LATIHAN SOAL
ILMU UKUR TANAH
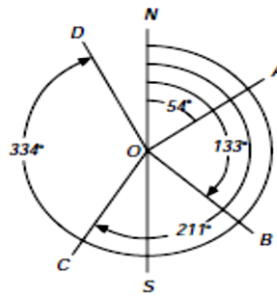
Oleh:

YULI KUSUMAWATI, S.T., M.T.

Contoh 1.
Hitunglah back azimut dari azimut berikut ini:

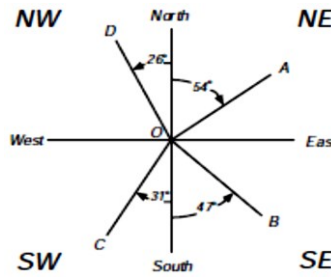| Azimut:	Back azimut:
OA = 54^0	AO = $54^0 + 180^0 = 234^0$
OB = 133^0	BO = $133^0 + 180^0 = 313^0$
OC = 211^0	CO = $211^0 - 180^0 = 31^0$
OD = 334^0	DO = $334^0 - 180^0 = 154^0$

Gambar 1. Azimut

Contoh 2.
Hitunglah back bearing dari bearing berikut ini:

Bearing:	Back bearing:
OA = N 54^0 E	AO = S 54^0 W
OB = S 47^0 E	BO = N 47^0 W
OC = S 31^0 W	CO = N 31^0 E
OD = N 26^0 W	DO = S 26^0 E

Gambar 2. Bearing

Contoh 3.
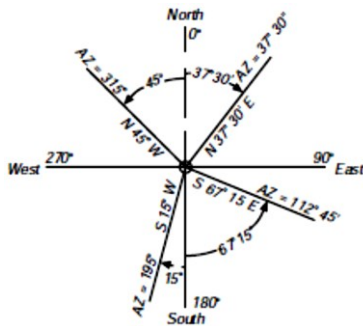
Hitunglah bearing dari azimut berikut ini:

Azimut	Bearing
$37^0 30'$	= N $37^0 30'$ E
$112^0 45'$	= $(180^0 - 112^0 45')$ = N $67^0 15'$ E
195^0	= $(195^0 - 180^0)$ = S 15^0 W
315^0	= $(360^0 - 315^0)$ = N 45^0 W

Gambar 3. Hubungan azimut dan bearing

Contoh 4.
Hitunglah true bearing jika diketahui magnetik bearing dan deklinasi magnetik sebagai berikut:

Magnetik Bearing	Deklinasi	True Bearing
N $135^0 45'$ E	$5^0 15'$ W	= $135^0 45' - 5^0 15'$ = N $130^0 30'$ E
N $135^0 45'$ E	$5^0 15'$ E	= $135^0 45' + 5^0 15'$ = N $141^0 00'$ E
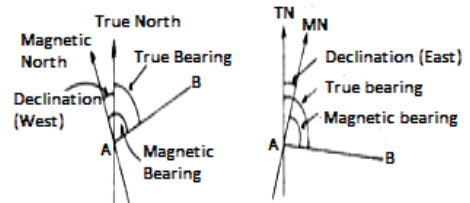
Gambar 4. Deklinasi magnetik

Contoh 5.
Hitunglah azimut kaki-kaki poligon berikut ini:

Jawab:
$\alpha_{n;n+1} = \alpha_n + \beta_n - 180^0$ karena β_n adalah sudut kanan
Jika $\alpha_{n;n+1} > 360^0$ maka $\alpha_{n;n+1} - 360^0$
Jika $\alpha_{n;n+1} < 0^0$ maka $\alpha_{n;n+1} + 360^0$.

$\alpha_{12} = 120^0 00' 00''$ (diketahui)
$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \beta_2 - 180^0 = 120^0 00'00'' + 100^0 00'00'' - 180^0 = 40^0 00'00''$
$\alpha_{34} = \alpha_{23} + \beta_3 - 180^0 = 40^0 00'00'' + 210^0 00'00'' - 180^0 = 70^0 00'00''$
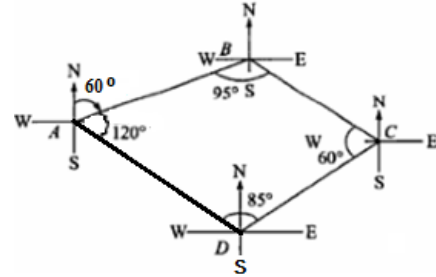$\alpha_{45} = \alpha_{34} + \beta_4 - 180^0 = 70^0 00'00'' + 190^0 00'00'' - 180^0 = 80^0 00'00''$

Contoh 6.
Hitunglah azimut kaki-kaki poligon berikut ini:
Jawab:

$\alpha_{n;n+1} = \alpha_n - \beta_n + 180^o$ karena β_n adalah sudut kiri
Jika $\alpha_{n;n+1} > 360^0$ maka $\alpha_{n;n+1} - 360^0$
Jika $\alpha_{n;n+1} < 0^0$ maka $\alpha_{n;n+1} + 360^0$

$\alpha_{AB} = 60^000'00''$ (diketahui)
$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} - \beta_B + 180^0 = 60^000'00'' - 95^000'00'' + 180^o = 145^000'00''$
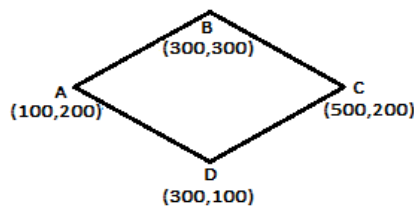$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} - \beta_C + 180^0 = 145^000'00'' - 60^000'00'' + 180^o = 265^000'00''$
$\alpha_{DA} = \alpha_{CD} - \beta_D + 180^0 = 265^000'00'' - 85^000'00'' + 180^o = 360^000'00''$
$\alpha_{AB} = \alpha_{DA} - \beta_A + 180^0 = 360^000'00'' - 120^000'00'' + 180^o = 420^000'00'' - 360^000'00'' = 60^000'00''$
(Hasil hitungan benar, karena α_{AB} hitungan = α_{AB} diketahui. Dengan kata lain azimut awal = azimut akhir).

Contoh 7.
Hitunglah jarak, azimut, dan sudut dalam dari poligon berikut ini:

Jawab:
a. Jarak kaki-kaki poligon:
$D_{AB} = \sqrt{(Xb - Xa)^2 + (Yb - Ya)^2} = \sqrt{(300 - 100)^2 + (300 - 200)^2} = \sqrt{200^2 + 100^2} = \sqrt{50000} = 223,61$
$D_{BC} = \sqrt{(Xc - Xb)^2 + (Yc - Yb)^2} = \sqrt{(500 - 300)^2 + (200 - 300)^2} = \sqrt{200^2 + (-100)^2} = \sqrt{50000} = 223,61$
$D_{CD} = \sqrt{(Xd - Xc)^2 + (Yd - Yc)^2} = \sqrt{(300 - 500)^2 + (100 - 200)^2} = \sqrt{(-200)^2 + (-100)^2} = \sqrt{50000} = 223,61$
$D_{DA} = \sqrt{(Xa - Xd)^2 + (Ya - Yd)^2} = \sqrt{(100 - 300)^2 + (200 - 100)^2} = \sqrt{(-200)^2 + 100^2} = \sqrt{50000} = 223,61$

b. Azimut kaki-kaki poligon: (perhatikan letak kuadran)
$\alpha_{AB} = tg^{-1} (X_B-X_A)/(Y_B-Y_A) = tg^{-1} (300-100)/(300-200) = tg^{-1} (200)/(100) = 63^026'06''$ (kwd 1)
$\alpha_{BC} = tg^{-1} (X_C-X_B)/(Y_C-Y_B) = tg^{-1} (500-300)/(200-300) = tg^{-1} (200)/(-100) = 180^0 - 63^026'06'' = 116^033'54''$ (kwd 2)
$\alpha_{CD} = tg^{-1} (X_D-X_C)/(Y_D-Y_C) = tg^{-1} (300-500)/(100-200) = tg^{-1} (-200)/(-100) = 180^0 + 63^026'06'' = 243^026'06''$ (kwd 3)
$\alpha_{DA} = tg^{-1} (X_A-X_D)/(Y_A-Y_D) = tg^{-1} (100-300)/(200-100) = tg^{-1} (-200)/(100) = 360^0 - 63^026'06'' = 296^033'54''$ (kwd 4)

Angka-angka yang berlatar kuning adalah dasar untuk menentukan letak kuadran azimut:
Jika $\Delta X^+/\Delta Y^+$, maka azimut (α) terletak di kuadran 1.
Jika $\Delta X^+/\Delta Y^-$, maka azimut (α) terletak di kuadran 2.
Jika $\Delta X^-/\Delta Y^-$, maka azimut (α) terletak di kuadran 3.
Jika $\Delta X^-/\Delta Y^+$, maka azimut (α) terletak di kuadran 4.

c. Sudut dalam (interior angle) titik-titik poligon: (jika hasilnya negatif tambahkan 360^0)
$\beta_A = \alpha_{AD} - \alpha_{AB} = (\alpha_{DA}-180^0) - \alpha_{AB} = (296^033'54'' - 180^0) - 63^026'06'' = 53^007'48''$
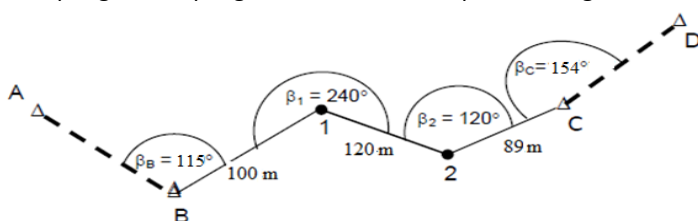$\beta_B = \alpha_{BA} - \alpha_{BC} = (\alpha_{AB}-180^0) - \alpha_{BC} = (63^026'06'' - 180^0) - 116^033'54'' = -233^007'48'' + 360^0 = 126^052'12''$
$\beta_C = \alpha_{CB} - \alpha_{CD} = (\alpha_{BC}-180^0) - \alpha_{CD} = (116^033'54'' - 180^0) - 243^026'06'' = -306^052'12'' + 360^0 = 53^007'48''$
$\beta_D = \alpha_{DC} - \alpha_{DA} = (\alpha_{CD}-180^0) - \alpha_{DA} = (243^026'06'' - 180^0) - 296^033'54'' = -233^007'48'' + 360^0 = 126^052'12''$

Contoh 8.
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

Jawab:

Langkah perhitungan poligon terbuka terikat sempurna sebagai berikut:

a. Hiitung azimut awal (α_{awal}) dan azimut akhir (α_{akhir}) dari dua koordinat titik ikat awal (titik A dan titik B) dan dua koordinat titik ikat akhir (titik P dan titik Q) dengan rumus:

   α_{AB} = arc tg $(X_B-X_A)/(Y_B-Y_A)$

   = arc tg $(1200-1000)/(800-1000)$ = arc tg $(200/-200)$ (perhatikan $\Delta X^+/\Delta Y^-$, sehingga α_{AB} di kuadran II)

   = $180^0-45^0 = 135^0$

   α_{CD} = arc tg $(X_D-X_C)/(Y_D-Y_C)$

   = arc tg $(1900-1700)/(900-700)$ = arc tg $(200/200)$ (perhatikan $\Delta X^+/\Delta Y^+$, sehingga α_{PQ} di kuadran I)

   = 45^0

b. Jumlahkan sudut hasil ukuran ($\Sigma\beta_u$), hitung koreksinya, dan hitung sudut terkoreksi:

   $\Sigma\beta_u = 629^000'$

   syarat jumlah sudut: $\Sigma\beta_u = \alpha_{akhir} - \alpha_{awal} + (n \times 180^0)=(45^0 - 135^0)+(4 \times 180^0) = 630^0$

   $f\beta = 630^0 - 629^000' = 1' = 60''$

   $k\beta = 60''/4 = +15''$ per sudut

Titik	Sudut horisontal (β)		
	Ukuran	Koreksi	Terkoreksi
B	$115^000'$	+15''	$115^000'15''$
1	$240^000'$	+15''	$240^000'15''$
2	$120^000'$	+15''	$120^000'15''$
C	$154^000'$	+15''	$154^000'15''$
Total	$629^000'$	+60''	$630^000'00''$

c. Hitung azimut sisi poligon berdasarkan azimut awal dan sudut terkoreksi:

   $\alpha_{n;n+1} = \alpha_n+\beta_n - 180^o$ karena β_u adalah sudut kanan

   Jika $\alpha_{n;n+1}> 360^0$ maka $\alpha_{n;n+1} - 360^0$, sebaliknya jika $\alpha_{n;n+1}< 0^0$ maka $\alpha_{n;n+1} + 360^0$.

   $\alpha_{AB} = 135^o00'00''$ (dihitung dari koordinat A dan B)

   $\alpha_{B1} = \alpha_{AB}+\beta_B- 180^o = 135^o00'00''+115^000'15''-180^o = 70^000'15''$

   $\alpha_{12} = \alpha_{B1}+\beta_1- 180^o = 70^o00'15''+240^000'15''-180^o = 130^o00'30''$

   $\alpha_{2C} = \alpha_{12}+\beta_2- 180^o = 130^o00'30''+120^000'15''-180^o = 70^o00'45''$

   $\alpha_{CD} = \alpha_{2C}+\beta_C- 180^o = 70^o00'45''+154^000'15''-180^o = 45^o00'00''$ (benar!)

   (Hasil hitungan azimut akhir harus sama dengan azimut akhir yang dihitung dari koordinat C dan D).

d. Hitung selisih absis dan selisih ordinat masing-masing kaki berdasarkan jarak datar dan azimut, kemudian hitung total kesalahan selisih absis dan total kesalahan selisih ordinat:

   $\Delta X = D\sin\alpha$ dan $\Delta Y= D\cos\alpha$

   $fx = (X_{akhir} - X_{awal}) -\Sigma$ d sin $\alpha = (1.700-1.200) - 269,53 = 230,47$

   $fy = (Y_{akhir} - Y_{awal})-\Sigma$ d cos $\alpha = (700-800) - (-12,53) = -87,47$

   (Koordinat acuan awal adalah B dan koordinat acuan akhir adalah C).

Kaki	Azimut (α)	Jarak (D)	$\Delta X= D\sin\alpha$	$\Delta Y= D\cos\alpha$
B1	$70^000'15''$	100,00	93,97	34,20
12	$130^000'30''$	120,00	91,91	-77,15
2C	$70^000'45''$	89,00	83,64	30,42
	Total	309,00	269,53	-12,53

e. Hitung koreksiΔX dan koreksi ΔY serta hitung ΔX terkoreksi dan ΔY terkoreksi masing-masing kaki:

   $kx_i = \dfrac{d_i}{\Sigma d} \cdot fx$ dan $ky_i = \dfrac{d_i}{\Sigma d} \cdot fy$

Kaki	ΔX	ΔY	Kx	ky	Adj.ΔX	Adj.ΔY
B1	93,97	34,20	74,59	-28,31	168,56	5,89
12	91,91	-77,15	89,50	-33,97	181,42	-111,12
2C	83,64	30,42	66,38	-25,19	150,02	5,23
Total	269,53	-12,53	230,47	-87,47	500,00	-100,00

f. Hitung koordinat titik-titik poligon:

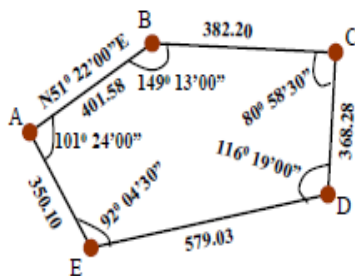$X_{n+1} = X_n + Adj.\Delta X_{n;n+1}$ dan $Y_{n+1} = Y_n + Adj.\Delta Y_{n;n+1}$

Titik	Adj.ΔX	Adj.ΔY	X	Y
A			1000	1000
B			1200	800
	168,56	5,89		
1			1368,56	805,89
	181,42	-111,12		
2			1549,98	694,77
	150,02	5,23		
C			1700	700
D			1900	900

g. Hitung kesalahan penutup jarak (linier) poligon:

$fl = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{230,47^2 + (-87,47)^2} = 246,51$

Ketelitian = fl/ΣD = 246,51/309,00 = 1/1,25

Contoh 9.

Hasil pengukuran poligon tertutup sebagai berikut:

Jika koordinat titik A (1000;1000), hitunglah koordinat titik-titik poligon yang lain.

Jawab:

Langkah perhitungan poligon tertutup sebagai berikut:

a. Jumlahkan sudut hasil ukuran (Σβ$_u$), hitung koreksinya, dan hitung sudut terkoreksi:

Σβ$_u$ = 539^{0}59'00"   syarat jumlah sudut dalam: Σβ = (n-2)x180^0

fβ = (n-2) x 180^0 - Σβ$_u$ = ((5-2) x 180^0) - 539^{0}59'00" = 1' = 60"

kβ = 60"/5 = +12" per sudut

Titik	Sudut horisontal (β)		
	Ukuran	Koreksi	Terkoreksi
A	101^{0}24'00"	+12"	101^{0}24'12"
B	149^{0}13'00"	+12"	149^{0}13'12"
C	80^{0}58'30"	+12"	80^{0}58'42"
D	116^{0}19'00"	+12"	116^{0}19'12"
E	92^{0}04'30"	+12"	92^{0}04'42"
Total	539^{0}59'00"	+60"	540^{0}00'00"

b. Hitung azimut sisi poligon berdasarkan azimut awal dan sudut terkoreksi:

α$_{n;n+1}$ = α$_n$-β$_n$ + 180^o (karenaβ$_u$ adalah sudut kiri)

Jika α$_{n;n+1}$> 360^0 maka α$_{n;n+1}$ – 360^0 , sebaliknya jika α$_{n;n+1}$< 0^0 maka α$_{n;n+1}$ + 360^0.

α$_{AB}$ = 51^{o}22'00"   (diketahui)

α$_{BC}$= α$_{AB}$-β$_B$+ 180^o = 51^{o}22'00" - 149^{0}13'12" + 180^o = 82^{o}08'48"

α$_{CD}$= α$_{BC}$-β$_C$+ 180^o = 82^{o}08'48" - 80^{0}58'42" + 180^o = 181^{o}10'06"

α$_{DE}$= α$_{CD}$-β$_D$+ 180^o = 181^{o}10'06" - 116^{0}19'12" + 180^o = 244^{o}50'54"

α$_{EA}$= α$_{DE}$-β$_E$+ 180^o = 244^{o}50'54" - 92^{0}04'42" + 180^o = 332^{o}46'12"

α$_{AB}$= α$_{EA}$-β$_A$+ 180^o = 332^{o}46'12" - 101^{0}24'12" + 180^o = 411^{o}22'00"-360^0 = 51^{o}22'00"   (benar!)

(Hasil hitungan azimut awal harus sama dengan azimut akhir).

c. Hitung selisih absis dan selisih ordinat masing-masing kaki berdasarkan jarak datar dan azimut, kemudian hitung total kesalahan selisih absis dan total kesalahan selisih ordinat:

$\Delta X_{n;n+1} = D_{n;n+1} \sin \alpha_{n;n+1}$ dan $\Delta Y_{n;n+1} = D_{n;n+1} \cos \alpha_{n;n+1}$

$fx = 0 - \Sigma d \sin \alpha$ dan $fy = 0 - \Sigma d \cos \alpha$

Kaki	Azimut (α)	Jarak (D)	$\Delta X = D \sin \alpha$	$\Delta Y = D \cos \alpha$
AB	51°22'00"	401,58	313,697	250,720
BC	82°08'48"	382,20	378,615	52,222
CD	181°10'06"	368,28	-7,509	-368,203
DE	244°50'54"	579,03	-524,130	-246,097
EA	332°46'12"	350,10	-160,193	311,301
Total		2.081,19	0,480	-0,057

d. Hitung koreksi ΔX dan koreksi ΔY serta hitung ΔX terkoreksi dan ΔY terkoreksi masing-masing kaki:

$$kx_i = \frac{d_i}{\Sigma d} \cdot fx \qquad \text{dan} \qquad ky_i = \frac{d_i}{\Sigma d} \cdot fy$$

Kaki	ΔX	ΔY	Kx	ky	Adj.ΔX	Adj.ΔY
AB	313,697	250,720	-0,093	0,011	313,604	250,731
BC	378,615	52,222	-0,088	0,010	378,527	52,233
CD	-7,509	-368,203	-0,085	0,010	-7,594	-368,193
DE	-524,130	-246,097	-0,134	0,016	-524,264	-246,081
EA	-160,193	311,301	-0,081	0,010	-160,274	311,311
Total	0,480	-0,057	-0,480	0,057	0,00	0,00

e. Hitung koordinat titik-titik poligon:

$X_{n+1} = X_n + $ Adj.$\Delta X_{n;n+1}$ dan $Y_{n+1} = Y_n + $ Adj.$\Delta Y_{n;n+1}$

Titik	Adj.ΔX	Adj.ΔY	X	Y
A			1000,00	1000,00
	313,604	250,731		
B			1.313,604	1.250,731
	378,527	52,233		
C			1.692,131	1.302,964
	-7,594	-368,193		
D			1.684,537	934,771
	-524,264	-246,081		
E			1.160,273	688,690
	-160,274	311,311		
A			1000,00	1000,00

f. Hitung kesalahan penutup jarak (linier) poligon:

$fl = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{(-0,057)^2 + 0,480^2} = 0,483$

Ketelitian = $fl/\Sigma D$ = 0,483/2.081,19 = 1/4.305 $\approx$ 1/4.300

Contoh 10.
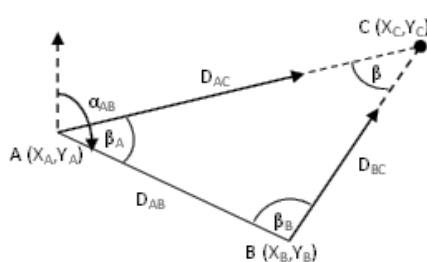
Diketahui : Koordinat A (100,150)
              Koordinat B (150,100)

Diukur   : Sudut horisontal A (β_A) = 60°
                Sudut horisontal B (β_B) = 80°

Hitunglah : Koordinat C dengan cara mengikat ke muka

Jawab:

Menghitung azimut AB:

α_{AB} = arc tg $(X_B - X_A)/(Y_B - Y_A)$
= arc tg (150-100)/(100-150)
= arc tg (50/-50)   (perhatikan $\Delta X^+/\Delta Y^-$ berarti α_{AB} di kuadran II)
= $180^0 - 45^0 = 135^0$

Menghitung jarak AB:

D_{AB1} = $(X_B - X_A)/\sin \alpha_{AB}$ atau D_{AB2} = $(Y_B - Y_A)/\cos \alpha_{AB}$
= $(150-100)/\sin 135^0$ = $(100-150)/\cos 135^0$
= $50/0,707 = 70,71m$ = $-50/-0,707 = 70,71m$
D_{AB} = $(D_{AB1} + D_{AB2})/2$
= $(70,71+70,71) = 70,71m$

Menghitung sudut horisontal C:

β_C = $180° - (\beta_A + \beta_B)$
= $180° - (60^0 + 80^0) = 40^0$

Menghitung jarak AC dan jarak BC:

D_{Ac} = $(D_{AB}/\sin \beta_C) \sin \beta_B$ atau D_{Bc} = $(D_{AB}/\sin \beta_C) \sin \beta_A$
= $(70,71/\sin 40^0)\sin 80^0$ = $(70,71/\sin 40^0)\sin 60^0$
= $(70,71/0,643)0,985 = 108,33m$ = $(70,71/0,643)0,866 = 95,27m$

Menghitung azimut AC dan azimut BC:

α_{AC} = $\alpha_{AB} - \beta_A$
= $135^0 - 60^0 = 75^0$
α_{BC} = $\alpha_{AB} + \beta_B - 180°$
= $135^0 + 80^0 - 180° = 35^0$

Menghitung koordinat C:

X_{C1} = $X_A + D_{AC} \sin \alpha_{AC}$ atau X_{C2} = $X_B + D_{BC} \sin \alpha_{BC}$
= $100+(108,33 \sin 75^0)$ = $150+(95,27\sin 35^0)$
= $100+(108,33 \times 0,966) = 204,64$ = $150+(95,27 \times 0,574) = 204,64$
X_c = $(X_{C1} + X_{C2})/2$
= $(204,64+204,64)/2 = 204,64$

Y_{C1} = $Y_A + D_{AC} \cos \alpha_{AC}$ atau Y_{C2} = $Y_B + D_{BC} \cos \alpha_{BC}$
= $150+(108,33 \cos 75^0)$ = $100+(95,27\cos 35^0)$
= $150+(108,33 \times 0,259) = 178,04$ = $100+(95,27 \times 0,819) = 178,04$
Y_c = $(Y_{C1} + Y_{C2})/2$
= $(178,04+178,04)/2 = 178,04$

Contoh:
Teodolit di titik 1 mengarah ke rambu yang berada di titik 2.
Hasil bacaan rambu (BA, BT, BB)   = 1327; 1000; 677
Bacaan lingkaran vertikal (z)   = $88^0 20'40''$
Tinggi teodolit dari titik 1 (ti)   = 1,405m
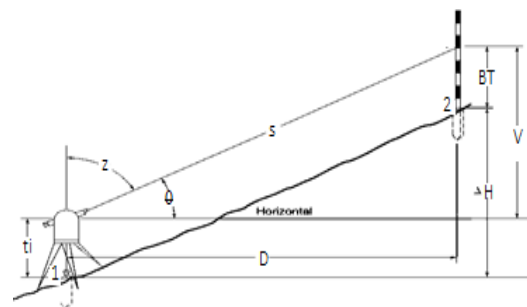Tinggi titik 1 dari msl (H_1)   = 100m
Hitunglah:
a. Jarak dari titik 1 ke titik 2 (D_{1-2})
b. Beda tinggi antara titik 1 dan titik 2 (ΔH_{1-2})
c. Tinggi titik 2 (H_2)

Jawab:
Heling (θ) = $90° - z$ = $90° - 88^0 20'40''$ = $1^0 39'20''$
a. Jarak dari titik 1 ke titik 2
   D_{1-2} = $100 \times (BA-BB) \times \cos^2 \theta$
   = $100 (1,327 - 0,677) \cos^2 1^0 39'20''$

$$= 64{,}946\text{m}$$

b. Beda tinggi dari titik 1 ke titik 2

$\Delta H_{1\text{-}2}$ = ti ± (D tg θ) – BT

= 1,405 + (64,946 tg $1^0$39'20") – 1,000   (perhatikan z<90^0, sehingga nilai (D tg θ) adalah positif)

= 2,282m

c. Tinggi titik 1

H_2 = H_1 + $\Delta H_{1\text{-}2}$

= 100 + 2,282

= 102,282m

Contoh 11.

Teodolit di titik 1 mengarah ke rambu yang berada di titik 2.

Hasil bacaan rambu (BA, BT, BB)	= 1955; 1500; 1045
Bacaan lingkaran vertikal (z)	= $272^0$50'10"
Tinggi teodolit dari titik A (ti)	= 1,302m
Tinggi titik A dari msl (H_A)	= 100m

Hitunglah:

a. Jarak 12

b. Beda tinggi 12

c. Tinggi titik 2

Jawab:

Heling (θ) = z - 270° = $272^0$50'10" - 270° = $2^0$50'10"

a. Jarak 12

D_{12} = 100 x (BA-BB) x Cos² θ

= 100 (1,955 – 1,045) Cos² $2^0$50'10"

= 90,777m

b. Beda tinggi 12

ΔH_{12} = ti ± (D tg θ) – BT

= 1,302 - (90,777 tg $2^0$50'10") – 1,500   (perhatikan z>90^0, sehingga nilai (D tg θ) adalah negatif)

= -4,299m

c. Tinggi titik 2

H_2 = H_1 + ΔH_{12}

= 100 - 4,299

= 95,701m
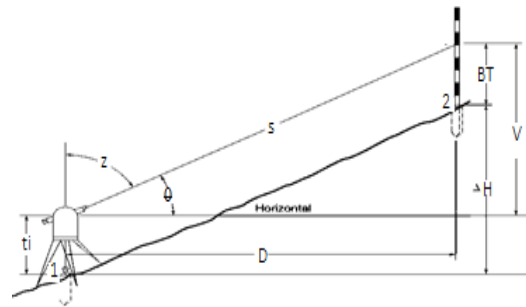
Contoh 12.

Dari titik 1 teodolit mengarah ke rambu di titik 2 dengan hasil bacaan sebagai berikut:

Sudut vertikal (zenit) 1 = $82^0$10'	Benang tengah (BT) 1 = 2000
Sudut vertikal (zenit) 2 = $84^0$25'	Benang tengah (BT) 2 = 1500
Tinggi alat di titik 1= 1,405 m	Tinggi titik 1 = 100m di atas permukaan laut.

Hitunglah: jarak dan beda tinggi antara titik 1-2, serta tinggi titik 2.

Jawab:

Heling (θ1) = 90° - z = 90° - $82^0$10' = $7^0$50'

Heling (θ2) = 90° - z = 90° - $84^0$25' = $5^0$35'

a. Jarak dari titik 1 ke titik 2

$$D = \frac{(BT1-BT2)}{(Tg\theta1 - Tg\theta2)} = \frac{(2{,}000-1{,}500)}{(Tg7°50'-Tg5°35')} = \frac{0{,}5}{(0{,}1376-0{,}0978)} = \frac{0{,}5}{0{,}0398}$$

=12,556m

b. Beda tinggi dari titik 1 ke titik 2

$\Delta H_{1\text{-}2}$ = ti + (D tg θ_1) – BT_1 atau $\Delta H_{1\text{-}2}$ = ti + (D tg θ_2) – BT_2

= 1,405 + (12,556 tg $7^0$50') – 2,000   = 1,405 + (12,556 tg $5^0$35') – 1,500

= 1,132m   = 1,132m

c. Tinggi titik 1

H_2 = H_1 + $\Delta H_{1\text{-}2}$

= 100 + 1,132

= 101,132m
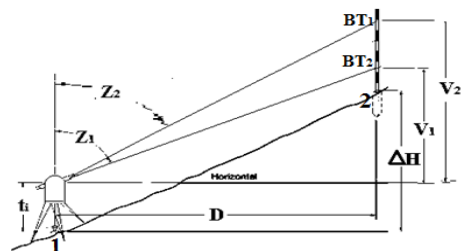
Contoh 13.
Diketahui hasil pengukuran sipat datar sebagai berikut:
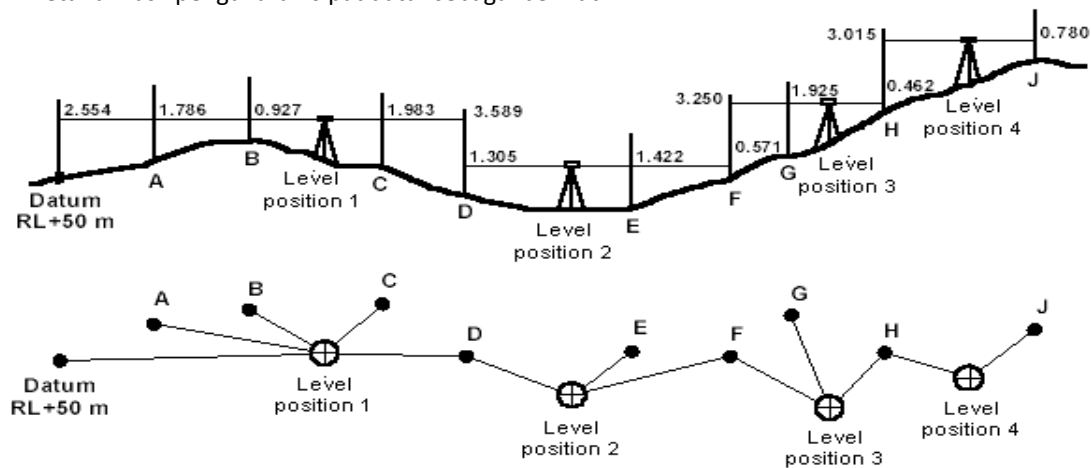
Hitunglah beda tinggi antar titik-titik dengan metode rise and fall dan metode height of collimation.
Jawab:
a. Perhitungan sipat datar dengan metode rise and fall.

Back-sight	Inter-mediate	Fore-sight	Rise	Fall	Reduced level	Distance	Remarks
2.554					50.000	0	**Datum** RL+50 m
	1.786		0.768		50.768	14.990	**A**
	0.927		0.859		51.627	29.105	**B**
	1.983			1.056	50.571	48.490	**C**
1.305		3.589		1.606	48.965	63.540	**D** / change point **1**
	1.422			0.117	48.848	87.665	**E**
3.250		0.571	0.851		49.699	102.050	**F /** change point **2**
	1.925		1.325		51.024	113.285	**G**
3.015		0.462	1.463		52.487	128.345	**H** / change point **3**
		0.780	2.235		54.722	150.460	**J**
10.124		**5.402**	**7.501**	**2.779**	**54.722**		Sum of B-sight & F-sight, Sum of Rise & Fall
-5.402			-2.779		-50.000		Take smaller from greater
4.722			**4.722**		**4.722**		Difference should be equal

b. Perhitungan sipat datar dengan metode height of collimation.

Back-sight	Inter-mediate	Fore-sight	Height of collimation	Reduced level	Distance	Remarks
2.554			52.554	50.000	0	**Datum** RL+50 m
	1.786			50.768	14.990	**A**
	0.927			51.627	29.105	**B**
	1.983			50.571	48.490	**C**
1.305		3.589	50.270	48.965	63.540	**D** / change point **1**
	1.422			48.848	87.665	**E**
3.250		0.571	52.949	49.699	102.050	**F /** change point **2**
	1.925			51.024	113.285	**G**
3.015		0.462	55.502	52.487	128.345	**H** / change point **3**
		0.780		54.722	150.460	**J**
10.124		**5.402**		**54.722**		Sum of B-sight & F-sight, Difference between RL's
-5.402				-50.000		Take smaller from greater
4.722				**4.722**		Difference should be equal