

MODUL 6

POLIGON TERTUTUP

Setelah dipelajari pengukuran asimut, sudut, theodolit, dan pengukuran jarak, maka dilanjutkan pengadaan jaring titik-titik kontrol horisontal dengan metode poligon. Titik-titik kontrol ini sangat penting sebagai kerangka dasar pemetaan yang padanya semua titik detail lapangan direferensikan posisinya.

Adapun standar kompetensi dan indikator yang hendak dicapai dengan materi ini adalah: (1) Standar kompetensi, mahasiswa mampu membedakan berbagai jenis poligon, mampu menghitung dan menganalisis hasil ukuran poligon tertutup; (2) Indikatornya, mahasiswa mampu menjelaskan pengertian poligon, menjelaskan konsistensi jarak dan sudut, mampu melakukan pengukuran, penghitungan dengan benar, dan menganalisis hasil hitungan poligon.

POLIGON TERTUTUP

A. Pengertian Poligon

Poligon (*poly*=banyak; *gonos*=sudut) atau disebut *traverse*, adalah metode pengadaan kerangka dasar pemetaan horisontal dengan membuat bangun segi banyak yang diukur semua jarak dan sudutnya. Metode ini sering digunakan karena sifatnya yang fleksibel dan kesederhanaan hitungannya. Fleksibel dalam arti bahwa poligon dapat mengikuti berbagai bentuk medan pengukuran, mulai dari yang paling sederhana, misalnya berupa segitiga, sampai bentuk kompleks misalnya segi n dengan variasi *loop* (n adalah jumlah titik poligon yang tak terbatas). Hitungannya sederhana dalam arti bahwa seorang Surveyor dapat menghitung koordinat ukuran poligon hanya dengan menggunakan kalkulator dan pengetahuan matematis dasar setingkat SMU dan sedikit pelatihan. Namun, sering ditemui para petugas ukur masih kurang terampil dan merasa sulit dalam penghitungan poligon ini padahal berbagai pelatihan terkait telah diikutinya.

Wongsotjitra (1980) menggunakan istilah poligon pada bahasannya tentang penentuan koordinat titik-titik suatu tempat dengan cara membuat bangun segi banyak yang panjang dan terhubung satu sama lain. Sosrodarsono et.al (1997) menggunakan istilah poligon pada pembahasan pengukuran titik-titik kontrol sebagai bentuk jaring-jaring yang dibagi menjadi poligon bersambung dan poligon tertutup. Frick (1979) menggunakan istilah poligon dan membaginya secara lebih rinci menjadi berbagai jenis: poligon terikat, poligon lepas, poligon utama, dan poligon cabang.

Berbeda dengan ketiga penulis di atas yang tidak mendefinisikan poligon secara eksplisit, Brinker et.al (1996) mendefinisikan poligon secara lebih tegas sebagai serangkaian garis berurutan yang panjang dan arahnya telah ditentukan dari pengukuran. Menurutnya, pengukuran poligon merupakan pekerjaan menetapkan koordinat titik-titik poligon, dan merupakan cara yang paling dasar dan paling banyak dilakukan untuk menentukan letak nisbi titik-titik. Olehnya, poligon dibagi menjadi poligon terbuka dan poligon tertutup.

Selain pada buku teks, dalam Petunjuk Teknis PMNA/KBPN 3/97, istilah poligon digunakan sebagai salah satu metode terestrial dalam penentuan posisi

titik di permukaan bumi. Sementara itu, metode terrestris lain yang diperkenankan oleh BPN adalah triangulasi, trilaterasi dan triangulaterasi yang telah jarang digunakan. Dalam PMNA/KBPN 3/97, istilah poligon dijumpai untuk penyebutan daftar isian (DI) 103 sebagai formulir data ukuran poligon dan detail, DI 104 sebagai formulir hitungan koordinat, termasuk poligon. Dalam upaya pengadaan titik-titik dasar teknik, utamanya orde 4, Surveyor Badan Pertanahan Nasional sering menggunakan metode poligon. Ketentuan-ketentuan teknis berkaitan dengan poligon secara eksplisit diatur oleh BPN. Sebagai contoh dalam hal syarat minimal spesifikasi ketelitian theodolit dan pita ukur yang digunakan, toleransi kesalahan hasil ukuran jarak, toleransi kesalahan hasil ukuran sudut, toleransi kesalahan penutup sudut, toleransi kesalahan linear, dan sebagainya.

B. Konsistensi Pengukur Jarak dan Sudut pada Poligon

Pengukuran poligon berupa pengukuran sudut dan jarak yang keduanya harus konsisten dalam hal ketelitiannya. Jelasnya, instrumen yang digunakan pada pengukuran jarak hendaknya memiliki ketelitian yang sepadan dengan instrumen sudutnya. Jika ketelitian kedua alat itu tidak sepadan, dikatakan pengukuran tidak konsisten. Pengukuran sudut poligon dengan theodolit ketelitian 5" haruslah dihitung kesepadanan instrumen pengukur jaraknya, jika akan diukur sisi-sisi poligon. Untuk menghitung kesepadannya itu digunakan cara persamaan 6.1, sebagai berikut:

$$\sigma_D = d \times \sigma_\theta \text{ rad} \quad \dots\dots\dots (6.1)$$

keterangan:

σ_θ : ketelitian instrumen sudut (dalam satuan detik radian)

σ_L : ketelitian instrumen jarak (dalam satuan mm)

d : jarak pengukuran (dalam satuan mm)

Kesetaraan: 5" = 5"x 1/ 206264,806 radian = 1/41.253 radian

Untuk jarak 50 m kesalahan jarak maksimal: 50 m x 1/41.253 = 1,2 mm. Untuk jarak 100 m kesalahan jarak maksimal: 100 m x 1/41253 = 2,4 mm. Jadi, jika digunakan theodolit ketelitian 5", instrumen pengukur jarak yang digunakan haruslah memiliki kesalahan maksimal 1,2 mm untuk jarak 50 m, atau 2,4 mm untuk jarak 100 m.

Semakin teliti theodolit yang digunakan, untuk mencapai kesepadanan maka semakin teliti alat ukur jarak yang digunakan. Untuk variasi ketelitian

theodolit, dengan persamaan 6.1 di atas, ketelitian alat ukur jaraknya bisa dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1. Konsistensi ketelitian jarak terhadap ketelitian sudut

Ketelitian theodolit	Kesalahan linear relatif	Kesalahan maks. dalam 50 m	Kesalahan maks. dalam 100 m
1"	1: .206.265	0,2 mm	0,5 mm
5"	1:41.253	1,2 mm	2,4 mm
10"	1:20.626	2,4 mm	4,8 mm
15"	1:13.751	3,6 mm	7,3 mm
20"	1:10.313	4,8 mm	9,7 mm
30"	1:6.875	7,3 mm	14,5 mm
1'	1:3.438	14,5 mm	29,1 mm

Umumnya, dalam pengukuran poligon, ketelitian relatif yang hendak dicapai tertulis dalam spesifikasi teknis pekerjaannya. Sebagai contoh, ketelitian relatif poligon utama pada pengadaan titik dasar teknik orde 4 BPN adalah 1:6000, sedangkan ketelitian relatif poligon cabangnya adalah 1:3000. Berdasarkan tabel di atas maka theodolit yang digunakan haruslah mempunyai ketelitian minimal 30" (pembulatan pada pembacaan terkecil alat dari 34") untuk poligon utama dan 1 menit (pembulatan pada pembacaan terkecil alat 69") untuk poligon cabang.

Setelah itu, instrumen ukur jarak yang digunakannya pun dapat diperkirakan, yaitu dipilih instrumen yang memiliki kesalahan maksimal 10 mm pada jarak 50 m, atau 20 mm pada jarak 100 m untuk poligon utama. Sedangkan untuk poligon cabangnya instrumen yang memiliki kesalahan maksimal 15 mm pada jarak 50 m, atau 30 mm pada jarak 100 m.

Hubungan antara berbagai ketelitian relatif yang hendak dicapai dengan ketelitian sudut dan jarak tersaji pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2. Konsistensi ketelitian relatif terhadap sudut dan jarak

Ketelitian relatif yang ingin dicapai	Sudut (detik)	Kesalahan tiap 50 m	Kesalahan tiap 100 m
1: 3000	69"	16,7 mm	33,3 mm
1: 5000	41"	10,0 mm	20,0 mm
1: 6000	34"	8,3 mm	16,7 mm
1: 10.000	21"	5,0 mm	10,0 mm
1: 30.000	7"	1,7 mm	3,3 mm
1: 100.000	2"	0,5 mm	1,0 mm

Contoh:

Diinginkan ketelitian relatif 1: 5000

Maka ketelitian sudut = $1/5000 \times (206.265'') = 41''$,

dan ketelitian jarak dalam 50 m = $1/5000 \times (50 \text{ m}) = 10 \text{ mm}$.

Implikasinya, untuk dapat menggapai ketelitian relatif 1:5000, paling tidak digunakan theodolit T1 dan pita ukur baja. Ketelitian tersebut tidak mungkin dicapai jika digunakan T0 (ketelitian lebih kasar dari 41'') atau pita ukur fiber/kain (ketelitian lebih kasar dari 10 mm).

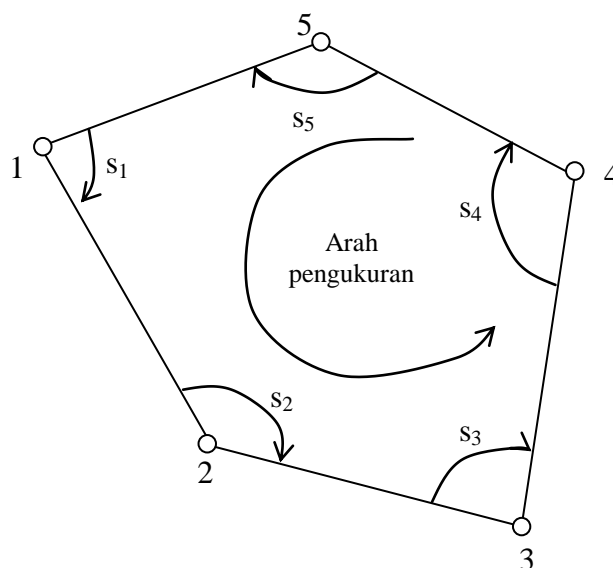
Sementara itu, Brinker et.al (1996) menyajikan tabel hubungan antara kesalahan linear dengan kesalahan sudut, sebagai contoh dituliskan bahwa untuk kesalahan linear 1: 5000 maka kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah 41''. Untuk kesalahan linear 1: 10.000 maka kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah 21''. Jika diketahui bacaan terkecil alat maka dapat dihitung kesalahan linear yang diperbolehkan. Sebagai contoh, untuk kesalahan sudut 5'' maka kesalahan linear yang diperbolehkan adalah 2 mm untuk jarak 100 m, atau perbandingan 1:41.200. Hasil ini mirip dengan jika penghitungan digunakan persamaan (6.1). Sedangkan untuk kesalahan sudut 30'' maka kesalahan linear yang diperbolehkan adalah 15 mm untuk jarak 100 m, atau perbandingan 1: 6.880.

Dapat disimpulkan, setiap kenaikan n lipat kesalahan linear akan disertai kenaikan n lipat kesalahan pada sudut yang sama.

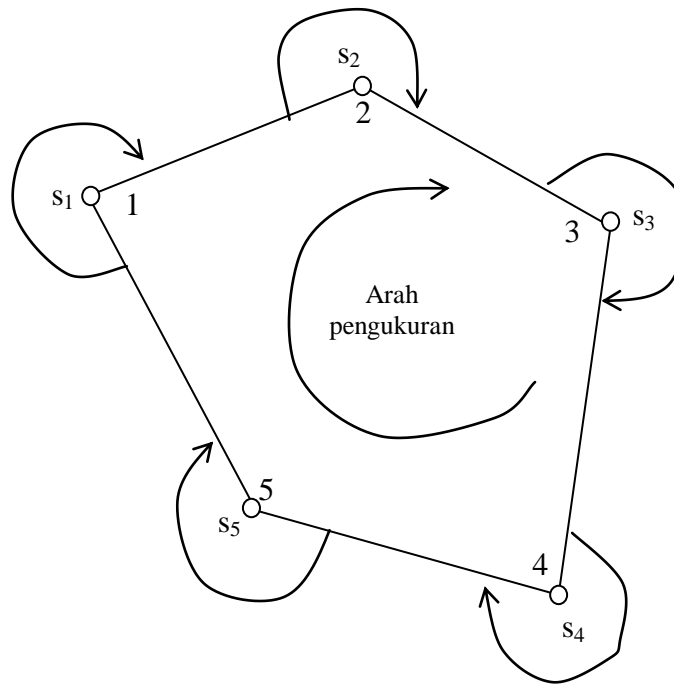
C. Geometri Poligon Tertutup

Contoh poligon tertutup dengan jumlah sudut lima titik, dapat dilihat pada Gb-6.1 dan Gb-6.2 di bawah ini. Pada setiap pekerjaan poligon tertutup, penting diketahui arah pengukuran poligon. Pada Gb-6.1, arah pengukuran poligon berlawanan dengan putaran jarum jam. Konsekuensinya, sudut kanan (β) yang terbentuk adalah sudut dalam. Berbeda dengan poligon pada Gb-6.2, arah pengukuran poligon searah putaran jarum jam sehingga sudut kanan (s) yang terbentuk adalah sudut luar. Perlu diketahui bahwa sudut kanan adalah sudut yang terbentuk dari selisih bacaan arah muka (*fore sight = FS*) dikurangi bacaan arah belakang (*back sight = BS*).

Ketika theodolit di titik 2, bacaan belakangnya adalah hasil bidikan ke titik 1, sedangkan bacaan mukanya adalah hasil bidikan ke titik 3. Ketika theodolit di titik 3, bacaan belakangnya adalah hasil bidikan ke titik 2, sedangkan bacaan mukanya adalah hasil bidikan ke titik 4. Ketika theodolit di titik 4, bacaan belakangnya adalah hasil bidikan ke titik 3, sedangkan bacaan mukanya adalah hasil bidikan ke titik 5. Ketika theodolit di titik 5, bacaan belakangnya adalah hasil bidikan ke titik 4, sedangkan bacaan mukanya adalah hasil bidikan ke titik 1. Terakhir, ketika theodolit di titik 1, bacaan belakangnya adalah hasil bidikan ke titik 5, sedangkan bacaan mukanya adalah hasil bidikan ke titik 2. Cara ini berlaku baik untuk kedudukan Biasa maupun Luar Biasa.



Gb-6.1 Poligon tertutup, arah pengukuran berlawanan putaran jarum jam.



Gb-6.2 Poligon tertutup, arah pengukuran searah putaran jarum jam.

Sering, beberapa Surveyor lebih menyukai hitungan sudut poligon tertutup dengan menggunakan sudut dalam. Menurut penulis, cara ini kurang tepat. Sebaiknya, sudut yang terbentuk pada poligon tertutup dibiarkan apa jadinya, apakah akan terbentuk sudut dalam ataukah sudut luar, dengan catatan penghitungannya dengan sudut kanan (*angle to the right*).

D. Pengukuran Sudut, Jarak dan Asimut Poligon

Pengukuran sudut pada poligon lazim dilakukan dengan metode dua seri rangkap, seperti telah diterangkan di Modul 3. Perlu diperhatikan toleransi kesalahan pengamatan sudut tersebut, mulai dari kesalahan pengamatan Biasa dan Luar Biasa yang tidak lebih dari dua kali ketelitian alat ($\leq 2xC$); kesalahan relatif besarnya sudut yang tidak lebih dari satu kali ketelitian alat ($\leq 1xC$); dan kesalahan penutup sudut yang tidak lebih dari ketelitian alat kali akar jumlah titik ($\leq C\sqrt{n}$).

Untuk pengukuran jarak dapat dilakukan dengan pita ukur dengan ketelitian bacaan 1 mm. Jarak diukur dua kali, atau secara pergi - pulang. Perbedaan jarak pengukuran pergi dan pulang untuk tiap penggal jarak tidak lebih dari 1 cm (≤ 1 cm). Cara pengukuran jarak dengan pita ukur telah diterangkan pada Modul 5.

Satu sisi awal poligon perlu diukur asimutnya untuk memberi orientasi poligon itu. Pada pelajaran ini, pengukuran asimut dilaksanakan dengan theodolit kompas atau theodolit offset kompas, sebagaimana telah diterangkan di Modul 4.

E. Penghitungan Poligon Tertutup

Jika digunakan metode Bowdith dalam penghitungan, poligon tertutup mempunyai 3 syarat geometri, yaitu: (1) syarat sudut; (2) syarat absis; dan (3) syarat ordinat. Hitungan poligon tertutup dilakukan untuk memenuhi syarat-syarat geometri tersebut.

Syarat sudut pada poligon tertutup:

Secara geometris, jumlah sudut dalam poligon tertutup =

$$\Sigma s = (n-2).180^0 \dots\dots\dots (6.1)$$

jumlah sudut luarnya =

$$\Sigma s = (n+2).180^0 \dots\dots\dots (6.2)$$

dalam hal ini n adalah jumlah titik sudut poligon.

Contoh 1:

Poligon pada Gb-6.1, jumlah sudut dalam:

$$\Sigma s = (5-2).180^0 = 540^0$$

Poligon pada Gb-6.2, jumlah sudut luar:

$$\Sigma s = (5+2).180^0 = 1260^0$$

Dengan menggunakan syarat geometris sudut tersebut, hasil keseluruhan ukuran sudut (Σs^u) dapat dihitung penyimpangan/kesalahannya. Penyimpangan atau kesalahan adalah selisih jumlah sudut ukuran dengan syarat penutup sudut, seperti persamaan (6.3) atau (6.4). Karena berbagai penyebab, hasil ukuran sudut tidaklah tepat menghasilkan angka seperti syarat sudut di atas, tetapi biasanya hanya mendekati angka itu. Besarnya penyimpangan (fs) bergantung pula pada ketelitian alat yang digunakan.

Pada sudut dalam:

$$fs = \Sigma s^u - (n-2).180^0 \dots\dots\dots (6.3)$$

Pada sudut luar:

$$fs = \Sigma s^u - (n+2).180^0 \dots\dots\dots (6.4)$$

keterangan:

fs : kesalahan penutup sudut

Σs^u : jumlah sudut ukuran

Besarnya fs dikoreksikan pada setiap sudut ukuran secara merata, sehingga rumus koreksi sudut (ks):

$$ks = -fs/n \dots\dots\dots (6.5)$$

Contoh 2:

(1) Pada Gb-6.1, dianggap telah dihitung jumlah sudut dalam hasil ukuran $\Sigma s^u = 540^0 0' 30''$, maka kesalahan penutup sudut $fs = 540^0 0' 30'' - 540^0 = 30''$. Tanda positif menunjukkan bahwa hasil ukuran sudut lebih besar daripada yang seharusnya. Selanjutnya, jika memenuhi toleransi, fs dibagi jumlah titik poligon (n) dan dikoreksikan secara merata pada setiap sudut ukuran. Pada contoh di atas, besarnya koreksi $(ks) = -fs/n = -30''/5 = -6''$.

(2) Pada Gb-6.2, dianggap telah dihitung jumlah sudut luar hasil ukuran $\Sigma s^u = 1259^0 59' 10''$, maka kesalahan penutup sudut $fs = 1259^0 59' 10'' - 1260^0 = -50''$. Tanda negatif menunjukkan bahwa hasil ukuran sudut lebih kecil daripada yang seharusnya. Selanjutnya, jika memenuhi toleransi, fs dibagi secara merata sesuai jumlah titik poligon (n) dan dikoreksikan pada setiap sudut ukuran. Pada contoh di atas, besarnya koreksi $(ks) = -fs/n = +50''/5 = +10''$.

Penyimpangan hasil ukuran dinyatakan diterima ataukah tidak, dengan cara membandingkannya terhadap toleransi. Jika penyimpangannya lebih kecil atau sama dengan toleransi, ukuran sudut itu diterima. Namun jika penyimpangannya lebih besar dari toleransi, ukuran sudut itu ditolak, dan harus dilakukan pengukuran ulang. Hitungan toleransi ukuran sudut mengikuti ‘hukum kompensasi’, yaitu total kesalahan (acak) yang terjadi adalah ketelitian alat dikalikan dengan akar jumlah kejadiannya. Rumusannya ada pada persamaan (5). Pada contoh 1 di atas, jumlah kejadian adalah n atau 5 kali kejadian.

$$\text{Toleransi: } |fs| \leq C \cdot \sqrt{n} \dots\dots\dots (6.6)$$

keterangan:

- C : ketelitian alat, harganya sebesar bacaan terkecil (*least count*) alat.
- n : jumlah titik poligon
- |...| : tanda harga mutlak

Contoh 3:

Diketahui bacaan terkecil theodolit = 20". Apakah hasil ukuran pada contoh 2 di atas diterima?

$$C = 20''$$

$$\text{Toleransi} = 20''\sqrt{5} = 44,7''$$

Pada poligon 1, $|fs| = 30''$, diterima karena 30'' kurang dari 44,7''.

Pada poligon 2, $|fs| = |-50''| = 50''$, ditolak karena 50'' lebih dari 44,7''.

Dikatakan bahwa pengukuran sudut poligon diterima, artinya cukup alasan untuk menyatakan bahwa kesalahan yang terjadi pada pengukuran sudut itu telah terbebas dari kesalahan sistematis dan kesalahan kasar. Hitungan dapat dilanjutkan, karena pada prinsipnya hitungan poligon tidak dapat dilanjutkan jika masih terdapat kesalahan kasar atau kesalahan sistematis. Jika dikatakan bahwa pengukuran sudut poligon ditolak, artinya cukup alasan untuk menyatakan bahwa kesalahan yang terjadi pada sudut itu belum terbebas dari kesalahan non acak. Oleh sebab itu, hitungan atau data ukuran dicek kembali. Bila perlu dilakukan pengukuran ulang. **Dilarang keras bagi para Surveyor merekayasa data ukuran sudut dengan maksud terpenuhinya hasil ukuran terhadap toleransi. Cara ini sangat berbahaya dan berakibat fatal bagi pekerjaan-pekerjaan selanjutnya.**

Bagi Surveyor berpengalaman, pengukuran ulang sudut-sudut poligon dapat dilakukan dengan memilih beberapa sudut dengan intuisinya yang kuat, - dengan pertimbangan kesulitan medan, cuaca, kelelahan, waktu pengukuran dan besarnya sudut yang terbentuk - bahwa sudut pada titik-titik tertentu sajalah kesalahan kemungkinan besar terjadi. Dan lagi, pengukuran ulang sudut dapat dilakukan secara cepat dengan hanya menggunakan metode setengah seri rangkap, dengan catatan data ukuran lama dikonfirmasi saat pengukuran ulang sebagai kontrol di lapangan.

Hitungan berikutnya adalah untuk memenuhi syarat absis dan syarat ordinat pada poligon tertutup.

Syarat absis pada poligon tertutup:

$$\sum d \cdot \sin \alpha = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (6.6)$$

Syarat ordinat pada poligon tertutup:

$$\sum d \cdot \cos \alpha = 0 \quad \dots\dots\dots (6.7)$$

keterangan:
d adalah jarak sisi poligon
 α adalah asimut sisi poligon

Jika terdapat kesalahan ukuran, maka besarnya kesalahan penutup absis:

$$f_x = \sum d \cdot \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (6.8)$$

Jika terdapat kesalahan ukuran, maka besarnya kesalahan penutup ordinat:

$$f_y = \sum d \cdot \cos \alpha \quad \dots\dots\dots (6.9)$$

Dari besarnya f_x dan f_y , dapat ditentukan besarnya kesalahan penutup linear poligon:

$$f_L = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} \quad \dots\dots\dots (6.10)$$

Toleransi diterapkan pada kesalahan penutup linier (f_L), yaitu dari perbandingan f_L terhadap total jarak sisi poligon ($\sum D$).

Tahap penghitungan poligon tertutup metode Bowditch (menggunakan formulir hitungan poligon):

- 1) Jumlahkan sudut hasil pengukuran poligon ($\sum s^u$).
- 2) Hitung kesalahan pengukuran sudut (f_s) dengan rumus (6.3) atau (6.4).
Jika kesalahan masuk toleransi, penghitungan dilanjutkan. Jika tidak masuk toleransi, cek hasil ukuran atau penghitungan.
- 3) Jika kesalahan (f_s) masuk toleransi, distribusikan kesalahan tersebut ke semua sudut ukuran sebesar: $k_s = -f_s/n$ (rumus 6.5)
- 4) Dengan menggunakan harga sudut terkoreksi dan asimut awal (sudut jurusan) hasil pengukuran lapangan, hitung asimut semua sisi-sisi poligon dengan rumus:

$$\alpha_{(sisi)} = \alpha_{(sisi\ sebelumnya)} + \beta_{(terkoreksi)} - 180^0 \quad \dots\dots\dots (6.11)$$

- 5) Hitung $d \sin \alpha$ dan $d \cos \alpha$ untuk semua sisi poligon.
- 6) Hitung $f_x = \sum d \cdot \sin \alpha$; $f_y = \sum d \cdot \cos \alpha$; dan $f_L = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}$
- 7) Hitung $\sum d$, selanjutnya periksa apakah $1 : (\sum d / f_L)$ tidak lebih dari toleransi?

8) Jika kesalahan linear f_L masuk toleransi, hitung dan koreksikan f_x dan f_y ke masing-masing sisi poligon sebanding dengan jarak-jarak sisi poligon:

$$kx_{ij} = (d_{ij} / \Sigma d) \cdot f_x \dots\dots\dots (6.12)$$

$$ky_{ij} = (d_{ij} / \Sigma d) \cdot f_y \dots\dots\dots (6.13)$$

9) Hitung koordinat titik-titik poligon (X, Y) secara berantai mulai dari koordinat titik awal, tambahkan secara aljabar, baik untuk X maupun untuk Y, dengan rumus :

$$X_j = X_i + d_{ij} \sin \alpha_{ij} + kx_{ij} \dots\dots\dots (6.14)$$

$$Y_j = Y_i + d_{ij} \cos \alpha_{ij} + ky_{ij} \dots\dots\dots (6.15)$$

Latihan

1. Apakah kita dapat bebas memilih alat ukur jarak dan sudut pada pengukuran poligon?
2. Ketelitian pengadaan titik dasar teknik perapatan adalah 1: 3000, alat apa yang cocok digunakan untuk keperluan itu?
3. Mengapa analisis data awal ukuran poligon dan sudut ukuran perlu dilakukan sejak dini?

Rangkuman

Konsistensi jarak dan sudut merupakan syarat utama dalam memilih peralatan ukur dan perataan hitungan dengan metode bowditch atau kompas.

Pada poligon tertutup, arah ukuran akan mempengaruhi sudut yang terbentuk. Arah ukuran berlawanan arah jarum jam akan terbentuk sudut dalam sedangkan arah ukuran searah jarum jam akan terbentuk sudut luar; dengan catatan sudut yang dihitung adalah bacaan horisontal muka (FS) dikurangi bacaan belakang (BS).

Sejak awal pengukuran di lapangan, surveyor hendaknya selalu menganalisis data mentah ukuran dengan membandingkannya terhadap toleransi yang diperbolehkan.

Hitungan poligon adalah untuk memenuhi syarat geometrisnya dengan melakukan koreksi terhadap besaran-besaran ukurannya.

Tes Formatif 6

1. Metode Bowditch disebut juga metode:
 - a. transit
 - b. kompas
 - c. kuadrat terkecil
 - d. sembarang
2. Syarat utama penghitungan pada metode Bowditch:
 - a. Theodolit setingkat T-2
 - b. Konsistensi pengukuran jarak dan sudut
 - c. Pengukuran jarak dengan EDM
 - d. Adanya TDT orde 3
3. Jika digunakan theodolit dengan ketelitian 30", agar konsisten alat ukur jarak yang digunakan sebaiknya:
 - a. Memiliki kesalahan 0,2 mm untuk jarak 50 m
 - b. Memiliki kesalahan 1,2 mm untuk jarak 50 m
 - c. Memiliki kesalahan 3,6 mm untuk jarak 50 m
 - d. Memiliki kesalahan 7,3 mm untuk jarak 50 m
4. Jika digunakan theodolit dengan ketelitian 1", agar konsisten, alat ukur jarak yang digunakan sebaiknya:
 - a. Memiliki kesalahan 0,2 mm untuk jarak 50 m
 - b. Memiliki kesalahan 1,2 mm untuk jarak 50 m
 - c. Memiliki kesalahan 3,6 mm untuk jarak 50 m
 - d. Memiliki kesalahan 7,3 mm untuk jarak 50 m
5. Jika ketelitian relatif yang akan dicapai 1 : 10.000, agar konsisten, theodolit yang digunakan sebaiknya:
 - a. Memiliki ketelitian 20"

- b. Memiliki ketelitian 30"
 - c. Memiliki ketelitian 40"
 - d. Memiliki ketelitian 1'
6. Jika ketelitian relatif yang akan dicapai 1 : 3.000, agar konsisten, theodolit yang digunakan sebaiknya:
- a. Memiliki ketelitian 20"
 - b. Memiliki ketelitian 30"
 - c. Memiliki ketelitian 40"
 - d. Memiliki ketelitian 1'
7. Berapakah jumlah sudut dalam seharusnya pada poligon segi 23 ?
- a. $4140^{\circ}0'0''$
 - b. $4500^{\circ}0'0''$
 - c. $3780^{\circ}0'0''$
 - d. $3870^{\circ}0'0''$
8. Jika diketahui ketelitian theodolit 20", digunakan untuk pengukuran poligon segi 10. Toleransi sudut yang diperbolehkan adalah:
- a. 200"
 - b. 100"
 - c. 63"
 - d. 50"
9. Jika diketahui ketelitian theodolit 10", digunakan untuk pengukuran poligon segi 10. Toleransi sudut yang diperbolehkan adalah:
- a. 100"
 - b. 50"
 - c. 31"
 - d. 25"
10. Jika diketahui ketelitian theodolit 5", digunakan untuk pengukuran poligon segi 35, maka sudut dalam ukuran masuk toleransi jika besarnya:
- a. $5940^{\circ}0'56''$
 - b. $5940^{\circ}0'28''$

c. $5939^{\circ}59'0''$

d. $5939^{\circ}59'10''$

Cocokkan jawaban Saudara dengan kunci jawaban tes formatif 6 yang ada pada halaman akhir modul ini. Hitunglah jawaban Saudara yang benar (B), hitunglah tingkat penguasaan Saudara dengan formula berikut ini:

Tingkat penguasaan = $B / N \times 100\%$

N adalah jumlah soal

Contoh:

Jawaban yang benar 7, maka

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 6 di atas, utamanya bagian yang belum Saudara kuasai.

====