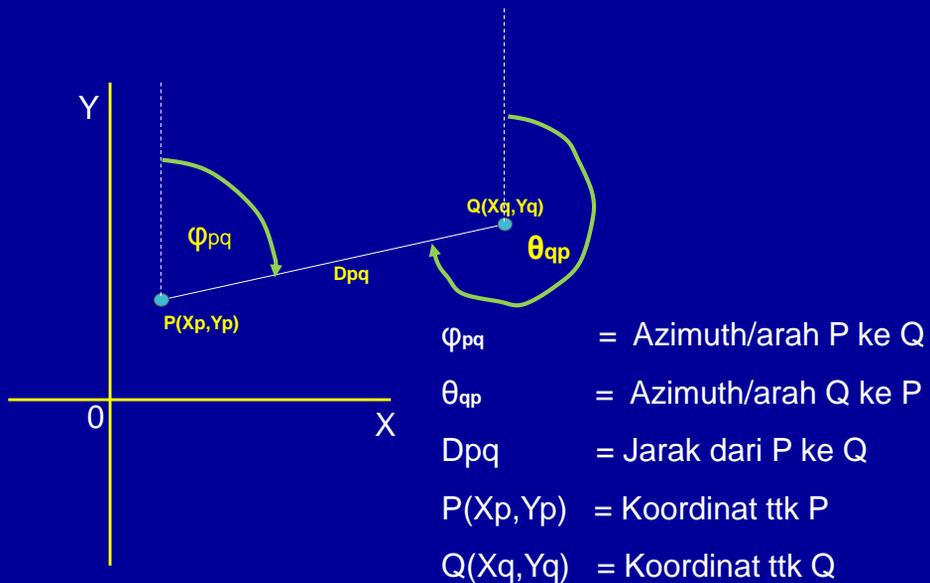


PENGUKURAN POLIGON

Pengukuran dan Pemetaan Hutan :

HITUNGAN KOORDINAT, AZIMUTH/ARAH DAN JARAK



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.

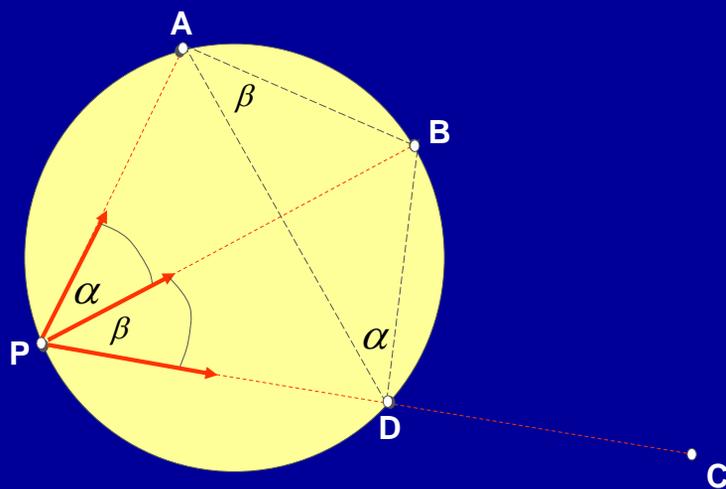
Ketentuan yang harus dipenuhi adalah diperlukan paling sedikit tiga titik pengingat yang sudah diketahui koordinatnya beserta sudut yang diukur dari titik yang akan ditentukan koordinat tsb.

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

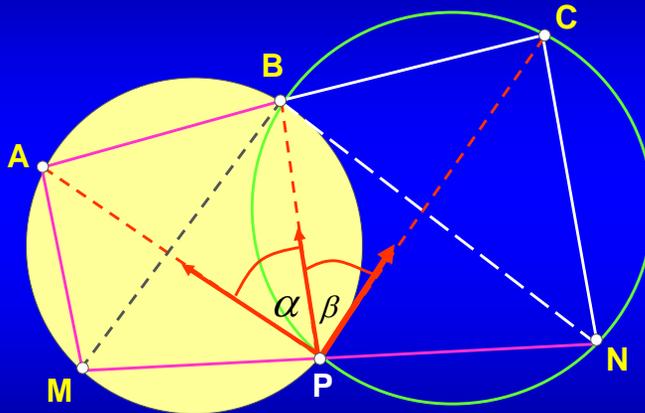
Terdapat dua cara perhitungan yang kita kenal, yaitu Metode Collins dan Cassini.

3

A. METODA COLLINS



B. METODA CASSINI

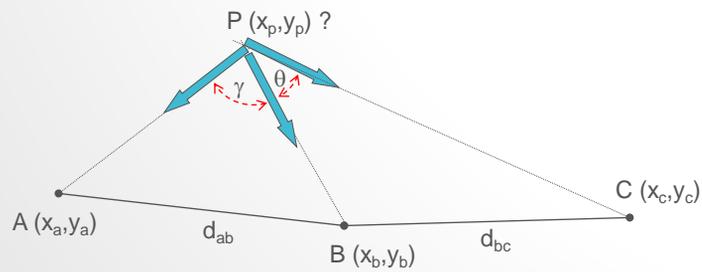


4. CARA MENGIKAT KEBELAKANG

PADA CARA MENGIKAT KEBELAKANG, ALAT UKUR DIDIRIKAN PADA TITIK YANG AKAN DITENTUKAN POSISINYA, $P(x_p, y_p)$.

ALAT UKUR DIGUNAKAN UNTUK MENGAMATI TITIK-TITIK TETAP YANG SUDAH DIKETAHUI KOORDINATNYA, SEHINGGA TITIK IKAT YANG DIPERLUKAN MINIMAL TIGA BUAH TITIK TETAP $A(x_a, y_a)$, $B(x_b, y_b)$ DAN $C(x_c, y_c)$

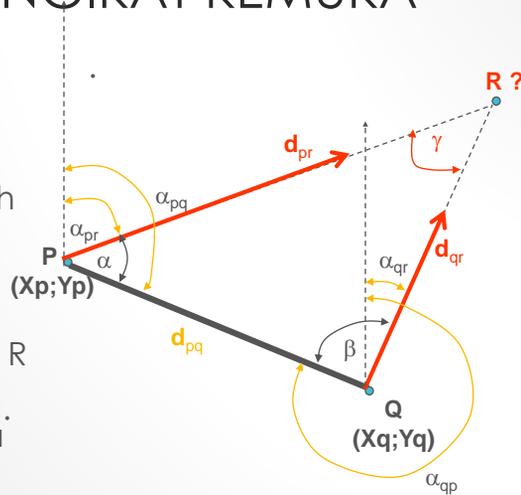
- DARI TITIK P DIUKUR SUDUT γ DAN JARAK D_{AP}
- DARI TITIK P DIUKUR SUDUT θ DAN JARAK D_{BP}



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 ($X_p; Y_p$) dan Titik Q ($X_q; Y_q$). Alat ditempatkan di kedua titik yang sudah diketahui



7

MENGIKAT KEMUKA

Rumus - rumus yang digunakan :

Menentukan azimut :

$$1. \text{ untuk azimut A-P} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_{ap} = \frac{x_p - x_a}{y_p - y_a} \dots \dots \dots (1)$$

$$2. \text{ untuk azimut B-P} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_{bp} = \frac{x_p - x_b}{y_p - y_b} \dots \dots \dots (2)$$

Dari persamaan (1 dan 2) diatas dapat diuraikan menjadi :

$$y_p \operatorname{tg} \alpha_{ap} - y_a \operatorname{tg} \alpha_{ap} = x_p - x_a \dots \dots \dots (3)$$

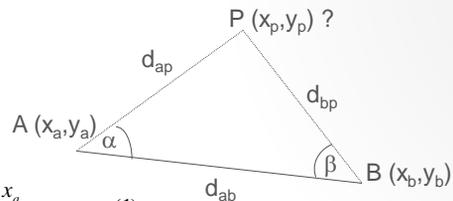
$$y_p \operatorname{tg} \alpha_{bp} - y_b \operatorname{tg} \alpha_{bp} = x_p - x_b \dots \dots \dots (4)$$

→

Persamaan (3) dikurangkan dengan persamaan (4), didapatkan

$$y_p = \frac{y_a \operatorname{tg} \alpha_{ap} - y_b \operatorname{tg} \alpha_{bp}}{\operatorname{tg} \alpha_{ap} - \operatorname{tg} \alpha_{bp}} \dots \dots \dots (5)$$

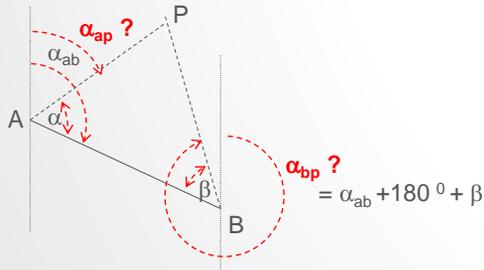
→



SETELAH y_p DIDAPATKAN \rightarrow MAKA DARI PERSAMAAN (1) DIPEROLEH :

$$x_p = x_a + (y_p - y_a) \operatorname{tg} \alpha_{ap} \dots \dots \dots (6)$$

α_{AP} DAN α_{BP} DITENTUKAN DENGAN α_{AB} DARI GARIS AB $\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_{ab} = \frac{x_b - x_a}{y_b - y_a}$



POLYGON

Definisi Polygon :

Polygon adalah serangkaian garis berurutan yang panjang dan arahnya telah ditentukan dari pengukuran lapangan.

Polygon berasal dari kata **Poli** berarti banyak dan **gonos** yang berarti sudut
 \rightarrow arti sebenarnya : rangkaian titik-titik secara berurutan,

menentukan posisi horizontal banyak titik, dengan cara menghubungkan titik satu dengan titik lainnya sehingga membentuk kerangka dasar, posisi atau koordinat titik-titik polygon harus diketahui atau ditentukan secara teliti karena akan digunakan sebagai ikatan detail.

Ada 2 (dua) macam bentuk polygon, yaitu :

Polygon Terbuka : polygon yang tidak mempunyai syarat geometris

Polygon Tertutup : polygon yang mempunyai syarat geometris

Tujuan Pengukuran Polygon :

Tujuan pengukuran polygon adalah menetapkan koordinat dari titik sudut yang diukur.

Sedangkan data yang diukur adalah :

- ⇔ Besar, sudut – sudutnya.
- ⇔ Panjang sisi – sisinya.

Fungsi Pengukuran Polygon

Fungsinya adalah :

- **Untuk membuat kerangka**
- **Pengukuran titik tetap (bench mark).**
- **Pengukuran rencana jalan raya, kereta api, irigasi, daerah industri, perumahan.**
- **Sebagai dasar untuk tempat pelaksanaan pengukuran yang lainnya.**

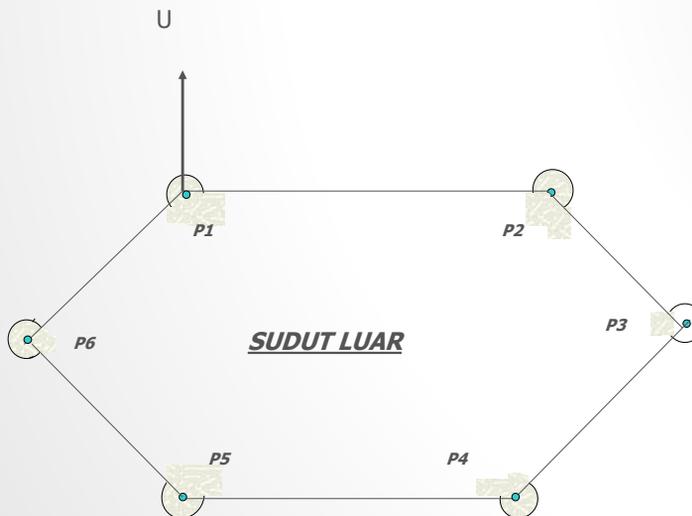
Bentuk Pengukuran Polygon

→ **Polygon tertutup/keliling**

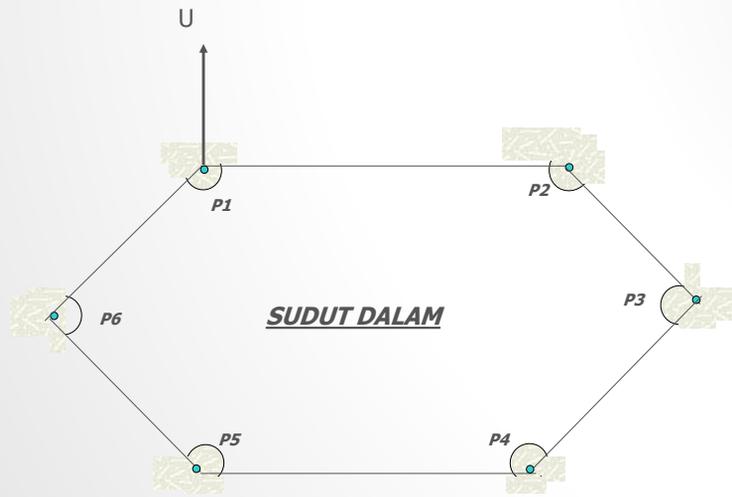
→ **Polygon terbuka**

❖ **Polygon tertutup/keliling**

- ☞ Titik awal dan titik akhir merupakan titik yang sama.
- ☞ Untuk pengukuran sudut yang dilaksanakan sudut luar, maka kesalahan dapat dikontrol dari pengukuran karena jumlah sudut luar dari segi n harus sama dengan $(2n + 4) 90^\circ$ atau $(n + 2) 180^\circ$.
- ☞ Sedangkan untuk pengukuran sudut yang dilaksanakan sudut dalam, maka kesalahan pengukuran dapat dikontrol, dimana jumlah sudut dalam harus sama dengan $(2n - 4) 90^\circ$ atau $(n - 2) 180^\circ$. Dimana n adalah banyaknya sudut.

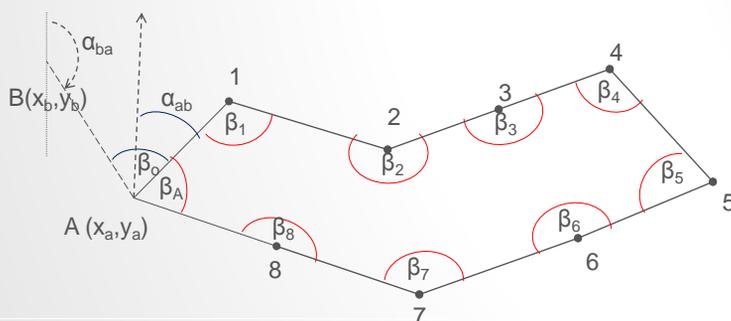


- Titik pertama sama dengan titik akhir



- Titik pertama sama dengan titik akhir

POLIGON TERTUTUP



A dan B : Titik ikat yang diketahui koordinatnya

$\beta_A, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_8$: sudut dalam

Syarat sudut :

$\sum \beta = (n - 2) * 180^\circ$, apabila yang diukur adalah sudut dalam

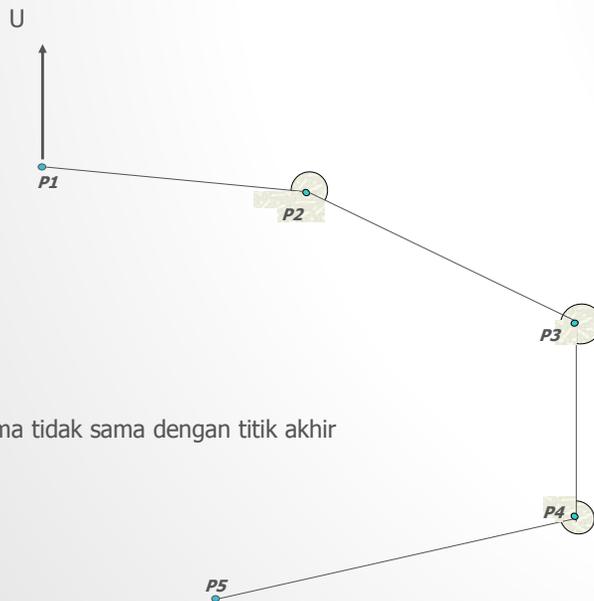
$\sum \beta = (n + 2) * 180^\circ$, apabila yang diukur adalah sudut luar

Polygon Terbuka

☛ Titik pertama tidak sama dengan titik akhir

❖ Polygon terbuka Bebas

- Pada polygon ini dalam pengukuran sudut dan jarak tidak dapat dikontrol.
- Dalam pengukuran ini tidak memerlukan ketentuan tentang letaknya dalam peta maka, tidak dapat memerlukan hitungan. Hitungan dalam pemetaannya, jadi cukup diukur panjang sisi dan besar sudutnya.



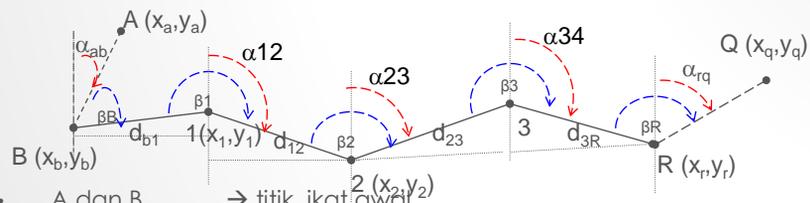
Polygon Terbuka terikat sebagian

Dalam pengukuran polygon terbuka terikat sebagian harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- ✘ Satu titik harus diketahui koordinat.
- ✘ Satu sisi harus diketahui sudut jurusannya.
- ✘ Dua buah titik harus diketahui koordinatnya.

MACAM-MACAM POLIGON

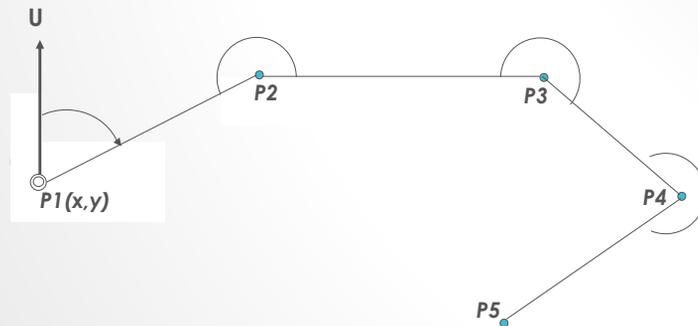
Poligon Terbuka

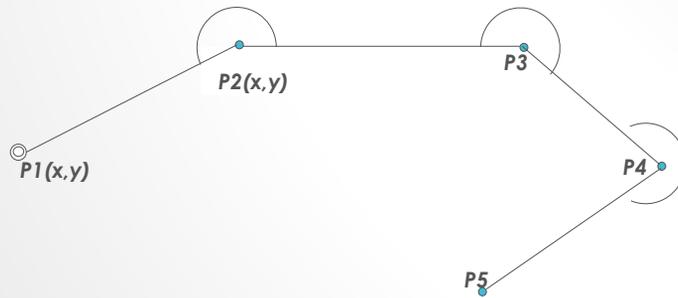


- A dan B → titik ikat awal
- Q dan R → titik ikat akhir
- α_{ab} → azimuth awal
- α_{rq} → azimuth akhir
- Sudut ukuran β → $\beta_B, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_R$
- Jarak ukuran d → $d_{b1}, d_{12}, \dots, d_{3R}$
- Syarat sudut : $\sum \beta = (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal}) + n \cdot 180^\circ$

Maka untuk memenuhi syarat pertama harus memilih sebuah titik tetap (bench mark) sebagai salah satu titik polygon yang sudah ada koordinatnya, dengan tujuan memudahkan perhitungan titik berikutnya.

Sedangkan untuk memenuhi syarat kedua sebelum memulai pengukuran hendaknya theodolite diarahkan dahulu ke titik tetap lainnya agar dapat dihitung sudut jurusannya dari 2 buah titik yang berkoordinat. Untuk polygon jenis ini besar sudut dan jarak yang berukur tidak dapat dikoreksi secara analitis.





Polygon Terbuka Terikat Sempurna

- ☛ Mengukur polygon terbuka terikat sempurna, titik tetap awal dan titik tetap akhir harus sudah diketahui koordinat dan sudut jurusannya.
- ☛ Dari titik tetap itulah pengukuran diarahkan ke titik lain kemudian diukur sudut-sudut pada titik tersebut, sehingga mendapatkan sisi sudut jurusan yang berhubungan. Untuk jenis polygon ini sudut maupun jarak dapat dikoreksi secara analitis.

Koreksi sudut pada polygon macam ini adalah sebagai berikut :

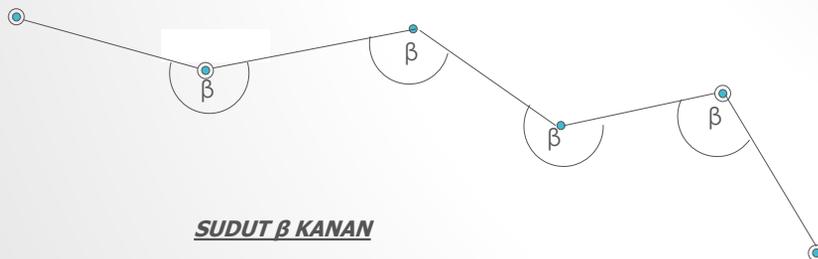
Pada pelaksanaan pengukuran yang didapat β sebelah kanan maka sudut dapat dikoreksi :

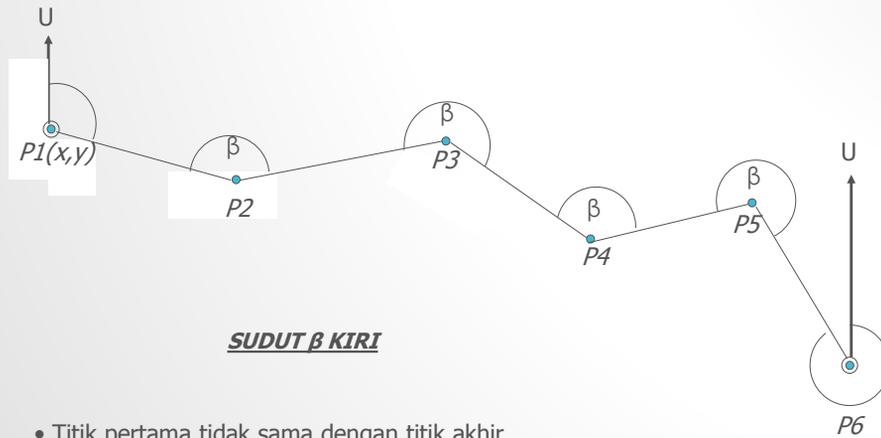
$$\Sigma\beta = \alpha_{\text{awal}} - \alpha_{\text{akhir}} + n \cdot 180$$

Sedangkan bila pengukuran didapat β sebelah kiri maka sudut dapat dikoreksi :

$$\Sigma\beta = \alpha_{\text{akhir}} - \alpha_{\text{awal}} + n \cdot 180$$

$$\Sigma\beta = \text{jumlah sudut terukur}$$





Syarat Pembuatan Titik Polygon

- Dalam menentukan jumlah titik polygon, harus berdasarkan pada fungsi polygon.
- Bentuk polygon diusahakan tidak terlalu banyak sudut.
- Jarak dari setiap titik – titik polygon diusahakan mendekati sama dan tidak terlalu pendek.
- Diusahakan tidak membentuk sudut lancip.

Syarat Penempatan Titik Polygon :

- ☞ Memudahkan untuk pelaksanaan pengukuran.
- ☞ Titik polygon harus dipilih pada daerah yang mudah dibidik secara langsung.
- ☞ Untuk memudahkan mencari titik polygon, usahakanlah titik polygon tersebut terletak dekat dengan obyek – obyek yang mudah dikenal, misalnya : pohon, tiang listrik dan lain – lain.

Pengukuran Sudut :

Untuk mendapatkan pengukuran sudut yang teliti pengukuran dilaksanakan minimum 2 kali, yaitu :

- ⇒ Pengukuran sudut datar posisi biasa (posisi I).
- ⇒ Pengukuran sudut datar posisi luar biasa (posisi II) semakin banyak bacaan sudut yang diambil, maka kita dapat membandingkan bacaan sudut yang paling teliti (lihat contoh tabel bacaan sudut datar dibawah).

No. Ttk	Target	Bacaan sudut		Besaran sudut		Rata-rata	Ket
		Biasa	Luar biasa	Biasa	Luar biasa		
	03	05°30'40"	185°30'41"				
01				105°14'30"	105°14'28"	105°14'29"	
	02	110°45'09"	290°45'09"				
	01	274°53'06"	94°53'06"				
02				124°53'06"	124°53'08"	124°53'07"	
	03	39°46'12"	219°46'14"				

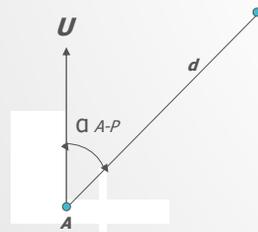
Pengukuran Jarak

Untuk menghitung koordinat, maka dibutuhkan jarak mendatar dari setiap sisi polygon, dibandingkan dengan pengukuran sudut, pengukuran jarak biasanya lebih sulit. Untuk mencapai hasil yang teliti diperlukan pengukuran beberapa kali minimal 2 kali pengukuran.

Alat untuk mengukur jarak harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan, sedangkan alat yang digunakan adalah rol meter, optis (substensbar), EDM (Electric Distance Meter).

Perhitungan Polygon

Untuk perhitungan koordinat titik, dibutuhkan beberapa hal sebagai berikut :



Misalnya harus ditentukan letak titik P dari titik A yang telah diketahui koordinatnya, maka yang perlu ditentukan lebih dahulu adalah ARAH dari titik A ke titik P

Untuk menentukan dimana letaknya titik P pada arah itu, diperlukan JARAK antara titik P ke titik A untuk diketahui, dimisalkan jarak sama dengan d

Maka diarah AP dibuat jarak sebesar d sehingga letak titik P dan titik A dapat diketahui

Jadi untuk menentukan letak titik lainnya, diperlukan unsur-unsur :

- ❖ Arah/sudut jurusan/Azimuth
- ❖ Jarak.

Suatu arah ditentukan dengan sudut yang :

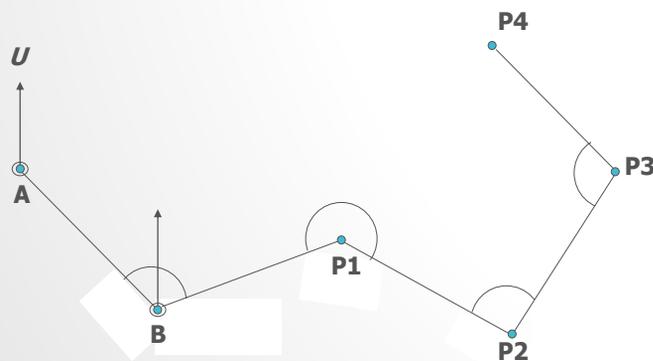
- Dimulai dari arah utara geografis.
- Diputar searah dengan jalannya jarum jam.
- Diakhiri pada arah yang bersangkutan.

Sudut jurusan/azimuth ini diberi tanda α , bila ini mengenai arah titik A ke titik P, maka sudut jurusan dari A ke P ditulis dengan $\alpha_{A,P}$.

Dengan demikian unsur-unsur yang diperlukan menjadi :

- Sudut jurusan α
- Jarak d .

Cara Menghitung Azimuth



Gambar Polygon Terikat.

Terlihat dari gambar diatas diumpamakan titik polygon A dan B koordinatnya sudah diketahui maka azimuth A-B dapat diketahui dengan cara :

$$\text{Azimuth A-B} = \text{tg. AB} = \frac{X_b - X_a}{Y_b - Y_a}$$

Dengan diketahuinya azimuth AB dan sudut-sudut β_B , β_{P1} , β_{P2} dan seterusnya maka α_{B-P1} , α_{P1-P2} , α_{P2-P3} dan seterusnya dapat dicari sebagai berikut :

$$\alpha_{B \cdot P1} = \alpha_{A,B} \pm \beta_B \pm 180^\circ$$

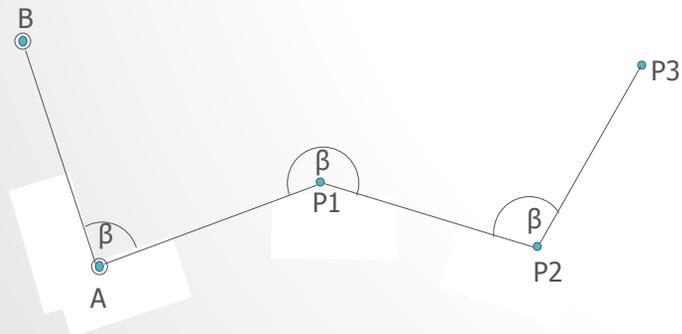
$$\alpha_{B \cdot P1} = \alpha_{A,B} + \beta_B - 180^\circ$$

$$\alpha_{P1 \cdot P2} = \alpha_{B,P1} + \beta_{P1} - 180^\circ$$

$$\alpha_{P2 \cdot P3} = \alpha_{P1,P2} + \beta_{P2} - 180^\circ \text{ dan seterusnya dimana}$$

β = sudut terukur

Contoh Perhitungan Azimuth



Diketahui :

Polygon terikat seperti gambar diatas .

Koordinat titik A: $x = 2050,57$

$y = 6180,30$

B: $x = 2062,14$

$y = 6270,92$

$\beta_A = 125^\circ 59'$

$\beta_{P1} = 223^\circ 32'$

$\beta_{P2} = 115^\circ 40''$

Ditanyakan : $\alpha_{A-P1} =$

$\alpha_{P1-P2} =$

$\alpha_{P2-P3} =$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } \alpha_{B-A} &= \text{Tg} = \frac{Y_A - X_B}{Y_A - X_B} \\ &= \frac{2050,57 - 2062,14}{6180,30 - 6270,92} = \frac{-11,57}{-90,62} \end{aligned}$$

$$\alpha_{AB} = 7^\circ 16' 33'' + 180^\circ 00' 00'' = 187^\circ 16' 33''$$

$$\alpha_{A-P1} =$$

$$\alpha_{P1-P2} =$$

$$\alpha_{P2-P3} =$$

Menghitung Koordinat Titik

Lihat gambar halaman 1-8

Diumpamakan sudut jurusan (α) dan jarak (s), karena titik koordinat awal sudah diketahui, maka koordinat titik selanjutnya dapat diketahui dengan rumus :

$$\text{Koordinat } X_{P1} = X_B + S_{B,P1} \text{ Sina }_{B,P1}$$

Sedangkan untuk

$$\text{Koordinat } Y_{P1} = Y_B + S_{B,P1} \text{ Cosa }_{B,P1}$$



Koreksi

Disebabkan adanya kesalahan pada sudut-sudut yang diukur () kesalahan pada proyeksi di sumbu X (F_x) dari kesalahan pada proyeksi di sumbu y, untuk mengatasi kesalahan F_α tidak dapat perlu bagi rata pada semua sudut. Tetapi adakalanya F_α tidak dapat dibagi habis dengan banyaknya sudut, maka koreksi sudut yang berlainan dengan koreksi yang telah dibulatkan diberikan kepada sudut polygon yang mempunyai kaki sudut terpendek, karena pengukuran kaki sudut yang pendek kurang teliti disebabkan besarnya bayangan, sehingga mengarahkan garis ke titik tengah bayangan yang kelihatan besar itu menjadi sulit dan kurang tepat.

Sedangkan kesalahan F_x dan F_y dibagi pada absis x dan ordinat y.

Cara koreksi sebagai berikut :

Absisnya diberi koreksi :

$$X_1 = \frac{S}{\sum S} \cdot F_x$$

Dan ordinatnya diberi koreksi :

$$Y_1 = \frac{S}{\sum S} \cdot F_y \quad \text{dimana}$$

S = jarak

$\sum S$ = jumlah jarak

F_x = kesalahan absis x

F_y = kesalahan ordinat y

Langkah kerja hitungan koordinat titik

- ℞ Jumlah sudut – sudut yang diukur.
- ℞ Tentukan F_a dan berilah kepada sudut – sudut yang diukur.
- ℞ Hitunglah azimuth, berdasarkan sudut yang sudah dikoreksi.
- ℞ Hitunglah $S \cdot \sin a$ dan $S \cdot \cos a$.
- ℞ Jumlahkan $S \cdot \sin a$ dan $S \cdot \cos a$.
- ℞ Hitunglah F_x dan F_y kepada absis dan ordinat titik polygon.
- ℞ Hitunglah koordinat titik polygon berikutnya karena :

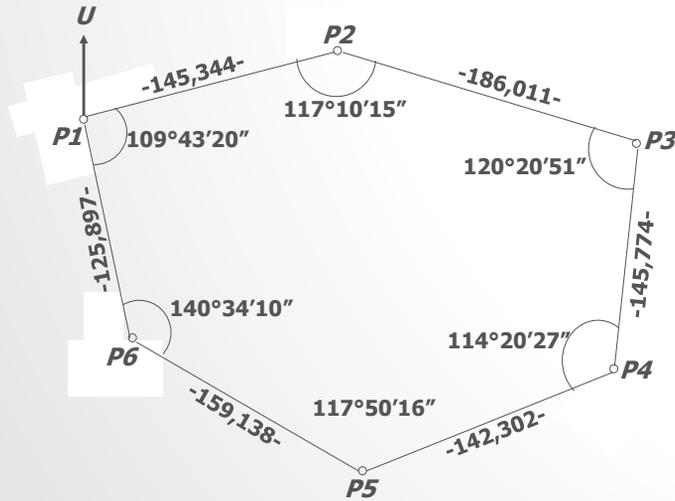
$$X_2 = X_1 + S \cdot \sin a_{1-2}$$

$$Y_2 = Y_1 + S \cdot \cos a_{1-2}$$

Contoh Perhitungan Polygon

A. Polygon keliling/tertutup

- Hasil pengukuran polygon tertutup sebagai berikut
- Koordinat titik $P_1 = (2030,496,4638,964)$
 $a_{P_1.P_2} = 80^\circ 30''35''$



Diketahui titik A (- 1.426,81 , + 1.310,54)

P (- 4.125,43,- 967,65)

$\alpha = 30 \ 45 \ 15$

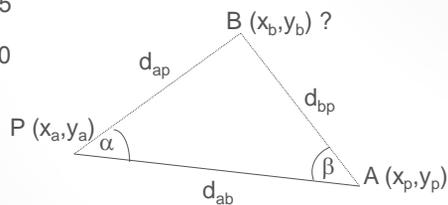
$\beta = 75 \ 15 \ 20$

Tentukan koordinat titik B (Xb , Yb).

$$\text{Penyelesaian: } \frac{x_p - x_a}{y_p - y_a} = \text{tg} \alpha_{ap}$$

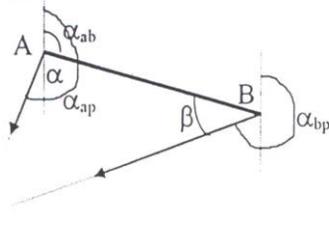
$$y_p = \frac{(x_b - x_a) + y_a \text{tg} \alpha_{ap} - y_b \text{tg} \alpha_{bp}}{\text{tg} \alpha_{ap} - \text{tg} \alpha_{bp}} \dots \dots \dots (5)$$

$$x_p = x_a + (y_p - y_a) \text{tg} \alpha_{ap} \dots \dots \dots (6)$$



Contoh :

1. Diketahui :

Tentukan koordinat P (x_p, y_p) ?

$$A = (-2.206,91; +1.563,58)$$

$$B = (+3.148,26; -4.309,31)$$

$$\alpha = 55^0 10' 34''$$

$$\beta = 74^0 08' 56''$$