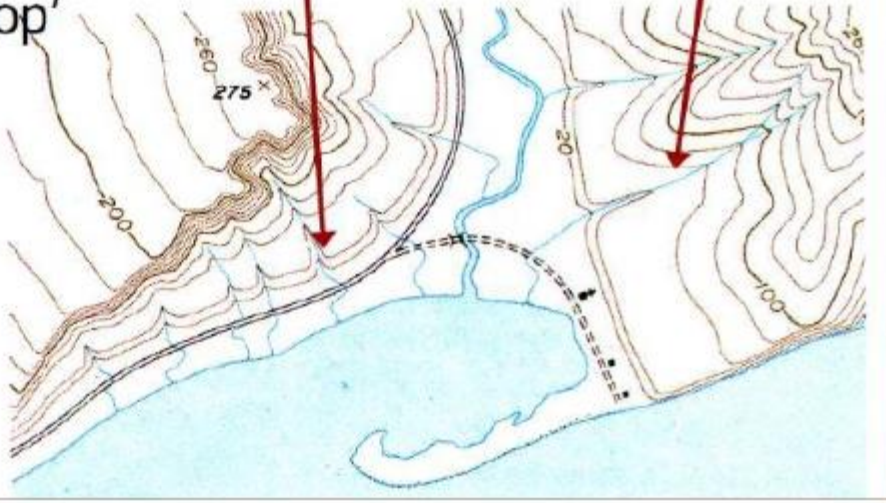
- Garis-garis kontur saling melingkari satu sama lain dan tidak akan saling berpotongan,
- Garis kontur pada bukit atau cekungan membentuk garis-garis kontur yang menutup-melingkar
- Menjorok ke arah hulu jika melewati sungai


150 m
100 m
50 m

Contour reading

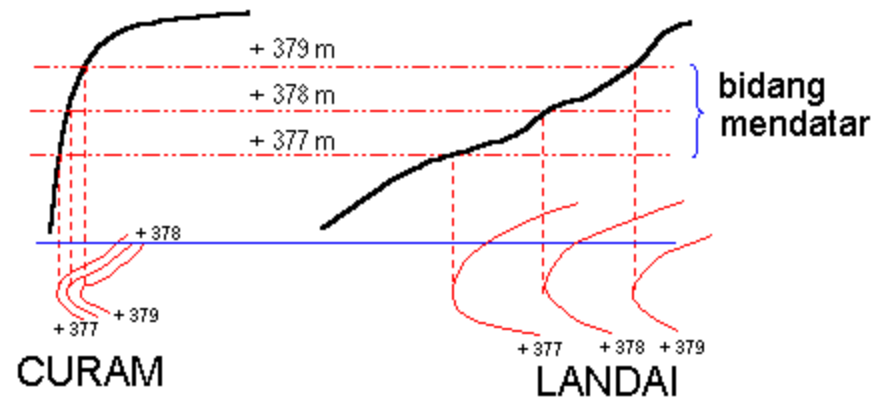


valley
contours curved upwards,
i.e. 'towards top'



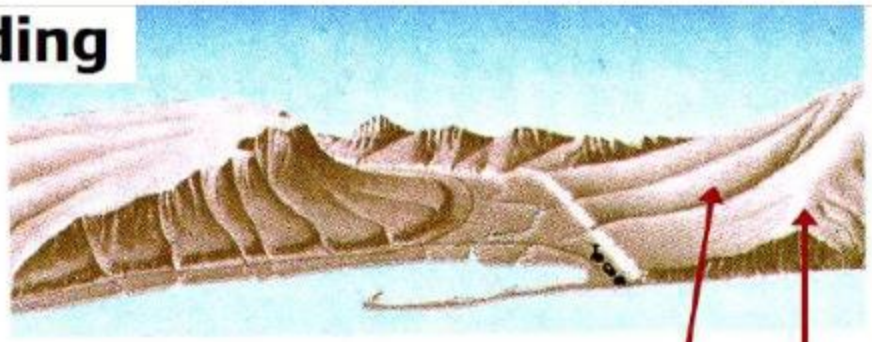
Thompson (1988)

- Tidak tergambar jika melewati bangunan
- Pada daerah yang sangat curam garis kontur lebih rapat dan pada daerah yang landai garis kontur lebih jarang
- Pada daerah yang sangat curam, garis-garis kontur membentuk satu garis,


+ 379 m
+ 378 m
+ 377 m
bidang
mendatar
+ 378
+ 377
+ 379
CURAM
+ 377
+ 378
+ 379
LANDAI

- Garis kontur pada curah yang sempit membentuk huruf **V** yang menghadap ke bagian yang lebih ndah, dan garis kontur pada punggung bukit yang tajam membentuk huruf **V** yang menghadap ke bagian yang lebih tinggi,
- Garis kontur harus menutup pada dirinya sendiri,
- Dua garis kontur yang mempunyai ketinggian sama tidak dapat dihubungkan dan dilanjutkan menjadi satu garis kontur.

Contour reading



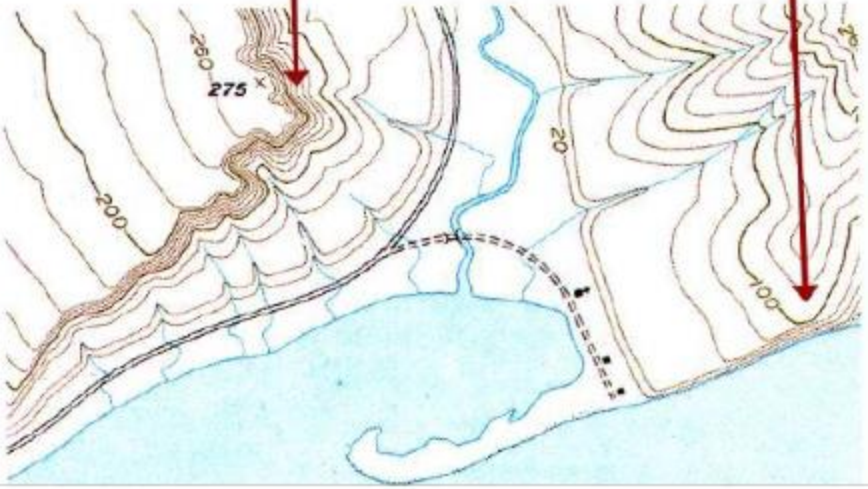
ridge

contours curved downwards,
i.e. 'towards the sea'

Thompson (1988)

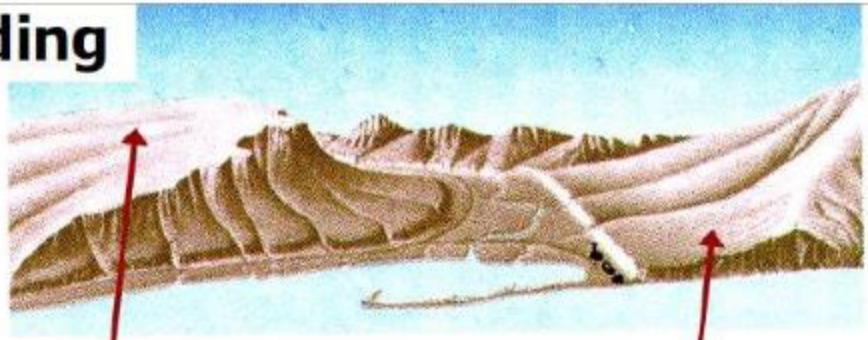
Contour reading

slope
the closer the steeper



Thompson (1988)

Contour reading



slope

the wider the more gentle

Thompson (1988)

Interval Kontur

Skala	Bentuk Muka Tanah	Interval Kontur
1:1000 dan lebih besar	Datar	0,2 – 0,5 m
	Bergelombang	0,5 – 1,0 m
	Berbukit	1,0 – 2,0 m
1:1000 s.d. 1:10.000	Datar	0,5 – 1,0 m
	Bergelombang	1,0 – 2,0 m
	Berbukit	2,0 – 3,0 m
1:10.000 dan lebih kecil	Datar	1,0 – 3,0 m
	Bergelombang	3,0 – 5,0 m
	Berbukit	5,0 – 10,0 m
	Bergunung	10,0 – 50,0 m

- Interval kontur adalah jarak tegak antara dua garis kontur yang berdekatan. Juga merupakan jarak antara dua bidang mendatar yang berdekatan. Pada suatu peta topografi interval kontur dibuat sama dan berbanding terbalik dengan skala peta. Semakin besar skala peta, semakin banyak informasi yang tersajikan, sehingga interval kontur semakin kecil.
- Indeks kontur adalah garis kontur yang penyajiannya ditonjolkan setiap kelipatan interval kontur tertentu, misalnya setiap 10 m atau yang lainnya.

Kemiringan Tanah dan Kontur Gradient

- Kemiringan tanah adalah sudut miring antara dua titik.
- a = arc. Tan (DhAB / sAB)
  a = kemiringan tanah.
- Kontur gradient β adalah sudut antara permukaan tanah dan bidang mendatar.

Kegunaan Garis Kontur

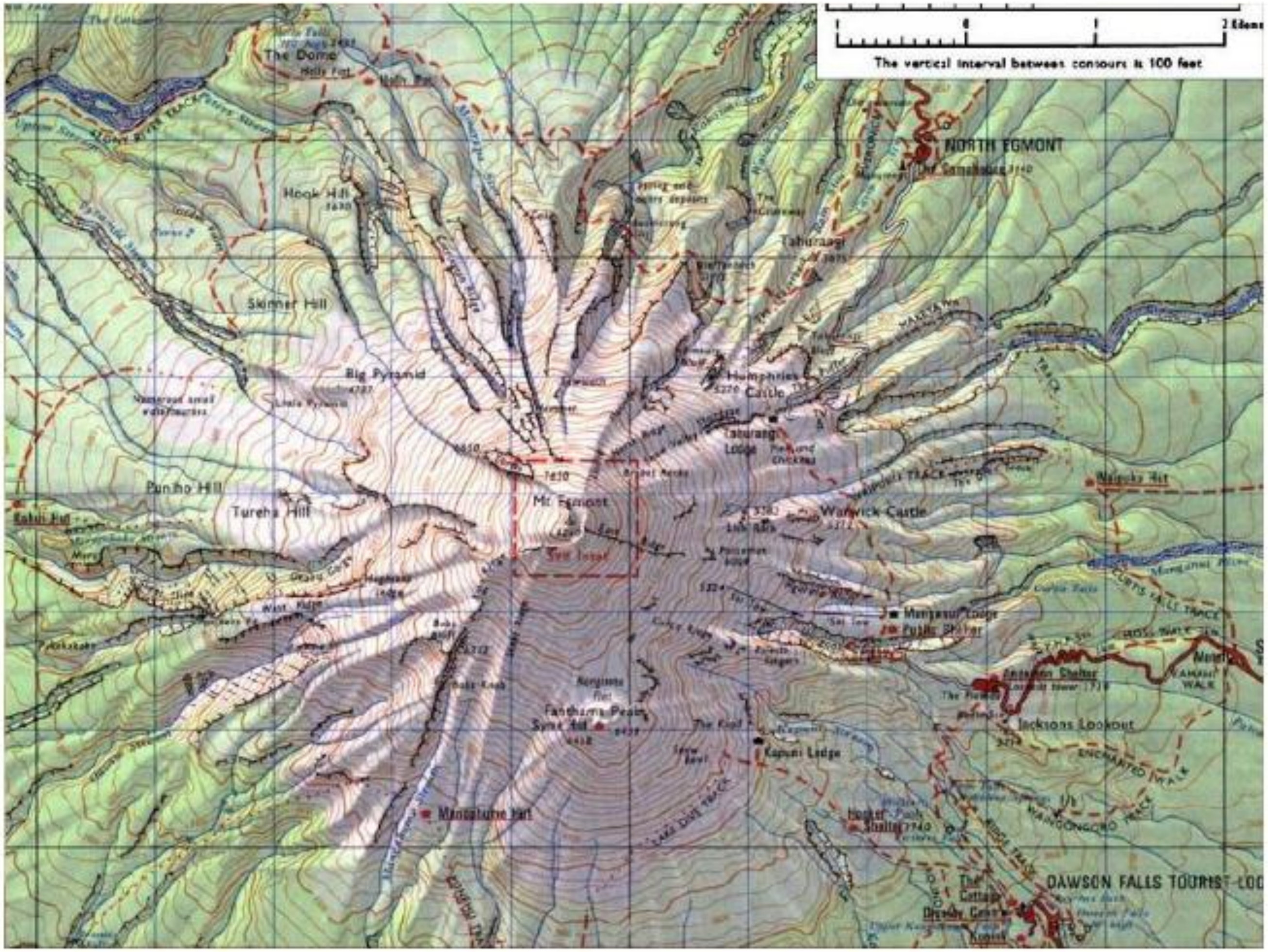
- Selain menunjukkan bentuk ketinggian permukaan tanah, garis kontur juga dapat digunakan untuk:
  - Untuk mengetahui tinggi rata-rata daerah yang ditetapkan
  - Mengetahui kelandaian daerah pemetaan
  - menentukan profil tanah (profil memanjang, longitudinal sections) antara dua tempat / sumbu rencana bangunan
  - menentukan batas-batas daerah pengaliran.
  - Menghitung luas daerah genangan dan volume suatu bendungan.
  - Menentukan route/trace suatu jalan atau saluran yang mempunyai kemiringan tertentu.
  - Menentukan kemungkinan dua titik di lahan sama tinggi dan saling terlihat.

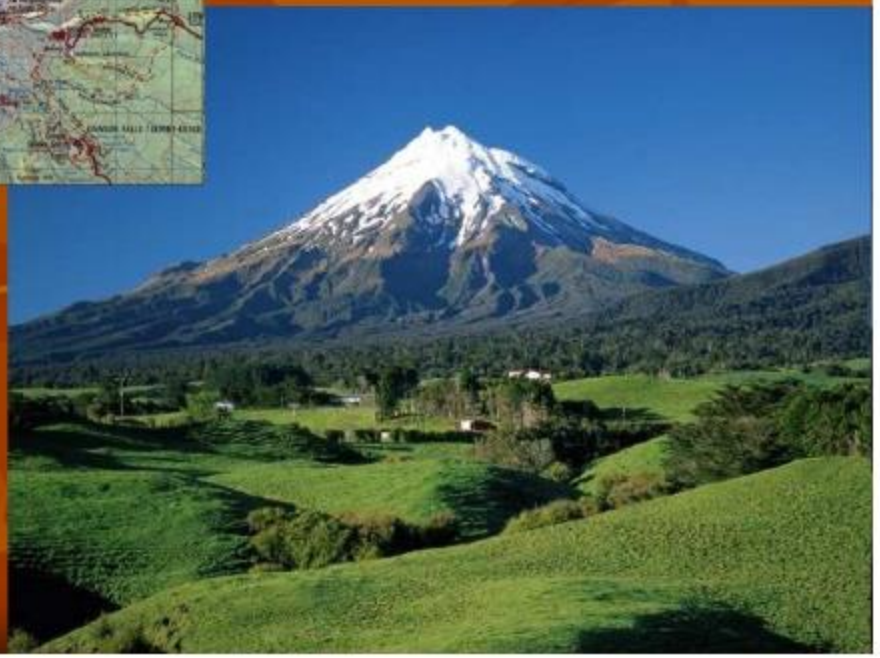
Interpolasi Garis Kontur

- **Cara Taksiran (Visual)**
  Tititk-titik dengan ketinggian yang sama secara visual diinterpolasi dan diinterprestasikan langsung diantara titik-titik yang diketahui ketinggiannya.

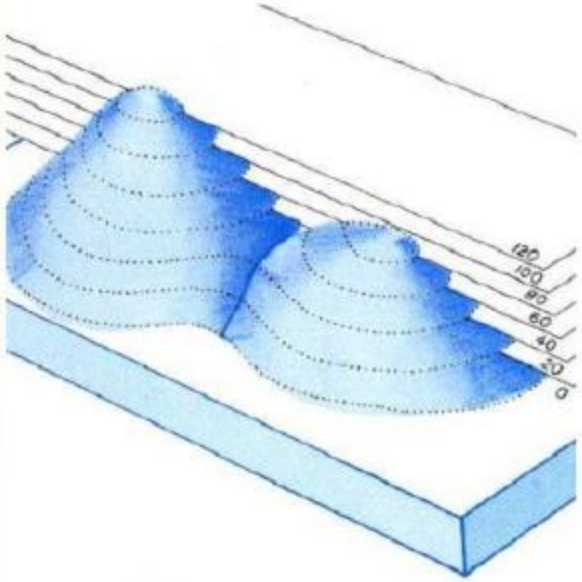
- **Cara Hitungan (Numeris)**
  Cara ini pada dasarnya juga menggunakan dua titik yang diketahui posisi dan ketinggiannya, hitungan interpolasinya dikerjakan secara numeris (eksak) menggunakan perbandingan linier. Pada gambar diatas, titik R yang terletak pada garis ketinggian + 600 berada pada jarak

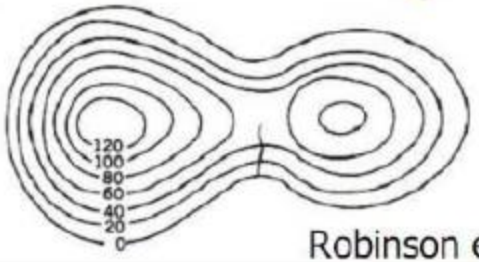
- **Cara Grafis**
  Cara grafis dilakukan dengan bantuan garis-garis sejajar yang dibuat pada kertas transparan (karkir atau kodatrace). Garis-garis sejajar dibuat dengan interval yang sama disesuaikan dengan tinggi garis kontur yang akan dicari.


The vertical interval between contours is 100 feet
NORTH EGMONT
The Dome
Hook Hill
Skinner Hill
Big Pyramid
Humphries Castle
Tahurangi Lodge
Mt Egmont
Warwick Castle
Puniho Hill
Tureha Hill
Manganui Lodge
Public Shelter
Jacksons Lookout
Kapuni Lodge
Fanthams Peak
Syme Hut
Mangahume Hut
DAWSON FALLS TOURIST LOD
KAMAHI WALK
ENCHANTED WALK
CURTIS FALLS TRACK
WAINGONGORO TRACK
LAKE DIVE TRACK

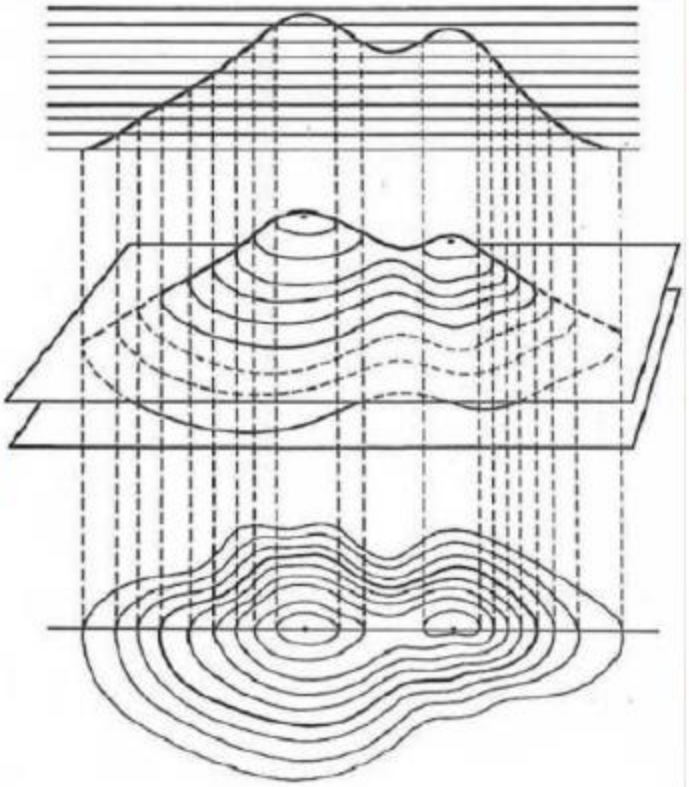


Contours





Robinson et al (1995)



Schoppmeyer (2002)

Fact File: Contour Reading - Cliffs

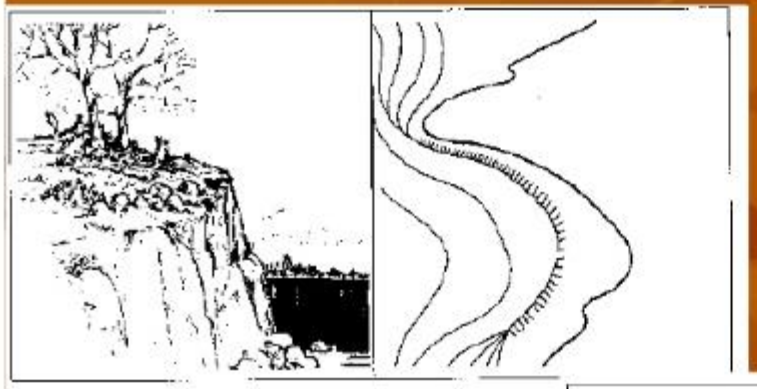


Figure 16-24A. Cliff.

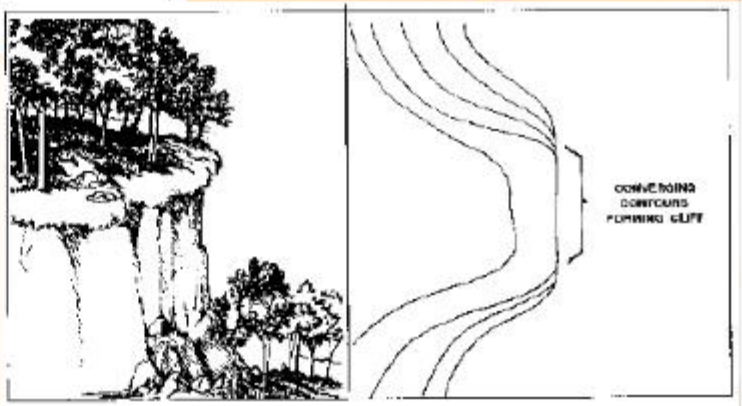
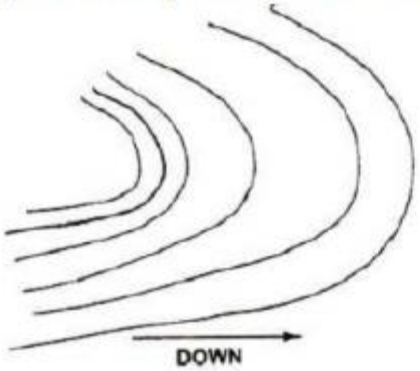


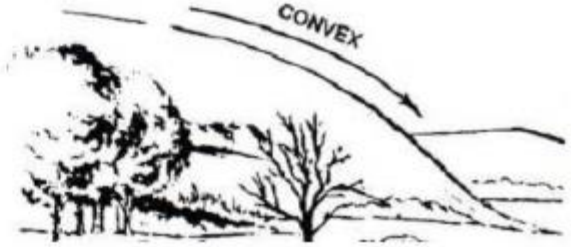
Figure 16-24B. Cliff.

Contour reading

concave

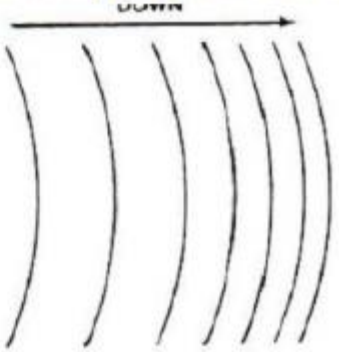
steep to flat, close to wide





convex

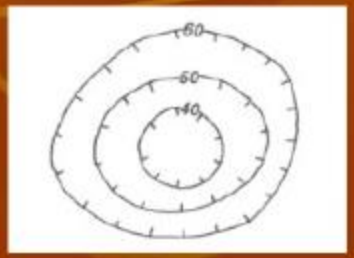
flat to steep, wide to close

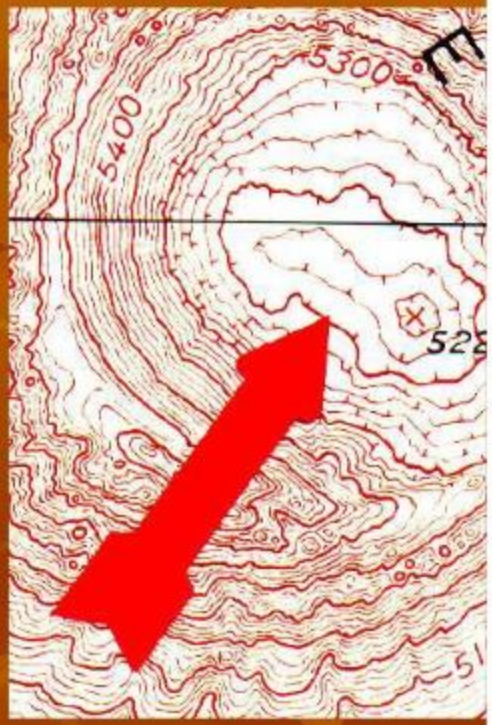


Campbell (1991)

Fact File: Contour Reading - Depressions

- Depression contours show areas of lower elevation.
- Drawn like contour lines with marks on the inside.
- Hachure marks- tick marks on inside of closed circle.



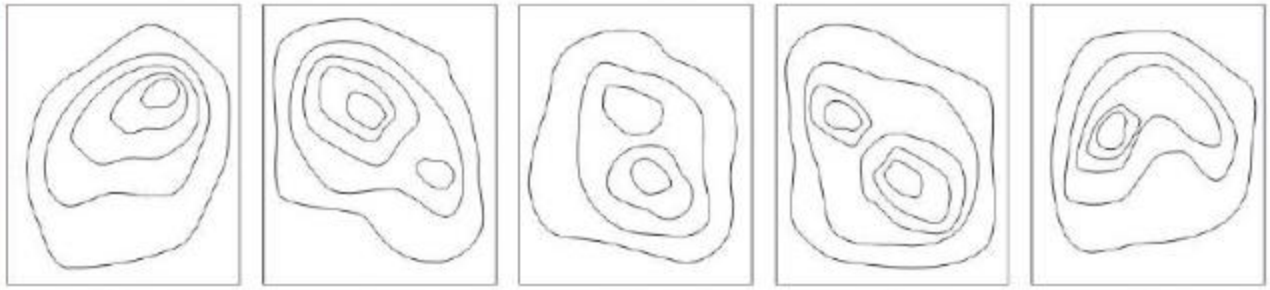


Activity 2: Match the View

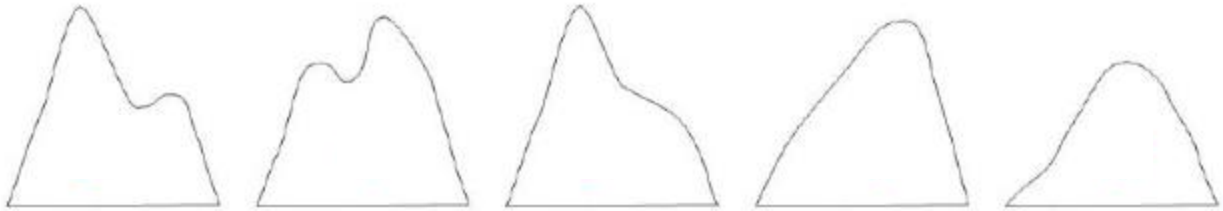
Match the maps with their corresponding mountain profiles. Imagine that you are viewing the mountain from the southern end (bottom) of the map (as indicated by the eye).

View 1 matches View ____ View 2 matches View ____ View 3 matches View ____

View 4 matches View ____ View 5 matches View ____



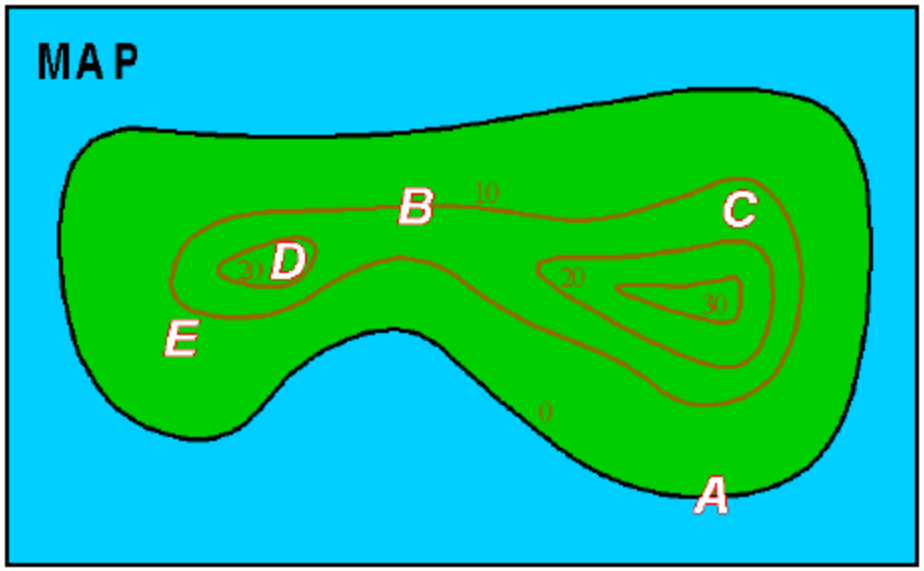
View 1 View 2 View 3 View 4 View 5



View A View B View C View D View E

Garis kontor – ketinggian

Berdasarkan garis kontor, kita boleh tahu ketinggian sesuatu tempat yang ada di permukaan bumi.



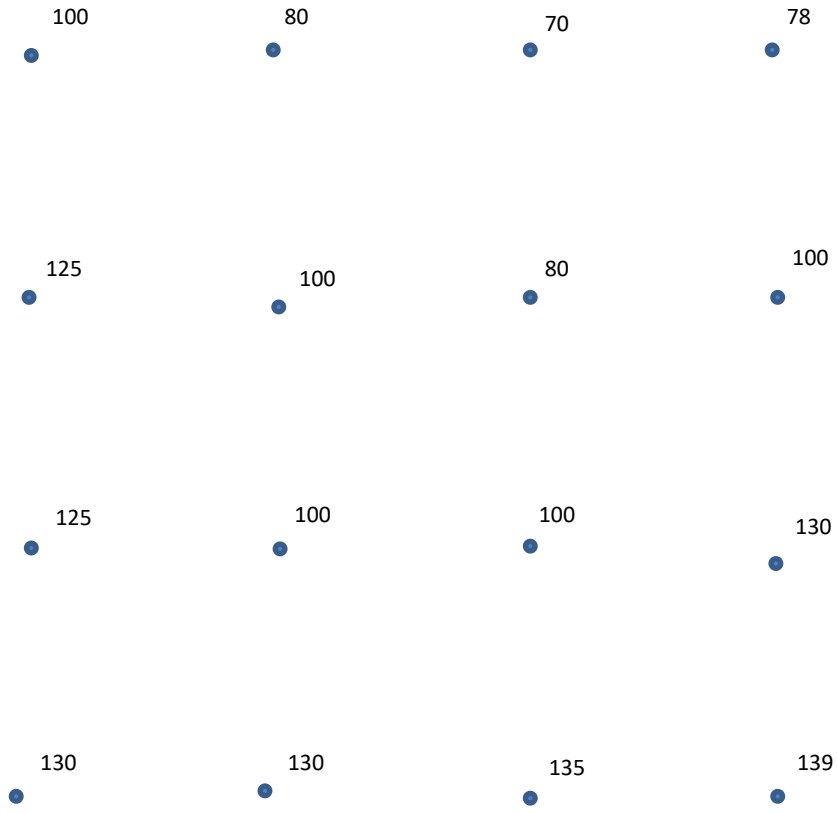
Tinggi titik **A**?
0 m

Tinggi titik **B**?
10 m

Tinggi titik **C**?
15 m

Tinggi titik **D**?
25 m

Tinggi titik **E**?
8 m


100
80
70
78
125
100
80
100
125
100
100
130
130
130
135
139

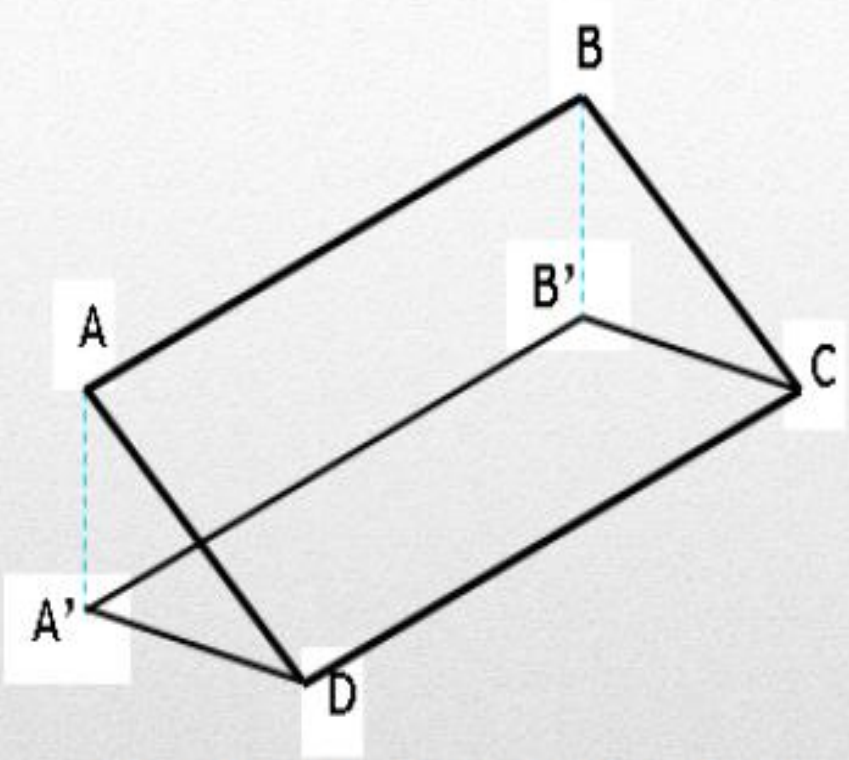
LUAS DAN VOLUME

TEORI PERHITUNGAN LUAS

Luas suatu wilayah merupakan luas pada bidang datar (X dan Y) tanpa ada unsur ketinggian (Z).

Kondisi di lapangan yang tidak datar (tidak beraturan) tersebut diproyeksikan ke bidang datar sehingga yang tampak dalam gambar adalah bidang X dan Y.

Akibat proyeksi tersebut, luas di gambar tampaknya lebih kecil dari pada luas di lapangan.



Gambar 1. Pengertian Luas

- Obyek ABCD setelah diproyeksikan ke bidang datar menjadi A'B'CD. Dalam perhitungan luas, luas yang dihitung adalah luas A'B'CD.

Cara Menghitung Luas

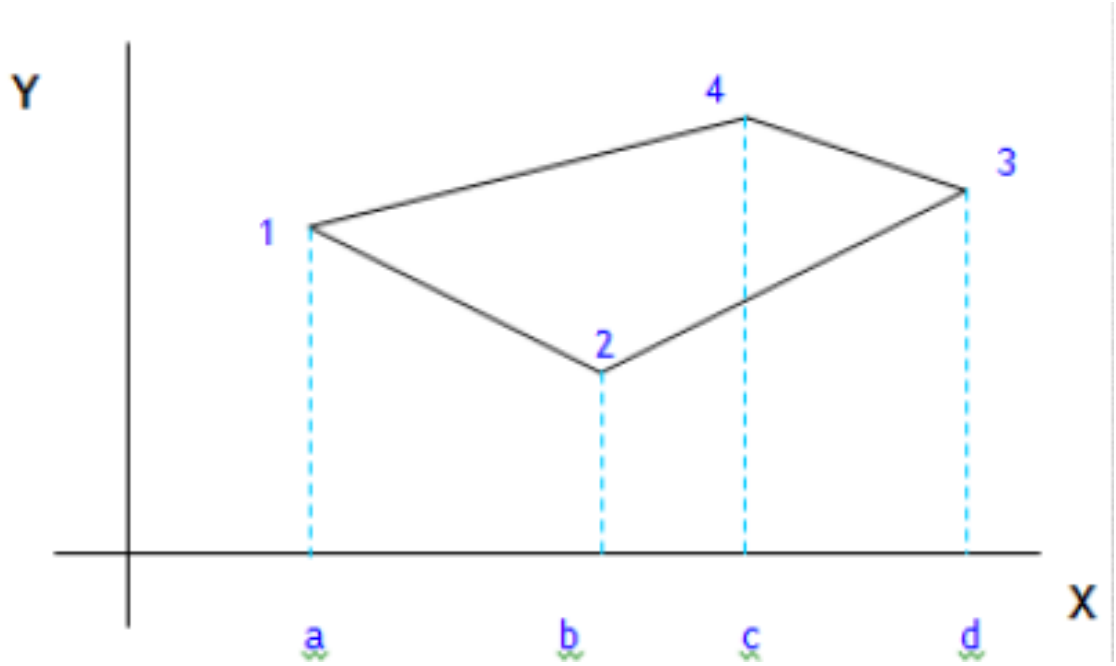
Dalam menghitung suatu daerah dapat digunakan berbagai macam cara yang meliputi :

1. Metode Matematis
   a. Koordinat
   b. Trapezoidal's Rule
2. Metode Grafis
   a. Menggunakan bantuan bujur sangkar
   b. Menggunakan bantuan segi tiga
3. Metode Mekanis

1. Metode Matematis

a. Metode Koordinat

- Diketahui poligon tertutup dengan koordinat masing- masing titik poligon diketahui seperti gambar 2.
- Luas poligon tersebut adalah jumlah luas trapesium 14ca dan 43dc dikurangi jumlah trapesium 12ba dan 23db.



$$A_T = \frac{(Y_1 + Y_4)\cdot(X_4 - X_1)}{2} + \frac{(Y_4 + Y_3)\cdot(X_3 - X_4)}{2} - \frac{(Y_1 + Y_2)\cdot(X_2 - X_1)}{2} - \frac{(Y_2 + Y_3)\cdot(X_3 - X_2)}{2}$$

$$A_T = -\frac{(Y_1 + Y_2)\cdot(X_2 - X_1)}{2} - \frac{(Y_2 + Y_3)\cdot(X_3 - X_2)}{2} + \frac{(Y_4 + Y_3)\cdot(X_3 - X_4)}{2} + \frac{(Y_1 + Y_4)\cdot(X_4 - X_1)}{2}$$

$$2A_T = -(Y_1 + Y_2)\cdot(X_2 - X_1) - (Y_2 + Y_3)\cdot(X_3 - X_2) + (Y_4 + Y_3)\cdot(X_3 - X_4) + (Y_1 + Y_4)\cdot(X_4 - X_1)$$

$$2A_T = -\left[Y_1 \cdot X_2 - \underline{Y_1 \cdot X_1} + \underline{Y_2 \cdot X_2} - Y_2 \cdot X_1\right] - \left[Y_2 \cdot X_3 - \underline{Y_2 \cdot X_2} + \underline{Y_3 \cdot X_3} - Y_3 \cdot X_2\right] +$$

$$\left[Y_4 \cdot X_3 - \underline{Y_4 \cdot X_4} + \underline{Y_3 \cdot X_3} - Y_3 \cdot X_4\right] + \left[Y_1 \cdot X_4 - \underline{Y_1 \cdot X_1} + \underline{Y_4 \cdot X_4} - Y_4 \cdot X_1\right]$$

$$2A_T = -Y_1 \cdot X_2 + Y_2 \cdot X_1 - Y_2 \cdot X_3 + Y_3 \cdot X_2 + Y_4 \cdot X_3 - Y_3 \cdot X_4 + Y_1 \cdot X_4 - Y_4 \cdot X_1$$

$$2A_T = (X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1) + (X_2 \cdot Y_3 - X_3 \cdot Y_2) + (X_3 \cdot Y_4 - X_4 \cdot Y_3) + (X_4 \cdot Y_1 - X_1 \cdot Y_4)$$

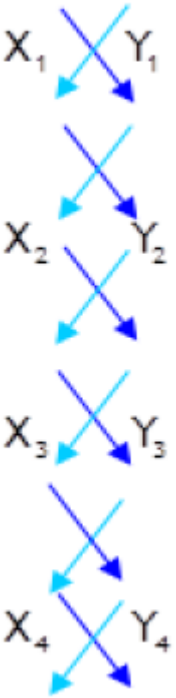
$$A_T = \frac{(X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1) + (X_2 \cdot Y_3 - X_3 \cdot Y_2) + (X_3 \cdot Y_4 - X_4 \cdot Y_3) + (X_4 \cdot Y_1 - X_1 \cdot Y_4)}{2}$$

Sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa untuk menghitung luas poligon sebanyak n titik dapat digunakan perumusan berikut ini (tanda mutlak untuk menghindari luas yang negatif) :

$$A_T = \left| \frac{(X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1) + (X_2 \cdot Y_3 - X_3 \cdot Y_2) + (X_3 \cdot Y_4 - X_4 \cdot Y_3) + \ldots + (X_n \cdot Y_1 - X_1 \cdot Y_n)}{2} \right|$$

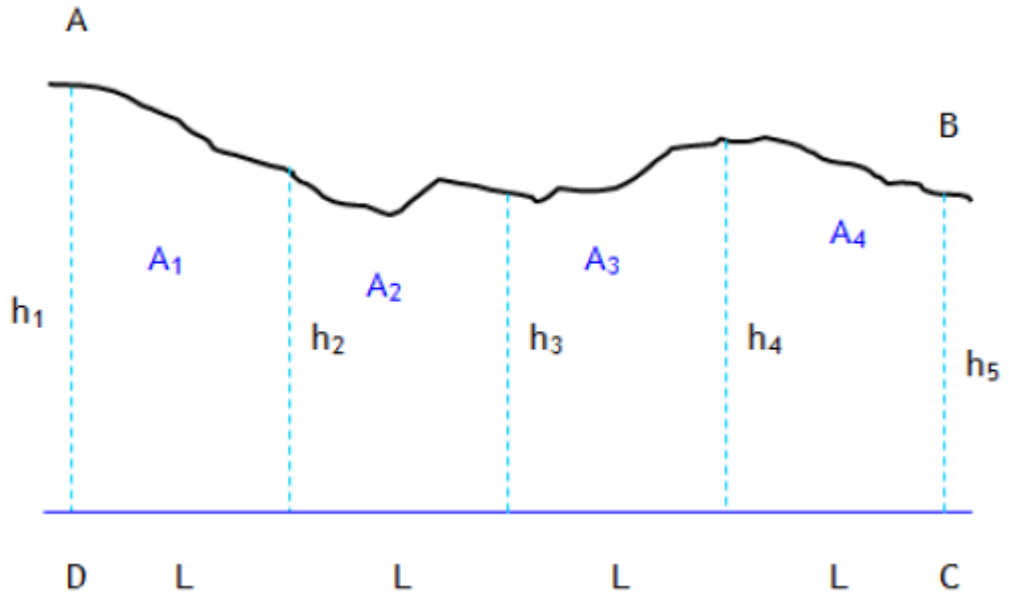
$$A_T = \left| \sum_{n}^{i=1} \left(\frac{(X_i \cdot Y_{i+1} - X_{i+1} \cdot Y_i)}{2} \right) + \frac{(X_n \cdot Y_i - X_i \cdot Y_n)}{2} \right|$$

Untuk lebih mempermudah pemahaman lihat gambar disamping:



b. Trapezoidal's Rule

Metode Trapezoidal's Rule ini biasa digunakan untuk daerah yang tidak teratur. Prinsip perhitungan metode ini mirip dengan metode koordinat dari segi bentuk yang diasumsikan, yaitu trapesium.



Mencari Luasan Metode Trapezoidal's Rule dengan Offset (L) Sama

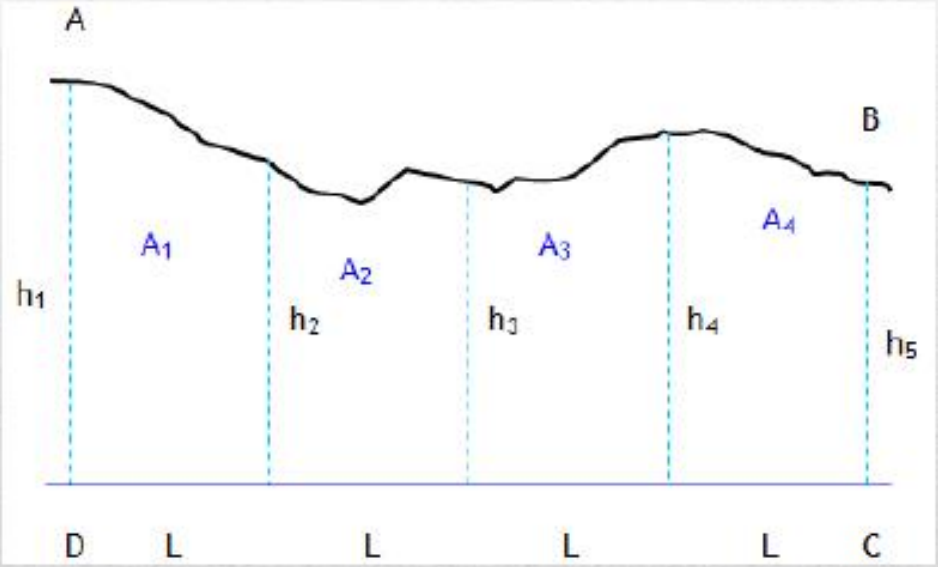
Untuk menghitung luas ABCD, maka terlebih dahulu dibagi dalam ruas-ruas 'trapesium' dengan tinggi/offset trapesium sama (L), maka luas ABCD merupakan jumlah dari A_1, A_2, A_3 dan A_4, di mana

$$A_1 = \frac{L \cdot (h_1 + h_2)}{2}$$

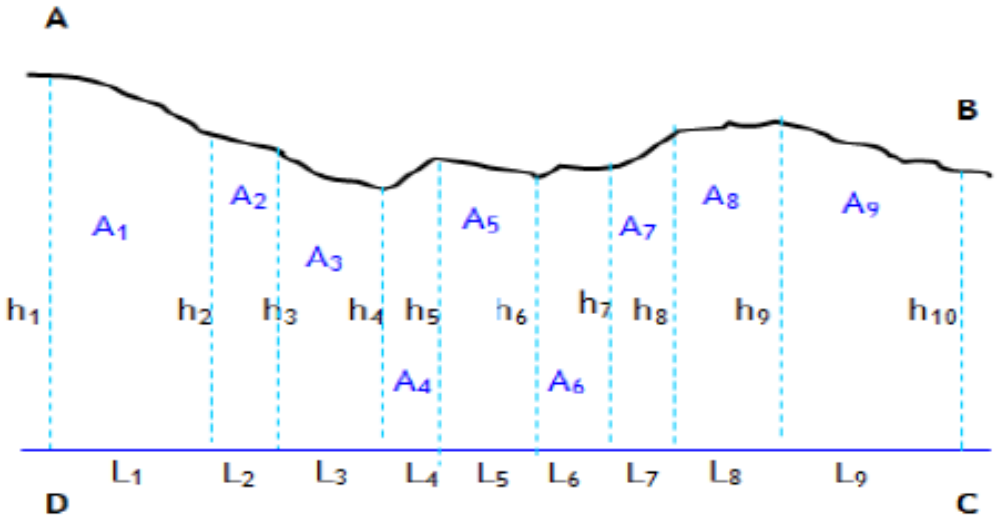
$$A_2 = \frac{L \cdot (h_2 + h_3)}{2}$$

$$A_3 = \frac{L \cdot (h_3 + h_4)}{2}$$

$$A_4 = \frac{L \cdot (h_4 + h_5)}{2}$$



- Ketelitian nilai luas ABCD dapat semakin besar apabila dalam penentuan ruas-ruas tersebut semakin mirip dengan bentuk trapesium sempurna.
- Cara ini memungkinkan didapatkan offset (L) yang tidak sama, namun demikian prinsip perhitungan dengan perumusan trapesium dapat dilakukan.
- Sebagai contoh, untuk gambar tersebut model pembagian ruas dapat dilakukan dengan model berikut ini.

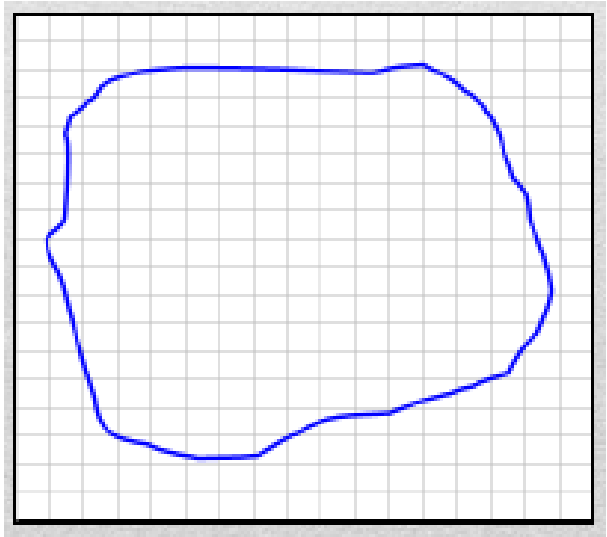


Luasan Metode Trapezoidal's Rule

2. Metode Grafis

a. Menggunakan bantuan bujur sangkar

- Cara ini menggunakan bantuan bujur sangkar (kertas millimeter).
- Daerah yang akan dihitung luasnya terlebih dulu digambar dalam skala tertentu.
- Gambar dengan skala tersebut diplot pada kertas millimeter.
- Hitung berapa banyak kotak yang masuk dalam gambar tersebut.
- Jumlah kotak tersebut dihitung luasnya dan dikalikan dengan skala gambar untuk mendapatkan luas yang sebenarnya di lapangan.



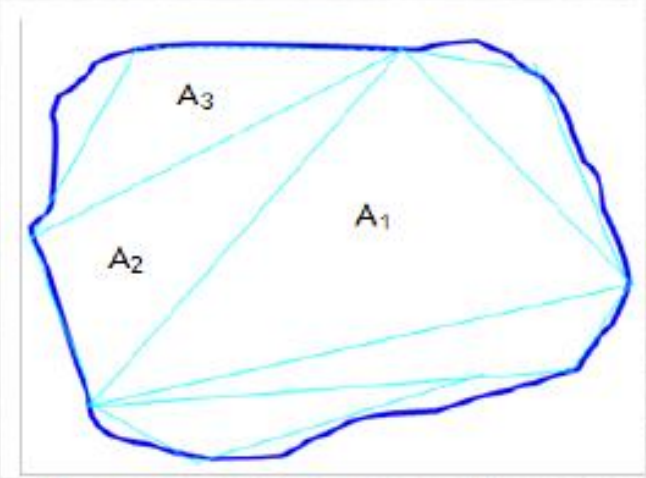
b. Menggunakan bantuan segitiga

Daerah yang akan dihitung luasnya terlebih dahulu dibagi-bagi dalam banyak segitiga.

Tiap sisi segitiga tersebut diberi nama sisi a, sisi b, sisi c. Untuk luas satu segitiga adalah :

$$A_1 = \sqrt{s_1 \cdot (s_1 - a_1) \cdot (s_1 - b_1) \cdot (s_1 - c_1)}$$

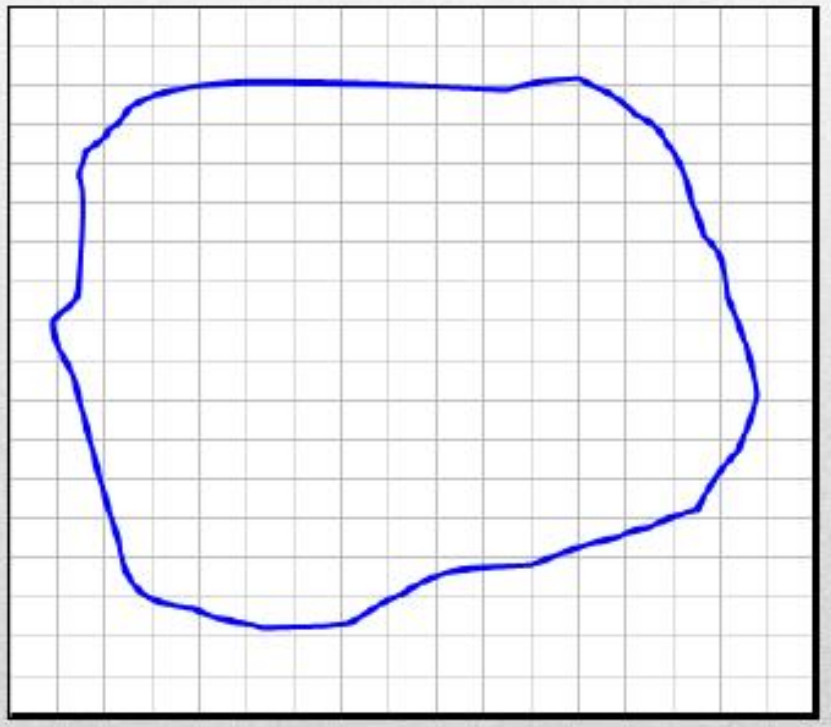
$$s_1 = \frac{a_1 + b_1 + c_1}{2}$$

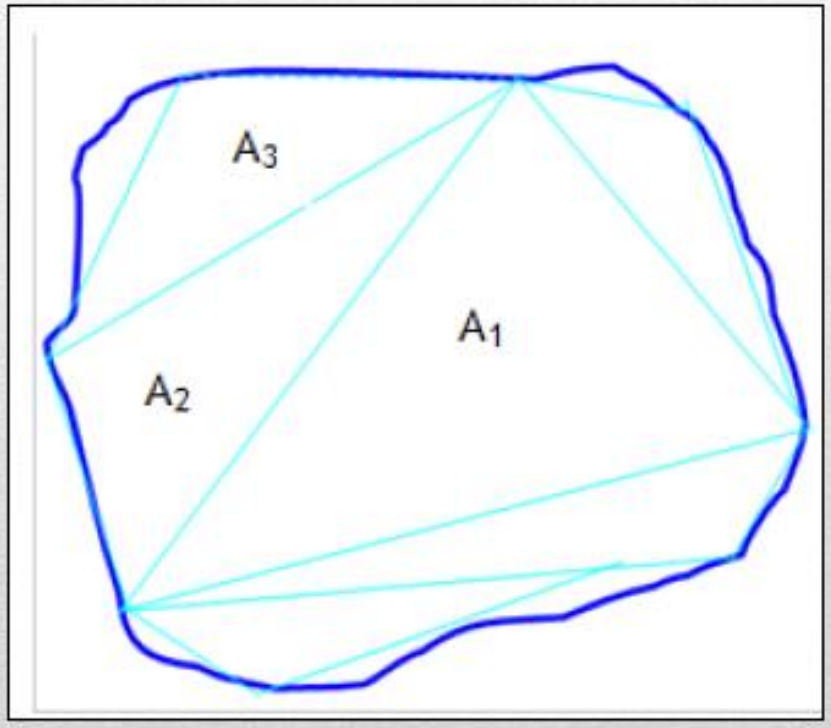


Gambar 6. Perhitungan luas dengan cara grafis - segitiga

Tiap-tiap segi tiga tersebut dihitung luasnya, maka luasan total dari daerah tersebut adalah jumlah luas segi tiga – segi tiga tersebut.

Dari kedua metode grafis tersebut, semakin kecil bujur sangkar atau segi tiga yang dibuat dalam gambar, semakin teliti perhitungan luas yang dihasilkan.





3. Metode Mekanis

- Metode mekanis ini dengan menggunakan alat bantu yang disebut dengan planimeter.
- Alat ini diletakkan di atas peta (gambar) yang akan dihitung luasnya.
- Planimeter diplot mengikuti batas-batas daerah yang akan dihitung luasnya.
- Luas daerah actual dapat dihitung berdasarkan hasil pengukuran berdasarkan konversi tertentu.
- Ketelitian peta berbanding lurus dengan besar skala gambar yang dihitung.

Gambar 7. Perhitungan luas dengan cara mekanis - planimeter

TEORI PERHITUNGAN VOLUME

Perhitungan volume pada pekerjaan pertambangan sering dikaitkan dengan pekerjaan perhitungan cadangan, dan lain-lain. Kenyataan di lapangan ketidakteraturan bentuk sering kali menjadi penghambat dalam melakukan perhitungan volume.

Beberapa motode perhitungan volume :

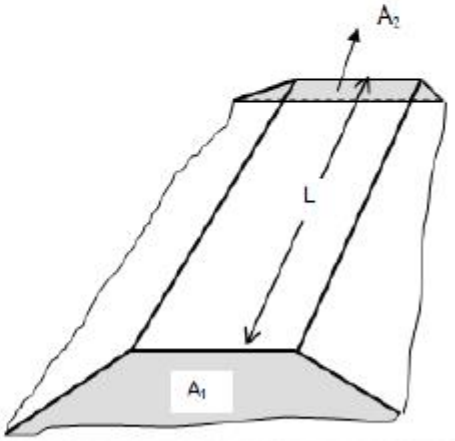
1. Penampang Rata-rata
2. Cara Kontur

1. Penampang Rata-rata

Areal yang akan dihitung volumenya, dibagi dalam beberapa pias (potongan melintangnya).

Selanjutnya cari luas tiap pias tersebut, volume areal merupakan harga rata-rata pias yang membatasinya dikalikan dengan jarak antara kedua pias tersebut.

$$\text{Volume} = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L$$



Keterangan:

A1 = Luas penampang pertama

A2 = Luas penampang kedua

L = Jarak penampang pertama dan kedua

2. Cara Kontur

Cara ini juga menggunakan pembagian pias per pias, namun sebagai pedoman pembagian pias adalah garis kontur.

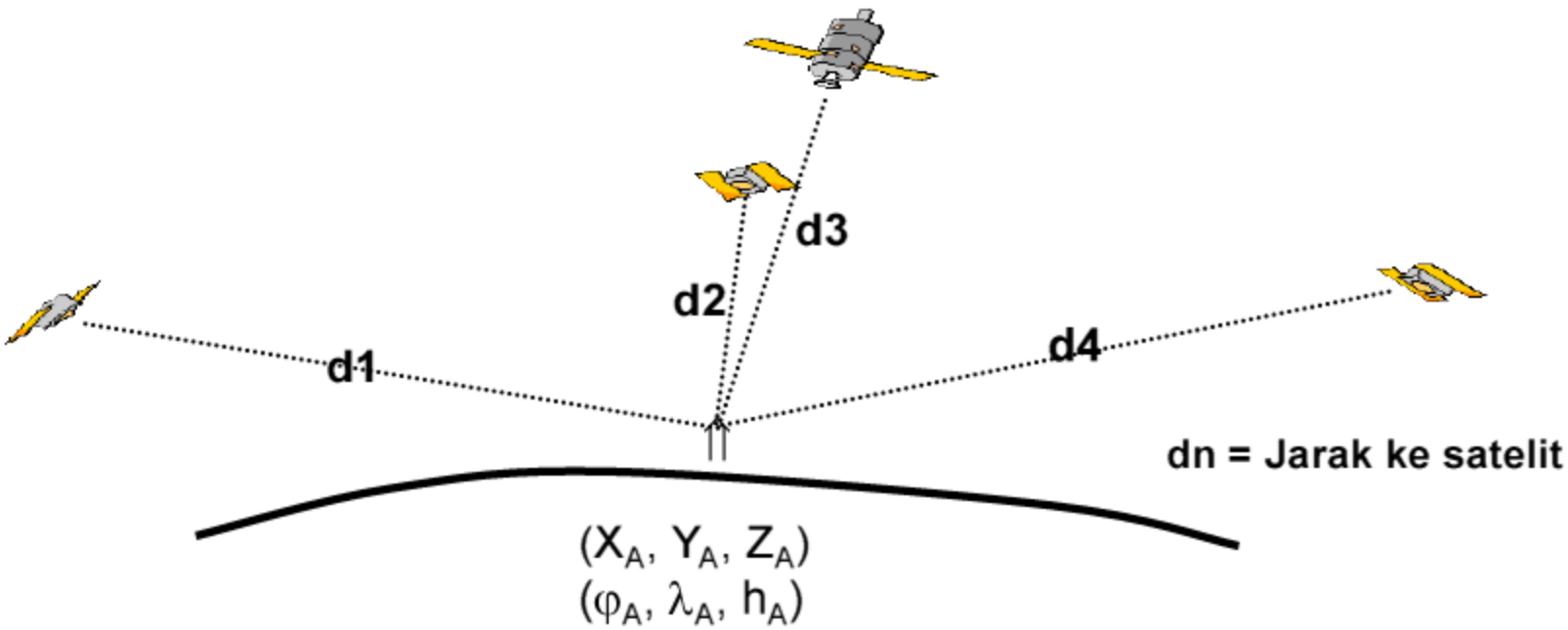
$$\text{Volume} = \left(\frac{A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_n}{n} \right) \cdot (n-1) \cdot h$$

PENETUAN POSISI

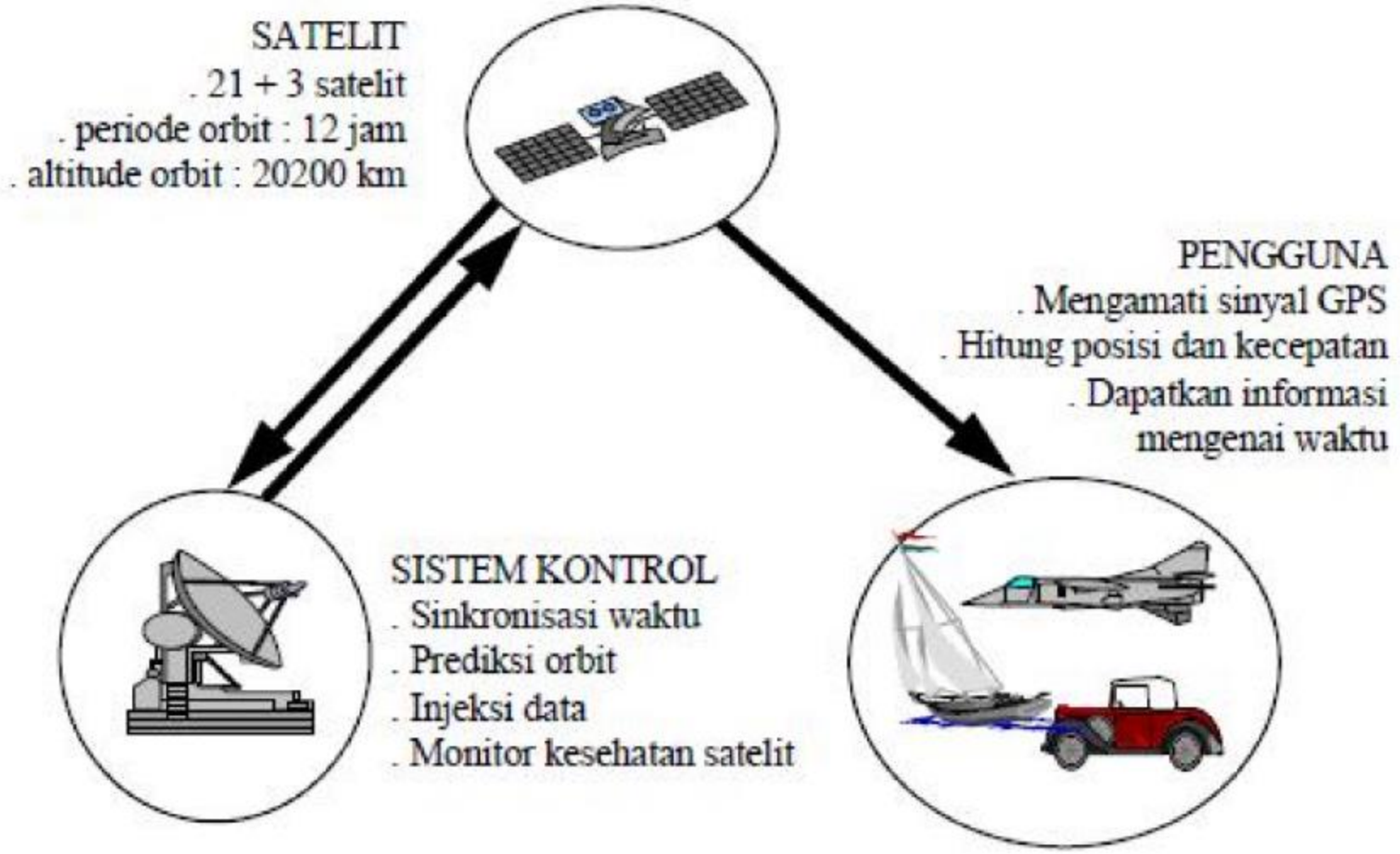
Apa itu GPS?

- GPS adalah sistem **navigasi** dan **penentuan posisi** menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat.
- GPS dapat memberikan informasi tentang **posisi kecepatan** dan **waktu** dimana saja dimuka bumi setiap saat,
- Ketelitian penentuan posisi dalam fraksi milimeter sampai dengan meter.
- Kemampuan jangkauannya mencakup seluruh dunia dan dapat digunakan banyak orang setiap saat pada waktu yang sama (sampai saat ini tanpa dipungut Biaya). (Abidin,H.Z, 1995)

Prinsip Dasar Penentuan Posisi Dengan GPS



SISTEM GPS


SATELIT
. 21 + 3 satelit
. periode orbit : 12 jam
. altitude orbit : 20200 km
PENGGUNA
. Mengamati sinyal GPS
. Hitung posisi dan kecepatan
. Dapatkan informasi
mengenai waktu
SISTEM KONTROL
. Sinkronisasi waktu
. Prediksi orbit
. Injeksi data
. Monitor kesehatan satelit

Setting Out Stake Out

Adalah **pengukuran awal** untuk menentukan titik- **itik referensi** (pematokan) yang bertujuan melancarkan proses konstruksi bangunan atau jalanan. Pada pelaksanaan pengukuran danpematok an dengan menerapkan sistem ini harus berdasarkan data ukuran panjang dan lebar yang akurat sesuai dengan dokumen **gambar kerja**
(gambar rencana, gambar denah ruang dan gambardenah pondasi).

stake out adalah menu pengukuran yang digunakan untuk menentukan lokasi koordinat titik di suatu lapangan. ... Kalau pengambilan data lapangan kita mengukur koordinat titik dari lapangan sedangkan **stake out** adalah mengembalikan koordinat ke lapangan dari desain

Penentuan Letak Titik Bor (Drill Hole) Pengukuran untuk menentukan letak titik bor ini merupakan langkah terakhir yang dilakukan Tim Geodesi dalam kegiatan Eksplorasi khususnya dalam penentuan Proposed Drill Hole. Pengukuran letak Titik Bor ini dilakukan dengan jalan mengikatkan jalur pengukuran pada Poligon Cabang. Metode pengukuran yang biasa dilakukan dalam menentukan letak Drill Hole ini adalah Metode Stake Out. Jadi koordinat rencana Drill Hole yang telah ada di peta kita cari dan tentukan di lapangan (Stake Out). Pengukuran dengan Metode Stake Out ini harus diikatkan secara sempurna pada Poligon Cabang untuk mendekati titik bor tujuan yang kita rencanakan secara optimal.

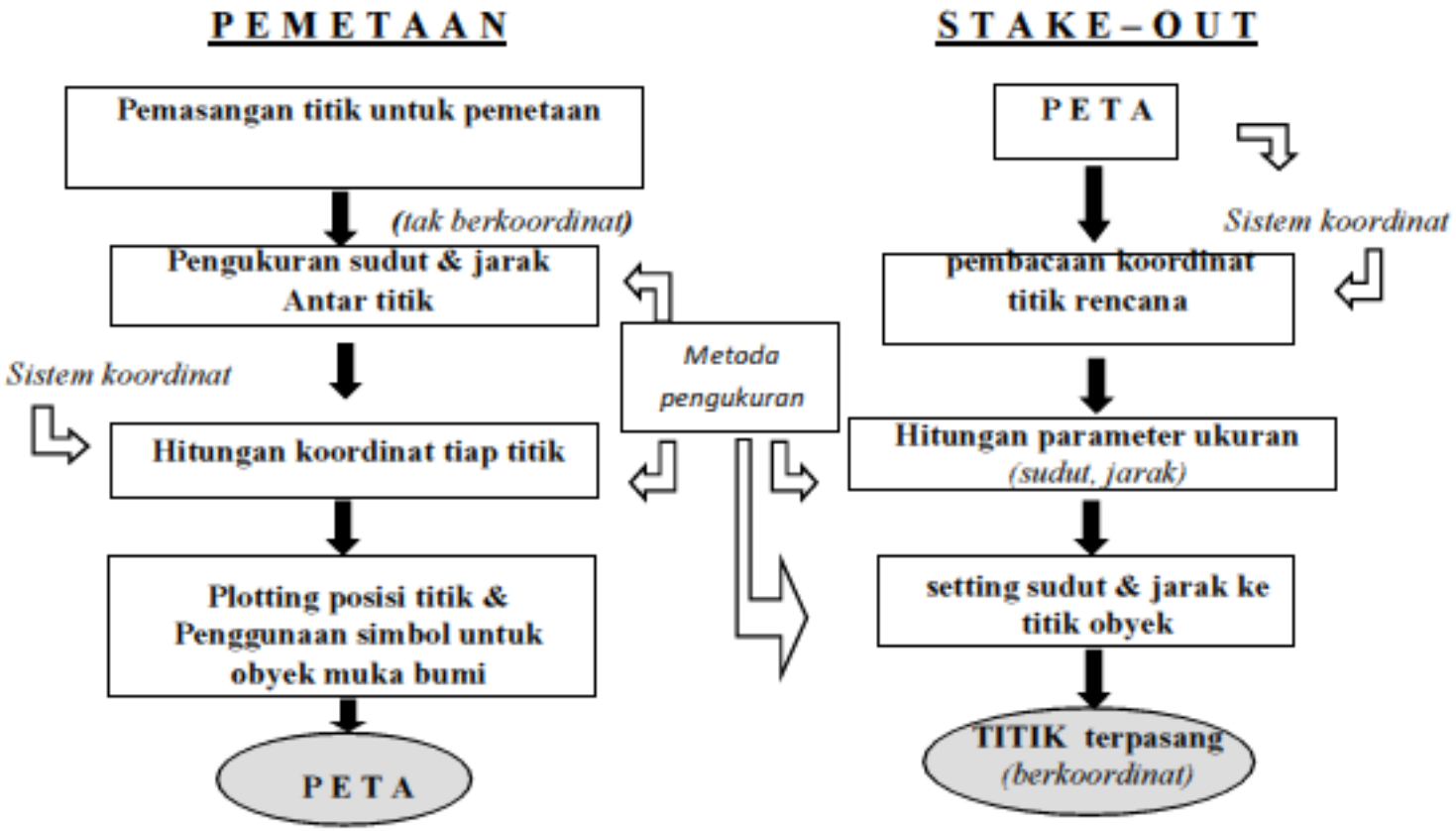


Diagram Umum Pemetaan & Stake-out

Stake-out suatu titik, berguna dalam :

1. Penunjukkan tempat (berupa titik) sesuai dengan tempat yang dimaksudkan pada peta
2. Memberikan pedoman (acuan) bagi pelaksanaan konstruksi (pembangunan)
3. Penunjukkan garis batas suatu daerah
4. Penambahan titik kontrol baru (dengan orde=tingkat ketelitian lebih rendah)
5. Pembuatan/penempatan kembali titik yang hilang/rusak, dalam pemeliharaan titik
6. kerangka dasar.

Daftar Referensi

1. Jacub Rais, Prof, Ir, M.Sc, “Ilmu Ukur Tanah”, Penerbit Cipta Sari Semarang, 1979
2. Soetomo Wongsosutjitro, “Ilmu Ukur Tanah”, Penerbit Kanisius, Yogyakarta 1980
3. Umaryono. U. Purworaharjo, “Ilmu Ukur Tanah Seri C Pemetaan Topografi” Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung, 1986
4. Dr.Ir. Suyono Sosrodarsono, Masayashi Takasaki, “ Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan”Pradnya Paramita, Jakarta 1992
5. Davis R, “ Surveying Theory and Practice”, Mc Graw Hill, USA ,1990
6. Brinker, R.C.dkk.1996.Dasar-dasar pengukuran tanah (Surveying).Jilid I. edisi ketujuh. Erlangga.Jakarta
7. Basuki, S.2006.Ilmu ukur Tanah.Cetakan I,Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
8. Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). *Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems.* Berlin: Springer-Verlag
9. Aryono Prihandito, (1988), Proyeksi Peta, Penerbit Kanisius, Yogyakarta