

SURVEYING

(CIV-104)

PERTEMUAN 3 :

METODE PENGUKURAN JARAK



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

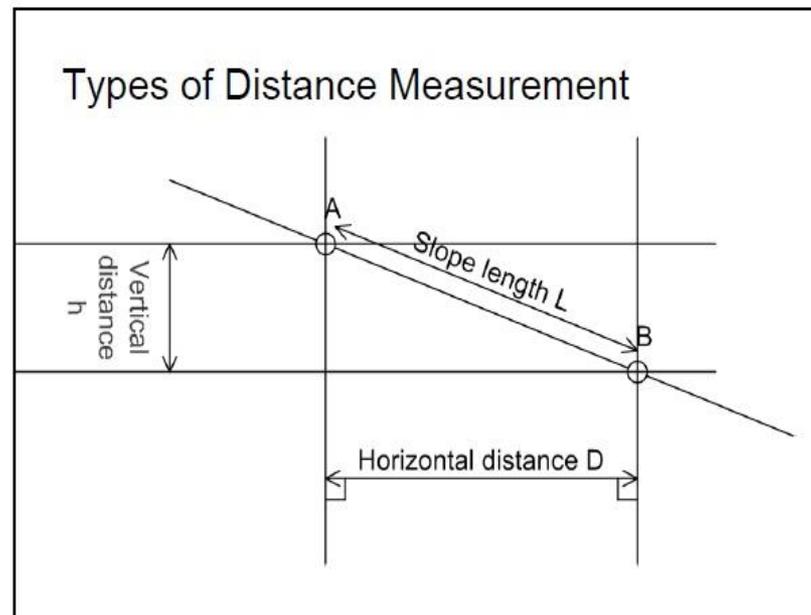
Pendahuluan

Pengukuran jarak adalah dasar dari semua pengukuran tanah.

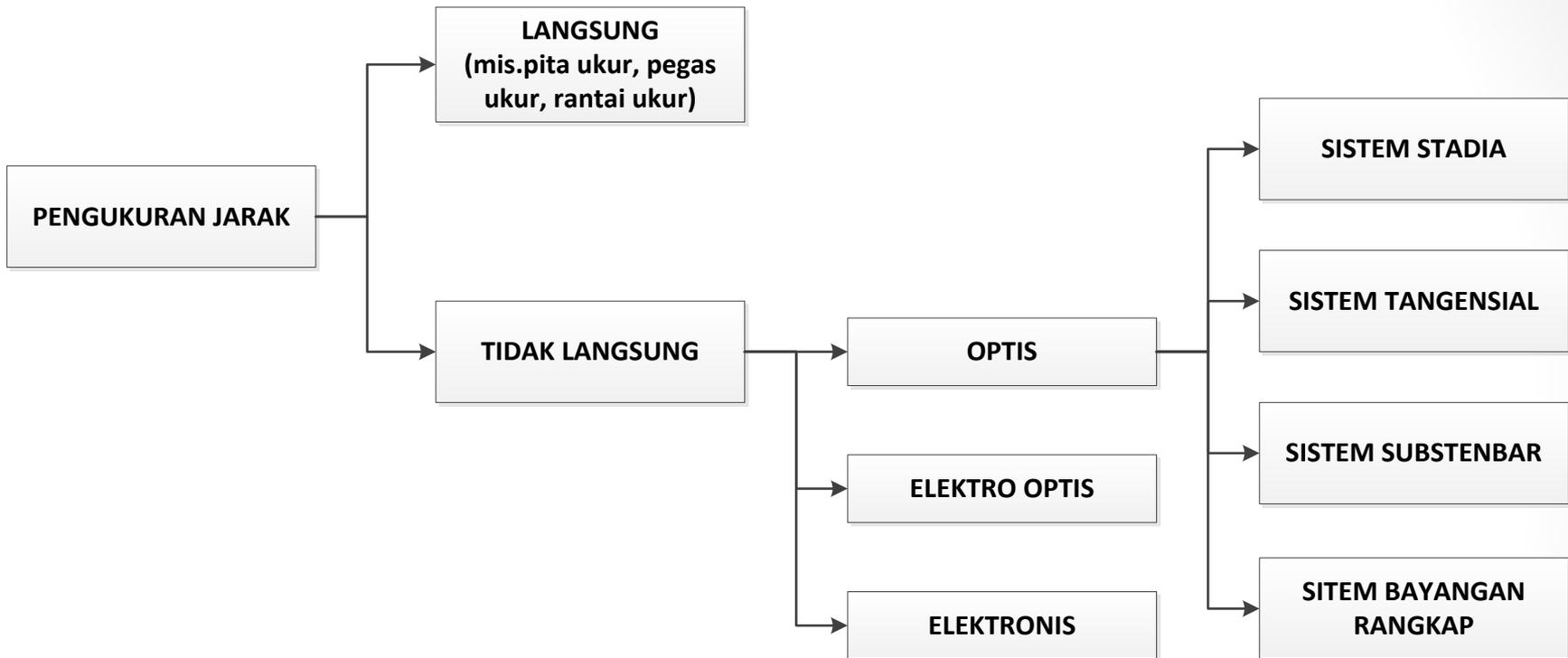
JARAK  **DATAR/HORISONTAL
TERDEKAT**

Tipe jarak :

- jarak horisontal
- jarak vertikal
- jarak miring



Klasifikasi Pengukuran jarak



Alat Pengukur Jarak Secara Langsung

➤ Pita ukur kain

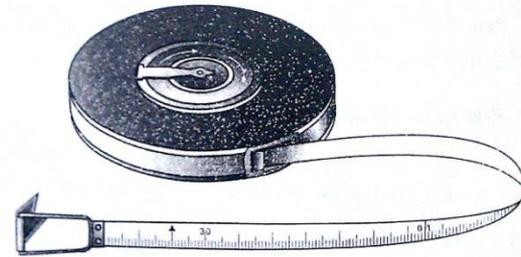
- Terbuat kain linen yang dilapisi plastik atau tidak dilapisi, kadang diperkuat dengan benang serat.
- Kekurangannya mudah putus dan tidak tahan air.

➤ Pita ukur Fiberglass

- Terbuat dari fiberglass yang dilapisi PVC
- Aman dipakai dengan alat listrik
- Awet, tidak mudah bengkok, mudah dibersihkan dan tahan air
- Material mudah memuai dan menyusut sehingga ketelitian rendah

➤ Pita Ukur Baja

- Terbuat dari baja kualitas tinggi kira-kira 0.4 mm.
- Lebih presisi dan lebih stabil
- Awet dan tahan air.
- Cocok untuk pengukuran ketelitian tinggi.



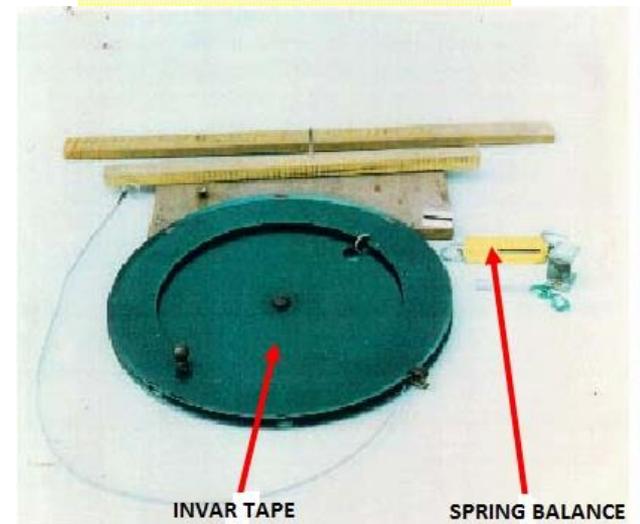
Alat Pengukur Jarak Secara Langsung

➤ Pita Ukur Komposit (Baja/plastik)

- Terbuat dari strip baja tipis yang dilapisi bahan PVC.
- Lebih presisi dibandingkan pita fiberglass
- Lebih tahan terhadap variasi suhu dan tegangan.

➤ Pita ukur Invar

- Pita ukur yang paling teliti
- Terbuat dari 35% nikel dan 65% baja
- Koefisien muai susutnya $\frac{1}{10}$ dari pita baja
- Harga mahal dan mudah rusak.



Alat –Alat Pendukung

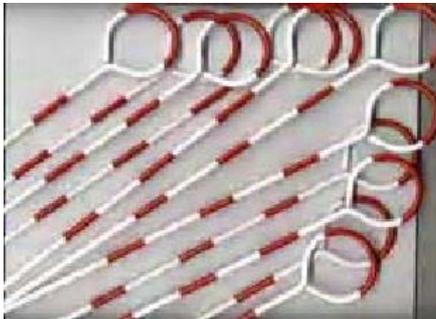
- Anjir/jalon (line rods), berfungsi sebagai penanda kelurusan.
- Pegangan jepit (clamp handles)
- Pengatur tegangan (tension handles)
- Paku lapangan (taping pins), untuk menandai panjang pita
- Unting-unting
- Abney level, heling meter, Klinometer



Clamp handles



Tension handles

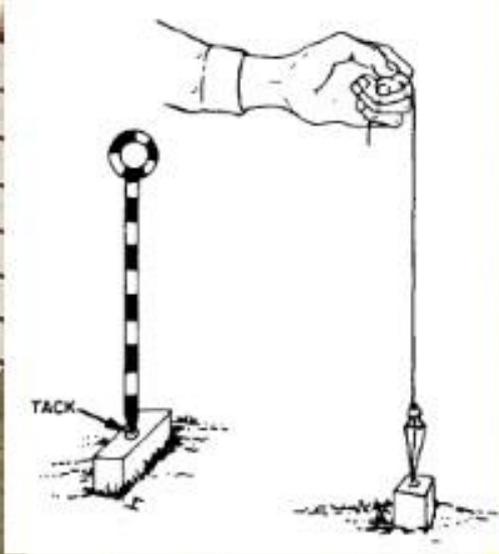


Paku lapangan

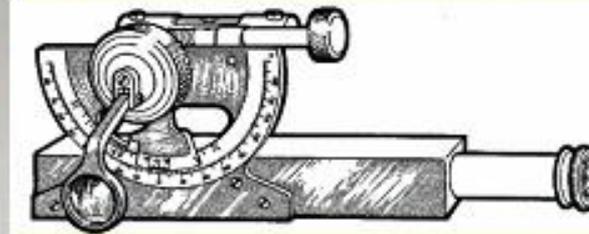
Alat –Alat Pendukung



Jalon/anjir



Unting-unting



Abney level

Teknik Pelurusan

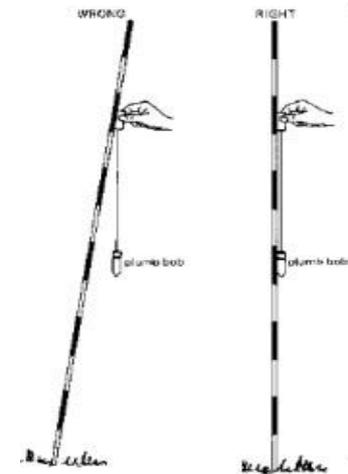
Pelurusan diperlukan bila jarak yang diukur tidak dapat dilakukan dengan sekali membentangkan pita ukur.

Bagaimana membuat garis lurus di lapangan ?????

Diperlukan syarat-syarat dalam membuat garis lurus, yaitu :

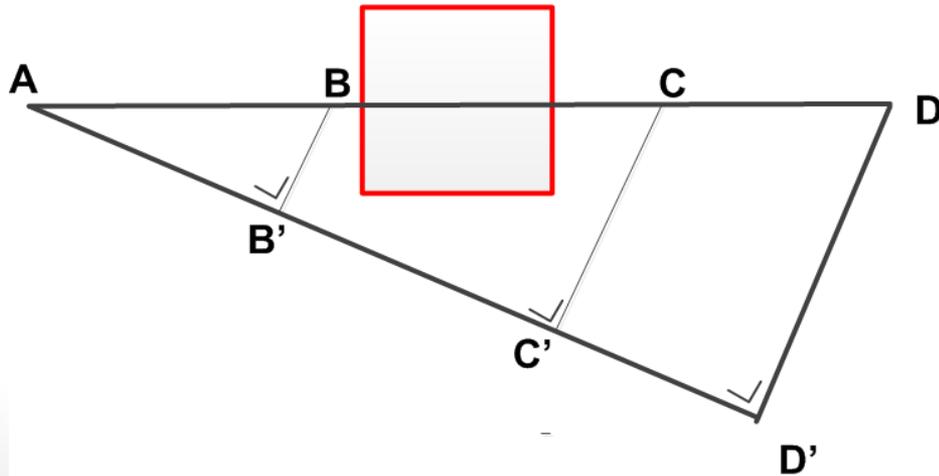
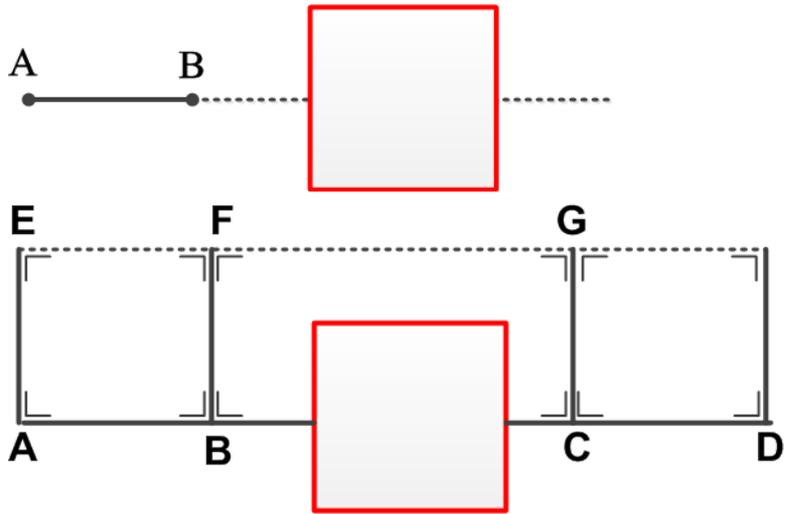
- Salah satu titik dapat dilihat.
- Digunakan alat bantu seperti jalon untuk membidik.
- Letak jalon harus tegak lurus
- Pembidikan dilakukan dengan mata satu
- Lakukan pengulangan sebagai kontrol untuk mengurangi kesalahan.
- Letak titik yang dibidik tidak terlalu jauh

Teknik Pelurusan



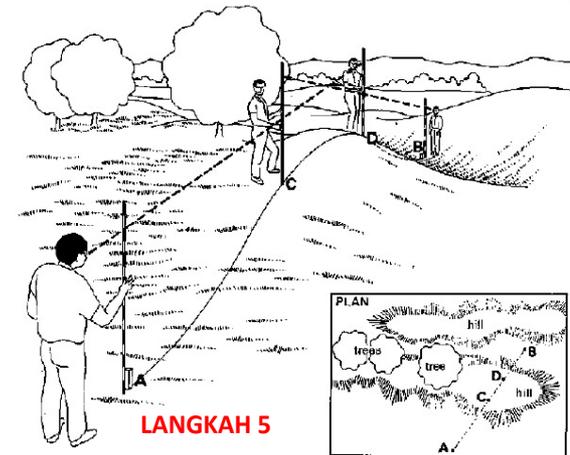
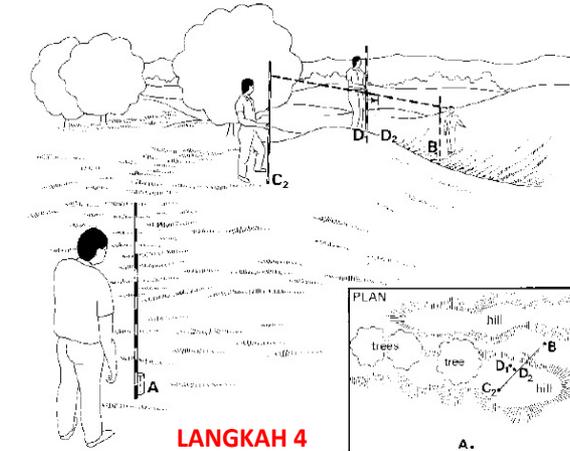
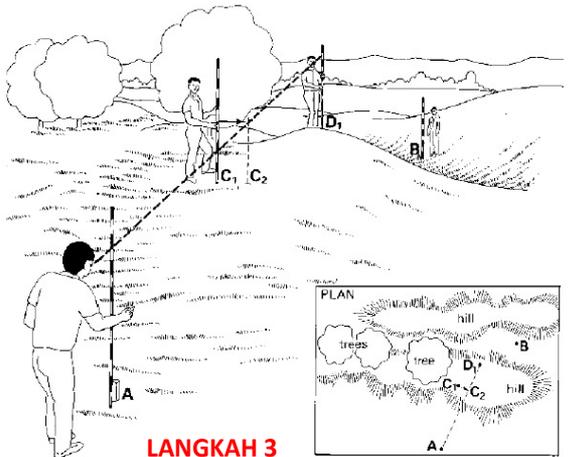
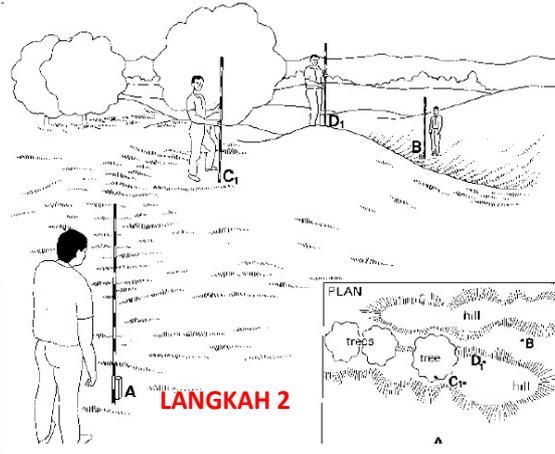
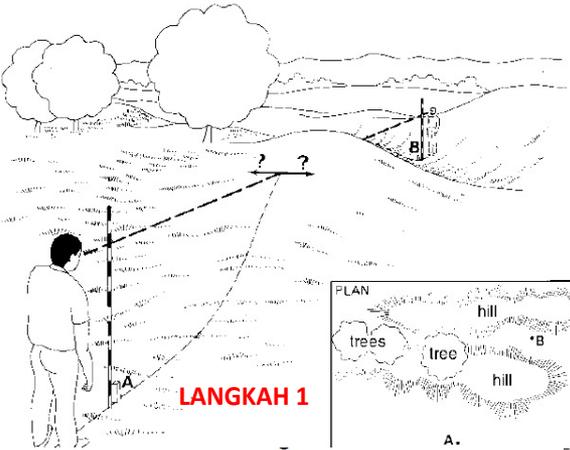
Teknik Pelurusan

➤ Apabila terdapat rintangan



Teknik Pelurusan

➤ Apabila terjadi di tanah tidak datar



Pengukuran Jarak Langsung

I. Mengukur dengan Langkah (*pacing*)

Prinsipnya :

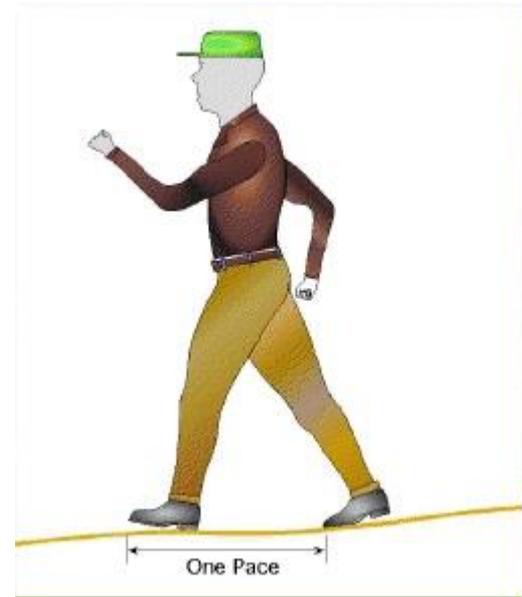
menghitung banyak langkah pada suatu jarak tertentu.

Syarat :

mengetahui standar panjang langkah dari pelaksana yang telah diukur panjang telapak kaki dan langkahnya

Cara :

Dengan mengalikan jumlah langkah antara titik yang diukur dengan panjang langkah yang bersangkutan



Pengukuran Jarak Langsung

II. Pembacaan odometer

Prinsip :

mengkonversikan jumlah perputaran roda dengan keliling yang sudah diketahui menjadi jarak.

Metode ini sangat cocok untuk pengukuran awal di lapangan dimana tingkat ketelitian tidak begitu penting dan daerah yang berbelok-belok serta naik turun , misalnya pengukuran jalan untuk pengaspalan



Jarak = Jumlah putaran roda x keliling roda

Pengukuran Jarak Langsung

III. Pembacaan Pedometer

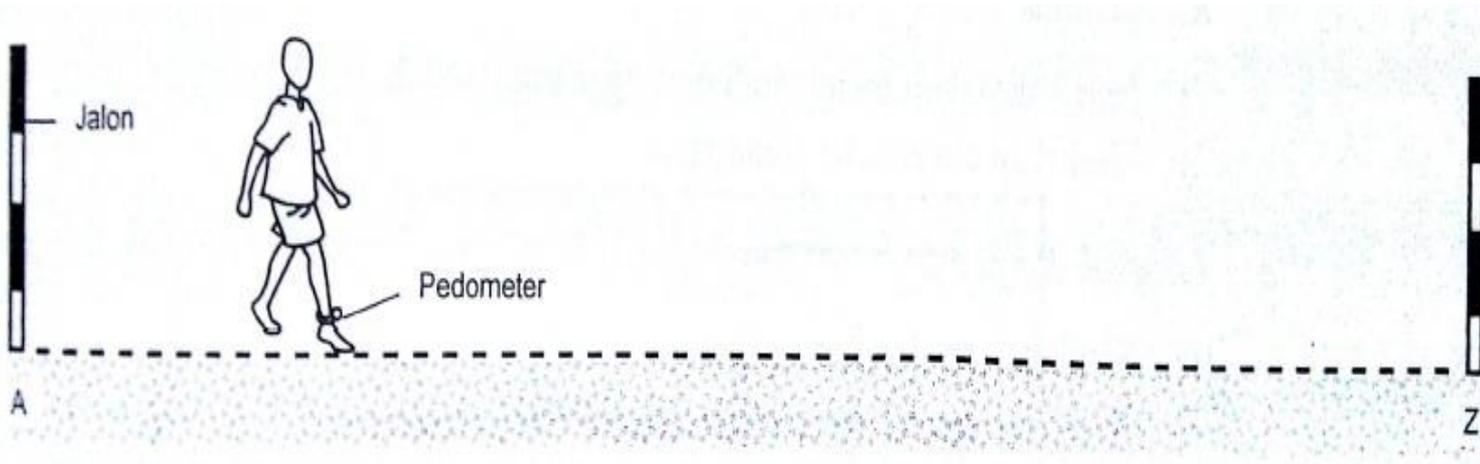
Prinsip :

mengikatkan pedometer pada kaki sebelah kanan. Sehingga tiap kaki kanan menyentuh tanah maka jarum akan bergerak menunjukkan angka pada pedometer.

$$\text{Jumlah jarak } (\Sigma J) = 2 \cdot L \cdot P$$

Dimana : **L = panjang langkah**

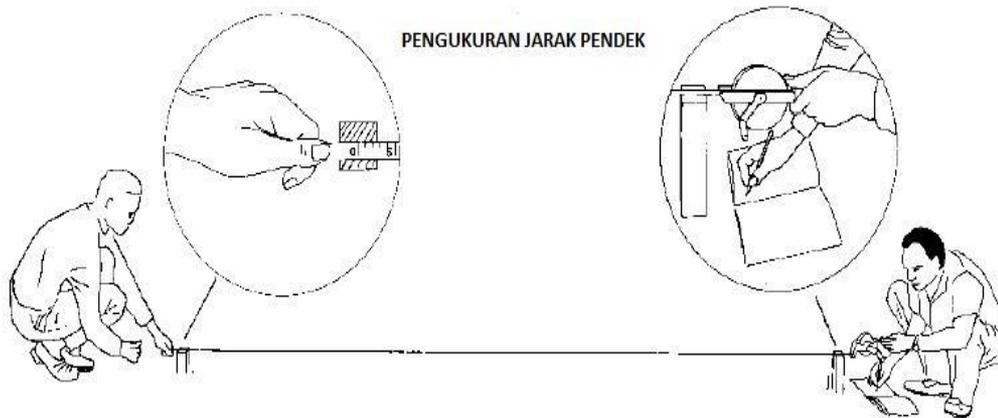
P = jarum pedometer



Pengukuran Jarak Langsung

IV. Pengukuran pita ukur

- Untuk jarak yang dapat dilakukan dengan sekali bentang pita ukur adalah sesuatu hal yang mudah, namun apabila pengukuran jarak dilakukan dengan metode pemenggalan sehingga pengukuran dilakukan bersambungan maka perlu dilakukan tahapan penyiapan seperti pelurusan terlebih dahulu.



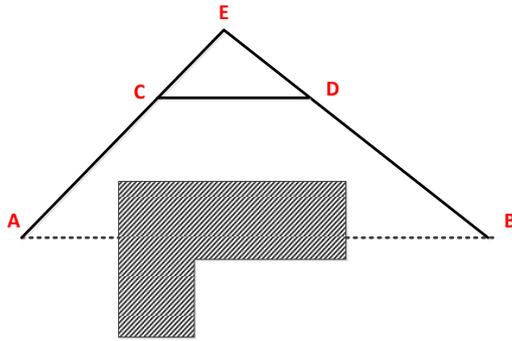
Pengukuran Jarak Langsung

IV. Pengukuran pita ukur

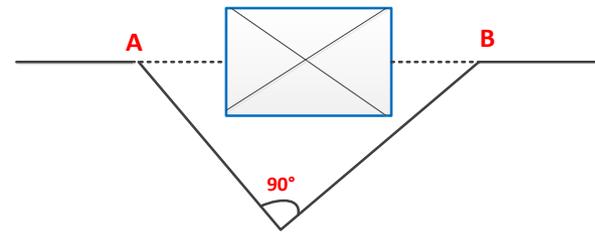
- Mengukur Jarak Terhalang

Beberapa metodenya antara lain :

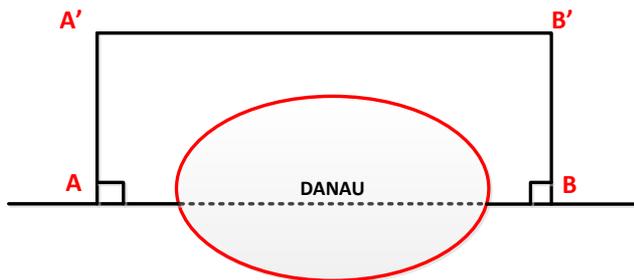
a) Paralel offset b) Swing offset c) Segitiga sebangun



METODE SEGITIGA SEBANGUN



METODE SWING OFFSET



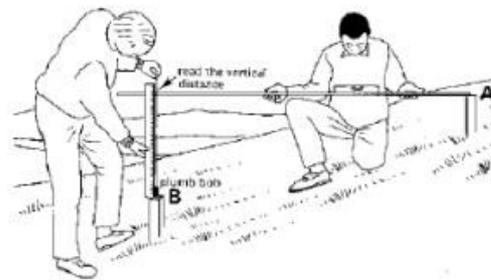
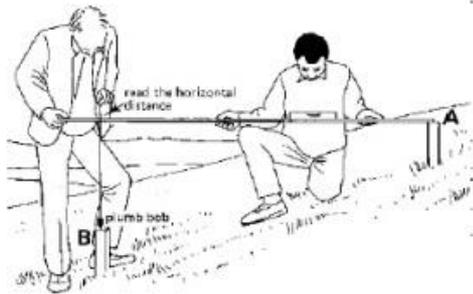
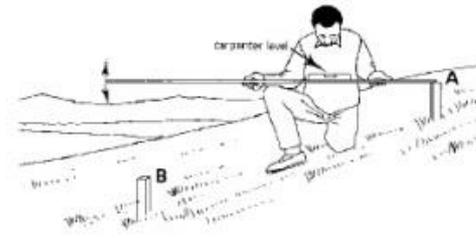
METODE PARALLEL OFFSET

Pengukuran Jarak Langsung

IV. Pengukuran pita ukur

- Mengukur Jarak di Tanah Miring

Secara sederhana, prinsip pengukuran jarak di tanah miring adalah bagaimana menjaga pita ukur atau tongkat ukur dalam keadaan horizontal.

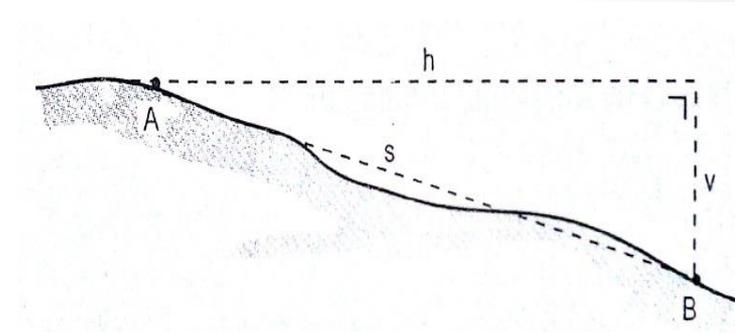


Pengukuran Jarak Langsung

Untuk memastikan bahwa pengukuran jarak yang dilakukan adalah jarak horizontal, maka teknik dalam pengukuran ini dilakukan dengan tiga cara :

1) Dilakukan koreksi

Formula koreksi dilakukan untuk kemiringan (slope) 3-10 %, untuk kemiringan 1-2% secara langsung diambil sebagai jarak horizontalnya (karena bedanya sangat sedikit).



$$\text{Kemiringan (slope)} = \frac{v}{h} \times 100\%$$

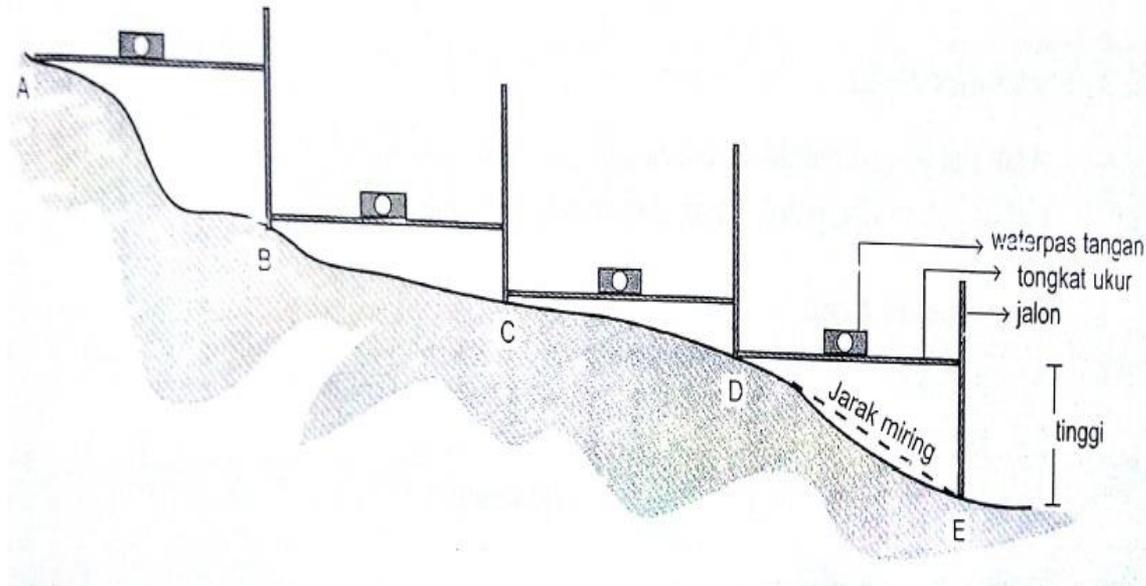
$$\text{Dengan dalil pythagoras, maka } h^2 + v^2 = s^2$$

$$\text{Besarnya koreksi} = \frac{v^2}{2 \times s}, \text{ sehingga Jarak horisontal adalah } h = s - \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

Pengukuran Jarak Langsung

2) Dilakukan secara bertingkat

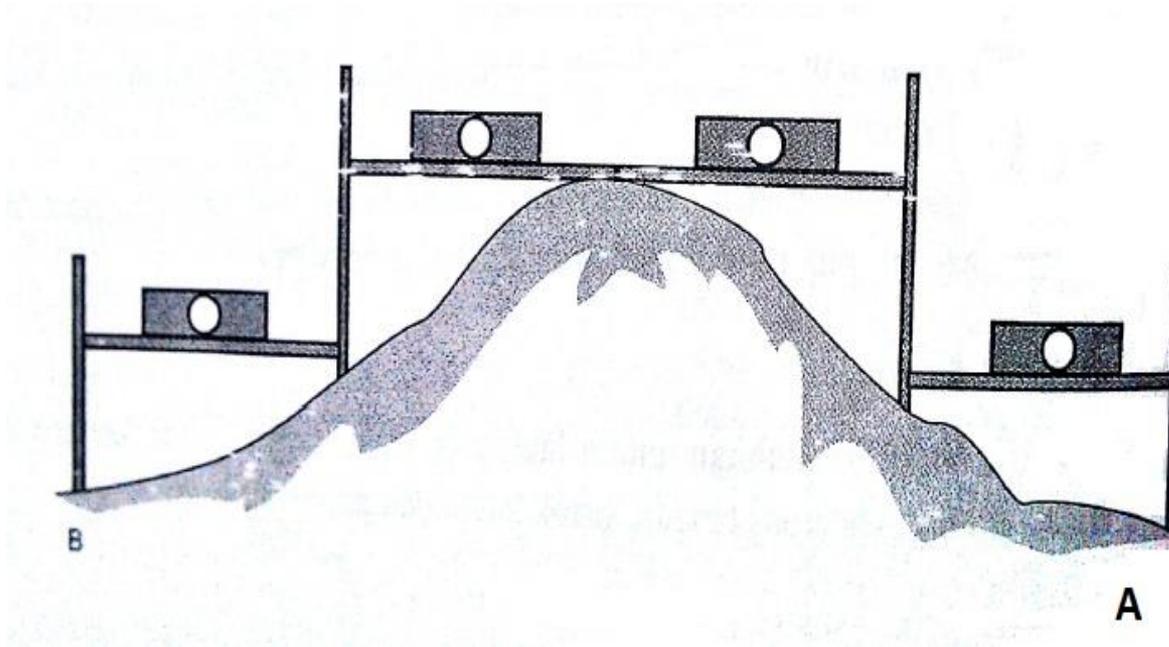
Metode ini lebih baik jika dikombinasikan dengan metode koreksinya. Arah pengukuran dilakukan dari atas menuju ke bawah. Untuk membuat garis lurus dapat dibantu dengan unting-unting yang digantung pada ujung pita ukur. Sedangkan untuk leveling dapat dibantu dengan menggunakan waterpass tangan.



Pengukuran Jarak Langsung

3) Dilakukan secara terpotong-potong

Merupakan metode pengukuran tanah miring dengan kemiringan di atas 10 %. Pada saat pengukuran horizontal tidak perlu menggunakan seluruh panjang pita ukur, tetapi di potong-potong setiap tanahnya bukan pada kedatarannya,



Sumber Kesalahan Pada Pengukuran Jarak dengan Alat Pita Ukur

Galat instrumen

- Panjang pita yang tidak benar, disebabkan karena cacat produksi dari pabrikan atau karena puntiran.

Galat Alamiah

- Pengaruh sinar matahari langsung sehingga pita ukur memuai.
- Pengaruh lengkung bumi

Galat manusia/pengukur

- Pembacaan angka atau interpolasi yang tidak tepat
- Kesalahan menandai, seperti pengukuran tidak dimulai dari titik 0
- Kesalahan dalam memperlakukan peralatan, seperti pemasangan unting-unting tidak benar, pita ukur tidak horisontal, kesalahan dalam penarikan pita ukur.
- Pelurusan yang tidak benar, sehingga jarak tidak diukur pada garis lurus

Formula Koreksi pengukuran dengan pita ukur

1. Koreksi tarikan

Karena kecenderungan panjang akan berubah akibat tarikan, maka panjang pita tidak selalu memenuhi standar.

Maka perlu dikoreksi terhadap pita ukur standar.

$$cp = (p_1 - p) \frac{L}{A.E}$$

C_p = koreksi akibat tarikan pita ukur (m)

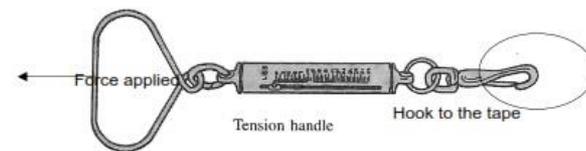
P_1 = tarikan pada saat pengukuran (N)

P = tarikan standar (N)

L = panjang terbaca di pita ukur (m)

A = luas penampang pita ukur (m²)

E = Modulus elastisitas pita ukur (N/m²)



Formula Koreksi pengukuran dengan pita

2. Koreksi suhu

Pengaruh alam yang dominan dalam pengukuran dengan pita adalah pengaruh suhu. Standar pita ukur adalah suhu 20^o C. Koreksi akibat temperatur adalah :

$$c_t = \lambda(T_1 - T).L$$

C_t = koreksi akibat temperatur (m)

λ = angka muai panjang bahan pita ukur (m/ °C)

T = temperatur standar (°C)

T_1 = temperatur saat pengukuran (°C)

L = pembacaan pada pita ukur (m)

Formula Koreksi pengukuran dengan pita

3. Koreksi lendutan

$$C_c = -\frac{w^2 l_m^3 \cos^2 \theta}{24 \times T^2}$$

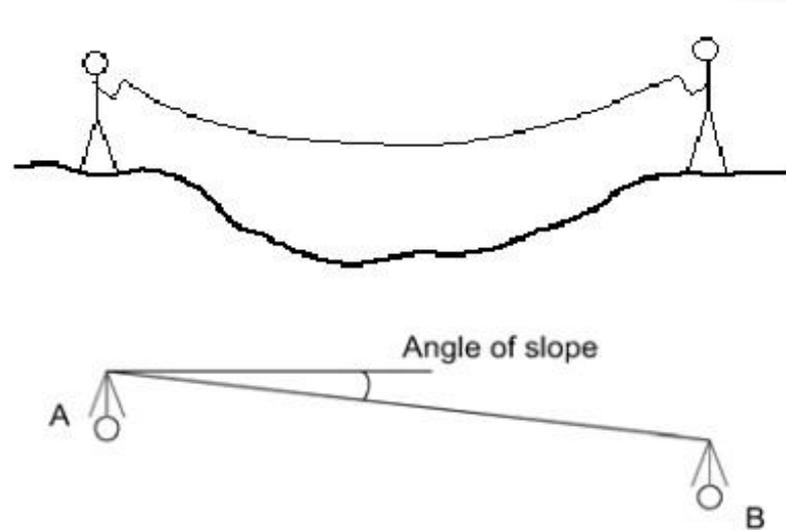
C_c = koreksi akibat lendutan (m)

w = berat pita per satuan panjang (N/m)

l_m = panjang pita terukur (m)

θ = sudut kemiringan ($^\circ$)

T = Tarikan di lokasi (N)



Formula Koreksi pengukuran dengan pita

4. Koreksi ketinggian (altitude)

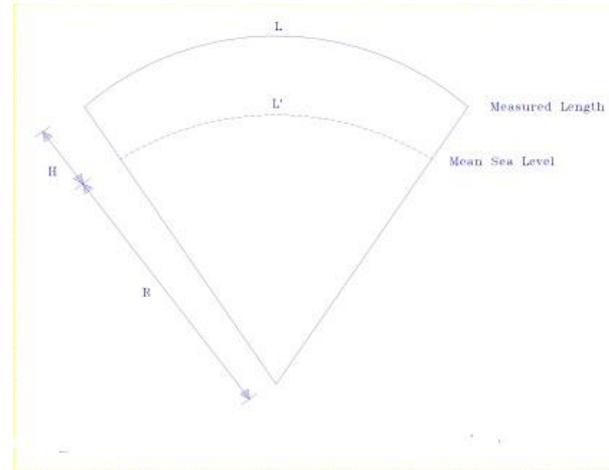
$$C_a = -\frac{HL}{R}$$

C_a = koreksi akibat ketinggian (m)

H = Tinggi elevasi di atas permukaan laut (m)

L = Panjang terukur (m)

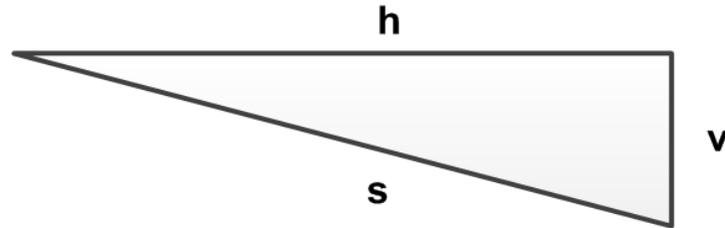
R = Radius bumi (misal R = 6370 km)



Formula Koreksi pengukuran dengan pita

5. Koreksi slope

$$c_s = -\frac{v^2}{2 \cdot s}$$



C_s = koreksi akibat slope (m)

Panjang setelah dikoreksi :

$$L_a = L_m \pm c_t \pm c_p - c_c - c_s - c_a$$

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak optis

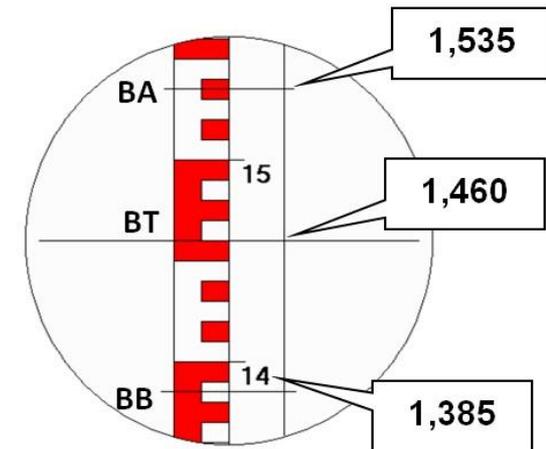
Pengukuran jarak optis dapat dilakukan dengan (theodolit, sipat datar, BTM dan Total Station) karena dilengkapi dengan garis bidik dan benang stadia pada difragma.

I. Metode Stadia/ Tachymetri

Metode stadia adalah pengukuran jarak optis dengan sudut paralaks konstan. Pengukuran ini dapat dilakukan apabila menggunakan teropong yang memiliki tiga benang bacaan, yaitu benang atas (BA), benang bawah (BB) dan benang tengah (BT) dengan posisi teropong dapat mendatar maupun miring.

Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan tachimetri antara lain :

- Ketelitian cukup tinggi, yaitu antara 1 : 500 sampai dengan 1 : 10.000
- Tidak terpengaruh oleh keadaan permukaan tanah yang jelek,
- Pengukuran cepat,
- Tidak banyak membutuhkan banyak tenaga / petugas lapangan dan perlengkapan



Perhatikan

selisih antar benang :

$$A - B = 1,535 - 1,385 = 0,15$$

$$A - T = 1,535 - 1,460 = 0,075$$

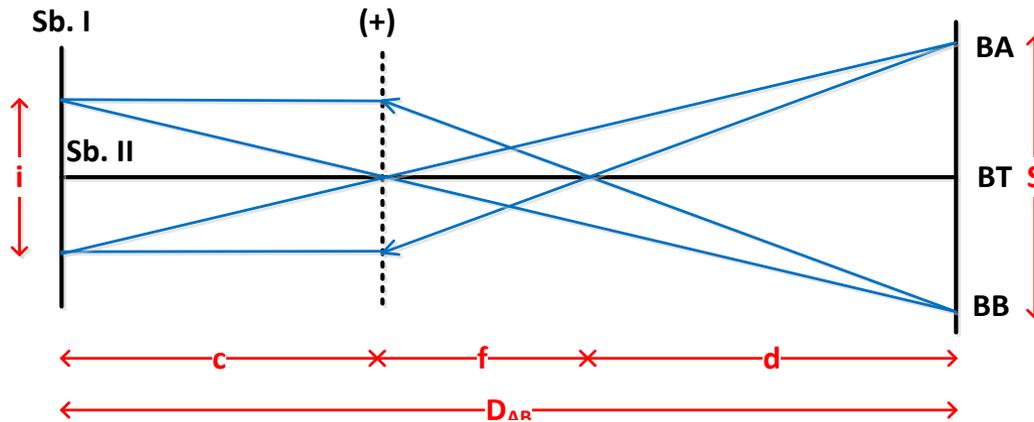
$$T - B = 1,460 - 1,385 = 0,075$$

$$\frac{1}{2} (A + B) = \frac{1}{2} (1,535 + 1,385) = 1,460$$

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak optis

I. Metode Stadia/ Tachymetri

a) Pada posisi mendatar



Keterangan gambar :

BA : bacaan benang atas pada rambu

BT : bacaan benang tengah pada rambu

BB : bacaan benang bawah pada rambu

c : jarak sumbu II – lensa obyektif

f : fokus lensa obyektif

i : jarak BA-BB pada diafragma

S : jarak BA-BB pada rambu ukur

d : jarak dari fokus ke rambu ukur

D_{AB} : jarak mendatar dari A ke B

Prinsip kerjanya : perbandingan segitiga sebangun

Jarak Mendatar A ke B adalah

$$D_{AB} = B + A.S$$

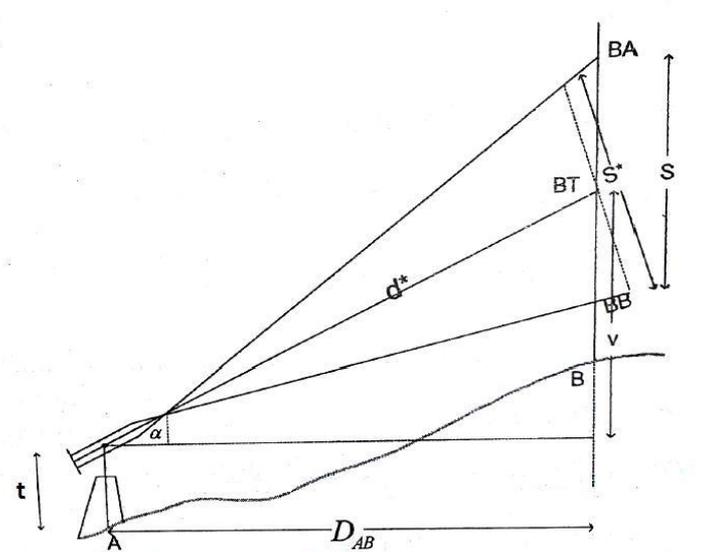
Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak optis

I. Metode Stadia/ Tachymetri

b) Pada posisi miring

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

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



Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak optis

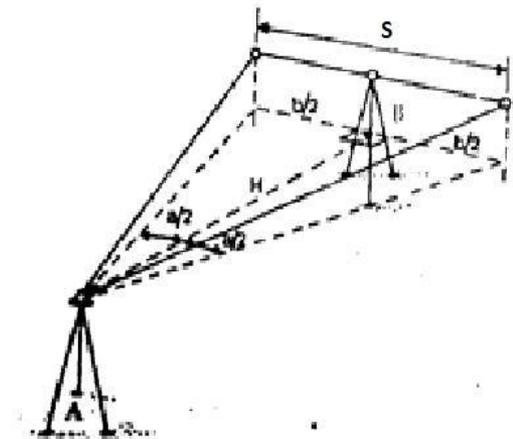
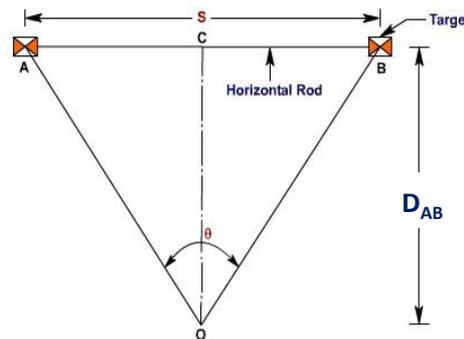
II. Metode Sistem Rambu Mendatar (*subtense bar system*)

Prinsip : mencari garis tinggi segitiga sama kaki, yang panjang alasnya diketahui dan sudut paralaks yang dihadapnya diukur

Sifat yang khas dari metode ini bahwa selalu dihasilkan jarak horisontal walaupun dengan bidikan miring karena α adalah sudut horisontal.

$$D_{AB} = H = \frac{s}{2} \cot \frac{\alpha}{2},$$

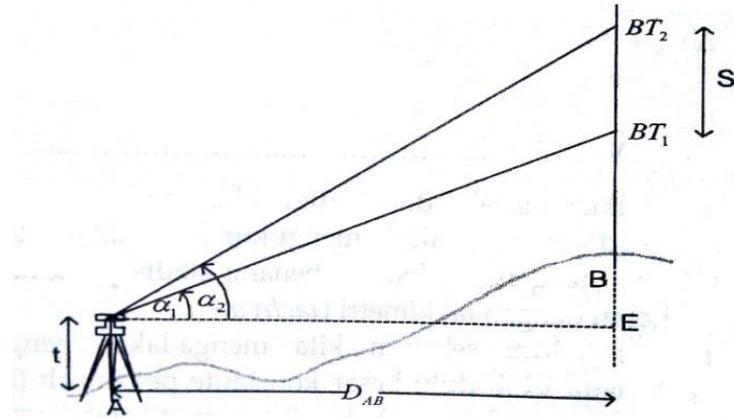
$$D_{AB} = \frac{b}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$



Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak optis

III. Metode Tangensial

- **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.



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

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

$$V = D_{AB} \cdot \text{tg } \alpha_1$$

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

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

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

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

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak elektronis (EDM)

Prinsip :

Prinsip utamanya adalah dengan suatu sinyal gelombang elektromagnetik yang telah diketahui frekuensinya (f) dipancarkan ke suatu alat dan diujung titik yang akan diukur dipasang reflektor. Kemudian sinyal tersebut dipantulkan kembali ke pemancar sehingga waktu lintas perjalanan sinyal pulang pergi tersebut diukur oleh pemancar.

Metode ini sangat baik digunakan untuk pengukuran jarak jauh dan medan yang sulit dengan ketelitian yang lebih baik. EDM diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu *Microwave Distance Measurement* (MDM) dan *Electrooptic Distance Measurement* (EDM) dengan infra red dan laser

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak elektronik (EDM)

NO	MERK	SUMBER TENAGA	KEMAMPUAN JARAK
1	Geodimeter 76	Laser	3000 m
2	Distomat DI 10	Infra merah	2000 m
3	DM 60 Cubitape	Infra merah	2000 m
4	Tellurometer CA 1000	Microwave	30 km
5	Autotape	Gelombang Radio	100 km
6	Omega	Gelombang Radio	8000 km



NIKON NPL-302



TRIMBLE 5600



LEICA TC-400



reflektor

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak elektronis (EDM)

Dasar Teori

Gelombang elektro magnetik : getaran magnetik dan medan listrik yang merambat melalui udara bebas.

Sifatnya : periodik dan sinusoide

$$\lambda = \frac{c}{f}$$
$$f = \frac{c}{\lambda}$$
$$c = \frac{c_0}{u}$$

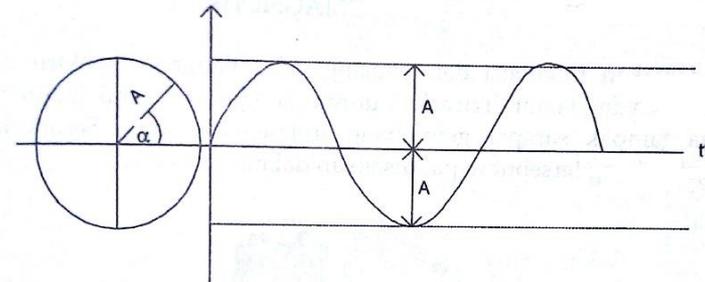
dimana λ = panjang gelombang

f = frekuensi

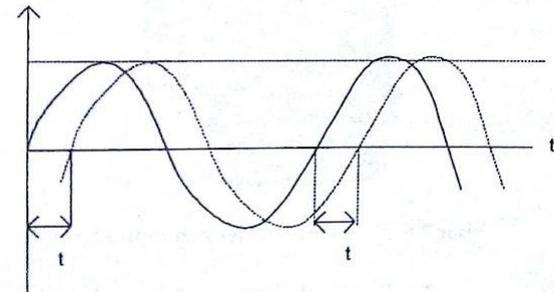
c = kec.rambat gelombang pada medium

c_0 = kec.rambat gelombang pada hampa udara

u = indeks refraksi medium



REDUKSI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK



EFEK BEDA WAKTU

Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak elektronis (EDM)

Alat pemancar mampu menghitung jumlah (n) panjang gelombang dengan ketelitian sampai 1/1000 bagian dari panjang gelombang.

Nilai n/f dihitung (t), lalu dikalikan dengan kec. standar sinyal di atmosfer (v)

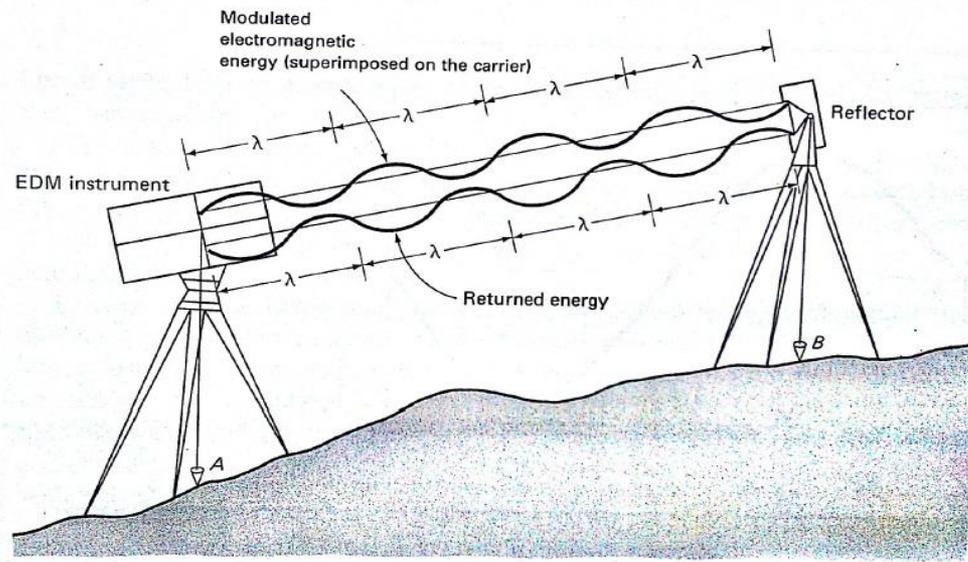
$$D = 0.5 . t . v$$

Dimana :

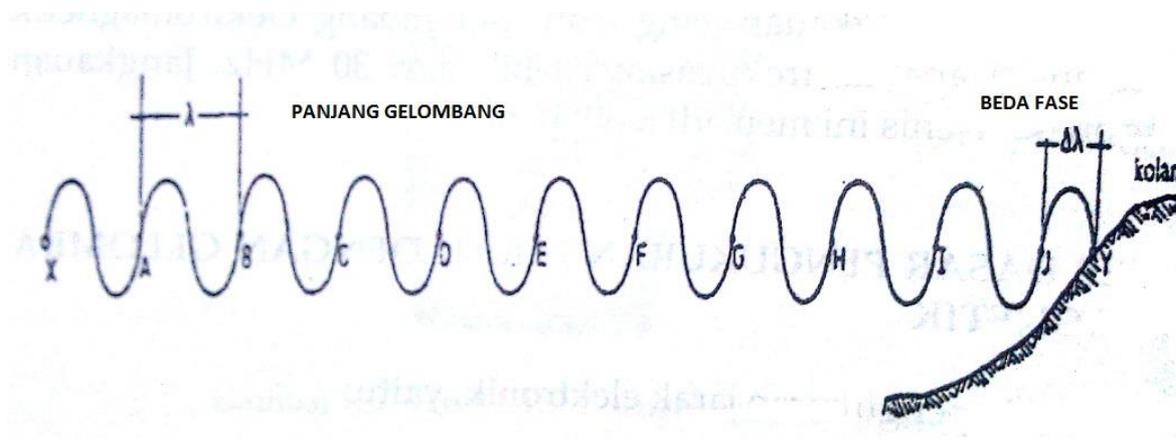
D : jarak garis yang diukur

t : waktu lintas pulang pergi

v : kecepatan sinyal



Pengukuran jarak tidak langsung dengan jarak elektronis (EDM)



Prinsip pengukurannya :

Suatu gelombang yang sudah diketahui frekuensinya (f) dipantulkan ke reflektor dan dipantulkan kembali ke pemancar. Pemancar akan menghitung jumlah gelombang. Nilai (n/f) dihitung (t) baik secara manual maupun otomatis.

Perbandingan metode pengukuran jarak

METODE	INSTRUMEN	KETELITIAN	PENGGUNAAN
Langsung	Pita ukur	1/500 - 1/30000	pengukuran jarak secara umum
Jarak optis	Theodolit, sipat datar	1/300 - 1/20000	Survey topografi, poligon
Elektronis	EDM , total station	1/10000 - 1/300000	Trilaterasi, pengukuran jarak secara umum