

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Alat Ukur GPS

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem radio navigasi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat, untuk menentukan posisi, kecepatan tiga dimensi yang teliti dan informasi mengenai waktu secara kontinu di seluruh dunia.

Dalam survei dan pemetaan darat, GPS telah banyak diaplikasikan untuk pengadaan titik-titik kontrol (ordo dua atau lebih rendah) untuk keperluan pemetaan, survei rekayasa, ataupun survei pertambangan. Dalam pengadaan titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan dan survei rekayasa (seperti survei jalan raya dan survei konstruksi). GPS dapat dan telah digunakan untuk menggantikan metode konvensional poligon yang umum digunakan selama ini. Dalam hal ini metode penentuan posisi dengan GPS yang dapat digunakan secara optimal dan efisien adalah metode-metode Survei GPS statik, statik singkat, *stop-and-go*, ataupun pseudokinematik.

B. Pengukuran Topografi

Pengukuran Topografi adalah suatu pengukuran yang dititik beratkan untuk memberi gambaran tentang keadaan permukaan tanah, naik turunnya medan (relief) disini seluruh detail (obyek lapangan) diukur untuk didapatnya peta yang lengkap. Hasil dari pengukuran tersebut berupa peta topografi yang mana akan di gunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan dari pengukuran itu sendiri, Peta topografi adalah penyajian dari sebagian permukaan bumi memperlihatkan relief, hidrografi, dan tumbuh-tumbuhan. Pengukuran topografi dalam irigasi sangatlah diperlukan guna merencanakan desain irigasi yang mengairi sawah yang bermanfaat dalam menentukan dan menata arah aliran air.

Pengukuran ini meliputi :

- a. Pengukuran Poligon (data sudut dan jarak).
- b. Pengukuran Elevasi (data beda tinggi permukaan tanah antar titik patok).

Dari pengukuran topografi tersebut itu akan berguna dalam bidang pertanian, perencanaan irigasi untuk saluran pembuangan, bahan perkiraan perhitungan aliran permukaan dan sebagai dasar pola usaha pertanian termasuk di dalamnya pengolahan tanah dan sebagainya.

C. Kerangka Dasar Pemetaan

Di dalam Ilmu Geodesi dikenal mengenal titik kerangka dasar yaitu kerangka horizontal dan kerangka vertical. Kerangka horizontal yaitu berupa koordinat-koordinat horizontal atau planimetris (X,Y) berupa titik yang didapat dari

pengukuran sudut dan jarak. Sedangkan kerangka vertikal yaitu diperoleh dari pengukuran beda tinggi atau penyipat datar. Kerangka dasar pemetaan tersebut di gunakan sebagai acuan atau titik pengikat pada pengukuran situasi (detail).

D. Kerangka Horizontal

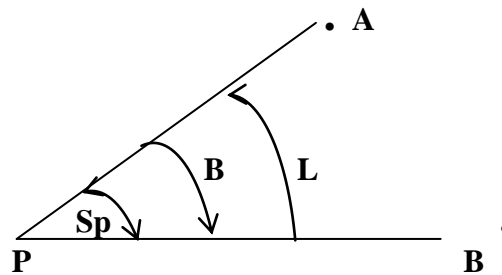
Adapun langkah pengukurannya adalah sebagai berikut :

- a. Mendirikan alat ukur theodolit di titik P, kemudian diatur sesuai dengan pengamatan.
- b. Mengarahkan garis bidik teropong ke titik A, kemudian di klem / kunci skrup horizontal dan skrup vertikalnya, untuk menepatkan garis bidik teropong ke target titik A gerakkan skrup penggerak halus horizontal dan vertikal.
- c. Membaca arah horizontal pada piringan horizontal, misalnya : Pa, pembacaan ini disebut pembacaan dalam kedudukan Biasa (B).
- d. Kendurkan skrup horizontal dan vertikal, kemudian mengarahkan garis bidik teropong ke titik B. Klem / kunci lagi skrup horizontal dan vertikal, untuk menepatkan garis bidik teropong ke target titik B gerakkan skrup penggerak halus horizontal dan vertikal.
- e. Membaca arah horizontal pada piringan horizontal, misalnya : Pb, pembacaan ini disebut pembacaan dalam kedudukan Biasa (B)
- f. Teropong dibalik / diputar 180° dan bidikkan lagi ke titik B, kemudian baca arah horizontalnya, missal : Lb, pembacaan ini disebut pembacaan Luar Biasa (LB).

g. Teropong diarahkan ke titik A, kemudian baca arah horizontalnya, misalnya : La, pembacaan ini disebut pembacaan Luar Biasa (LB). Pengukuran Pa (B), Pb (B), La (LB), Lb (LB) disebut pengukuran seri, sedangkan besarnya sudut horizontal (tunggal) titik P adalah rata – rata selisih bacaan Biasa dan Luar Biasa :

$$Sp = \frac{(Pb - Pa) + (Lb - La)}{2}$$

2



Gambar 2.1. Pengukuran sudut tunggal

E. Azimuth

Azimuth adalah besaran sudut horizontal yang dimulai dari arah utara diputar searah jarum jam besarnya antara 0-360°. Azimuth magnetis yaitu azimuth yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnet, diakhiri pada ujung obyektif garis bidik dan besarnya sama dengan angka pembacaan.

Fungsi azimuth ; Memberikan orientasi arah utara dan sebagai kontrol hasil pengukuran sudut. Contoh perhitungan azimuth dengan menggunakan koordinat misal diketahui koordinat A (XA, YA) dan koordinat B (XB, YB).

$$\alpha_{AB} = \text{arc tg } \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

α_{AB} = azimuth A – B

$X_B - Y_B$ = koordinat titik B

$X_A - Y_A$ = koordinat titik A

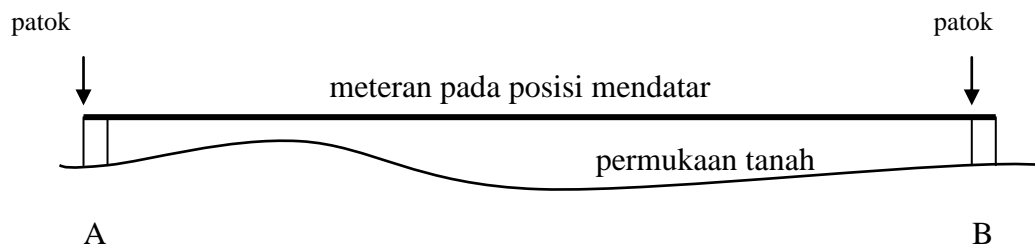
F. Pengukuran Jarak.

Jarak adalah panjang pada bidang horizontal. Dalam pengukuran jarak, metode yang digunakan adalah :

1. Pengukuran jarak secara langsung
2. Pengukuran jarak secara tidak langsung

1. Pengukuran Jarak Secara Langsung

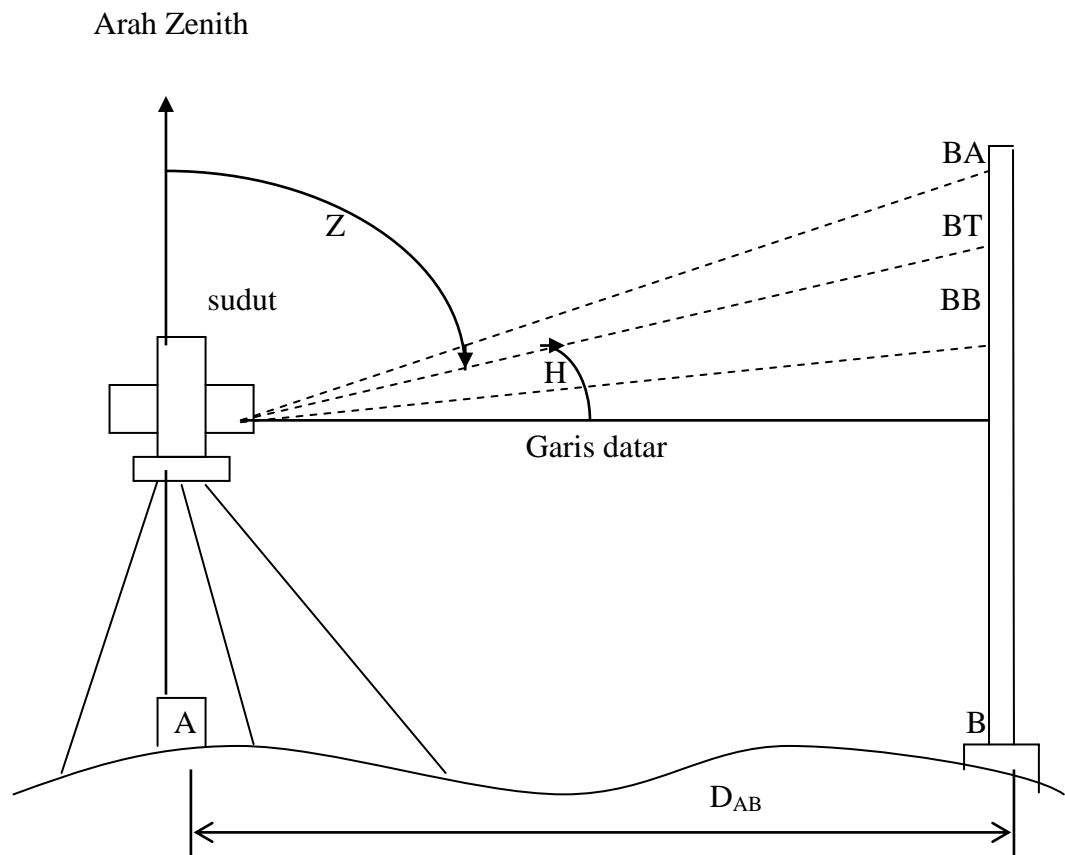
Pengukuran jarak secara langsung yaitu pengukuran jarak yang dilakukan dengan hasil yang didapat, dapat langsung diketahui pada bacaan alat tersebut tanpa melalui proses perhitungan. Misal alat yang digunakan adalah meteran



Gambar 2.2. Pengukuran secara langsung

2. Pengukuran Jarak Secara Tidak Langsung

Pengukuran Jarak Secara Tidak Langsung yaitu pengukuran yang perolehan jaraknya diketahui dengan melalui proses perhitungan. Untuk perhitungannya data yang diperlukan adalah bacaan benang pada rambu (BA, BT, BB) dan sudut vertikal.



Gambar 2.3. Pengukuran jarak secara tidak langsung

Rumus Jarak adalah :

$$\text{Jarak Optis} = 100 \times (BA - BB)$$

$$\text{Jarak Datar} = 100 \times (BA - BB) \cdot \cos^2 (H) \text{ atau}$$

$$100 \times (BA - BB) \cdot \sin^2 (Z)$$

Keterangan

BA	:	Benang atas
BT	:	Benang tengah
BB	:	Benang bawah
H	:	Sudut Helling
Z	:	Sudut Zenit

Alat yang digunakan untuk pengukuran tersebut adalah Theodolite. Selain dengan Theodolite, alat yang digunakan untuk mengukur jarak adalah EDM. Dengan menggunakan EDM maka pengambilan data (jaraknya) dapat diketahui dengan cepat dan akurat.

G. Poligon

Poligon berasal dari kata "*poly*" yang berarti banyak sedangkan "*gonos*" yang berarti sudut. Sehingga poligon berarti "sudut banyak" namun arti sebenarnya adalah Serangkaian garis berurutan yang panjang dan arahnya telah ditentukan dari pengukuran dilapangan. Metode poligon adalah metode penentuan posisi lebih dari satu titik dipermukaan bumi, yang terletak memanjang sehingga membentuk segi banyak. Unsur-unsur yang diukur dalam pengukuran poligon adalah unsur sudut dan jarak, jika koordinat awal diketahui, maka titik-titik yang lain pada poligon tersebut dapat ditentukan koordinatnya.

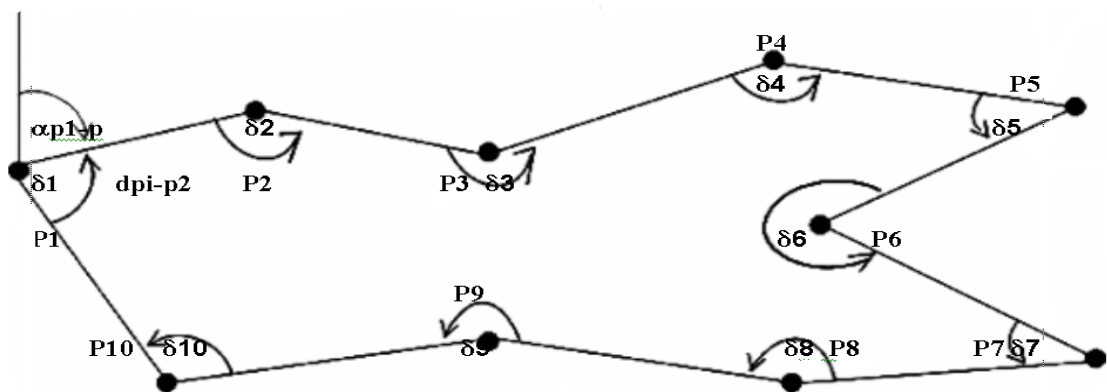
Metode poligon menurut bentuknya terdiri dari :

1. Poligon Terutup
2. Poligon Terbuka

1. Poligon Tertutup

Poligon tertutup adalah poligon yang titik awal dan titik akhirnya saling berhimpit, dimulai dan diakhiri dengan titik yang sama, atau dengan kata lain titik awal sama dengan titik akhir. Dengan Poligon tertutup memberikan pengecekan pada sudut-sudut dan jarak-jarak tertentu.

U



Gambar 2.4. Poligon tertutup

Dalam pengukuran poligon tertutup, besaran-besaran yang diamat dilapangan adalah :

1. Jarak semua sisi poligon : ($d_{p1-p2} \dots d_{p9-p10}$)
2. Sudut tiap titik poligon : ($\delta_1, \delta_2 \dots \delta_{10}$)
3. Salah satu azimuth sebagai azimuth awal α_{p1-p2}
4. Titik **P1** sebagai titik awal yang diketahui koordinatnya
5. Titik **P2** sampai adalah titik-titik yang akan diketahui koordinatnya.

Dalam poligon tertutup berlaku syarat-syarat geometrik yang harus dipenuhi,
yaitu :

1. Jumlah Sudut :

$$\sum \delta = (n - 2) * 180^\circ \text{ (Sudut Dalam)}$$

2. Jumlah Absis :

$$\sum (d * \sin \alpha) = (X_{\text{akhir}} - X_{\text{awal}}) = 0$$

3. Jumlah Ordinat :

$$\sum (d * \cos \alpha) = (Y_{\text{akhir}} - Y_{\text{awal}}) = 0$$

Pada umumnya hasil pengukuran jarak dan sudut tidak memenuhi syarat diatas,tetapi didapat :

$$\sum \delta = (n - 2) * 180^\circ + f \delta \text{ (untuk sudut dalam)}$$

$$\sum (d * \sin \alpha) = f \Delta X$$

$$\sum (d * \cos \alpha) = f \Delta Y$$

Dalam hal ini :

$$\sum \delta \quad = \text{jumlah sudut ukuran}$$

$$n \quad = \text{jumlah titik poligon}$$

$$f \delta \quad = \text{kesalahan penutup sudut ukuran}$$

$$\sum (d * \sin \alpha) \quad = \text{jumlah absis}$$

$$\sum (d * \cos \alpha) \quad = \text{jumlah ordinat}$$

$$f \Delta X \quad = \text{kesalahan penutup absis}$$

$$f \Delta Y \quad = \text{kesalahan penutup ordinat}$$

Adapun langkah perhitungan untuk mendapatkan koordinat (X,Y) pada metode poligon tertutup adalah sebagai berikut :

1. Menjumlahkan sudut horizontal, kemudian menghitung salah penutup sudutnya

$$(\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_6 + \delta_7) + f \delta = (n - 2) * 180^\circ \text{ (untuk sudut dalam)}$$

$$f \delta = (\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_6 + \delta_7) - ((n - 2) * 180^\circ)$$

Jika salah penutup sudut ($f \delta$) masuk toleransi yang disyaratkan maka perhitungan dilanjutkan, tetapi jika tidak masuk toleransi harus dilakukan cek sudut atau pengukuran ulang.

2. Menghitung sudut horizontal terkoreksi, dengan ketentuan jika salah penutup sudut bertanda positif (+), untuk koreksinya negatif (-), dan jika salah penutupnya bertanda negatif (-) maka koreksinya positif (+).

$$\delta'1 = \delta_1 + f \delta/n$$

-

-

$$\delta'7 = \delta_7 + f \delta/n$$

3. Menghitung azimuth (α) tiap sisi poligon

jika diketahui azimuth awal α_{1-2} , maka :

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \delta_2 \text{ (untuk sudut dalam)}$$

-

-

$$\alpha_{7-1} = \alpha_{6-7} + 180^\circ - \delta_7$$

4. Menghitung harga absis dan harga ordinat (ΔX dan ΔY)

$$\Delta X_{1-2} = d_{1-2} * \sin \alpha_{1-2}$$

$$\Delta Y_{1-2} = d_{1-2} * \cos \alpha_{1-2}$$

-

-

$$\Delta X_{7-1} = d_{7-1} * \sin \alpha_{7-1}$$

$$\Delta Y_{7-1} = d_{7-1} * \cos \alpha_{7-1}$$

5. Menghitung salah penutup absis (fΔX) dan salah penutup ordinat (fΔY)

$$f\Delta X = \sum (d * \sin \alpha)$$

$$f\Delta Y = \sum (d * \cos \alpha)$$

Jika salah penutup absis dan ordinat masuk toleransi yang disyaratkan, maka perhitungan dilanjutkan, tetapi jika tidak masuk toleransi dilakukan cek jarak atau pengukuran ulang.

6. Menghitung koreksi absis dan ordinat (fΔXi dan fΔYi)

Jika salah penutup absis dan ordinat bertanda negatif (-), maka koreksinya positif (+), begitu juga sebaliknya.

$$f\Delta X_{1-2} = (d_{1-2} / \sum d) * f\Delta X$$

$$f\Delta Y_{1-2} = (d_{1-2} / \sum d) * f\Delta Y$$

-

-

-

-

-

-

$$f\Delta X_{7-1} = (d_{7-1} / \sum d) * f\Delta X$$

$$f\Delta Y_{7-1} = (d_{7-1} / \sum d) * f\Delta Y$$

7. Menghitung koordinat (X,Y)

misal diketahui koordinat awal (X1,Y1) maka :

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2} + f\Delta X_{1-2}$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2} + f\Delta Y_{1-2}$$

-

-

-

-

$$X_1 = X_7 + \Delta X_{7-1} + f\Delta X_{7-1}$$

$$Y_1 = Y_7 + \Delta Y_{7-1} + f\Delta Y_{7-1}$$

Pada proses perhitungan poligon tertutup ini jika hasil koordinat akhir sama dengan koordinat awal maka perhitungan tersebut dinyatakan benar, tetapi jika sebaliknya koordinat akhir tidak sama dengan koordinat awal maka perhitungan tersebut dinyatakan salah, sebab koordinat titik awal dan koordinat titik akhir pada poligon tertutup adalah sama atau kembali pada titik semula.

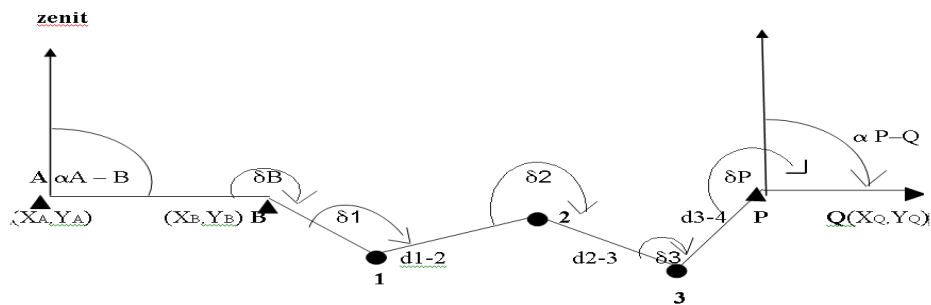
2. Poligon Terbuka

Poligon terbuka adalah rangkaian titik, dimana titik awal dan akhir tidak berhimpit atau titik awal tidak sama dengan titik akhir. Poligon terbuka ditinjau dari sistem pengukuran dan cara perhitungannya dibedakan menjadi beberapa macam salah satunya adalah poligon terbuka terikat sempurna.

3. Poligon Terbuka Terikat Sempurna

Poligon terbuka terikat sempurna adalah poligon yang titik awal dan akhir terikat oleh koordinat dan azimuth atau oleh dua koordinat pada awal dan akhir pengukuran. Poligon jenis ini memiliki kelebihan di bandingkan dengan poligon terbuka lainnya. Pada poligon ini kesalahan sudut serta kesalahan jarak dapat di kontrol dengan di ketahuinya azimuth awal dan koordinat awal serta azimuth akhir dan koordinat akhir .

Misal Poligon terbuka terikat sempurna sebagai berikut :



Gambar 2.5. Poligon terbuka terikat sempurna

Keterangan gambar :

Dalam poligon terbuka terikat sempurna berlaku syarat-syarat geometris yang harus dipenuhi, yaitu :

$$\sum \delta = (\alpha_{P-Q} - \alpha_{A-B}) + n * 180^\circ \text{ (untuk sudut dalam)}$$

$$\sum (d * \sin \alpha) = X_P - X_B$$

$$\sum (d * \cos \alpha) = Y_P - Y_B$$

Pada umumnya hasil pengukuran jarak dan sudut tidak memenuhi syarat diatas, tetapi akan didapat :

$$\sum \delta + f\delta = (\alpha_{P-Q} - \alpha_{A-B}) + n * 180^\circ \text{ (untuk sudut dalam)}$$

$$\sum (d * \sin \alpha) = X_P - X_B + f\Delta X$$

$$\sum (d * \cos \alpha) = Y_P - Y_B + f\Delta Y$$

Dalam hal ini :

$$\sum \delta = \text{jumlah sudut ukuran}$$

$$n = \text{jumlah titik poligon}$$

$$f\delta = \text{kesalahan penutup sudut ukuran}$$

$\sum (d * \sin \alpha)$ = jumlah absis

$\sum (d * \cos \alpha)$ = jumlah ordinat

$f\Delta X$ = kesalahan penutup absis

$f\Delta Y$ = kesalahan penutup ordinat

α_{P-Q} = azimuth jurusan akhir titik ikat

α_{A-B} = azimuth jurusan awal titik ikat

X_P, Y_P = koordinat akhir titik ikat

X_B, Y_B = koordinat awal titik ikat

Adapun langkah perhitungan untuk mendapatkan koordinat (X,Y) pada metode poligon terbuka terikat sempurna adalah sebagai berikut :

1. Menghitung azimuth titik ikat awal dari azimuth titik ikat akhir ($\alpha_{A-B} - \alpha_{P-Q}$)

$$\alpha_{A-B} = \text{Arc tan } (X_B - X_A / Y_B - Y_A)$$

$$\alpha_{A-B} = \text{Arc tan } (X_Q - X_P / Y_Q - Y_P)$$

dengan ketentuan jika :

+/+ : $\alpha = \alpha$ hasil yang didapat tetap

+/- : $\alpha = \alpha$ hasil yang didapat tetap + 180°

-/- : $\alpha = \alpha$ hasil yang didapat + 180°

-/+ : $\alpha = \alpha$ hasil yang didapat + 360°

2. Menjumlahkan sudut horizontal hasil pengukuran ($\sum \delta$) dengan menghitung salah penutup sudutnya.

$$\sum \delta = \delta_B + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_P$$

$$f\delta = \sum \delta - (\alpha_{P-Q} - \alpha_{A-B}) + (n * 180^\circ)$$

Jika salah penutup sudut ($f\delta$) masuk toleransi yang disyaratkan, maka perhitungan dilanjutkan, tetapi jika tidak masuk toleransi harus dilakukan cek sudut atau pengukuran ulang.

3. Menghitung sudut horizontal terkoreksi :

$$\delta'B = \delta B + f\delta/n$$

-
-
-

$$\delta'P = \delta P + f\delta/n$$

4. Menghitung azimuth (α) titik - titik poligon

diketahui azimuth awal (α_{A-B}) maka :

$$\alpha_{B-1} = \alpha_{A-B} - 180^\circ + \delta'B \text{ (untuk sudut dalam)}$$

-
-
-

$$\alpha_{3-P} = \alpha_{A-B} - 180^\circ + \delta'3 \text{ (untuk sudut dalam)}$$

5. Menjumlahkan jarak ukuran ($\sum d$)

$$\sum d = d_{B-1} + d_{1-2} + d_{2-3} + d_{3-P}$$

6. Menghitung harga absis dan ordinat (ΔX dan ΔY)

$$\Delta X_{B-1} = d_{B-1} * \sin \alpha_{B-1} \qquad \Delta Y_{B-1} = d_{B-1} * \cos \alpha_{B-1}$$

-
-
-

-
-
-

$$\Delta X_{3-P} = d_{3-P} * \sin \alpha_{3-P} \qquad \Delta Y_{3-P} = d_{3-P} * \cos \alpha_{3-P}$$

7. Menghitung salah penutup absis dan ordinat dengan rumus

Untuk absis :

$$\sum (d * \sin \alpha) = (X_P - X_B) + f\Delta X$$

$$f\Delta X = \sum (d * \sin \alpha) - (X_P - X_B)$$

Untuk ordinat :

$$\sum (d * \cos \alpha) = (Y_P - Y_B) + f\Delta Y$$

$$f\Delta Y = \sum (d * \cos \alpha) - (Y_P - Y_B)$$

Jika salah penutup absis dan ordinat masuk toleransi yang disyaratkan, maka perhitungan dilanjutkan, tetapi jika tidak masuk toleransi cek jarak atau pengukuran ulang.

8. Menghitung koreksi absis dan ordinat ($f\Delta X$ dan $f\Delta Y$)

$$f\Delta X_{B-1} = (d_{B-1} / \sum d) * f\Delta X$$

$$f\Delta Y_{B-1} = (d_{B-1} / \sum d) * f\Delta Y$$

-

-

-

-

-

-

$$f\Delta X_{B-1} = (d_{B-1} / \sum d) * f\Delta X$$

$$f\Delta Y_{B-1} = (d_{B-1} / \sum d) * f\Delta Y$$

Jika kesalahan absis dan ordinat bertanda negatif (-), maka koreksinya positif (+), begitu juga sebaliknya

9. Menghitung koordinat (X,Y)

diketahui koordinat titik ikat awal (X_B, Y_B), maka :

$$X_1 = X_B + \Delta X_{B-1} + f\Delta X_{B-1}$$

$$Y_1 = Y_B + \Delta Y_{B-1} + f\Delta Y_{B-1}$$

-

-

-

-

-

-

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3} + f\Delta X_{2-3}$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3} + f\Delta Y_{2-3}$$

Jika koordinat titik akhir (XP,YP) yang dihitung sama dengan koordinat titik ikat akhir yang diketahui maka perhitungannya dinyatakan benar.

H. Kerangka Vertikal

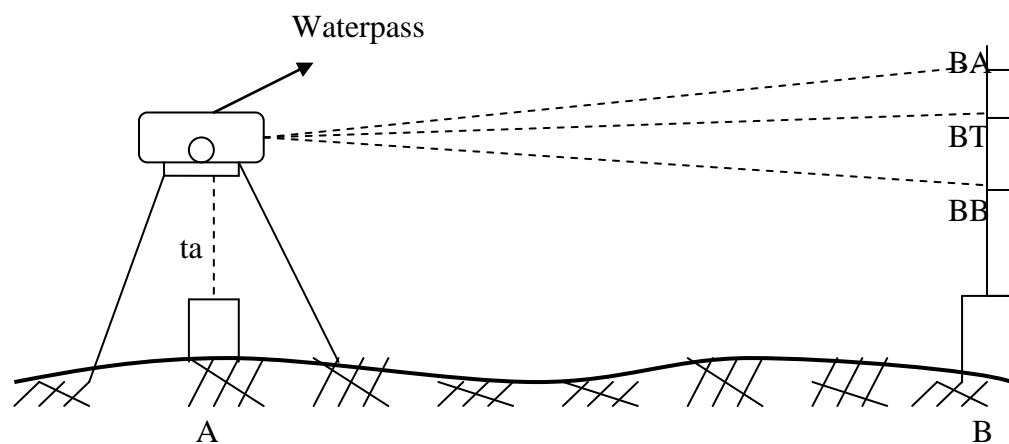
Suatu tempat dipermukaan bumi selain dapat ditentukan posisi mendatarnya, dapat juga ditentukan posisi tegaknya. Untuk menentukan posisi tegak suatu titik dilapangan di lakukan pengukuran yang biasa disebut dengan pengukuran tinggi. Tinggi suatu titik dapat di artikan tinggi titik tersebut terhadap suatu bidang persamaan (referensi) yang telah kita tentukan. Pada ukur tanah, bidang persamaan untuk menentukan tinggi suatu titik dipakai. Muka air laut rata-rata (Mean sea level = MSL).

Untuk menentukan MSL dilakukan penyelidikan/pengamatan yang memakan waktu bertahun-tahun. MSL inilah yang kemudian kita jadikan peil 0,00 untuk dasar penentuan tinggi.

Pengukuran-pengukuran untuk menentukan beda tinggi dapat dilakukan dalam 3 (tiga) cara, yaitu :

1. Pesawat di atas titik
2. Pesawat di luar titik
3. Pesawat di antara titik

1. Pesawat di atas titik



Gambar 2.6. Pengukuran beda tinggi pesawat di atas titik

Dalam pengukuran ini alat tepat berdiri di atas titik pengukuran, membidik rambu yang berada di depannya.

Cara menghitung beda tinggi (ΔH)

$$\Delta H_{AB} = \text{tinggi alat (ta)} - bt$$

Menghitung elevasi (H)_B

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

Dalam hal ini :

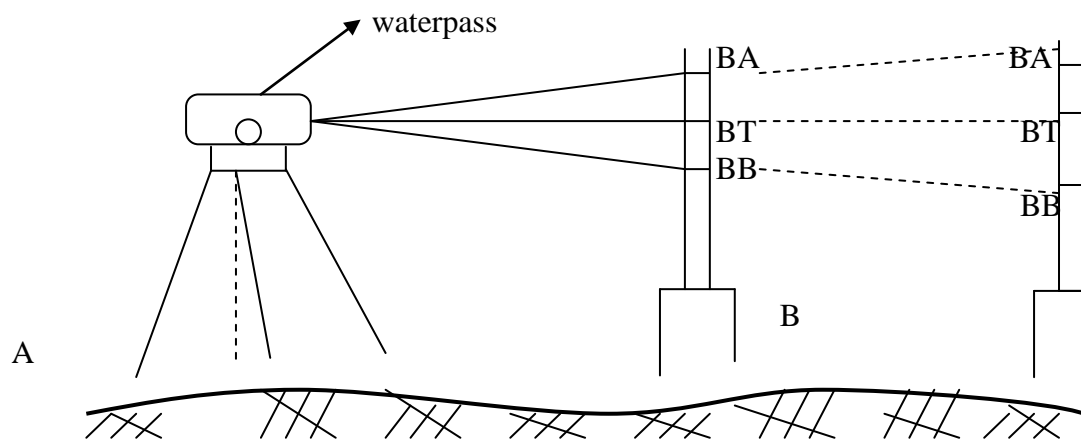
ΔH_{AB} = beda tinggi antara titik A dan B

ta = tinggi alat

bt = benang tengah

H_A = elevasi titik A

2. Pesawat di luar titik



Gambar 2.7. Pengukuran beda tinggi pesawat di luar titik

Cara menghitung beda tinggi (ΔH)

$$\Delta H_{ab} = b_t a - b_t b$$

Dalam hal ini :

ΔH_{AB} = beda tinggi antara titik A dan B

$b_t A$ = benang tengah titik A

$b_t B$ = benang tengah titik B

Menghitung elevasi titik B (H_B)

$$H_B = H_A + \Delta H_{A-B}$$

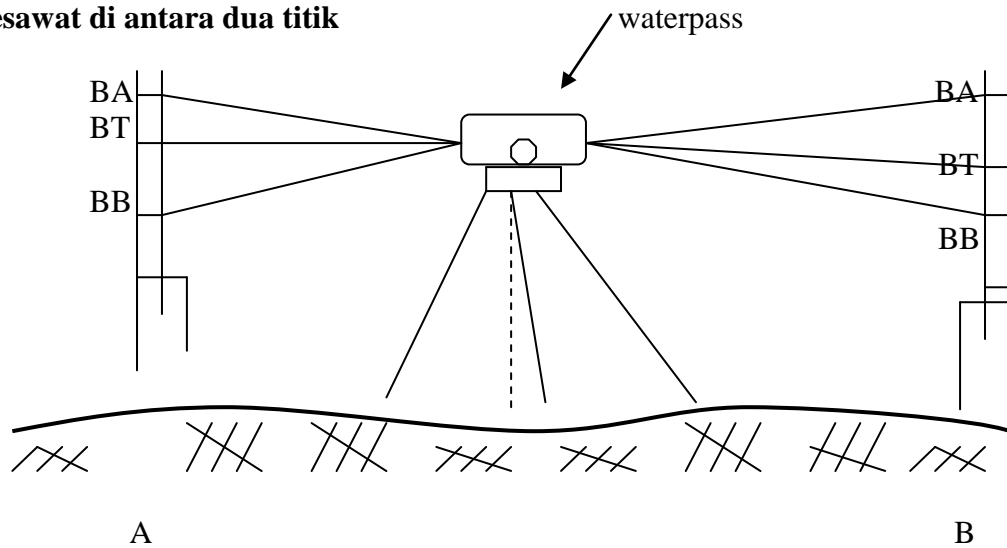
Dalam hal ini :

ΔH_{AB} = beda tinggi antara titik A ke B

H_A = elevasi titik A

H_B = elevasi titik B

3. Pesawat di antara dua titik



Gambar 2.8. Pengukuran beda tinggi pesawat di antara dua titik

Dalam pengukuran ini alat tepat berdiri diantara dua titik dengan jarak yang sama, cara ini sering dilakukan dalam pengukuran topografi.

Cara menghitung beda tinggi (ΔH)

$$\Delta H_{AB} = bt A - bt B$$

Dalam hal ini :

ΔH_{AB} = beda tinggi

Bt A = benang tengah titik A

Bt B = benang tengah titik B

Menghitung elevasi (H)

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

Dalam hal ini :

ΔH_{AB} = beda tinggi antara titik A ke B

H_A = elevasi titik A

H_B = elevasi titik B

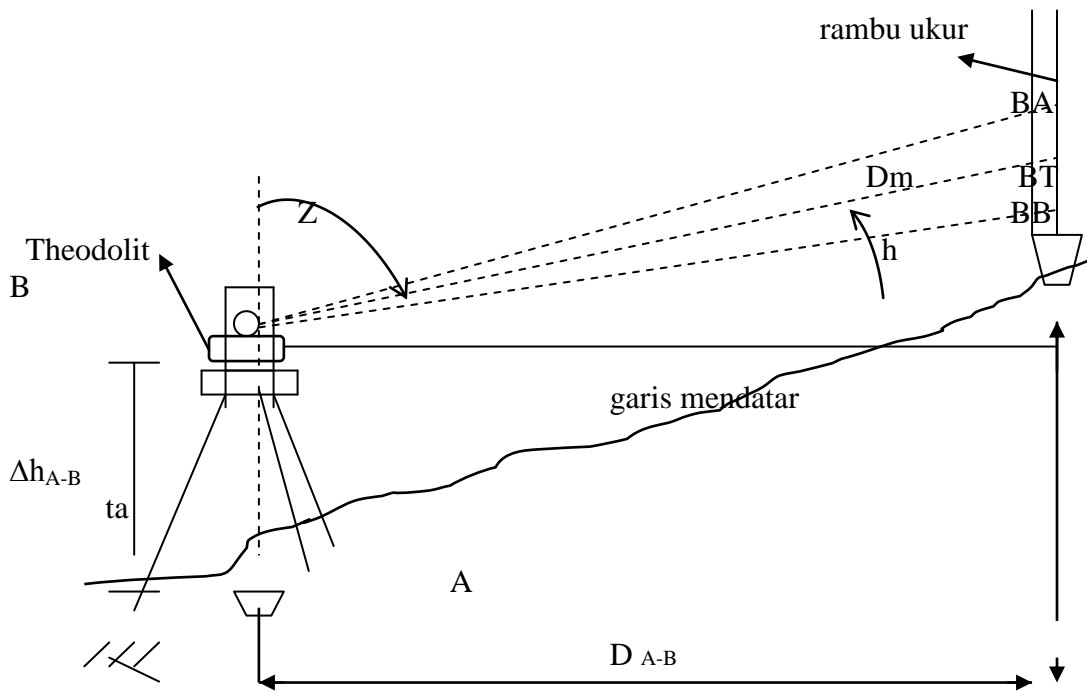
I. Macam-macam Pengukuran Beda Tinggi

Sipat datar memanjang (*Fly levelling*) digunakan untuk mengukur beda tinggi yang sangat berjauhan antara stasionnya.

1. Propil memanjang (*Longitudinal sectioning*) digunakan untuk menentukan ketinggian titik-titik sepanjang garis tertentu misalnya garis rencana proyek (jalan dan irigasi).
2. Propil melintang (*Cross sectioning*) digunakan untuk menentukan ketinggian titik-titik sepanjang garis tegak lurus garis proyek.
3. Sipat datar luas, digunakan menentukan ketinggian titik-titik yang menyebar dengan kerapatan tertentu untuk membuat garis-garis ketinggian (kontur)

J. Pengukuran Detail

Pengukuran ini bertujuan untuk mendapatkan data situasi yang berfungsi sebagai data detail di sekitar areal pengukuran yang dilakukan. Data detail tersebut dituangkan kedalam gambar yang berbentuk garis kontur yang dibagi dalam salah satu interval yang telah ditentukan sebelumnya. Serta dapat menjelaskan batas – batas wilayah yang diukur. Pengukuran detail dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode Trigonometri



Gambar 2.9. Pengukuran beda tinggi metode trigonometri

K. Penggambaran

Proses penggambaran menggunakan aplikasi berupa Excel, dan PCLP (*Plan, Cross section Longitudinal Profil Program*). Excel adalah program yang digunakan dalam mengolah data lapangan untuk mencari jarak dan elevasi sedangkan Program PCLP adalah suatu program yang digunakan untuk menampilkan gambar long dan cross dari data excel yang telah dihitung

