

# **MODUL**

## **2**

# **DASAR HITUNGAN PLANIMETRIS**

Setelah dipelajari pengantar Ilmu Ukur Tanah dari kegiatan belajar sebelumnya, dalam pengukuran perlulah dipelajari bagaimana penghitungan jarak, asimut, dan sudut pada bidang planimetris. Pada prinsipnya, penghitungan dalam Ilmu Ukur Tanah menganggap bahwa jarak dan sudut berada pada bidang proyeksi atau bidang datar.

Adapun standar kompetensi dan indikator yang hendak dicapai dengan materi ini adalah: (1) Standar kompetensi, mahasiswa mampu memahami hubungan jarak, asimut dan sudut (2) Indikatornya, mahasiswa mampu menghitung secara sederhana jarak, asimut, sudut dari dua atau lebih titik yang diketahui koordinatnya.

# DASAR HITUNGAN PLANIMETRIS

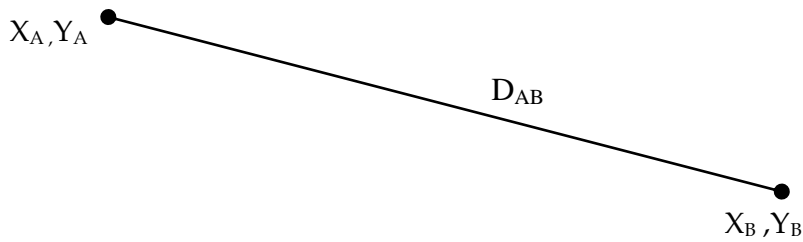
Ketika Surveyor melakukan pengolahan hasil-hasil pengukuran, akan banyak dijumpai penghitungan-penghitungan, antara lain: penghitungan jarak, sudut, asimut dan koordinat, atau operasi hitungan antar besaran-besaran itu. Perlu dipahami sejak awal, pengukuran yang dilakukan oleh seorang Surveyor itu berada pada bidang topografi sedangkan hasil-hasil *ploting* atau penggambaran disajikan pada bidang datar. Oleh sebab itu, untuk keperluan yang teliti misalnya pada survei geodetik, hasil-hasil ukuran tidaklah serta merta secara langsung dapat dihitung dengan menggunakan aturan-aturan trigonometris biasa tetapi harus dilibatkan faktor kelengkungan bumi.

Namun demikian, untuk survei pengukuran yang tidak begitu luas (survei planimetris), kelengkungan bumi dianggap tidak ada atau bumi dianggap bidang datar. Dengan asumsi ini maka aturan-aturan trigonometris sederhana berlaku. Selanjutnya pada modul 2 ini, dianggap bahwa bumi itu datar seperti asumsi di atas.

## A. Jarak

Pengukuran menghasilkan jarak-jarak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Jarak langsung diperoleh dengan pengukuran tarikan pita ukur antar titik satu dengan titik lainnya. Jarak tidak langsung diperoleh dengan penghitungan besaran hasil-hasil ukuran di lapangan, misalnya pada survei tachimetri. Adapun satuan panjang yang dipakai dalam survei pengukuran jarak di tanah air adalah **meter**.

Terkadang surveyor perlu mendapatkan hitungan jarak dari titik-titik yang telah diketahui koordinatnya, misalnya pada keperluan cek lapangan, *stake out*, atau pengembalian batas. Dalam hal ini jarak antar dua titik merupakan garis hubung terdekat antar dua titik tersebut (Gb-2.1). Garis antar dua titik yang bukan merupakan garis hubung terdekat antar dua titik tersebut (Gb-2.2) bukan jarak antar kedua titik itu. Secara sederhana pada bidang datar, jarak antar dua titik A yang memiliki koordinat  $(X_A, Y_A)$  dan B yang memiliki koordinat  $(X_B, Y_B)$  adalah jarak  $(D_{AB})$  yang bisa dihitung dari dua titik yang telah diketahui koordinatnya tersebut:



**Gb-2.1 Jarak antar dua titik**

$$D_{AB} = \sqrt{[(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2]} \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan:

$D_{AB}$  adalah jarak antar titik A dan titik B

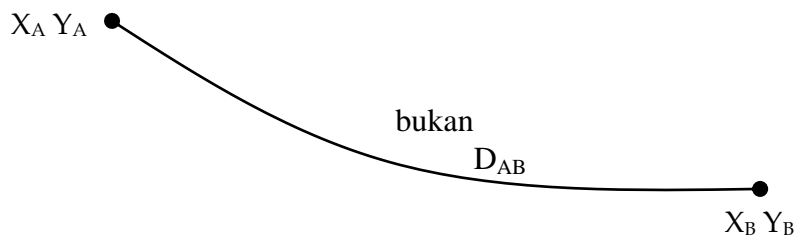
$X_B$  adalah absis titik B

$X_A$  adalah absis titik A

$Y_B$  adalah ordinat titik B

$Y_A$  adalah ordinat titik A

Pengurangan absis atau ordinat boleh saja terbalik, hasilnya akan tetap sama karena pengurangan itu dikuadratkan.



**Gb-2.2 Garis lengkung bukan jarak dari dua titik**

## B. Asimut

Asimut antar dua titik adalah besarnya sudut (*bearing*) yang dibentuk dari suatu referensi (meridian atau utara) searah jarum jam sampai ke garis penghubung dua titik itu. Karena berputar satu lingkaran penuh, besarnya asimut pada satuan derajat mulai dari nol derajat sampai dengan tiga ratus enam puluh derajat ( $0^0$  s.d.  $360^0$ ). Arah utara ditunjukkan dengan asimut nol derajat, arah timur ditunjukkan dengan asimut sembilan puluh derajat, arah selatan ditunjukkan dengan asimut seratus delapan puluh derajat, arah barat ditunjukkan dengan asimut dua ratus tujuh puluh derajat, arah timur laut ditunjukkan dengan asimut empat puluh lima derajat, arah tenggara ditunjukkan dengan asimut seratus tiga puluh lima derajat, arah barat daya ditunjukkan dengan asimut dua ratus dua puluh lima derajat, dan arah barat laut ditunjukkan dengan asimut tiga ratus lima belas derajat.

Dalam hal ini, asimut yang berputar berlawanan arah jarum jam bukanlah disebut sebagai asimut. Asimut ditampilkan dari  $0^0$  s.d.  $360^0$ . Asimut negatif atau lebih dari  $360^0$  maka perlu diubah menjadi besaran positif antara  $0^0$  s.d.  $360^0$ .

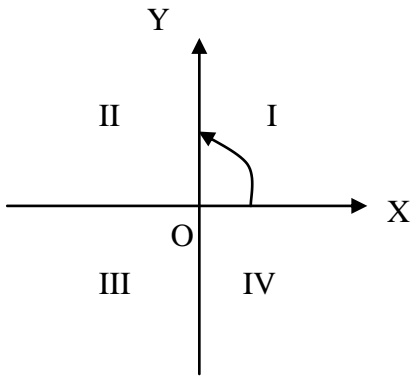
Contoh:

$$\text{Asimut } -40^0 = -40^0 + 360^0 = 320^0$$

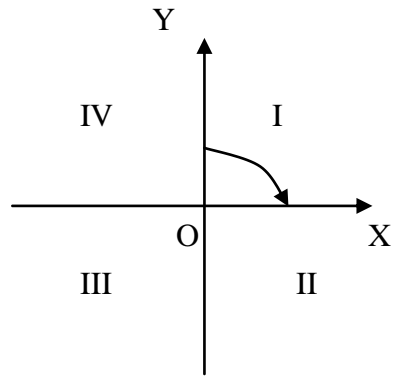
$$\text{Asimut } 380^0 = 380^0 - 360^0 = 20^0$$

$$\text{Asimut } 780^0 = 780^0 - 2 \times 360^0 = 60^0$$

Pada salib sumbu kartesian dengan pusat salib sumbu O, terdapat perbedaan antara ilmu ukur tanah dengan matematika dalam hal putaran dan kuadran. Sudut pada matematika dihitung dari sumbu X berlawanan arah dengan jarum jam. Sedangkan sudut (dalam hal ini asimut) dihitung dari sumbu Y searah dengan jarum jam. Perbedaan kuadran pada ukur tanah dan matematika seperti yang tergambar pada Gb-2.3. Angka I, II, III, IV masing-masing adalah kuadran.



Kuadran matematika



Kuadran ukur tanah

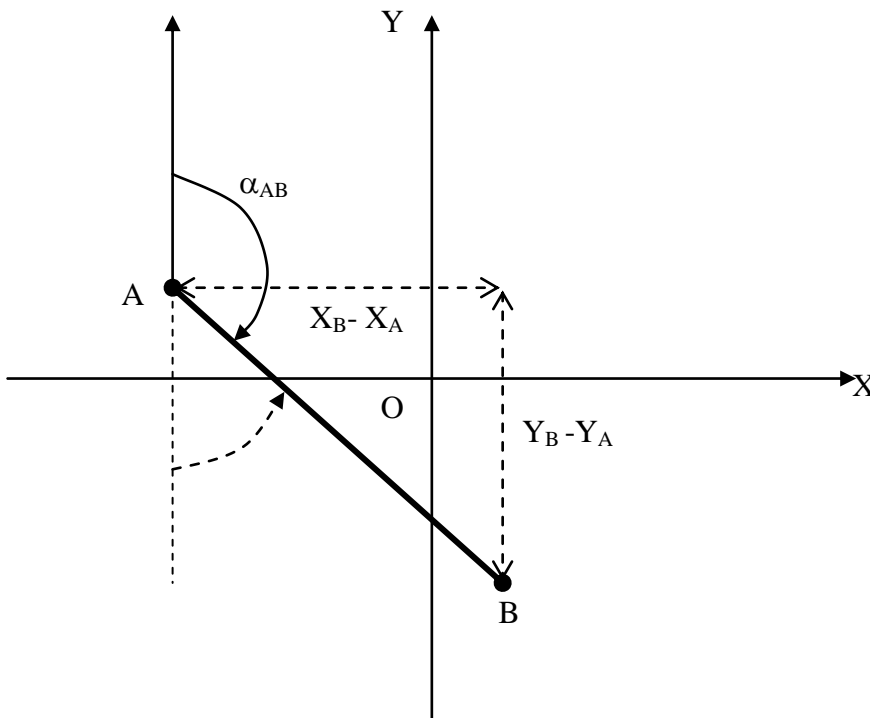
**Gb-2.3 Perbedaan kuadran arah**

Secara sederhana asimut antara dua titik A dan B yang masing-masing memiliki koordinat bisa dihitung dengan:

$$\alpha_{AB} = \arctan [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)] \dots\dots\dots (2.2)$$

keterangan:

$\alpha_{AB}$  adalah asimut garis AB



**Gb-2.4 Penghitungan  $\alpha_{AB}$**

Hasil hitungan **arctan[]** mungkin negatif atau positif. Jika positif, asimut mungkin terletak di kuadran I atau III. Dalam hal ini, asimut terletak di kuadran I jika  $(X_B - X_A) > 0$  dan  $(Y_B - Y_A) > 0$ ; dan terletak di kuadran III jika  $(X_B - X_A) < 0$  dan  $(Y_B - Y_A) < 0$ . Untuk asimut yang terletak di kuadran III hasil hitungannya ditambahkan  $180^0$  sedangkan untuk asimut yang terletak di kuadran I hasil hitungannya tanpa ditambah.

Jika hasil **arctan[]** negatif, asimut mungkin terletak di kuadran II atau IV. Dalam hal ini, asimut terletak di kuadran II jika  $(X_B - X_A) > 0$  dan  $(Y_B - Y_A) < 0$ ; dan terletak di kuadran IV jika  $(X_B - X_A) < 0$  dan  $(Y_B - Y_A) > 0$ . Untuk asimut yang terletak di kuadran II hasil hitungannya ditambahkan  $180^0$  sedangkan untuk asimut yang terletak di kuadran IV hasil hitungannya ditambahkan  $360^0$ .

Contoh 1:

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 14,71$  m dan  $X_B = 150,28$  m ;  $Y_B = 5,56$  m

maka,

$$\alpha_{AB} = \arctan [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\alpha_{AB} = \arctan [(150,28 - 100,21) / (5,56 - 14,71)] \text{ pada kuadran II,}$$

(lihat penjelasan penyesuaian kuadran di halaman berikutnya)

$$\alpha_{AB} = -79^0 38' 38'' + [180^0] = 100^0 21' 22''$$

Jika hitungan terbalik,  $\arctan [(X_A - X_B) / (Y_A - Y_B)] = \alpha_{BA}$

$$\alpha_{BA} = \arctan [(X_A - X_B) / (Y_A - Y_B)]$$

$$\alpha_{BA} = \arctan [(100,21 - 150,28) / (14,71 - 5,56)] \text{ pada kuadran IV}$$

$$\alpha_{BA} = -79^0 38' 38'' + [360^0] = 280^0 21' 22''$$

Contoh 2:

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 100,71$  m dan  $X_B = 50,28$  m ;  $Y_B = 51,56$  m

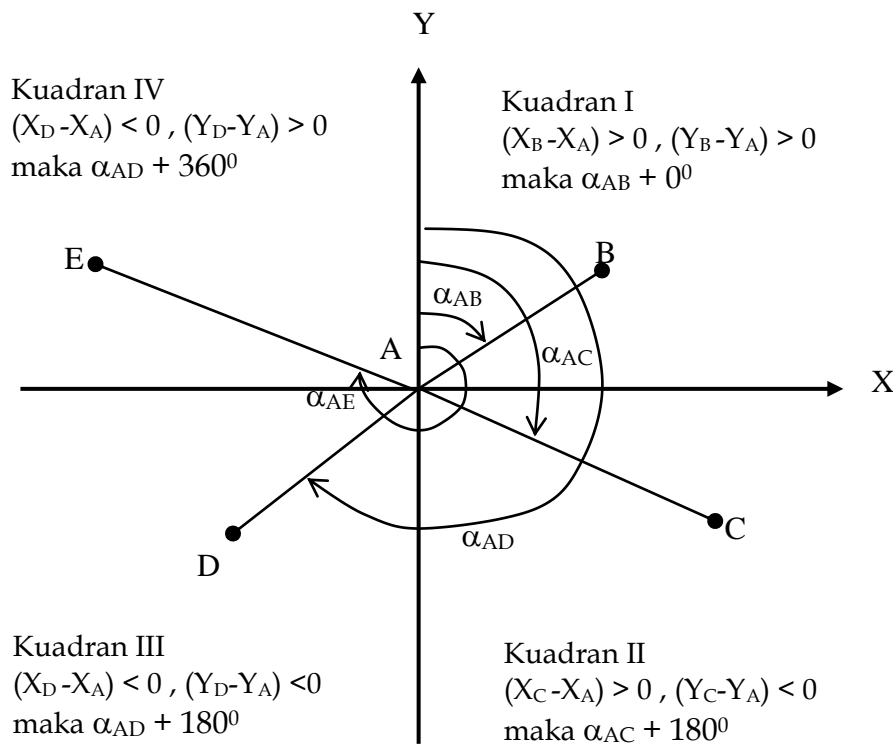
maka,

$$\alpha_{AB} = \arctan [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\alpha_{AB} = \arctan [(50,28 - 100,21) / (51,56 - 100,71)] \text{ pada kuadran III}$$

$$\alpha_{AB} = 45^0 27' 04'' + [180^0] = 225^0 27' 04''$$

Penjelasan kuadran:



**Gb-2.5 Kuadran asimut pada Ilmu Ukur Tanah**

Contoh 3:

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 100,71$  m dan

$X_B = 50,28$  m ;  $Y_B = 251,56$  m

maka,

$$\alpha_{AB} = \arctan [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\alpha_{AB} = \arctan [(50,28 - 100,21) / (251,56 - 100,71)] \text{ pada kuadran IV}$$

$$\alpha_{AB} = -18^0 18' 51'' + [360^0]$$

$$\alpha_{AB} = 341^0 41' 09''$$

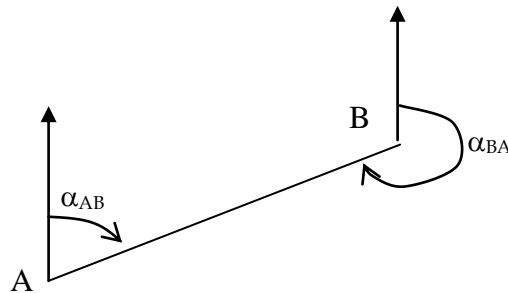
Jika diketahui asimut AB, asimut BA dikatakan sebagai asimut kebalikannya. Selisih antara suatu asimut dengan asimut kebalikannya adalah  $180^0$ . Besarnya asimut BA dapat dengan mudah dihitung,

$$\text{Asimut kebalikan} = \text{Asimut} \pm 180^0$$

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^0 \dots\dots\dots (2.3)$$

Contoh:

Diketahui  $\alpha_{AB} = 60^0$ , maka  $\alpha_{BA} = 60^0 + 180^0 = 240^0$



Gb-2.6  $\alpha_{AB}$  dan  $\alpha_{BA}$

### C. Sudut Horisontal

Satuan sudut yang dipakai dalam survei pengukuran di tanah air adalah dalam sistem sexagesimal, di mana 1 lingkaran =  $360^0$  (360 derajat),  $1^0 = 60'$  (60 menit).  $1' = 60''$  (60 detik).

Sudut horisontal dapat dihitung dengan dua cara: dari selisih dua bacaan horisontal dan selisih dua asimut. Bacaan horisontal biasanya didapatkan dari pengukuran theodolit. Dengan cara tertentu theodolit bisa menghasilkan bacaan horisontal yang sekaligus sebagai asimut dua titik. Pada theodolit tertentu, misalkan T0, bacaan horisontal sekaligus sebagai asimut magnetis suatu garis. Selain itu asimut bisa didapatkan dari pengukuran dengan kompas atau dari hasil hitungan dua titik yang telah diketahui koordinatnya yang telah dibahas di atas. Prinsip pengukuran sudut dan asimut akan dibahas pada modul 3.

Saat ini, pembahasan terbatas pada penghitungan sudut dari dua bacaan horisontal dan dari selisih dua asimut. Jika bacaan horisontal atau asimut OA dan OB diketahui, sudut kanan AOB dapat dengan mudah dihitung:

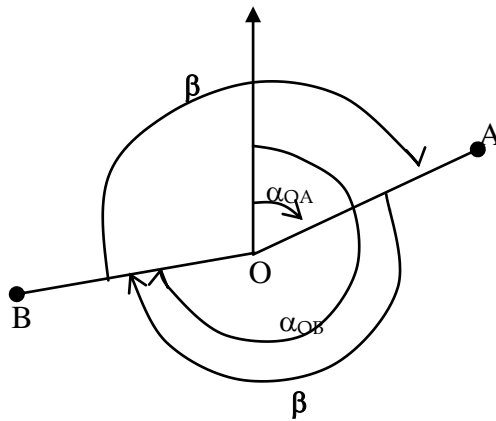
$$\text{sudut AOB} = \text{asimut OB} - \text{asimut OA}$$

atau,

$$\text{sudut AOB} = \text{bacaan horisontal OB} - \text{bacaan horisontal OA}$$

Jika hasilnya negatif, hasil hitungan ditambahkan  $360^0$ .





**Gb-2.7 Sudut hz**

Contoh 1:

Diketahui  $\alpha_{OA} = 60^{\circ} 30'$  dan  $\alpha_{OB} = 260^{\circ} 50'$ , maka

$$\angle AOB = \beta = \alpha_{OB} - \alpha_{OA} = 260^{\circ} 50' - 60^{\circ} 30' = 200^{\circ} 20'$$

Jika terbalik,  $\alpha_{OA} - \alpha_{OB} = 60^{\circ} 30' - 260^{\circ} 50' = -200^{\circ} 20'$

$$\text{Diperoleh } \angle BOA = \beta' = 360 - 200^{\circ} 20' = 159^{\circ} 40'$$

Dengan cara ini, jika diketahui koordinat tiga buah titik, sudut pada salah satu titik tersebut dapat dihitung.

Contoh 2:

Diketahui  $X_A = 100,21 \text{ m}$  ;  $Y_A = 100,71 \text{ m}$  ;

$X_B = 50,28 \text{ m}$  ;  $Y_B = 251,56 \text{ m}$  ;  $X_C = 54,28 \text{ m}$  ;  $Y_C = 51,56 \text{ m}$

Sudut kanan BAC =  $\beta = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$

$\alpha_{AC} = \arctan [(54,28 - 100,21) / (51,56 - 100,71)]$  kuadran III

$$\alpha_{AC} = 223^{\circ} 03' 37''$$

$\alpha_{AB} = 341^{\circ} 41' 09''$  seperti contoh di atas

$$\beta = 223^{\circ} 03' 37'' - 341^{\circ} 41' 09'' = -118^{\circ} 37' 32'' + [360^{\circ}]$$

Jika  $\beta < 0^{\circ}$ , hasilnya ditambahkan  $360^{\circ}$

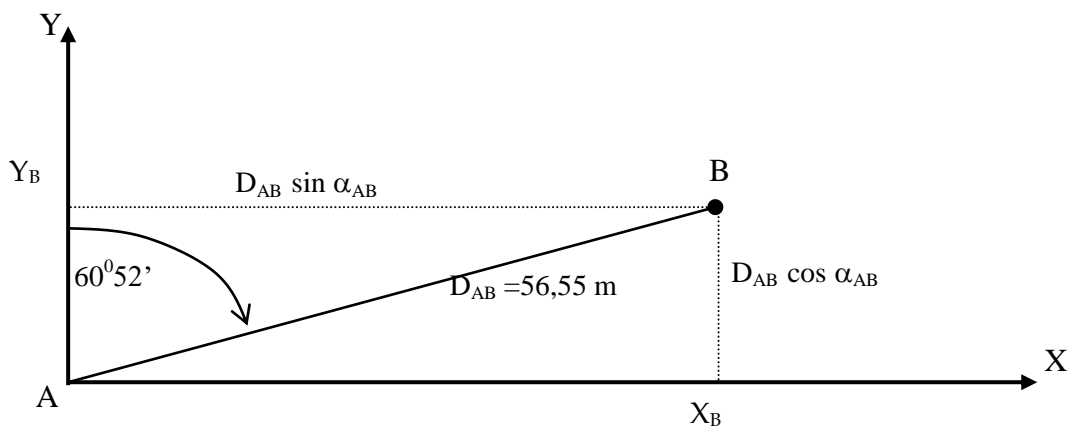
$$\text{Jadi } \beta = 241^{\circ} 22' 28''$$

### D. Koordinat Titik dalam Sistem Kartesian 2D

Pada sistem salib sumbu kartesian dua dimensi, setiap titik secara unik didefinisikan posisinya dengan koordinat berupa absis (X) dan ordinat (Y). Koordinat suatu titik dapat dihitung jika diketahui asimut dan jaraknya dari titik referensi. Asimutnya mungkin diketahui dengan pengukuran sudut, sementara jaraknya mungkin diukur secara langsung di lapangan.

Jika titik A diketahui koordinatnya. Titik B diukur asimut dan jaraknya dari titik A, maka koordinat titik B dapat dihitung:

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + D_{AB} \sin \alpha_{AB} \\ Y_B &= Y_A + D_{AB} \cos \alpha_{AB} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$



Gb-2.8 Koordinat titik

Contoh:

Diketahui  $D_{AB} = 56,55$  m,  $\alpha_{AB} = 60^{\circ}52'$ ,  $X_A = 100,34$  m dan  $Y_A = 200,97$  m, maka,

$$X_B = X_A + D_{AB} \sin \alpha_{AB} = 100,34 + 56,55 \sin 60^{\circ}52' = 149,7 \text{ m}$$

$$Y_B = Y_A + D_{AB} \cos \alpha_{AB} = 200,97 + 56,55 \cos 60^{\circ}52' = 228,5 \text{ m}$$

**Latihan**

1. Pada rumus penghitungan jarak dari dua titik yang diketahui koordinatnya, bisakah rumus penghitungan absis dan ordinatnya dibalik?
2. Pada rumus penghitungan asimut dari dua titik yang diketahui koordinatnya, bisakah rumus penghitungan absis dan ordinatnya dibalik?
3. Mengapa kita harus memperhatikan kuadran dalam hitungan asimut?

4. Apa beda bacaan horisontal dengan asimut?

**Rangkuman**

Dalam survei pengukuran, jarak, asimut, sudut dan koordinat merupakan besaran-besaran yang saling berhubungan. Jarak dapat diukur secara langsung atau dihitung dari dua titik yang telah diketahui koordinatnya.

Asimut antar dua titik adalah besarnya sudut (*bearing*) yang dibentuk dari suatu referensi (meridian atau utara) searah jarum jam sampai ke garis penghubung dua titik itu.

Sudut horisontal dapat dihitung dengan dua cara: 1) dari selisih dua bacaan horisontal dan 2) dari selisih dua asimut.

Koordinat suatu titik dapat dihitung dari titik referensi jika diketahui asimut dan jaraknya dari titik referensi.

**Tes Formatif 2**

1. Hitung jarak AB dalam meter dari A (34,23 ; 4,44) ke B (5,45 ; 9,76)
  - a. 29,27 m
  - b. 29,20 m
  - c. 29,37 m
  - d. 29,25 m
  
2. Hitung jarak dari A (40,91 ; 15,08) ke B (-52,11 ; 20,40)
  - a. 93,10
  - b. 93,13
  - c. 93,17
  - d. 93,19
  
3. Hitung jarak AB dalam meter dari A (-80,89 ; 25,72) ke B (0,00 ; 31,04)
  - a. 81,26 m
  - b. 81,16 m
  - c. 81,08 m

- d. 81,06 m
4. Hitung asimut AB jika diketahui A (34,23 ; 4,44) ke B (34,23 ; 39,76)
- $100^{\circ}00'00''$
  - $90^{\circ}00'00''$
  - $0^{\circ}00'00''$
  - $79^{\circ}28'23''$
5. Hitung asimut AB jika diketahui A (40,91;20,40) ke B (-52,11 ; 20.40)
- $45^{\circ}00'00''$
  - $225^{\circ}00'00''$
  - $270^{\circ}00'00''$
  - $180^{\circ}00'00''$
6. Hitung asimut AB jika diketahui A (-80,00 ; 25,04) ke B (0,00 ; 105,04)
- $135^{\circ}10'10''$
  - $45^{\circ}00'00''$
  - $90^{\circ}10'10''$
  - $80^{\circ}00'10''$
7. Jika diketahui asimut  $AB = 40^{\circ}50'30''$ , asimut  $AC = 240^{\circ}33'35''$ , sudut ABC adalah:
- $199^{\circ}43'5''$
  - $160^{\circ}16'55''$
  - $160^{\circ}17'55''$
  - $199^{\circ}43'55''$
8. Jika diketahui asimut  $AB = 340^{\circ}50'30''$ , asimut  $AC = 40^{\circ}33'35''$ , sudut ABC adalah:
- $59^{\circ}43'5''$
  - $300^{\circ}16'5''$
  - $120^{\circ}16'5''$
  - $239^{\circ}43'5''$
9. Jika diketahui asimut  $AB = 140^{\circ}50'30''$ , asimut  $AC = 2^{\circ}33'35''$ , sudut ABC adalah:
- $138^{\circ}16'55''$
  - $221^{\circ}43'5''$

c.  $221^{\circ}16'55''$

a.  $138^{\circ}16'55''$

10. Jika diketahui koordinat A (0;0), B (5;5) dan C (-10;-10), sudut BAC adalah:

a.  $45^{\circ}$

b.  $90^{\circ}$

c.  $180^{\circ}$

d.  $270^{\circ}$

Cocokkan jawaban Saudara dengan kunci jawaban tes formatif 2 yang ada pada halaman akhir modul ini. Hitunglah jawaban Saudara yang benar (B), hitunglah tingkat penguasaan Saudara dengan formula berikut ini:

$$\text{Tingkat penguasaan} = B / N \times 100\%$$

N adalah jumlah soal

Contoh:

Jawaban yang benar 7, maka

$$\text{Tingkat penguasaan} = 7/10 \times 100\% = 70\%$$

Jadi, penguasaan Saudara = 70 %

Jika penguasaan Saudara sama dengan atau lebih dari 80%, Saudara dapat melanjutkan pada modul berikutnya. Jika penguasaan Saudara yang benar kurang dari 80%, Saudara sebaiknya membaca kembali modul 2 di atas, utamanya bagian yang belum Saudara kuasai.

===