

# PANDUAN PRAKTIKUM

## ILMU UKUR TANAH 1



PROGAM STUDI TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PAKUAN

BOGOR

## **KATA PENGANTAR**

Buku Panduan Praktikum Ilmu Ukur Tanah I ini diterbitkan setelah lama menjadi bahan pemikiran dan terus menerus menggoda kami untuk segera menerbitkan tak lain karena dengan suatu panduan diharapkan dipenuhi persyaratan standar materi di dalam pelaksanaan praktikum serta membantu kelancaran bagi Praktikum

Mudah-mudahan panduan ini dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh para Asistensi Ilmu Ukur Tanah dalam melakukan bimbingan praktikum serta para praktikan dapat melaksanakan penelitian di lapangan. Materi yang tertuang dalam buku ini hanyalah penjabaran secara umum dan untuk lebih memantapkan pengertian perlu didukung dengan membaca buku-buku referensi (textbook) lainnya.

Kami berharap agar keterbatasan dalam panduan ini dapatlah di sampaikan saran serta usul perbaikan bila dianggap perlu

Penyusun

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
BAB 1    PENGENALAN ALAT THEODOLIT .....	5
Pelaksanaan praktikum/pengukuran : .....	7
A.    Centering unting-unting.....	7
B.    Centering Optis : .....	8
C.    Pengukuran sudut : .....	9
BAB 2    PENGUKURAN JARAK .....	10
2.1 Pengukuran jarak langsung dengan pita ukur .....	10
2.2 Pengukuran jarak tak langsung cara optis : .....	11
BAB 3    PENENTUAN AZIMUTH SISI DENGAN PENGAMATAN MATAHARI .....	14
3.1 Metoda penentuan tinggi matahari : .....	14
3.2 Metoda penentuan sudut .....	15
3.3 Koreksi terhadap hasil ukuran .....	15
3.4 Pengukuran .....	17
3.4.1    Waktu Pengamatan : .....	17
3.4.2    Peralatan : .....	17
3.4.3    Pelaksanaan pengukuran : .....	17
3.4.4    Hitungan azimuth matahari : .....	19
BAB 4    POLIGON .....	21
4.1 Hitungan koordinat : .....	21
4.2 Sudut Jurusan : .....	22
4.3 Syarat geometris poligon : .....	23
BAB 5    MENGIKAT CARA KE MUKA.....	25
BAB 6    MENGIKAT KE BELAKANG .....	27
6.1 Cara Collins.....	27
6.2 Cara Casini.....	29
BAB 7    JARING SEGITIGA.....	31
7.1 Cara menghitung koordinat jaring segitiga logaritma .....	33

7.2 Pelaksanaan praktikum .....	37
<b>BAB 8 PENGETAHUAN ALAT .....</b>	<b>38</b>
8.1 Kesalahan sumbu .....	38
8.2 Salah garis bidik.....	39
8.3 Salah sumbu mendatar .....	39
8.4 Salah sumbu tegak : .....	40
8.5 Kesalahan indeks : .....	41
8.6 Kesalahan eksentrisitet dan diametral .....	42
8.7 Rangkuman .....	43
<b>BAB 9 PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM .....</b>	<b>44</b>
9.1 Format sampul dan kertas : .....	44
9.2 Materi laporan : .....	44

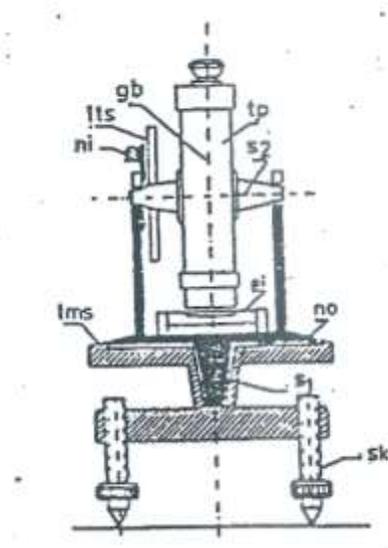
## BAB 1 PENGENALAN ALAT THEODOLIT

Theodolit adalah alat pengukur sudut, baik sudut mendatar maupun tegak. Alat ukur theodolite terbagi atas 3 bagian :

- Bagian atas
- Bagian tengah
- Bagian bawah

Bagian Atas :

Pada bagian atas terdiri dari sumbu mendatar (sb-II). Pada sumbu mendatar ditempatkan suatu teropong dengan diafragmanya, juga ditempatkan piringan berskala.



Gambar 1 Alat Ukur Theodolit

Gb : garis bidik

Ni : nivo

Tp : teropong

No : nonius

S1 : sumbu tegak (sb-I)

Lms : skala lingkaran mendatar (limbus)

S2 : sumbu mendatar (sb-II)

Sk : sekrup penyetel kiap

Lts : skala lingkaran tegak

Bagian Tengah : terdiri atas suatu sumbu tegak (sb-I) menembus bagian bawah. Diatas sb-I dietakan plat lingkaran dengan dikedua tepi terdaat alat pembaca nonius (pada alat pembaca nonius (pada alat baru mikrometer). Diatas plat nonius terdapat 2 kak penyangga sumbu mendatar (sb-II). Suatu nivo berada diatas plat nonius gunanya membuat sb-1 vertikal/tegak.

Bagian Bawah : terdapat 3 skrup penyetel yang menyangga kiap dan tabung tempat skala lingkaran.

Dari segi konstruksi theodolite terbagi atas :

- Theodolite repetisi
- Theodolite reiterasi

Persyaratan alat theodolite agar siap digunakan :

- Sb-I benar-benar tegak
- Sb II benar-benar mendatar
- Sb-I tegak lurus sb-II
- Garis bidik tegak lurus sb-II
- Salah indeks = 0

Tujuan praktikum :

1. Melatih mahasiswa mengenal alat theodolite serta bagian-bagiannya.
2. Melatih mahasiswa agar dibawah 5 menit dapat mengatur alat serta membaca sudut 1 seri ganda (B dan LB)

Tugas praktikum :

1. Mengetahui bagian dari alat theodolite dan masing-masing fungsinya untuk kemudian digambarkan
2. Cara pembacaan dari skala lingkaran mendatar dan vertical
3. Mengatur alat theodolite dengan cara centering unting-unting dan centering optis
4. Melakukan pengamatan dengan cara mengukur 3 sudut (4 jurusan) masing-masing diukur 5 seri ganda. Hasil dari tiap ukuran sudut diambil harga rata-ratanya.
- 5.

Peralatan :

- 1 unit theodolite + statip
- 4 buah kaki tiga + unting-unting
- Beberapa lembar formulir pengukuran sudut
- 1 buah payung

Pembagian tugas praktikum

1. Satu regu terdiri dari 4-6 orang
2. Untuk semua praktikum Ilmu Ukur Tanah setelah melaksanakan praktikum setiap Mahasiswa harus membuat tugas/laporan
3. Pada praktikum ini, untuk pengenalan alat theodolite semua praktikan (mahasiswa peserta praktikum) wajib mencoba mengenal bagian bagian alat serta fungsinya (dibimbing asisten).
4. Semua praktikan diwajibkan melakukan pengaturan alat dengan cara centering unting-unting dan centering optis
5. Untuk pengukuran sudut tiap regu dipecah pasangan (2orang) bertugas sebagai pengamat dan penulis data. Tiap pasangan melakukan pengukuran sudut @5 seri ganda, bergilir dengan pasangan lain.

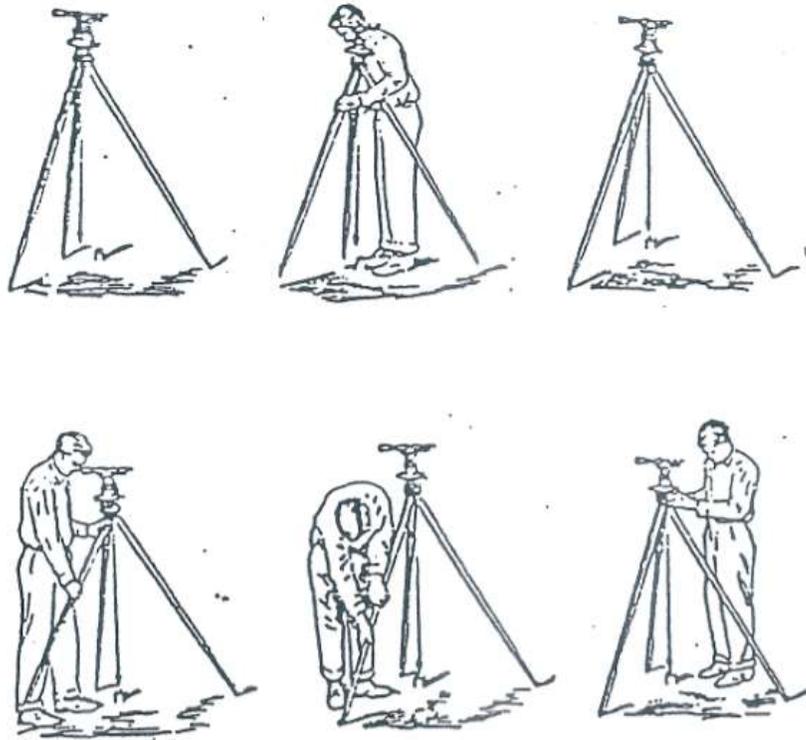
**Pelaksanaan praktikum/pengukuran :**

1. Lakukan pengenalan alat dengan bimbingan asisten dapat dilaksanakan didalam ruangan atau dilokasi praktikum
2. Pengaturan alat dengan cara centering :

**A. Centering unting-unting**

- Gantungkan unting-unting pada kaitan (bagian tengah kepala statip)
- Agar lebih diperhatikan, jarak antara unting-unting dengan titik atau patok tidak terlalu jauh (sekitar 5mm). Gangguan utama pada pengaturan alat adalah factor angin yang dapat menggoyangkan unting-unting
- Kombinasikan theodolite dan statip dan kunci dengan skrup peanut. Pasang alat diatas titik/patok. Buka kaki statip sehingga posisi sumbu mendatar (sb-II) setinggi mata. Atur kaki statip agar kepala statip mendatar (step-1)
- Angkat statip tanpa merubah kedudukan sebelumnya dan unting mendekati ujung titik/patok (step-2)
- Tancapkan kaki statip secukupnya (step-3)
- Buat posisi kepala statip mendatar dengan menaik turunkan kaki statip (step-4)

- Atur sumbu tegak agar vertical dengan bantuan skrip penyetel dan nivo alhidade. Menepatkan unting agar tepat diatas titik/ patok dilakukan dengan menggeser alat.



Gambar 2 Langkah-langkah penguntingan

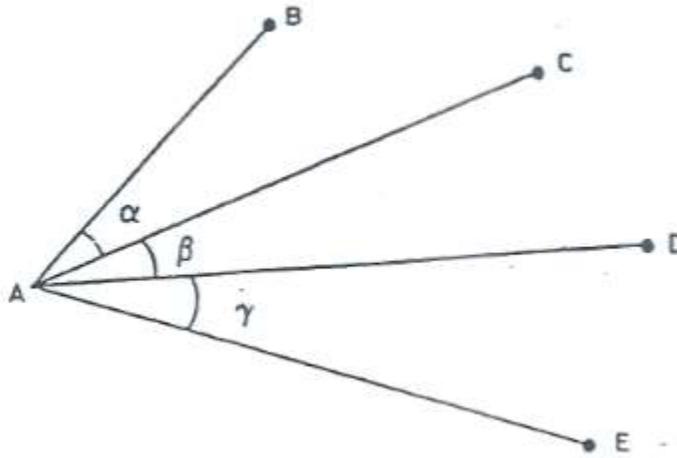
#### B. Centering Optis :

- Atur alat diatas titik patok setinggi bahu. Posisi antara ketiga kaki statip simetris. Bila perkiraan kepala statip telah berada diatas titik/patok, injak kaki-kaki statip
- Gabungkan alat theodolite dengan kepala statip, lalu kunci.
- Atur lingkaran pengunting optis dengan menggerakan ketiga sekrup penyetel kiap agar lingkaran tersebut mendekati ujung titik/patok
- Ketengahkan gelembung nivo dengan cara menaik turunkan kaki-kaki statip
- Periksa melalui pengintai optis apakah kedudukan lingkaran masih dalam posisi sebelumnya. Apabila bergeser, gerakan theodolite agar lingkaran tersebut berada diatas titik/patok.
- Ketengahkan nivo tabung alhidade dengan mengatur satu dua skrup penyetel
- Putar alat arah  $90^0$  dan  $180^0$  ,perhatikan pegeseran nivo tabung alhidade. Bila terjadi pergeseran gelembung nivo, lakukan penyetelan dengan skrup. Alat

dianggap siap pakai bila diputar lebih dari  $360^{\circ}$  posisi gelembung nivo tabung alhidade telah stabil (berada di tengah)

### C. Pengukuran sudut :

- Setelah centering alat selesai dilakukan, pasang target ditempat titik yang akan ditentukan oleh asisten. Prinsip pemasangan target unting sama dengan centering alat dimana ujung unting harus berada tepat diatas titik/patok



Gambar 3 Posisi alat dan target

- Lakukan pengamatan ke jurusan AB, catat bacaan horizontal kedudukan teropong biasa.
- Putar alat searah jarum jam ke jurusan AC, catat bacaan horizontal. Kedudukan teropong BIASA.  $\alpha = \text{Jur AC} - \text{Jur AB}$ .
- Balikkan kedudukan teropong menjadi LUAR BIASA. Lakukan pengamatan ke jurusan AC, catat bacaan horizontalnya.
- Putar alat berlawanan jarum jam ke jurusan AB, catat bacaan horizontal. Kedudukan teropong LUAR BIASA  $\alpha = \text{Jur AC} - \text{Jur AB}$
- Lakukan pengerjaan diatas sebanyak 5 kali.  
Pengukuran sudut dengan cara B – B – LB – LB artinya pengukuran 1 seri ganda. Selisih bacaan horizontal B dan LB menurut teori  $360^{\circ}$ .
- Langkah diatas digunakan untuk pengamatan sudut lainnya. (jurusan AC – jurusan AD serta jurusan AD – jurusan AE)
- Pada proses hitungan, hasil pengamatan masing-masing sudut baik B dan LB diambil harga rata-ratanya.

Penyerahan Laporan : 1 minggu setelah praktikum.

## BAB 2 PENGUKURAN JARAK

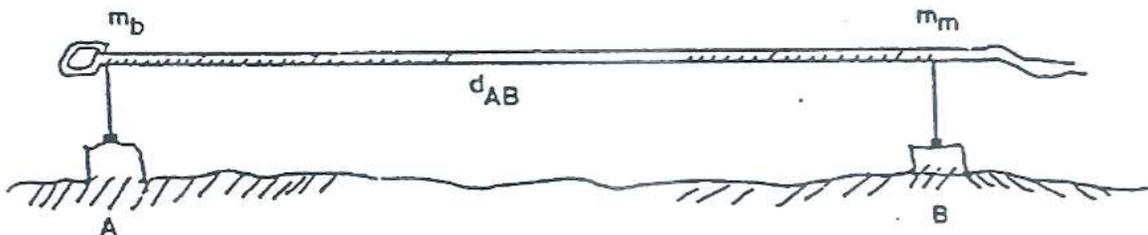
Pengertian jarak dalam ilmu ukur tanah adalah mendapatkan suatu besaran panjang antara 2 titik di permukaan tanah dalam keadaan mendatar.

Cara melakukan pengukuran jarak terbagi atas :

- Pengukuran dengan pita ukur (langsung)
- Pengukuran jarak optis (tak langsung)
- Pengukuran jarak elektronik (tak langsung)

### 2.1 Pengukuran jarak langsung dengan pita ukur

- a. Pengukuran jarak 2 titik yang mempunyai ketinggian sama relative sama. Bentangan pita ukur dengan tegangan secukupnya. Misalnya titik A sebagai titik belakang dan titik B sebagai titik muka. Pembacaan di titik A =  $m_b$  dan pembacaan di titik B =  $m_m$



Gambar 4 Pengukuran dengan pita ukur

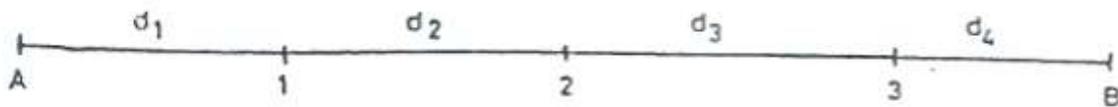
Jarak titik A – titik B :

$$d = m_m - m_b ; m_m > m_b \dots\dots\dots 2.1)$$

atau

$$d = m_b - m_m ; m_b > m_m \dots\dots\dots 2.2)$$

Bila jarak A\_B lebih panjang dari gulungan pita ukur, diperlukan pengukuran secara bertahap dengan cara membagi beberapa bagian jarak ( $d_1, d_2, d_3, \dots\dots\dots d_n$ )

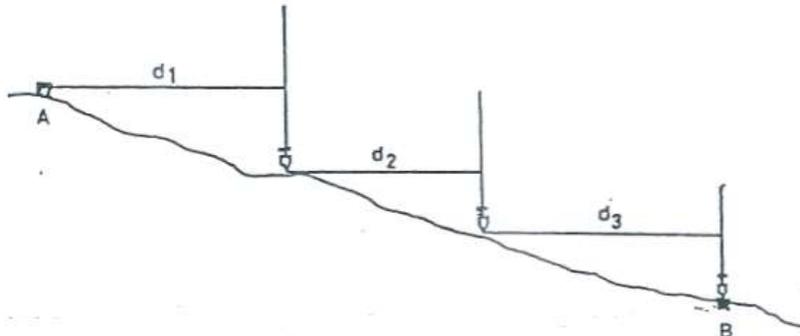


Gambar 5 Bagian-bagian jarak

Jarak dari A ke B menjadi :

$$d_{AB} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots 2.3)$$

b. Pengukuran jarak mendatar pada permukaan tanah yang miring :



Gambar 6 Pengukuran jarak dipermukaan miring

Jarak antara titik A dan titik B ( $d_{AB}$ ) dibagi menjadi beberapa bagian jarak, tandai dengan memasang patok bantu 1 dan 2.

Rentangkan pita ukur, skala 0 (nol) tepat diatas titik A. Rentangkan tali relative mendatar. Gantungkan unting-unting impitkan dengan skala pita ukur, catat bacaannya. Hal yang sama dilakukan terhadap patok lainnya.

Hasil pengukuran jarak sbb :

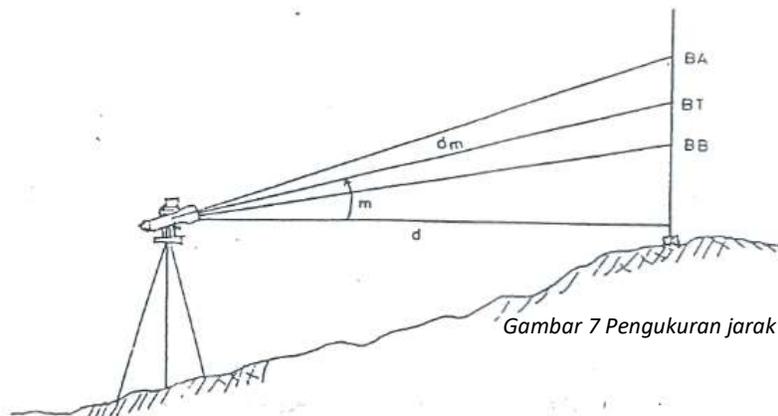
$$d_{AB} = d_1 + d_2 + d_3 \dots\dots\dots 2.4)$$

### 2.2 Pengukuran jarak tak langsung cara optis :

Umumnya dikenal dengan pengukuran meoda rambu vertical (Taheometri). Pengukuran tak langsung data dilakukan pula dengan cara :

Substance bar, stadia, tangensial, rangefinder.

Pada praktikum hanya dilaksanakan pengukuran jarak metoda Thaeceometri.



Gambar 7 Pengukuran jarak metoda Tachimetri

Rumus umum :  $d = d_m \cos m$

$$d = 100 (BA-BB) \cos m \cdot \cos m \dots\dots\dots 2.5)$$

Dari persamaan 5) diringkas menjadi :

$$d = 100 (BA-BB) \cos^2 m$$

- Dimana :
- d = jarak mendatar
  - 100 = Konstanta
  - BA = bacaan benang atas
  - BB = bacaan benang bawah
  - m = sudut miring

Tugas praktikum :

1. Melakukan pengukuran jarak langsung dengan pita ukur pada daerah relative datar
2. Melakukan pengukuran jarak langsung dengan pita ukur dan pengukuran jarak tidak langsung dengan metoda Tacheometri pada permukaan tanah yang miring

Peralatan :

- 1 buah pita ukur
- 1 buah theodolite + statip
- 2 buah unting-unting
- 1 buah rambu ukur
- Formulir data
- payung

Pelaksanaan pengukuran :

- A. Pengukuran pada permukaan tanah yang relative datar :
  1. Tentukan 2 titik yang berjarak sekitar 100 meter
  2. Lakukan pengukuran pita ukur dengan membagi jarak menjadi beberapa bagian jarak
  3. Pengukuran dilakukan pergi pulang masing-masing 5 kali pengamatan
  4. Catat data ukuran dari masing-masing pengamatan
  5. Jarak yang diperoleh merupakan rata-rata pengukuran pergi pulang

B. Pengukuran jarak pada permukaan tanah yang miring

1. Tentukan 2 titik berjarak sekitar 50 meter (untuk pengukuran pita ukur dan tacheometri)
2. Untuk pita ukur : lakukan pekerjaan A.2 sd A.3 dengan bantuan unting, serta langkah A.4 sd A.5
3. Cara Tacheometri :

- Pasang alat teodolit disalah satu titik, missal : titik A
- Atur Alat sehingga memenuhi persyaratan pengukuran
- Pada titik Lainnya (Titik B) dirikan rambu
- Lakukan pembacaan (BT, BA, BB, Sudut miring/zenith

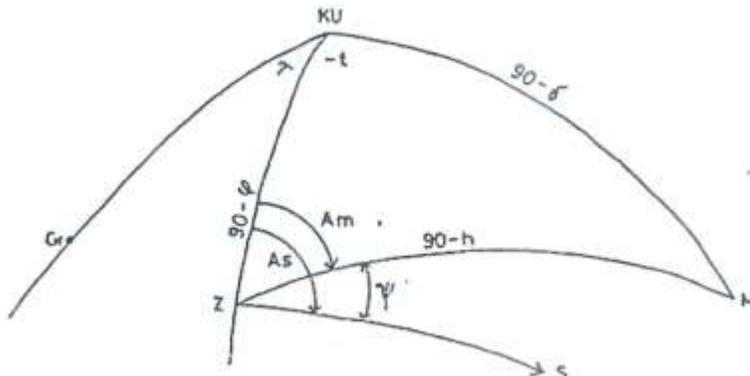
$$\text{Toleransi BT} = \frac{BA+BB}{2} < 2 \text{ mm}$$

- Lakukan pengamatan sebanyak 10 kali
- Catat data ukuran pada formulir dan hitung hasilnya dilapangan sebagai checking

Penyerahan laporan : 1 minggu setelah praktikum

## BAB 3      PENENTUAN AZIMUTH SISI DENGAN PENGAMATAN MATAHARI

Tujuan dari pengamatan adalah memperoleh azimuth sisi satu kerangka dasar yang amat penting didalam pendefisian sudut jurusan dan pengontrolan ukuran ukuran. Yang dimaksud dengan azimuth sisi adalah azimuth (arah) dari titik pengamat ke titik sasaran tertentu dipermukaan bumi. Azimuth sisi (As) diperoleh dengan cara menentukan azimuth matahari (M) dan arah ke titik sasaran (S)



*Gambar 8 Segitiga astronomi*

Hubungan tersebut dirumuskan sebagai berikut :

$$As = Am + \gamma \dots\dots\dots 3.1)$$

Dimana :  $\gamma$  = Selisih antara bacaan horizontal theodolite kesasaran (Hs) dengan bacaan horizontal Theodolit kematahari (Hm)

$$\gamma = Hs - Hm \dots\dots\dots 3.2)$$

Azimuth matahari Am ditentukan dengan menggunakan segitiga bola KU-M-Z. Melalui segitiga astronomi tersebut diperoleh 2 metoda penentuan azimuth yaitu :

- Metoda dengan penentuan tinggi matahari
- Metoda dengan penentuan sudut waktu

### 3.1 Metoda penentuan tinggi matahari :

Dari segitiga Astronomis KU-M-Z diturunkan rumus :

$$\cos Am = \frac{\sin \delta - \sin \mu \cdot \sin h}{\cos \mu \cdot \cos h} \dots\dots\dots 3.3)$$

Dimana :  $\delta$  = Deklinasi matahari, diperoleh dari table  
 $\mu$  = Lintang pengamat, diperoleh dari interpolasi peta topografi  
 $h$  = Tinggi matahari, diperoleh dari pengukuran setelah dikoreksi dengan refraksi, paralaks dan diameter matahari

### 3.2 Metoda penentuan sudut

Dari segitiga astronomi KU-M-Z diturunkan rumus :

$$\tan am = -\sin t / \cos \mu \tan \delta - \sin \delta \cos t \dots\dots\dots 3.4)$$

Dimana :  $\delta$  dan  $\mu$  sama pada rumus 3.1

$t$  = sudut waktu, diperoleh dari hubungan :

$$t = UT + E + \lambda p - 24^h \dots\dots\dots 3.5)$$

$$UT = WW - \lambda w \dots\dots\dots 3.6)$$

$$E = 12^h + PW \dots\dots\dots 3.7)$$

Dimana : PW = Perata waktu

UT = GMT, waktu matahari menengah terhadap meridian Greenwich.

WW = Waktu Wilayah, yaitu jam/waktu pengamatan terhadap wilayah waktu (WIB, WITA, WIT)

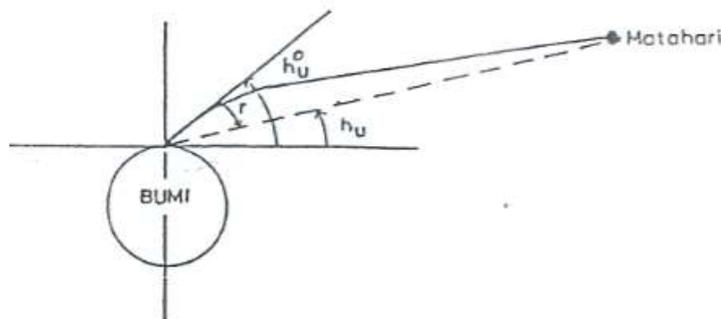
$\lambda w$  = Bujur wilayah waktu, WIB =  $105^\circ = 7^h$  ; WITA =  $120^\circ = 8^h$  ; WIT =  $135^\circ = 9^h$

E = Faktor perata waktu, diperoleh dari table

$\lambda p$  = Bujur pengamat, diperoleh interpolasi peta topografi.

### 3.3 Koreksi terhadap hasil ukuran

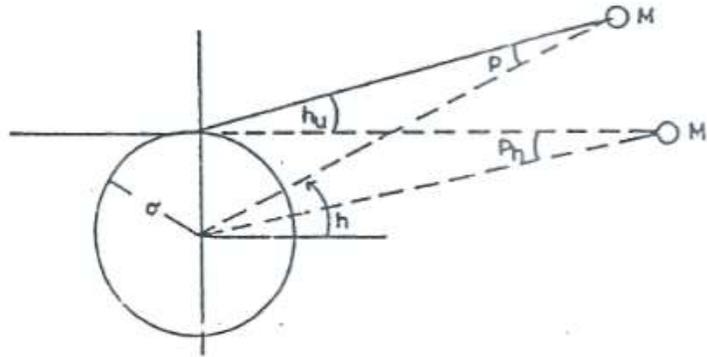
1. Koreksi terhadap refraksi, diberikan pada tinggi matahari hasil ukuran karena perjalanan sinar dari matahari ke teropong melengkung. Koreksi ini harus ditambahkan pada tinggi matahari hasil ukuran.



$r$  = koreksi refraksi, besarnya dapat ditentukan dengan mengetahui sudut miring ( $h_u$ ),  
 Temperature dan tekanan udara

$$r = r_m \cdot c_p \cdot c_t \dots\dots\dots 3.8)$$

2. Koreksi paralaks adalah koreksi terhadap sudut miring ( $h_u$ ) hasil ukuran karena pengukuran di permukaan bumi harus direduksi ke pusat bumi.



$$p = p_h \cdot \cos h_u \dots\dots\dots 3.9)$$

$p$  = koreksi paralaks

$p_h$  = koreksi paralaks pada saat matahari di horizon (koreksi maksimum)

3. Koreksi diameter matahari ( $\bar{d}$ ), koreksi karena adanya reduksi pengamatan dari tepi matahari ke pusat matahari, menyangkut sudut miring dan bacaan horizontal ke matahari.

Untuk bacaan horizontal theodolite :

$$\Delta\psi = \pm \frac{s\bar{d}}{\cos h} \dots\dots\dots 3.10)$$

Untuk bacaan sudut miring :

$$\Delta h = \pm s\bar{d} \dots\dots\dots 3.11)$$

4. Koreksi total pada hasil ukuran :

$$H = h_u - r + p \pm s\bar{d} \dots\dots\dots 3.12)$$

$$\psi = \Psi_u \pm \frac{s\bar{d}}{\cos h} \dots\dots\dots 3.13)$$

Harga  $h$  dan  $\psi$  ini yang digunakan dalam menyelesaikan rumus 3.2).

### 3.4 Pengukuran

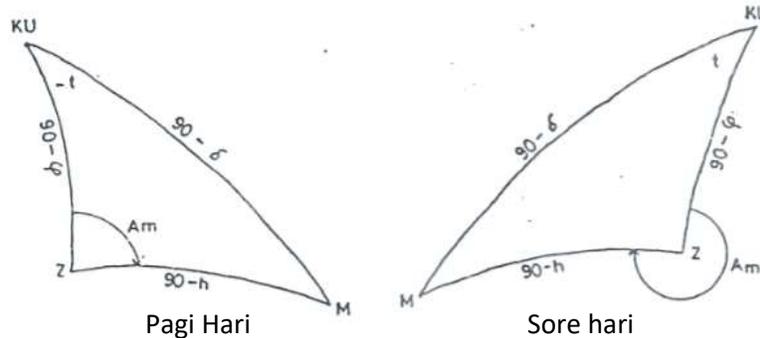
#### 3.4.1 Waktu Pengamatan :

Pengukuran perlu dilaksanakan 2 kali yaitu pagi hari dan sore hari. Hal ini penting untuk menghilangkan salah sistematis. Pengisian formulir data ukuran diterangkan oleh Asisten.

Waktu pelaksanaan yang terbaik adalah :

Pagi Hari : 06.30 – 10.00

Sore Hari : 15.00 – 17.00



$$Am \text{ (pagi)} = 360^\circ - Am \text{ (sore)}$$

#### 3.4.2 Peralatan :

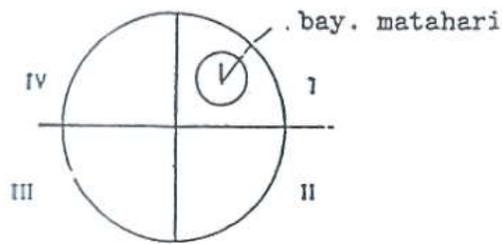
1. Satu unit alat ukur theodolite + Statip
2. Arloji (digital lebih baik)
3. Termometer
4. Barometer
5. Target/kaki tiga + statip
6. Formulir data ukur dan hitungan
7. Buku almanac Matahari dan Bintang (sesuai tahun pengamatan)
8. Peta topografi skala 1:50.000

#### 3.4.3 Pelaksanaan pengukuran :

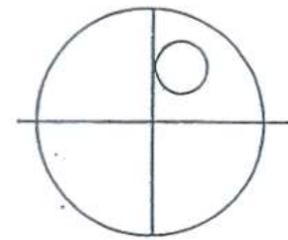
Metoda penentuan tinggi matahari dan metoda sudut waktu dengan cara di tadah.

1. Persiapan :
  - a. Lakukan pencocokan waktu arloji terhadap wilayah waktu pengamat (misal:WIB)
  - b. Pasang alat ukur theodolite di tempat pengamatan, teropong dalam keadaan biasa, sentering secara optis.
  - c. Pasang target di titik sasaran, lakukan sentering target.
  - d. Lakukan pengamatan salah indeks
2. Pengukuran :
  - a. Arahkan teropong ke target, baca bacaan horizontal theodolite ke target

- b. Arahkan teropong ke matahari, gunakan viir teropong, jangana membidik melalui teropong. Jelaskan garis silang diafragma dan bayangan matahari dengan cara menadah pada kertas putih.
- c. Tempatkan bayangan matahari di kwadran I  
 Impitkan tepi kiri bayangan matahari di garis silang tegak diafragma. Tempatkan tepi bawah bayangan matahari dibawah garis silang mendatar diafragma. Karena di kertas tadah, bayangan matahari akan bergerak vertical ke atas, maka pada saat tepi bawah bayangan matahari berhimpit dengan garis silang mendatar diafragma dilakukan pembacaan/pencatatan :
  - Saat pengamatan (mulai dari : detik, menit lalu jam)
  - Bacaan lingkaran horizontal
  - Bacaan lingkaran vertical (sudut miring)
- d. Ulangi langkah 2b dan 2c untuk teropong dalam keadaan LUAR BIASA
- e. Ulangi langkah 2a dengan teropong dalam keadaan LUAR BIASA
- f. Ulangi langkah 2a sd 2e untuk pasangan kwadran I yaitu kwadran III
- g. Pada setiap pengamatan selalu diukur tekanan udara dan temperature dari tempat pengamat



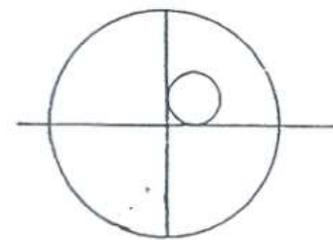
Bayangan matahari di kwadran 1



tepi kiri bayangan matahari berhimpit dengan benang Vertical



Tepi bawah bayangan matahari Dibawah garis silang horizontal



Saat pengamatan tepi bawah dan tepi kiri berhimpit di kedua Benang silang

Catatan :

- Pengamatan dengan teropong BIASA dan LUAR BIASA dilakukan dengan selang waktu tidak lebih dari 5 menit
- Bila diambil kwadran II pasangannya adalah kwadran IV

### 3.4.4 Hitungan azimuth matahari :

#### 1. Metoda tinggi matahari :

- Tentukan harga  $\mu$  tempat pengamat dengan cara interpolasi dari peta topografi skala 1:50.000
- Hitung harga  $\delta$  dari table I, argument waktu pengamatan : jam, tanggal, bulan dan tahun.
- Hitung sudut miring  $h$  dengan memperhatikan koreksi indeks (bila diukur), refraksi, paralaks dan diameter matahari.

$$h = h_u^0 - r + p \pm s\delta$$

Dimana :

$$r = r_m \cdot c_t \cdot c_p$$

$r_m$  = dicari dari table VI, argument  $h_u^0$

$c_p$  = dicari dari table VIIa, argument tekanan udara

$c_t$  = dicari dari table VIII, argument thermometer

$P$  = dicari dari table IX, argument  $h_u^0$

$\delta$  = dicari dari table I, argument tanggal pengamatan

- Hitung azimuth pusat matahari ( $A_m$ ) baik pagi maupun sore hari dengan rumus persamaan 3.3)

#### 2. Metoda sudut waktu :

- Hitung besar  $u$  dan  $\lambda_p$  dengan interpolasi dari peta topografi skala 1:50.000
- Hitung harga  $\delta$  dari table I dengan argument waktu pengamatan (jam, tanggal, bulan dan tahun)
- Hitung harga sudut waktu ( $t$ ) =  $UT + E + \lambda_p - 24^h$

Dimana :  $UT = WW - \lambda_w$

$WW$  = penunjuk jam arloji saat pengamatan (WIB)

$\lambda_w$  = Bujur wilayah waktu, WIB =  $7^h$

$E$  =  $PW + 12^h$ , dicari dari table I dengan argument pengamatan (jam, tanggal, bulan dan tahun)

$\lambda_p$  = dikonversi ke satuan waktu

- Konversi sudut waktu ( $t$ ) ke satuan sudut. (Satuan waktu x  $15^0$ )
- Hitung azimuth pusat matahari ( $A_m$ ) pagi dan sore hari.

#### 3. Menghitung sudut horizontal $\gamma$ :

Menghitung sudut horizontal antara matahari – zenith – sasaran (M,Z,S0)

Lihat segitiga astronomi :

$$\psi = H_s - H_m + \Delta \psi$$

$$\Delta \psi = \pm \frac{s\delta}{\cos h}$$

Dimana :

$\Delta \psi$  = koreksi diameter matahari

$H_s$  = bacaan horizontal ke sasaran

$H_m$  = bacaan horizontal ke matahari

$\bar{d}$  = Diameter matahari

$h$  = sudut miring yang telah dikoreksi

4. Mengitung Azimuth sisi ( $A_s$ ) :

$A_s = A_m + \psi$

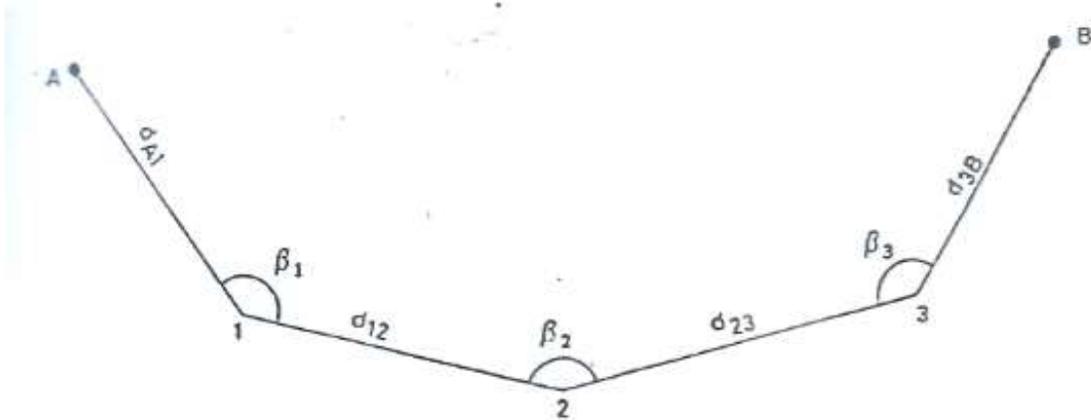
Hitungan dilakukan pada formulir

Tugas praktikum : Dilaksanakan oleh Grup, diharapkan 1 atau 2 orang dari grup dapat melaksanakan pengamatan dengan bimbingan asisten

Penyerahan laporan praktikum : 1 minggu setelah praktikum.

## BAB 4 POLIGON

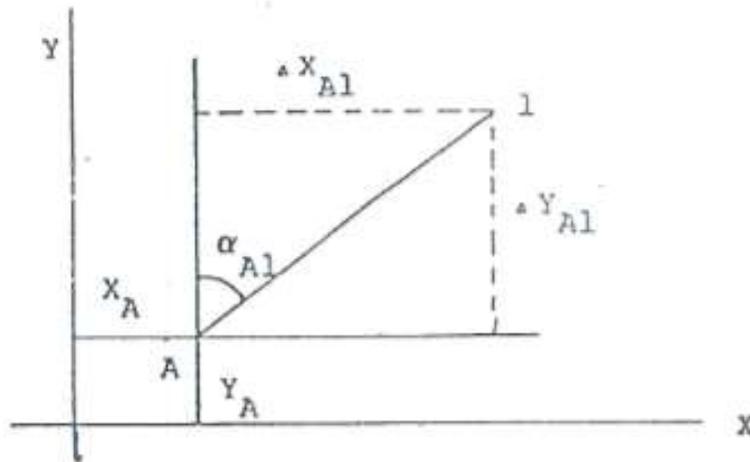
Suatu cara untuk menentukan posisi horizontal titik-titik dipermukaan bumi adalah dengan pengukuran polygon. Pengertian polygon adalah rangkaian garis lurus yang menghubungkan titik-titik di permukaan bumi. Posisi (relatif) satu titik dengan titik lainnya berada dalam satu sistem koordinat atau posisi relatif titik-titik dapat ditentukan oleh unsur jarak mendatar dan sudut mendatar.



*Gambar 9 Bentuk poligon sederhana*

Pada pengukuran polygon dilakukan pengukuran jarak mendatar dan sudut mendatar. Cara pengukuran jarak dan sudut telah diberikan pada praktikum sebelumnya.

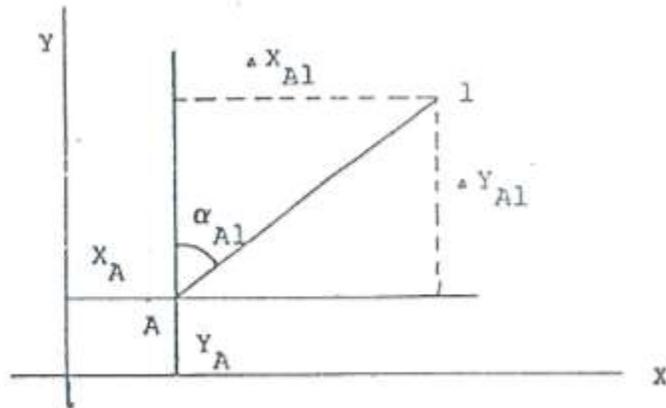
### 4.1 Hitungan koordinat :



$$X_1 = X_A + d_{A1} \sin \alpha_{A1} = X_A + \Delta X_{A1} \dots\dots\dots 4.1)$$

$$Y_1 = Y_A + d_{A1} \cos \alpha_{A1} = Y_A + \Delta Y_{A1} \dots\dots\dots 4.2)$$

**4.2 Sudut Jurusan :**



$$-tg \alpha_{A1} = \frac{X_{A1}}{Y_{A1}} = \frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \dots\dots\dots 4.3)$$

$$- \alpha_{A1} = arc \, tg \, \frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \dots\dots\dots 4.4)$$

Diketahui :  $\alpha_{A1}, \beta_1$

Tentukan :  $\alpha_{A2}, \alpha_{2A}, \alpha_{23}$

Besaran sudut  $\beta_1$  diperoleh dari selisih bacaan kanan (2) bacaan kiri (1)

$$\alpha_{A1} = \alpha_{A2} - \beta_1$$

$$\alpha_{A2} = \alpha_{A1} + \beta_1 \dots\dots\dots 4.5)$$

$$\text{Dari gb } \alpha_{2A} = \alpha_{A2} - 180^0 \dots\dots\dots 4.6)$$

$$\text{Dari pers 4.5) : } \alpha_{2A} = \alpha_{A1} + \beta_1 - 180^0 \dots\dots\dots 4.7)$$

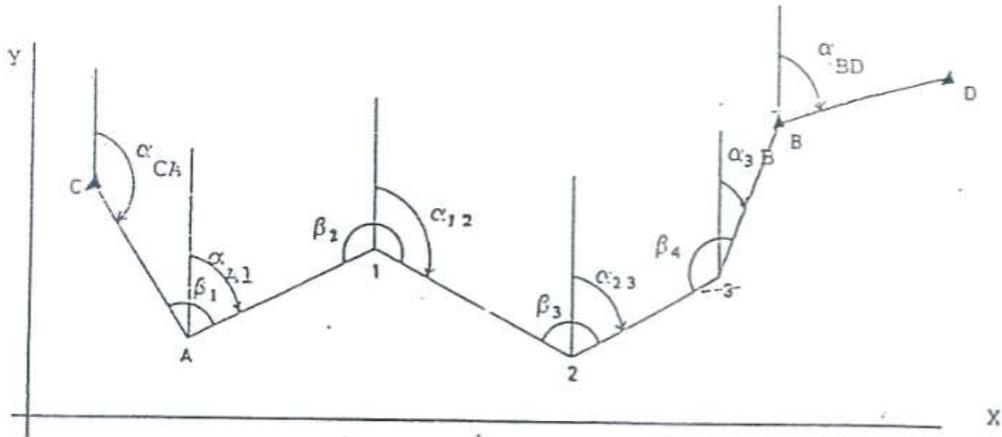
Dari pers 4.6) :  $\alpha_{2A} - \alpha_{A2} = 180^0$ , berarti sudut jurusan  $\alpha_{2A}$  dan  $\alpha_{A2}$  berselisih  $180^0$  dan hal ini berlaku untuk hitungan jurusan lainnya.

$$\alpha_{23} = \alpha_{2A} + \beta_2 \pm 180^0$$

\*catatan : besar suatu sudut juran tidak akan melebihi  $360^0$

### 4.3 Syarat geometris poligon :

Gambar berikut adalah contoh poligon terikat diawal dan akhir pengukuran.



Gambar 10 Poligon terikat diawal dan akhir pengukuran

$$X_A = x_C + d_{AC} \sin \alpha_{CA}; Y_A = y_C + d_{AC} \cos \alpha_{CA}$$

$$X_1 = x_A + d_{A1} \sin \alpha_{A1}; Y_1 = y_A + d_{A1} \cos \alpha_{A1}$$

$$X_2 = x_1 + d_{12} \sin \alpha_{12}; Y_2 = y_1 + d_{12} \cos \alpha_{12}$$

$$X_3 = x_2 + d_{23} \sin \alpha_{23}; Y_3 = y_2 + d_{23} \cos \alpha_{23}$$

$$X_B = x_3 + d_{3B} \sin \alpha_{3B}; Y_B = y_3 + d_{3B} \cos \alpha_{3B}$$

Dari gambar :  $\alpha_{CA}$  = sudut jurusan awal

$\alpha_{BD}$  = sudut jurusan akhir

Hubungan antara sudut dan sudut jurusan memberikan syarat geometris sebagai berikut :

1.  $\alpha_{BD} = \alpha_{CA} + \Sigma\beta + n \cdot 180^\circ$  ( $n = 0, 1, 2$ )..... 4.8)
2.  $X_{ak} = X_{awal} + \Sigma selisih absis (\Delta X)$  ..... 4.9)
3.  $Y_{ak} = Y_{awal} + \Sigma selisih absis (\Delta Y)$  ..... 4.10)

Pada pengukuran jarak dan sudut suatu poligon memungkinkan terjadi kesalahan yaitu kesalahan sistematik, kesalahan kebetulan dan kesalahan besar (blunder). Kesalahan sistematik dapat dieliminir dengan metoda pengukuran sudut E dan LB. Kesalahan kebetulan merupakan kesalahan kecil dan boleh berpengaruh pada hasil akhir pengukuran untuk proses hitungan. Kesalahan besar tidak boleh berpengaruh pada hasil ukuran, jadi harus dihilangkan sebelum proses hitungan.

Tugas praktikum :

- Melakukan pengukuran poligon (Sesuai petunjuk Asisten)
- Menghitung koordinat definitif titik titik poligon.

Peralatan :

- 1 buah teodolit + statif
- 2 buah kaki tiga + unting unting
- 1 buah pita ukur
- Formulir data hitungan Serta payung.

Pelaksanaan pengukuran :

- Atur alat di titik awal pengukuran
- Lakukan pengukuran Azimuth bila bentuk poligon tertutup(kring)
- Siapkan target unting pada jurusan yang akan diukur sudut mendatarnya
- Lakukan pembacaan sudut mendatar dengan Cara B dan LB
- Ukur jarak mendatar dari sisi sisi polygon
- Pengukuran sebaiknya dilakukan :

Pagi hari : 07.00 - 12.00

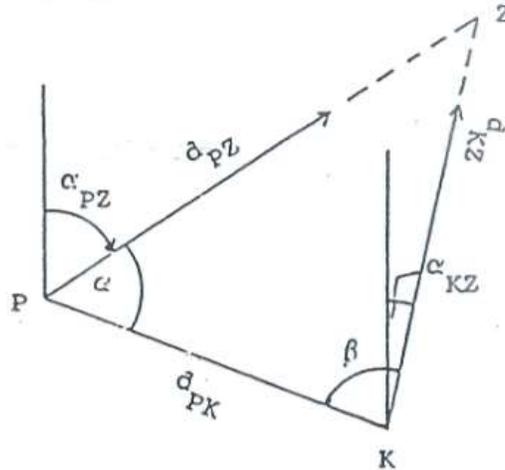
Sore hari : 14.00 - 17.00

- Pengukuran sudut dan jarak berakhir di titik akhir pengukuran (titik yang telah ditentukan)
- Selama pengukuran disiplin memegang peranan untuk menghindari kesalahan : baca,tulis,dengar,hitung.
- Kerusakan alat akibat kecerobohan merupakan tanggung jawab regu dengan sangsi harus mengganti.

Penyerahan laporan : 1 minggu setelah praktikum.

## BAB 5      MENGIKAT CARA KE MUKA

Suatu titik (titik Z) akan dicari koordinatnya diikat pada Titik P dan titik K yang telah diketahui koordinatnya. Dengan mengukur sudut  $\alpha$  dan sudut  $\beta$ ; dan jarak P-K dapat ditentukan maka segitiga PKZ dapat digambar/dilukiskan.



Titik Z karena-ditentukan dari 2 titik yaitu : titik P dan titik K akan mempunyai 2 pasang nilai XZ dan YZ yang sama atau berselisih kecil.

- Menentukan sudut jurusan dan jarak :

$$tg \alpha_{PK} = \frac{X_K - X_P}{Y_K - Y_P} \dots\dots\dots 5.1)$$

$$d_{PK} = \frac{X_K - X_P}{\sin \alpha_{PK}} = \frac{Y_K - Y_P}{\cos \alpha_{PK}} \dots\dots\dots 5.2)$$

- Hitungan koordinat titik Z dari titik P :

$$\alpha_{PK} = (\alpha_{PK} - \alpha); d_{PZ} = \frac{d_{PK}}{\sin(180 - \alpha + \beta)} \sin \beta$$

$$X_{Z1} = X_P + d_{PZ} \sin \alpha_{PZ}$$

$$X_{Z2} = X_P + d_{PZ} \cos \alpha_{PZ} \dots\dots\dots 5.3)$$

- Hitungan koordinat titik Z dari titik K :

$$\alpha_{KZ} = (\alpha_{KP} + \beta - 360^\circ)$$

$$d_{KZ} = \frac{d_{PK}}{\sin (180 - \alpha + \beta)} \sin \alpha$$

$$-X_{Z2} = X_K + d_{KZ} \sin \alpha_{KZ}$$

$$-Y_{Z2} = Y_K + d_{KZ} \cos \alpha_{KZ} \dots\dots\dots 5.4)$$

- Harga koordinat titik Z rata-rata :

$$X_{Zr} = \frac{X_{Z1} + X_{Z2}}{2} \dots\dots\dots 5.5)$$

$$Y_{Zr} = \frac{Y_{Z1} + Y_{Z2}}{2} \dots\dots\dots 5.6)$$

Tugas praktikum :

Menentukan koordinat suatu titik dengan cara mengikat ke muka.

Peralatan :

- 1 unit teodolit + statif
- 2 buah kaki-tiga + unting-unting
- formulir data ukuran dan hitungan
- 1 buah payung

Pelaksanaan pengukuran :

1. Dalam 1 regu siapkan 2 orang pengamat.
2. Tentukan 3 buah titik untuk pelaksanaan praktikum (Dipilih oleh Asisten), 2 titik telah diketahui koordinatnya.
3. Lakukan pengaturan alat, misal P (diketahui). Siapkan target di titik z dan titik K.
4. Lakukan pengamatan terhadap jurusan PZ dan jurusan PK dengan pembacaan sudut B dan LB, Catat bacaan mendatar masing-masing jurusan, selisih bacaan =  $\alpha$
5. Pengamat I selesai, Selanjutnya Pengamat II melakukan langkah 1 s.d 4
6. Selanjutnya alat ukur dipindah ke Titik K. Lakukan pengaturan alat agar siap digunakan.
7. Pasang target unting unting di titik P dan titik Z. Lakukan pembacaan sudut mendatar ke jurusan KP dan jurusan KZ
8. Catat bacaannya, selisih pembacaan sudut mendatar dari tiap tiap jurusan =  $\beta$
9. Lakukan pengamatan terhadap jurusan KP dan jurusan KZ Cara B dan LB Catat hasil bacaan Sudut mendatarnya. Selisih bacaan jurusan KZ - jur. KP =  $\beta$
10. Pengamat I selesai melakukan pengamatan. Pengamat II melakukan langkah 6 s.d 8.
11. Catat nomor alat, nama pengukur, lokasi, tanggal dan waktu pengamatan.

Penyerahan laporan : 1 minggu setelah praktikum.

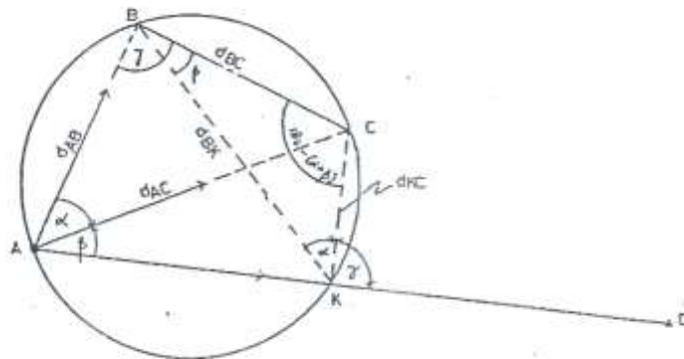
## BAB 6      MENGIKAT KE BELAKANG

Penyelesaian hitungan untuk pengikat ke belakang dikenal :

- Cara Collins (1671)
- Cara Cassini (1679)

### 6.1 Cara Collins

Suatu titik misal titik A diikat dengan Cara kebelakang ke titik B,C dan D, masing masing telah diketahui koordinatnya. Melalui suatu lingkaran yang melalui titik A,B dan buai garis yang menghubungkan titik A dan titik D; perpotongan dengan lingkaran diperoleh titik K.



Bila titik A akan diikat kemuka dari titik B dan titik C perlu ditentukan sudut CBA dan sudut BCA. Sudut Bca dapat dihitung jika sudut CBA diketahui. Sudut CBA = sudut CKD (= sudut segiempat tali busur). Hitungan Cara Collins diselesaikan dengan dasar pengikatan ke muka yaitu menentukan koordinat titik K lalu koordinat titik A.

Rumus dan hitungan cara Collins

- a. Hitungan  $\alpha_{BC}$  dan  $d_{BK}$

$$-tg \alpha_{BC} = \frac{X_C - X_B}{Y_C - Y_B}$$

$$-d_{BC} = \frac{X_C - X_B}{\sin \alpha_{BC}} = \frac{Y_C - Y_B}{\cos \alpha_{BC}}$$

- b. Menentukan koordinat titik K dengan cara kemuka:

Dari titik B :

$$\alpha_{BK} = \alpha_{BC} + \beta ; \frac{d_{BK}}{\sin (180^\circ - \alpha - \beta)} = \frac{d_{BC}}{\sin \alpha}$$

$$X_K = X_B + d_{BK} \sin \alpha_{BK}$$

$$Y_K = Y_B + d_{BK} \cos \alpha_{BK}$$

Dari titik C :

$$\alpha_{CK} = \alpha_{BC} + \alpha + \beta ; \frac{d_{CK}}{\sin \beta} = \frac{d_{BC}}{\sin \alpha}$$

$$X_K = X_C + d_{CK} \sin \alpha_{CK}$$

$$Y_K = Y_C + d_{CK} \cos \alpha_{CK}$$

c. Hitungan  $\alpha_{KD}$  dan  $\gamma$  :

$$\tan \alpha_{KD} = \frac{X_D - X_K}{Y_D - Y_K}$$

$$\gamma = \alpha_{KD} - \alpha_{KC} = \alpha_{KD} + 180^\circ - \alpha_{CK}$$

d. Menentukan kordinat titik A dengan cara kemuka :

Dari titik B:

$$\alpha_{BA} = \alpha + \gamma ; \frac{d_{BA}}{\sin (180^\circ - \alpha - \beta)} = \frac{d_{AP}}{\sin \alpha}$$

$$X_A = X_B + d_{BA} \sin \alpha_{BA}$$

$$Y_A = Y_B + d_{BA} \cos \alpha_{BA}$$

Dari titik C :

$$\alpha_{CA} = \alpha_{BC} + \alpha + \gamma ; \frac{d_{CA}}{\sin \gamma} = \frac{d_{BC}}{\sin \alpha}$$

$$X_A = X_C + d_{CA} \sin \alpha_{CA}$$

$$Y_A = Y_C + d_{CA} \cos \alpha_{CA}$$

Peralatan :

- 1 unit theodolit + statip
- 3 kaki tiga + unting unting
- 1 buah payung
- Beberapa helai formulir data dan hitungan

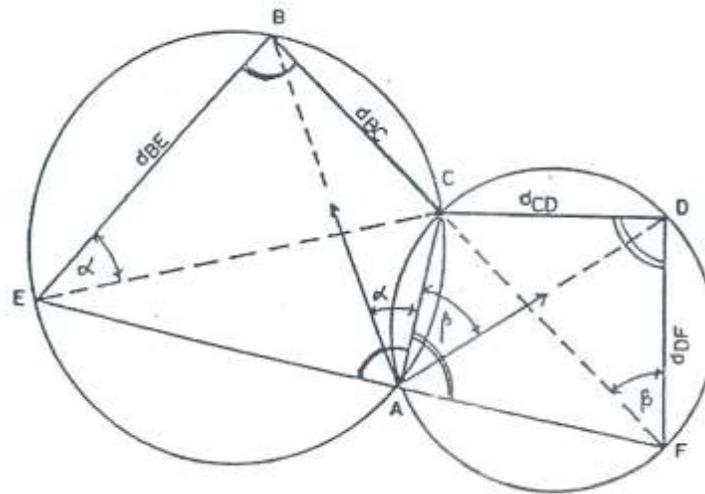
Pelaksanaan pengukuran :

1. Pada cara Cassini, alat theodolit di atur diatas titik A, yaitu titik yang akan ditentukan koordinatnya.
2. Lakukan pengaturan target unting di 3 titik lainnya (B,C dan D) yang telah diketahui koordinatnya.
3. Lakukan pengamatan ke jurusan AB dan jurusan AC. Catat bacaan horizontal. Pengamatan sudut dilakukan 1 Seri ganda (B-B-LB-LB), Selisih bacaan horizontal = sudut BAC.
4. Putar alat searah jarum jam, kedpdukan teropong BIASA. Lakukan pengamatan ke jurusan AC dan jurusan;Ab. Catat bacaan horizontal. Selisih bacaan horizontal = sudut CAD. Pengamatan sudut dilaksanakan 1 Seri ganda (B-B-LB-LB).

5. Selesai pengamatan, alat ukur jangan langsung diangkat, periksa dahulu data hasil ukuran. Hal ini dilakukan untuk menjaga kalau harus melakukan pengamatan ulang bila terjadi kesalahan pengukuran.
6. Catat nomor alat yang digunakan, nama pengamat, tanggal dan tempat lokasi pengukuran.

### 6.2 Cara Casini

Pada Cara Cassini diperlukan 2 tempat\_kedudukan untuk menentukan koordinat misal titik A yang diikat dari titik B,C dan D. Cassini membuat garis melalui titik B tegak lurus BC; garis tersebut memotong tempat kedudukan yang melalui B dan C di titik E. Dengan Cara yang sama melalui pengikatan dari titik D akan diperoleh titik F. Hubungkan titik E,A dan P. Sudut CBE = 90°; CE menjadi garis tengah lingkaran sehingga sudut CAE = 90°



CF merupakan garis tengah lingkaran; sudut CAF = sudut C&E = 90°, karenanya EAF terletak di satu garis lurus.

Titik E dan titik F disebut titik penolong Cassini.

Koordinat titik E, ditentukan menggunakan segitiga CBE, siku siku di titik B. Maka :

$$d_{BE} = d_{BC} \cdot ctg\alpha \dots\dots\dots 6.1)$$

$$\alpha_{BE} = \alpha_{BC} + 90^\circ \dots\dots\dots 6.2)$$

$$\begin{aligned} X_E - X_B &= d_{BE} \cdot \sin \alpha_{BE} = d_{BC} \cdot \sin \alpha_{BE} \cdot ctg\alpha \\ &= d_{BC} \cdot \cos \alpha_{BC} \cdot ctg\alpha = (Y_C - Y_B) \cdot ctg\alpha \\ X_E &= X_B + (Y_C - Y_B) \cdot ctg\alpha \dots\dots\dots 6.3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_E - Y_B &= d_{BE} \cdot \cos \alpha_{BE} = d_{BC} \cdot \cos \alpha_{BE} \cdot ctg\alpha \\ &= d_{BC} \cdot \sin(\alpha_{BC} + 90^\circ) \cdot ctg\alpha = -d_{BC} \cdot \sin \alpha_{BC} \cdot ctg\alpha \\ &= -(X_C - X_A) \cdot ctg\alpha \\ Y_E &= Y_B - (X_C - X_A) \cdot ctg\alpha \dots\dots\dots 6.4) \end{aligned}$$

Koordinata titik F, ditentukan menggunakan segitiga CDF, siku-siku ditiik D, maka :

$$\bar{d}_{DF} = \bar{d}_{CD} \cdot ctg\beta \dots\dots\dots 6.5)$$

$$\bar{d}_{DF} = \alpha_{CD} + 90^\circ \dots\dots\dots 6.6)$$

Dengan cara yang sama seperti menentukan koordinat titik E, diperoleh:

$$X_F = X_D + (Y_D - Y_C) \cdot ctg\beta \dots\dots\dots 6.7)$$

$$Y_F = Y_D + (X_D - X_C) \cdot ctg\beta \dots\dots\dots 6.8)$$

Menentukan koordinat titik A perlu menghitung harga  $tg\alpha_{EF}$  dan  $ctg\alpha_{EF}$  terlebih dahulu dengan unsur-unsur sudut  $\alpha$  dan  $\beta$  yang diukur dilapangan.

Koordinat titik A menurut Cassini sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_E - Y_C &= -(Y_C - Y_A) - (Y_A - Y_E) \\ &= -(X_C - X_A) \cdot ctg\alpha_{AC} - (X_A - X_E) \cdot ctg\alpha_{EA} \end{aligned}$$

Karena :  $\alpha_{AC} = \alpha_{EA} - 90^\circ \dots\dots\dots 6.9)$

$$\alpha_{EA} = \alpha_{EF} \dots\dots\dots 6.10)$$

Maka : 
$$\begin{aligned} Y_E - Y_C &= -(X_C - X_A) \cdot ctg(\alpha_{EF} - 90^\circ) - (X_A - X_E) \cdot ctg\alpha_{EF} \\ &= -(X_C - X_A) \cdot tg\alpha_{EF} - (X_A - X_E) \cdot ctg\alpha_{EF} \end{aligned}$$

Atau : 
$$X_A = \frac{X_C \cdot tg\alpha_{EF} + ctg\alpha_{EF} \cdot X_E + Y_C - Y_E}{tg\alpha_{EF} + ctg\alpha_{EF}} \dots\dots\dots 6.11)$$

$$\begin{aligned} X_E - X_C &= -(X_C - X_A) - (X_A - X_E) \\ &= -(Y_C - Y_A) \cdot tg\alpha_{AC} - (Y_A - Y_E) \cdot tg\alpha_{EA} \\ &= -(Y_C - Y_A) \cdot tg(\alpha_{EF} - 90^\circ) - (Y_A - Y_E) \cdot tg\alpha_{EA} \\ &= -(Y_C - Y_A) \cdot ctg\alpha_{EF} - (Y_A - Y_E) \cdot tg\alpha_{EA} \end{aligned}$$

Atau : 
$$Y_A = \frac{Y_C \cdot ctg\alpha_{EF} + tg\alpha_{EF} \cdot Y_E + X_C - X_E}{tg\alpha_{EF} + ctg\alpha_{EF}} \dots\dots\dots 6.12)$$

Peralatan :

- 1 unit Theodolit + statip
- 3 buah kaki tiga + unting unting
- 1 buah paying
- Beberapa formulir data dan hitungan
- 

Pelaksanaan pengukuran : Sama seperti pengukuran metoda Collins.

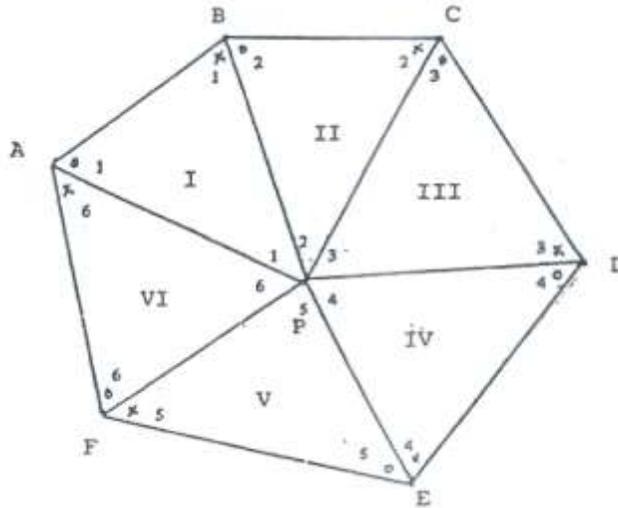
Penyerahan laporan : 1 minggu setelah praktikum.

## BAB 7      JARING SEGITIGA

Dalam Jaringan seitiaa adalah sama halnya dengan pengukuran poligon yaitu sebelum menghitung koordinat titik titik perlu memper hatikan besaran besaran yang diperlukan :

- sudut - sudut ukuran dalam segitiga segitiga.

Jaring segitiga merupakan gabungan beberapa segitiga dengan sebuah titik pusat.



Dari gambar diketahui koordinat titik A, panjang sisi AB dan sudut jurusan AB.

A. Sudut dalam segitiga :

Jumlah sudut dalam setiap segitiga =  $180^{\circ}$  Bila diketahui jumlah tersebut lebih atau kurang dari  $180^{\circ}$  perlu diberikan koreksi yang bulat pada ketiga sudutnya dengan pemberian koreksi terbesar diberikan pada Sudut yang mendekati  $90^{\circ}$ .

Contoh : Jumlah sudut =  $180^{\circ}16'00''$  , kelebihan =  $16'$

Koreksi =  $k_1 = - 16/3' = - 5,33'$

Koreksi bulat =  $5', 5'$  dan  $6'$

Koreksi  $6'$  diberikan pada sudut yang mendekati  $90^{\circ}$

B. Sudut titik sentral :

Pada jaring segitiga didapati suatu titik sentral (titik P) dimana jumlah sudutnya =  $360^{\circ}$ . Setelah pemberian koreksi  $k_1$  dari tiap tiap segitiga, ditinjau sudut pada titik sentral. Sudut sentral diberi koreksi sebesar  $k_2$ , ini berarti jumlah sudut dalam tiap segitiga tidak akan memenuhi =  $180^{\circ}$ . Maka pada masing masing sudut yang bukan sudut sentral diberi koreksi =  $-k_2$ .

C. Sisi :

Bila hitungan dengan sinus sudut sudut yang diukur dimulai dari segitiga I dan berakhir di segitiga VI, maka jarak AP pada segitiga I = jarak AP pada segitiga VI dengan kata lain titik A pada segitiga I bérimpit dengan titik A pada segitiga VI. Agar memenuhi persyaratan tersebut perlu dihitung sisi AP disegitiga I dan segitiga VI sebagai berikut :

$$\text{Segitiga I} : \frac{BP}{\sin A_1} = \frac{AP}{\sin B_1} \quad \rightarrow \quad BP = AP \cdot \sin A_1 / \sin B_1$$

$$\text{Segitiga II} : \frac{CP}{\sin B_2} = \frac{BP}{\sin C_2} \quad \rightarrow \quad CD = BP \cdot \sin B_2 / \sin C_2$$

$$\text{Segitiga III} : \frac{DP}{\sin C_3} = \frac{CP}{\sin D_3} \quad \rightarrow \quad DP = CP \cdot \sin C_3 / \sin D_3$$

$$\text{Segitiga IV} : \frac{EP}{\sin D_4} = \frac{DP}{\sin E_4} \quad \rightarrow \quad EP = DP \cdot \sin D_4 / \sin E_4$$

$$\text{Segitiga V} : \frac{FP}{\sin E_5} = \frac{EP}{\sin F_5} \quad \rightarrow \quad FP = EP \cdot \sin E_5 / \sin F_5$$

$$\text{Segitiga VI} : \frac{FP}{\sin A_6} = \frac{AP}{\sin F_6} \quad \rightarrow \quad AP = FP \cdot \sin A_6 / \sin F_6$$

$$AP : AP \frac{\sin A_1 \sin B_2 \sin C_3 \sin D_4 \sin E_5 \sin F_6}{\sin B_1 \sin C_2 \sin D_3 \sin E_4 \sin F_5 \sin A_6}$$

$$\text{Hingga} : \sin A_1 \sin B_2 \sin C_3 \sin D_4 \sin E_5 \sin F_6 = \sin B_1 \sin C_2 \sin D_3 \sin E_4 \sin F_5 \sin A_6$$

Atau dengan logaritma :

$$\log \sin A_1 + \log \sin B_2 + \log \sin C_3 + \log \sin D_4 + \log \sin E_5 + \log \sin F_6 = \log \sin B_1 + \log \sin C_2 + \log \sin D_3 + \log \sin E_4 + \log \sin F_5 + \log \sin A_6$$

Dengan menganggap titik P sebagai titik puncak dari semua segitiga dan sisi-sisi yang dihadapannya, agar syarat sisi AP saling berimpit maka :

" Jumlah log sinus sudut sudut alas kiri = Jumlah log sinus sudut-sudut alas kanan "

dimana : o = sudut sudut alas kiri

x = sudut sudut alas kanan

Walupun sudut sudut telah diberikan koreksi k1, k2 dan k3 namun belum memenuhi persyaratan sudut segitiga dan agar memenuhi berikan koreksi k4 sebesar -k4 untuk sudut sudut alas kanan serta +k4 untuk sudut-sudut alas kiri.

Bila Aharus diberikan pada sudut kecil dan lx adalah harga kenaikan log sin x sebesar 1" , dapat ditulis :  
 $\log \sin (x+p) = \log \sin x + p \cdot \Delta x$

Untuk sudut sudut alas kiri :

$$\text{Log sin } (A_1+k_4) = \log \sin A_1 + k_4 \cdot \Delta A_1$$

$$\text{Log sin } (B_2+k_4) = \log \sin B_2 + k_4 \cdot \Delta B_2$$

.....

$$\text{Log sin } (F_6+k_4) = \log \sin F_6 + k_4 \cdot \Delta F_6$$

Untuk sudut sudut alas kanan :

$$\text{Log sin (B1-kA)} = \text{log sinB1} - k4 \cdot \Delta B1$$

$$\text{Log sin (C2-k4)} = \text{log sinC2} - k4 \cdot \Delta C2$$

.....

$$\text{Log Sin (A6-k4)} = \text{log SinA6} - k4 \cdot \Delta A6$$

$$\text{Atau : } K4 = \frac{\Sigma \text{log sin sudut kanan atas} - \Sigma \text{log sin sudut alas kiri}}{\Sigma \Delta \text{sudut alas kiri} + \Sigma \Delta \text{sudut alas kanan}}$$

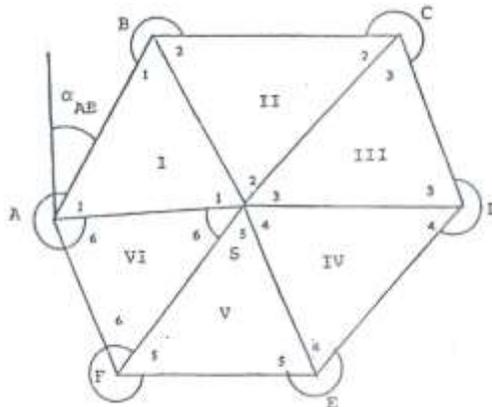
Dari sudut yang telah diberi koreksi k1,k2,k3 dan k4 akan dapat dihitung masing masing panjang Sisi dan sudut jurusan dari segitiga segitiga dengan bantuan dari panjang sisi dan sudut jurusan yang telah diketahui.

Dari data data tersebut akan dapat<dihitung koordinat titik titik jaring segitiga dengan rumus rumus yang telah diuraikan pada Bab sebelumnya.

### 7.1 Cara menghitung koordinat jaring segitiga logaritma

Perhatikan melalui contoh jarring segitiga dibawah ini :

Diketahui : koordinat titik A dan Jarak sisi AB.



Penyelesaian :

1. Betulkan nilai sudut yang diukur dan hitunglah panjang sisi segitiga, ditulis pada tabel. (Tabel-I)  
 Tabel-I : Lajur 1 : Nomor segitiga  
 Lajur 2 : Titik sudut segitiga, ditulis berputar dari kiri ke kanan  
 Lajur 3 : Sudut sudut yang diukur di masing masing segitiga
2. Hitung jumlah sudut sudut tiap segitiga, berikan koreksi k1 untuk sudut sudut tersebut (Lajur 3)



3. - Sudut yang telah dikoreksi'Etulis pada lajur 5, check jumlah sudut dalam segitiga =  $180^0$   
 - Tulis di lajur 6 : sudut untuk titik sentral dan jumlahkan. Berikan koreksi k2 bulat terbesar untuk sudut yang mendekati  $90^0$   
 - Karena adanya koreksi k2 perlu diberikan koreksi k3 yang tandanya berlawanan (-k2) dengan nilai bulat pada segitiga segitiga  
 - Pada lajur 8, tulislah semua sudut yang telah dikoreksi k1,k2,dan k3. Check jumlah masing masing segitiga =  $180^0$ .
4. Tulis harga log sin sudut alas kiri dan log sin alas kanan (lajur 9 dan 11) dan tulis kenaikan 1" dari log sin alas kiri dan log sin alas kanan di lajur 10 dan 12.

Dari contoh tabel :

$$\text{Jumlah log sin alas kanan} = 9,60730$$

$$\text{Jumlah log sin alas kiri} = 9,60729$$

$$\text{Perbedaan} = \frac{\quad}{+1}$$

$$\text{Kiri + kanan} = 1,42 ; \text{ maka } k4 = (-2) : 1,42 = -1$$

$$\text{Sudut alas kiri} = +k4 = -1''$$

$$\text{Sudut alas kanan} = -k4 = +1''$$

Tuliskan koreksi k4 pada lajur 13.

5. Sudut sudut yang telah dikoreksi ditulis pada lajur 14 demikian pula nilai log sinus dari tiap tiap sudut di lajur 15.
6. Hitungan sisi :

Diketahui Sisi AB, maka  $\text{Log } \bar{d}_{AB} = 3,57028$  (lajur 16)

Menentukan sisi AS dan sisi BS dalam segitiga ABS digunaka rumus :

$$\bar{d}_{AS} = \frac{\bar{d}_{AB} \cdot \sin B_1}{\sin S_1} ; \quad \text{bila} \quad \bar{d}_{AB} / \sin S_1 = m$$

$$\bar{d}_{AB} = m \cdot \sin S_1$$

$$\bar{d}_{BS} = m \cdot \sin A_1$$

Dalam segitiga I :  $\text{Log } m = \text{log } \bar{d}_{AB} - \text{log } \sin S_1$

$$= 3,57028 - (9,95816 - 10)$$

$$= 3,61212 \text{ (ditulis dibaris atas)}$$

$$\text{Log } \bar{d}_{BS} = \text{log } m + \text{log } \sin A_1 = 3,61212 + (9,94693-10)$$

$$= 3,55905$$

$$\text{Log } \bar{d}_{AS} = \text{log } m + \text{log } \sin B_1 = 3,61212 + (9,99947-10)$$

$$= 3,51159$$



Selanjutnya sisi BS menjadi sisi alas segitiga II, lalu dengan cara yang sama dapat ditentukan sisi BC dan sisi CS; seterusnya sampai hitungan sisi segitiga VI. '

Sisi AS dari segitiga I diteliti terhadap sisi AS dari segitiga VI, ternyata dari contoh soal hasilnya sama dengan perbedaan pada desimal ke lima.

#### 7. Hitungan Koordinat :

- Penggunaan tabel II
- Diketahui : Koordinat titik A = (-15.436,32; +17.128,07)  
Sudut jurusan AB ( $= \alpha_{AB}$ ) =  $30^{\circ} 15' 47''$
- Menghitung koordinat titik titik jaring segitiga digunakan jalur A-B-C-D-E-F-S-A dengan cara poligon. Hitungan poligon memakai unsur sudut jurusan dan jarak; jarak dapat ditentukan dengan menggunakan nilai log dari tabel-I. Poligon dimulai dari titik B dan berakhir di titik A sehingga  $\alpha_{awal} = \alpha_{akhir}$  ini berarti dalam menentukan besar sudut jurusan di jalur poligon perlu memperhatikan penggunaan sudut luar.
- Syarat geometris poligon :
  - a.  $\alpha_{awal} = \alpha_{akhir}$
  - b.  $X_{awal} = X_{akhir} \quad \rightarrow \quad \sum d \cdot \sin \alpha = 0$
  - c.  $Y_{awal} = Y_{akhir} \quad \rightarrow \quad \sum d \cdot \cos \alpha = 0$

Koreksi – koreksi sudut, absis dan ordinat diberikan sesuai pemberian koreksi cara polygon

#### 7.2 Pelaksanaan praktikum

Dilakukan didalam ruangan kuliah/tugas rumah. Cara cara menghitung dibimbing oleh asisten.

Tugas praktikum dikumpulkan 1 minggu setelah pemberian tugas.

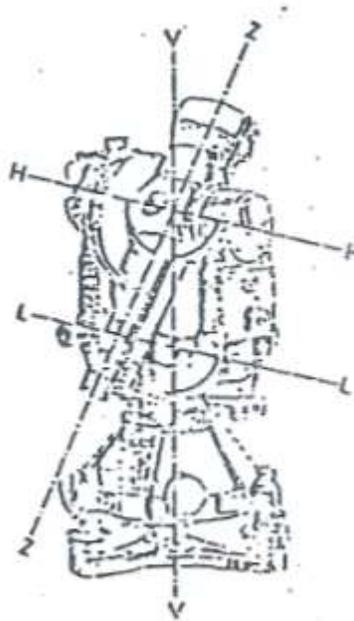
## BAB 8 PENGETAHUAN ALAT

### 8.1 Kesalahan sumbu

Untuk dapat menentukan sudut horizontal dengan pertolongan lingkaran horizontal haruslah lingkaran itu benar benar horizontal letaknya (sumbu tegak harus benar benar vertikal) dan garis bidik bergerak dalam bidang yang vertikal bila teropong digerakan ke atas dan ke bawah.

Keadaan ini tercapai bila sumbu alat ukur sudut (theodolite yaitu sumbu tegak  $vv$ , sumbu mendatar  $hh$ , garis bidik  $zz$  dan disamping itu ada lagi yaitu garis jurusan nivo  $ll$  memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Garis bidik tegak lurus sumbu mendatar ( $zz \perp hh$ ) sehingga garis bidik bergerak dalam sebuah bidang rata tegak bila teropong digerakan ke atas dan ke bawah.



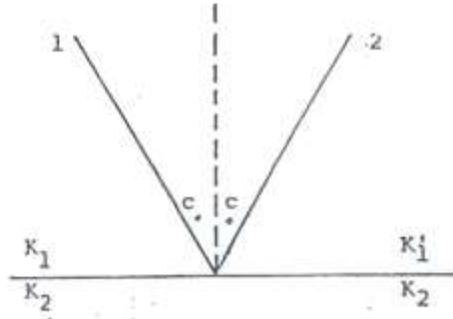
- b. Sumbu mendatar harus tegak lurus pada sumbu\_tegak ( $hh \perp vv$ ) sehingga bidang rata vertikal yang dilukiskan oleh garis bidik yang berputar terhadap sumbu mendatar akan melalui sumbu tegak atau sejajar dengannya.
- c. Sumbu tegak harus vertikal dengan pertolongan  $vv \perp ll$  (g.a.n). Jika salah satu syarat tidak dipenuhi, maka akan ada kesalahan yaitu :
  1. Salah garis bidik (salah kolimasi)
  2. Salah sumbu mendatar
  3. Salah sumbu tegak

Pada penentuan kesalahan tersebut dapat diperhatikan tandanya, positif atau negative, kiri atau kanan.

## 8.2 Salah garis bidik

Menentukan atau menghilangkan kesalahan garis bidik adalah dengan cara mengatur alat. Kesalahan garis bidik dapat dihilangkan dengan beberapa cara :

- A. Kita bidik suatu obyek berjarak 100 meter dan sama tingginya dengan tinggi sumbu datar (arah 1 pada gambar) dan dibaca pada lingkaran mendatar, misalnya :  $a_1$



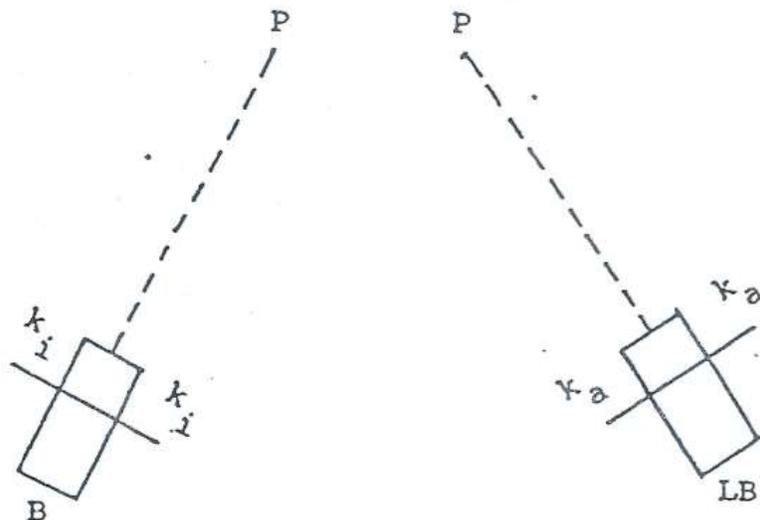
Dengan membidik teropong (B dan LH) dan membuat pembacaan  $a_1 + 180^\circ$  atau  $a_1 + 200^{\text{gr}}$ , arah teropong menjadi 2 sudut yang dibuat arah 1 dan arah 2 ; merupakan 2 kali kesalahan garis bidik. Dengan sekrup koreksi garis bidik, digeser setengahnya.

- B. Cara kedua sebenarnya hampir sama dengan cara kesatu (A). Setelah membidik suatu titik (Titik P) dan membaca harga  $a_1$  pada lingkaran mendatar, teropong dibalik dan membidik ke titik P kembali, baca lingkaran mendatar ( $=a_2$ ).  
Beda  $a_1$  dan  $a_2$  dikurangi  $180^\circ$  atau  $200^{\text{gr}}$  merupakan 2 kali kesalahan garis bidik. Dengan sekrup koreksi diperbaiki kesalahan ini.

## 8.3 Salah sumbu mendatar

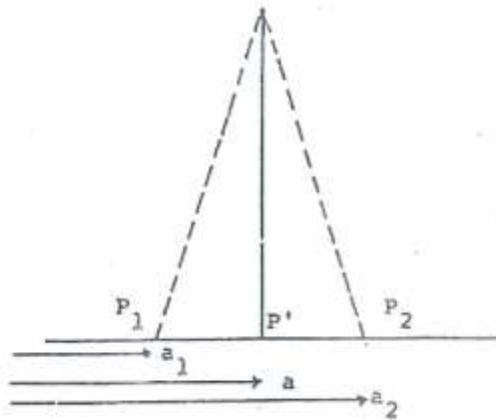
Kesalahan sumbu mendatar dapat dihapuskan dengan cara :

- A. Setelah Salah garis bidik dihilangkan, kita membidik titik P yang letaknya lebih tinggi, misalnya ujung penangkal petir suatu gedung.



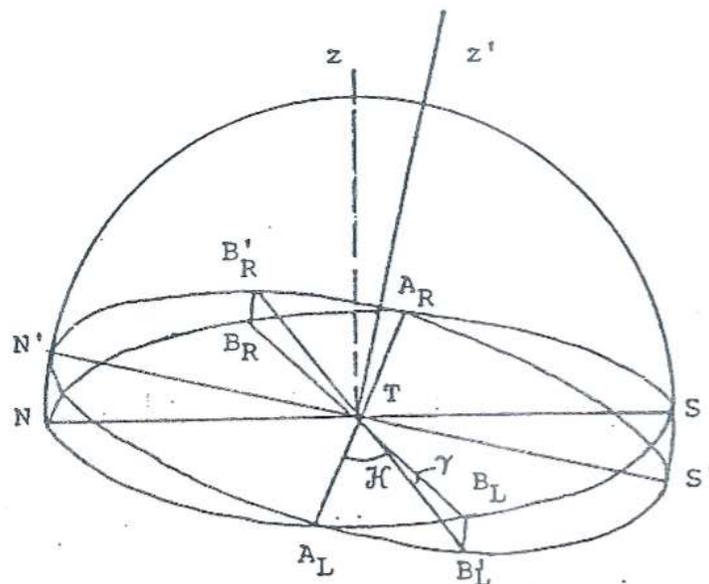
Teropong dalam kedudukan B dan LB, baca lingkaran mendatar. Perbedaan setelah dikurangi  $180^\circ$  merupakan besarnya sudut  $2i$ , dimana  $i$  adalah akibat kesalahan sumbu mendatar terhadap lingkaran mendatar. Pembacaan diberi koreksi sebesar  $i$ , dengan demikian didikan tidak tepat di titik P. Sekrup koreksi sumbu mendatar diatur hingga bila teropong digerakan dari atas ke bawah akan melalui P (sebagai kontrol).

- B. Setelah kesalahan garis bidik dihilangkan, bidiklah suatu titik misalnya titik P yang letaknya lebih tinggi. Gerakan teropong ke bawah dan bacalah pada mistar yang telah dipa sang tegak lurus garis bidik dan setinggi sumbu mendatar, yaitu  $P_1$  bacaannya  $a_1$ . Teropong dibalik dan bidik titik P, gerakan teropong ke bawah untuk membaca mistar yaitu sampai titik  $P_2$ , bacaanya  $a_2$ . Perbedaan  $(a_2 - a_1)$  merupakan pengaruh dari  $2x$  kesalahan sumbu mendatar.



Dengan memutar skrup koreksi, diubah menjadi  $a_2 - \frac{(a_2 - a_1)}{2}$  akan berada di titik P. Untuk control lakukan ulang pekerjaan diatas.

**8.4 Salah sumbu tegak :**



Kedudukan miring sumbu tegak menyebabkan slope dari sumbu mendatar dan juga kesalahan kesalahan pada proyeksi horizontal dari arah. Misalkan garis bidik tegak lurus Sumbu mendatar dan sumbu mendatar tegak lurus sumbu tegak, tetapi sumbu tegak membuat sudut  $= \alpha$  terhadap vertikal diukur pada bidang vertikal NZS.  $\alpha$  = sudut zenith dari sumbu tegak.

Dari gambar di arah titik A, sumbu mendatar dinyatakan  $A_R T A_L$ .  $NZS \perp A_L Z A_R$ , maka Slope dari sumbu mendatar pada kedudukan ini  $= 0$ . Jika T sebagai pusat bola dan TZ' sebagai sumbu tegak (Sumbu perputaran) dilukis sebagai bidang bola maka sumbu mendatar adalah bidang  $N' A_R S' A_L$ . Bila sekarang membidik titik B, maka Sumbu mendatarnya adalah  $B'_L T B'_R$  akan membuat sudut  $= \epsilon$  terhadap bidang horizontal.

Dari segitiga bola  $A_L B_L B'_L$  (Siku siku di BL), didapat :

$$\sin B_L B'_L = \sin \alpha \sin \epsilon \dots\dots\dots 1a)$$

atall

$$\sin \gamma = \sin \alpha \sin \epsilon \dots\dots\dots 1b)$$

karena  $\alpha$  dan  $\gamma$  sudut sudut kecil, maka :

$$\gamma = \alpha \cdot \sin \epsilon \dots\dots\dots 2)$$

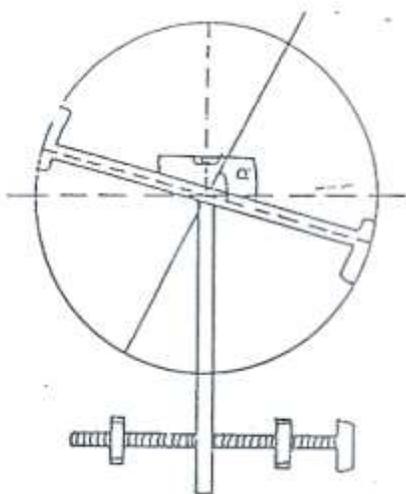
Rumus kedudukan miring dari sumbu mendatar terhadap sumbu tegak  $\partial_2 = \alpha \cdot \text{tg } \epsilon$ , maka untuk suatu jurusan  $\epsilon$  dari garis bidik, pengaruh tidak vertikalnya sumbu tegak menjadi :

$$\partial_3 = \alpha \cdot \sin \epsilon \cdot \text{tg } h \dots\dots\dots 3)$$

Untuk menghilangkan kesalahan ini tidak mungkin, walaupun teropong dibalik (LB), sumbu mendatar tetap mempunyai slope, hanya ujung ujung sumbu yang bertukar. Karena itu untuk membuat sumbu tegak vertikal hanya dapat diatasi bila pada alat ukur dilengkapi dengan nivo tabung.

**8.5 Kesalahan indeks :**

Pada pengukuran sudut vertikal dikenal kesalahan indeks yang disebabkan Belum diaturnya nivo alhidade vertikal. Lingkaran pembagian vertikal ikut bergerak bersama teropong terhadap sumbu mendatar (sb-II). Alhidade saat mengarah teropong berada dalam keadaan diam. Untuk mendapatkan sudut vertikal/tegak harus dihitung terhadap suatu bidang horizontal dan alhidade harus menunjukkannya.



Hal ini terpenuhi bila dipasang nivo tabung pada alhidade. Nivo dalam keadaan seimbang, bacaan sudut elevasi benar =  $\alpha$  atau sudut Zenith =  $90^\circ - \alpha$

Jika garis bidik horizontal harus dibaca pada lingkaran pembagian vertikal  $0^\circ$  dan  $90^\circ$ ; adanya penyimpangan dari ketentuan tadi disebut kesalahan indeks.

### 8.6 Kesalahan eksentrisitet dan diametral

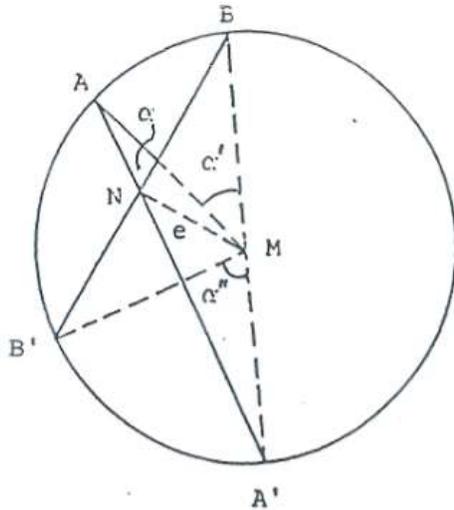
Kesalahan yang telah dibicarakan sebelumnya adalah kesalahan yang dapat diatur/diperbaiki oleh si pemakai alat ukur (theodolit). Kesalahan yang diuraikan berikut adalah kesalahan yang tidak dapat sama sekali diperbaiki oleh si pemakai, dengan perkataan lain merupakan kesalahan dari pabrik, antara lain :

A. Kesalahan diametral

Kesalahan diametral atau kesalahan dalam pembagian lingkaran pembacaan adalah kesalahan karena tidak sama besarnya interval skala.

B. Kesalahan eksentrisitet

Kesalahan eksentrisitet adalah kesalahan karena tidak berimpitnya sumbu tegak sebagai sumbu perputaran dengan pusat pembagian lingkaran skala.



M = titik tengah lingkaran  
 N = sumbu tegak  
 NM = e = besar eksentrisitet

Dilapangan ukur sudut ANB =  $\alpha$   
 Tetapi di alhidade sudut AMB =  $\alpha'$   
 Di indeks lainnya =  $\alpha''$   
 Sudut =  $\frac{1}{2} \text{bs} \cdot AB + \frac{1}{2} \text{bs} \cdot A'B'$   
 $= \frac{1}{2} \alpha' + \frac{1}{2} \alpha''$   
 $= \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha'')$

Bila kita membaca indeks alhidade dan diambil pukulan ratanya maka kita memperoleh sudut yang diukur, yang telah dihilangkan pengaruh eksentrisitasnya.

## 8.7 Rangkuman

Hubungan antara cara mengukur dan pengaruh terhadap kesalahan.

Cara mengukur	Pengaruh kesalahan yang dihilangkan
1. membaca rata pembacaan kedua indeks alhidade	1. kesalahan eksentrisitet
2. teropong dalam 2 kedudukan B & LB dan membagi rata pembacaan dari kedua kedudukan teropong	2a. Kesalahan tidak tegak lurusnya garis bidik terhadap sumbu mendatar
	2b. Idem sumbu mendatar terhadap sumbu tegak
	2c. Kesalahan indeks
3. mengaarih pada satu titik dengan berbagai kedudukan lingkaran pembagian skala	3. salah diametral

## BAB 9 PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM

Dalam menyusun laporan praktikum yang sifatnya melakukan penelitian di lapangan perlu adanya keseragaman yang tujuannya untuk memudahkan penuangan ide ide dan pemeriksaan bagi penilai. Beberapa hal yang perlu dipenuhi antara lain :

### 9.1 Format sampul dan kertas :

Format sampul laporan mencakup :

- a. Nama tugas mata kuliah/praktikum yang dihitung/dilaksanakan.
- b. Tanggal pelaksanaan tugas
- c. Nama praktikan dan Nrp. Mahasiswa
- d. Nama Asisten Dosen/Asisten Mahasiswa yang memberi tugas.
- e. Jurusan tempat Praktikan Kuliah. (GD, GL, SI atau PL)
- f. Tahun saat praktikum dilaksanakan.

Format kertas : Laporan praktikum dipakai ukuran kertas kwarto Ad.

### 9.2 Materi laporan :

- a. Dasar pemikiran  
Mengupas secara singkat alasan karena keterbatasan peralatan atau pemikiran yang erat kaitannya keterbatasan data yang ada atau upaya upaya untuk peningkatan dari segi segi teknis. Misal : Dalam penelitian kesalahan garis bidik, yang mendasari ialah walaupun bagaimana telitnya alat, kenyataan dalam praktek alat tersebut mempunyai penyimpangan; yaitu tidak sejajarnya arab garis bidik dengan garis arab nivo.
- b. Teori  
Adalah penjabaran dari teori teori yang erat hubungannya dengan penelitian yang dilakukan, ini bereferensi pada textbook yang dipakai. Uraikan mengenai rumus-rumus, persyaratan-persyaratan, koreksi hitungan, gambar dsb.
- c. Tahap pengukuran :  
Diuraikan mengenai langkah-langkah persiapan sampai pengambilan data lapangan selesai.
- d. Peralatan yang digunakan  
Tuliskan apa saja peralatan yang digunakan untuk penelitian, cantumkan nomor alat bila ada.
- e. Data hasil penelitian dan hitungan  
Susun data hasil penelitian dan bentuk tabel atau formulir yang tersedia. Dari tabel data tersebut uraikan hitungannya dengan menggunakan rumus-rumus yang telah dibahas pada Bab Teori. Perlu diingat selalu menyertakan satuannya (mm, detik, cm, meter dsb) dari data yang dihitung,
- f. Kesimpulan  
Uraikan berupa pandangan/pendapat antara teori yang ada dengan hasil yang diperoleh. Apabila terjadi penyimpangan, apa saja faktor-faktor yang mempengaruhinya. Apabila penelitian mempunyai dampak positif atau negatif, kupas menurut "kaca mata" saudara.

Contoh format sampul

LAPORAN PRAKTIKUM ILMU UKUR TANAH - 1 ----- → (a)  
"KESALAHAN GARIS BIDIK"

1 September 1986 ----- → (b)

Oleh :

Datum Haryono 051185013 ---- → (c)

Asisten :

1. Hernowo Djojo ----- → (d)
2. Bangun Prakarsa

JURUSAN TEKNIK GEODESI, FAK. TEKNIK UNPAK ----- → (e)

BOGOR, 1 9 8 6 ----- → (f)

Daftar Pustaka :

Deumlich, Fritz. Surveying instruments, Walter de Gruyter, Berlin - New York, 1982.

Frick, Heinz. Ilmu dan Alat Ukur Tanah. Penerbit Kanisius - Yogyakarta, 1979.

Geodesi Departemen, FTSP- ITB.' Catatan Kuliah Ilmu Ukur Tanah. Bandung 1977 - 1978.

PTSP Semi Tertulis. Diklat Ilmu Ukur Tanah. Departemen Geodesi-FTSP»ITB, Bandung 1980.

Rais, Jacub. Ilmu Ukur Tanah Jilid I\_ & II. Cipta Sari Edisike-2, Semarang, 1977.

Wongsotjitro, Soetomo. Ilmu Ukur Tanah. Penerbit Yayasan Kani -siue. Yogyakarta, 1980. V