

PRAKTIKUM UKUR TANAH



THEODOLITE

WATERPASS



**LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

KATA PENGANTAR

Puji syukur pada Allah SWT atas selesainya buku petunjuk praktikum Ukur Tanah ini. Tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sutiyono. MT, selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jatim.
2. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Novie Handajani, ST. MT, selaku Kepala Laboratorium Hidroteknik dan Ukur Tanah Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Dosen dan seluruh staf Program Studi Teknik Sipil.

Yang telah membantu moril hingga terselesainya buku ini. Mudah-mudahan buku ini dapat menjadikan penuntun mahasiswa dalam melakukan praktikum. Penulis sadar buku ini masih banyak kekurangannya dan jauh dari sempurna, maka sara dan kritik sangat diharapkan. Untuk itu semuanya penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penyusun



BAB I **PENDAHULUAN**

1.1. Surveying

Ilmu Ukur Tanah adalah suatu ilmu yang mempelajari cara-cara pengukuran yang diperlukan untuk menyatakan kedudukan suatu titik di permukaan bumi. Ilmu Ukur Tanah itu sendiri merupakan bagian dari ilmu geodesi yaitu ilmu yang menentukan bentuk permukaan bumi (peta) baik permukaan besar atau kecil permukaan bumi. Dari definisi tersebut maka jelas bahwa ilmu ukur tanah memegang peranan penting di dalam mendukung pelaksanaan pembangunan.

Pengukuran (*surveying*) adalah suatu disiplin ilmu yang mencakup semua metode mengukur, memproses, dan menyebarluaskan informasi mengenai bentuk fisik bumi dan lingkungannya. Secara sederhana, surveying meliputi pekerjaan pengukuran jarak dan sudut. Jarak bisa berupa jarak dalam arah vertikal (yang disebut juga ketinggian) maupun jarak horisontal. Begitu juga dengan sudut, bisa diukur dalam bidang vertikal maupun horisontal. (sumber : Wikipedia)

Pengukuran dapat dibagi berdasarkan luas cakupan serta bentuk dari daerah yang diukur, yaitu :

- Survei Geodesi (*Geodetic Surveying*), dengan luas cakupan pengukuran lebih dari 55km x 55km, rupa muka bumi merupakan permukaan lengkung.
- Ukur Tanah Datar (*Plane Surveying*), dengan luas cakupan pengukuran kurang dari 55km x 55km, rupa bumi dianggap sebagai bidang datar.

Bentuk dari muka bumi adalah sebagai ellipsoida putar, yaitu bentuk ellip yang diputar pada sumbu pendeknya. Di dalam bidang ukur tanah datar (*surveying*) daerah yang dicakup adalah kecil sehingga permukaan bumi dapat dianggap sebagai bidang datar. Bila daerah yang dicakup lebih besar, maka permukaan bumi harus diperhitungkan sebagai ellipsoida putar, yang tentunya memerlukan perhitungan-perhitungan yang lebih sulit. Berdasarkan atas keperluan/tujuan dari pekerjaan pengukuran, maka dapat digolongkan menjadi :

1. Pengukuran Topografi (*Topographic Survey*) : Untuk memperoleh gambaran dari permukaan tanah yang diukur yaitu keadaan medan (tinggi rendahnya), serta semua benda-benda / bangunan-bangunan yang di atasnya.



**LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294**

2. Pengukuran Kadaster (*Cadastral Survey*) : Pengukuran yang ada hubungannya dengan kepemilikan tanah, hak tanah dan batas tanah.
3. Pengukuran Teknik Sipil (*Construction Survey*) : Pengukuran yang ada hubungannya dengan pelaksanaan pembuatan bangunan gedung, jalan raya, bendungan dan bangunan-bangunan lainnya.
4. Fotogeometri : pengukuran dengan menggunakan foto udara.
5. Pengukuran Hidrografi (*Hidrographic Survey*) : Pengukuran untuk mendapatkan gambaran dari dasar laut, dasar danau, sungai dan bentuk-bentuk perairan lainnya.

Pada pelaksanaan praktikum Ilmu Ukur Tanah I ini, dilakukan pengukuran Teknik Sipil (*Construction Surveying*) yaitu dengan alat Auto Level/*Waterpass*. Adapun tujuan dari masing-masing praktikum dapat dijelaskan pada bab selanjutnya.



BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Pengukuran *Waterpass*

Pengukuran *waterpass* adalah pengukuran untuk menentukan ketinggian atau beda tinggi antara dua titik. Pengukuran *waterpass* ini sangat penting gunanya untuk mendapatkan data untuk keperluan pemetaan, perencanaan maupun untuk pekerjaan pelaksana.

Hasil-hasil dari pengukuran *waterpass* diantaranya untuk perencanaan jalan-jalan kereta api, saluran, penentuan letak bangunan gedung yang didasarkan atas elevasi tanah yang ada. Perhitungan urugan dan galian tanah, penelitian terhadap saluran-saluran yang sudah ada dan lain-lain.

2.2. Istilah-istilah

Dalam pengukuran beda tinggi ada beberapa istilah/definisi yang perlu dibicarakan disini yaitu:

- Garis vertikal : adalah garis yang menuju ke pusat bumi, yang umumnya dianggap sama dengan garis untung-unting (*plumb line*)
- Bidang datar : adalah bidang yang tegak lurus pada garis vertikal pada setiap titik. Dengan demikian bidang horisontal ini akan berbentuk melengkung mengikuti bentuk permukaan laut.
- Datum : adalah bidang yang digunakan sebagai bidang referensi untuk ketinggian, misal permukaan laut rata-rata.
- Mean Sea Level (MSL) : atau muka laut rata-rata, adalah hasil rata-rata dari pengukuran permukaan laut tiap-tiap jam selama jangka waktu yang lama.
- Elevasi : adalah jarak vertikal (ketinggian) yang diukur terhadap bidang datum.
- Bench – Mark (B.M) : adalah titik yang tetap (biasanya berbentuk patok beton) yang telah diketahui elevasinya terhadap datum yang dipakai, untuk pedoman pengukuran elevasi daerah sekelilingnya.



2.3. Macam-macam cara pengukuran tinggi

Untuk mengukur tinggi dapat digunakan dengan bermacam-macam cara, yaitu :

- Dengan pengukuran tinggi secara langsung dengan menggunakan pita ukur
- Dengan menggunakan alat ukur waterpass (differential levelling). Pada cara ini, didasarkan atas kedudukan garis bidik teropong yang dibuat horisontal dengan menggunakan gelembung nivo
- Dengan menggunakan cara Trigonometri (Trigonometric Levelling). Beda tinggi dapat diukur dengan alat yang dilengkapi dengan pembacaan sudut vertikal (Theodolite)

2.4. Pengenalan bagian alat ukur sipat datar

Bagian-bagian dari pada alat ukur datar adalah sebagai berikut:

1. Lensa dan Teropong

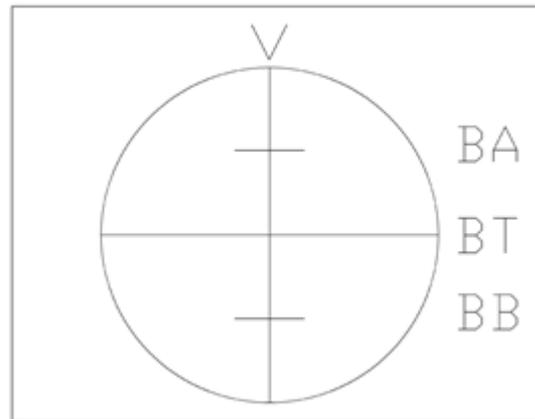
Bagian ini terdiri dari sebuah teropong yang didalamnya dipasang tiga buah lensa yaitu lensa mata (Lensa okuler), lensa obyektif dan lensa sentral. Lensa sentral tidak terlihat dan terpasang di tengah-tengah teropong jadi tidak diubah-ubah oleh seorang ahli ukur pada waktu dia bekerja. Adapun spesifikasi teropong pada Auto Level AT-G7 dan Automatic Focus Level AFL-240 ini adalah sebagai berikut :

Merk	:	TOPCON	PENTAX
Type	:	AT-G7	AFL-240
Image	:	Erect	Erect
Magnification	:	22X	24X
Objective Lens	:	33mm	45mm
Field Of View	:	1 30'	1 20'
Minimum Fokus	:	0.9m/2.9ft	0.6m/24 inc
Revolving Power	:	4.0"	3.5"
Stadia Constant	:	0.1m	0
Stadia Ratio	:	100	1.00
Overall Length	:	204mm	-
Relative Brightness	:	1.86	-



2. Benang-benang Silang

Berada dekat dengan lensa okuler. Apabila kita melihat melalui teropong, Benang-benang silang ini tampak sebagai berikut :



Gambar 2.1 Benang Silang

Keterangan gambar :

- V : benang silang vertikal
- Ba : benang atas
- Bt : benang tengah
- Bb : benang bawah

3. Garis Bidik

Merupakan garis yang menembus titik potong benang-benang silang vertikal dan horisontal serta titik tengah lensa obyektif. Dengan demikian garis ini dalam arah yang berbeda-beda merupakan bidang bidik yang dijadikan pangkal untuk melakukan pengukuran ketinggian.

4. Sumbu Kesatu, Penggerakan Halus Dan Klem Pengunci

Teropong yang dapat berputar keliling sumbu vertikal dinamakan sumbu ke satu. Tentu saja garis bidik harus dapat disetel agar horisontal, untuk itu maka di bagian atas teropong dipasang nivo.

5. Nivo

Semua alat penyipat datar dilengkapi dengan nivo. Alat ini terdiri sebuah silinder dengan tutup berbentuk cembung, yang merupakan suatu ruang uap yang berisi eter. Gelembung uap akan selalu bergerak ke arah titik paling tinggi, apabila titik tengah



gelembung jauh bersamaan dengan titik tengah tutup, maka nivo berada dalam keadaan horisontal.

6. Knop focus

Terletak ditengah-tengah bagian lensa sebelah kanan untuk type Auto Focus dilengkapi dengan Switch Dial Manual atau Auto focus. Apabila kita menggunakan Autofocus kita gunakan tombol AF key setelah collimator (titik bidik) tepat pada rambu ukur (obyek).

7. Alat-alat pembacaan sudut

Terletak dekat lensa okuler seperti Eyepiece dan Eyepiece Cover.

2.5 Cara-cara pengaturan alat sipat datar adalah sebagai berikut

1. Sumbu kesatu tegak lurus garis nivo

Cara mengaturnya dengan ketiga sekrup penyetel. Penyimpanan dapat dihilangkan dengan sekrup nivo

2. Benang silang horisontal tegak lurus sumbu kesatu

Hal ini diperiksa dengan mengarah ke suatu titik pada tombol, dengan ujung kiri benang silang dibuat berampit dengan titik tersebut apabila teropong diputar dengan sumbu kesatu sebagai sumbu putar. Jika tidak demikian maka benang diafragma dengan benang silang diputar sedikit dengan tangan sesudah sekrup kecil yang terletak pada sisi diafragma dilepas dikit.

3. Garis bidik sejajar dengan nivo

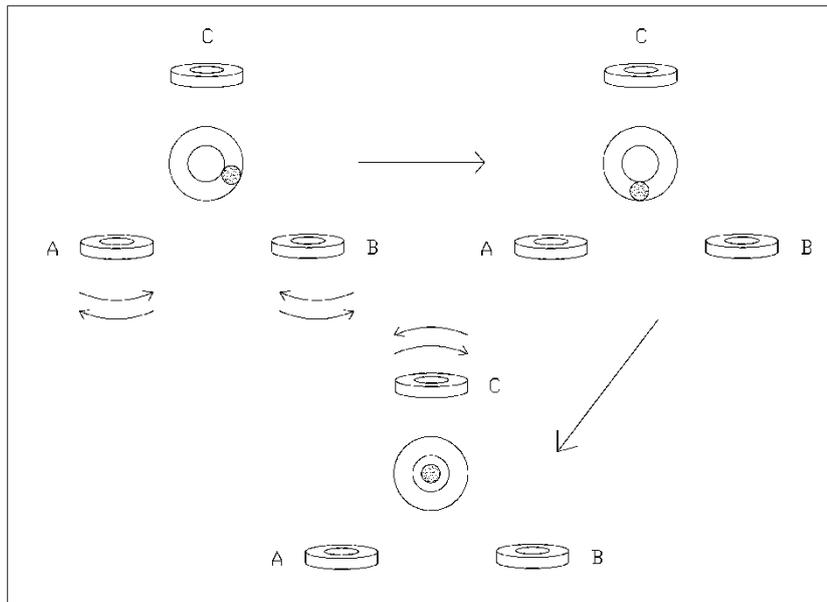
4. Untuk pemeriksaan syarat ini diadakan penyelidikan terhadap tinggi antara dua titik.

Cara mudah didalam melakukan pengaturan alat ukur waterpass ini setelah alat dipasang pada tripod dan bandul tepat diatas titik yang akan diukur sebagai berikut:

1. Ambil sekrup levelling A dan B.
2. Buka kaca circular vial yang berfungsi untuk melihat nivo
3. Letakkan circular (nivo) ditengah-tengah antara sekrup levelling A dan B.
4. Putar kedua sekrup tersebut sampai gelembung nivo tepat di tengah-tengah dengan cara memutar sekrup tadi bersamaan kedalam atau bersamaan keluar.



5. Setelah gelembung nivo di tengah-tengah sekrop leveling A dan B ambil sekrop levelling C diputar ke kiri atau ke kanan sampai gelembung nivo masuk ditengah-tengah lingkaran gelembung nivo.
6. Berarti alat siap digunakan untuk jelasnya perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.2 Cara penyeimbangan alat

2.6. Alat-alat bantu

Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran selain waterpass antara lain:

1. Jalon

Berfungsi untuk tanda di lapangan pada titik-titik tertentu yang akan diukur sebagai titik sementara. Sewaktu memasang sebuah jalon atau sebuah baak harus berusaha agar mereka berdiri tegak lurus

Penyetelan tegak lurus ini dapat dilakukan:

- a. Dengan bantuan sebuah unting-unting (*schiet lood*)
- b. Dengan menggunakan sebuah nivo (waterpass)
- c. Dengan membidik tepi jalon terhadap garis-garis tegak lurus yang terhadap disekitarnya (sudut rumah dan sebagainya)



2. Pasak
3. Unting-unting (*schiet lood*)
Untuk meliti apakah alat penyipat datar tepat diatas satu titik (sumbu kesatu alat tepat di atas pasak yang di tanamkan)
4. Meteran
Digunakan untuk mengukur jarak langsung di lapangan.
5. Payung
Digunakan untuk melindungi pesawat terhadap sinar matahari dan hujan secara langsung.
6. Statif/tripod (kaki tiga)
Alat ini sebagai tempat bertumpunya pesawat

2.7. Cara pembacaan rambu ukur

Pada saat rambu ukur dibidik dengan teropong (waterpass), maka akan tampak pada bayangan ada benang silang horisontal atas, tengah dan bawah yang jatuh pada skala dari rambu tersebut, misalnya pembacaan rambu :

$$\text{Bacaan benang Atas (BA)} = 3,040$$

$$\text{Bacaan benang Tengah (BT)} = 2,993$$

$$\text{Bacaan benang Bawah (BB)} = 2,946$$

Harus selalu dicek pada saat pembacaan rambu apakah sudah dipenuhi bahwa,

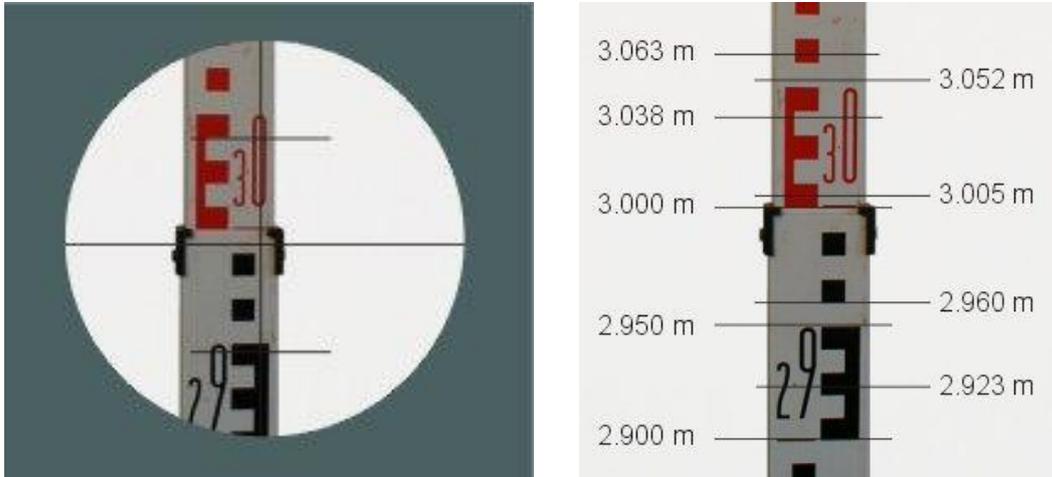
$$\mathbf{2 \times BT = BA + BB}$$

Sebagai contoh cek hasil pembacaan di atas:

$$\text{BA} = 3,040$$

$$\text{BT} = 2,993 \quad 2 \times 2,993 = 3,040 + 2,946$$

$$\text{BB} = 2,946$$



Gambar 2.3 Pembacaan rambu

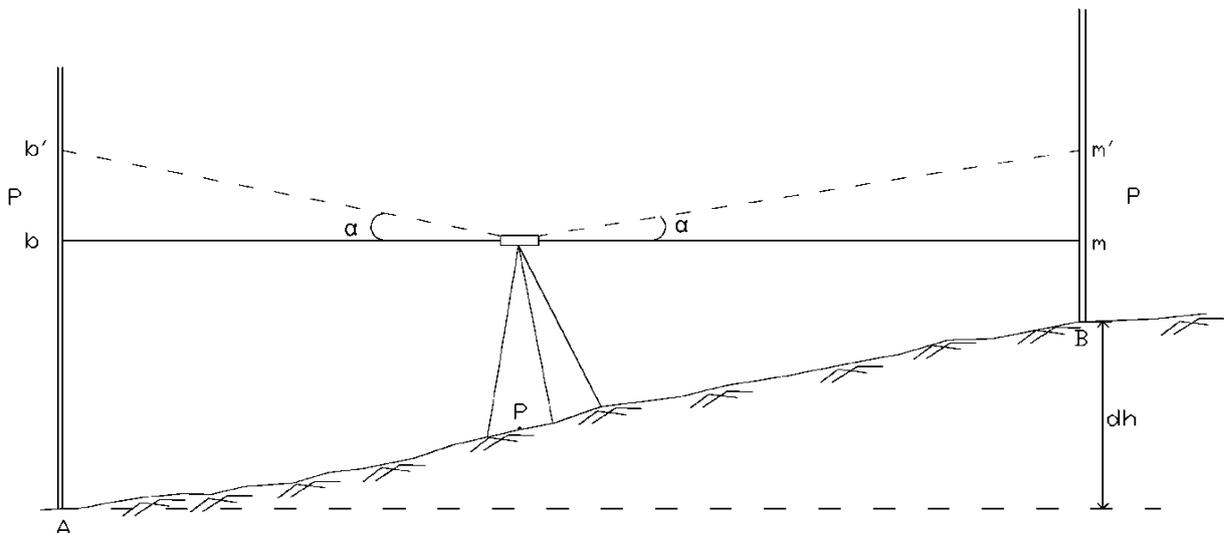
Bila hal diatas tidak dapat dipenuhi, maka kemungkinan salah pembacaannya atau pembagian skala pada rambu tersebut tidak betul.

Jarak dari alat waterpass ke rambu ukur dapat dihitung dengan rumus :

$$d = 100 \times (\text{Benang atas} - \text{Benang bawah})$$

dari contoh diatas didapat : jarak (d) = $100 \times (3,040 - 2,946) = 9,4$ meter

2.8. Cara mengukur beda tinggi



Gambar 2.4. Beda tinggi



Pada gambar 2.4 adalah cara untuk mengukur beda tinggi antara titik A dan titik B, bila alat waterpass telah memenuhi syarat seperti telah dijelaskan di muka, maka alat diletakkan di titik P dimana jarak $pA = pB$.

- Pembacaan benang tengah ke A = b
- Pembacaan benang tengah ke B = m

Maka beda tinggi antara titik A dan B adalah :

$$Dh = b - m$$

Atau secara umum dapat dikatakan bahwa beda tinggi antara 2 titik adalah sama dengan pembacaan benang tengah belakang dikurangi dengan pembacaan benang tengah muka.

Cara meletakkan pesawat seperti di atas ($pA = pB$) adalah untuk menghindari adanya kesalahan dari kedudukan tidak sejajarnya sumbu teropong dengan garis arah nivo. Seperti terlihat pada gambar 2.4, bila kedudukannya tidak betul, maka sumbu teropong akan membentuk sudut α dengan garis mendatar, walaupun gelembung nivo sudah kita setel ditengah-tengah.

Karena kesalahan ini maka pembacaan menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Bacaan belakang} &= b' \\ \text{Bacaan muka} &= m' \\ \text{Beda tinggi } d_h &= b' - m' \\ &= (b + p) - (m + p) \\ &= b - m \text{ (hasinya masih betul)} \end{aligned}$$

2.9. Macam-macam pekerjaan pengukuran waterpass.

Ada 3 macam pekerjaan waterpassing, ialah

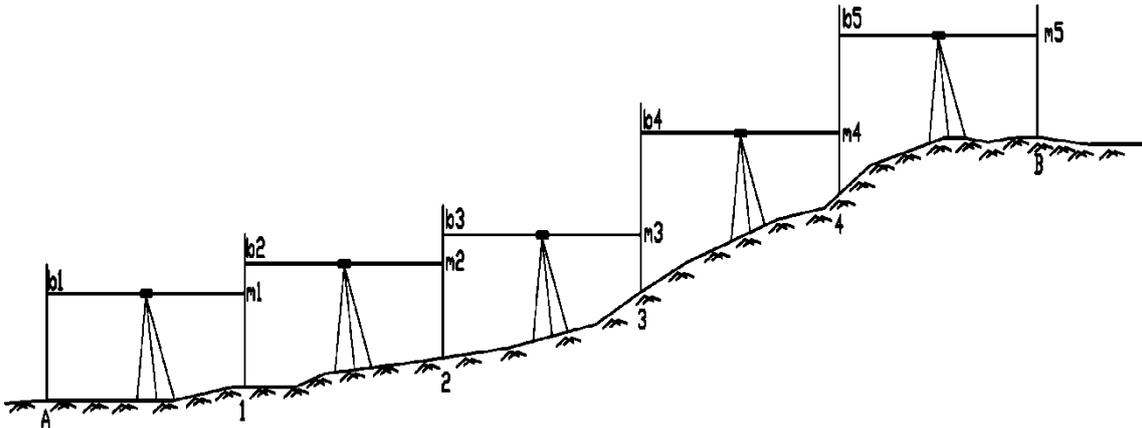
1. Pengukuran waterpassing berantai (differential levelling)
2. Pengukuran waterpassing profil
3. Sipat datar luas

2.9.1 Waterpass berantai

Pada gambar 2.5. beriku ini, antara titik A dan titik B akan ditentukan beda tingginya. Karena jarak 2 titik tersebut cukup jauh, maka di bagi menjadi beberapa tahap,



ialah titi-titik 1 sampai dengan 4 (A – 1 – 2 – 3 – 4 – B). Pesawat waterpass diletakkan di tengah diantara tiap 2 titik yang beraturan dan dibedakan pembacaan rambu.



Gambar 2.5. Waterpass berantai

$$dh_A - 1 = b_1 - m_1$$

$$dh_1 - 2 = b_2 - m_2$$

$$dh_2 - 3 = b_3 - m_3$$

$$dh_3 - 4 = b_4 - m_4$$

$$\underline{dh_4 - B = b_5 - m_5} \quad +$$

$$dh_A - B = \sum_{i=1}^{i=5} b_i - \sum_{i=1}^{i=5} m_i$$

atau dapat ditulis :

$$\text{Beda tinggi} = \sum \text{bacaan belakang} - \sum \text{Bacaan muka}$$

Pengukuran di atas dilakukan pada satu kali saja (pergi). Sedang untuk mendapatkan ketelitian. Harus dilakukan pengukuran dari B kembali ke A (pengukuran pulang). Dapat juga dilakukan berkali-kali pergi dan pulang untuk mendapatkan hasil dengan ketelitian yang tinggi. Bila pengukuran diadakan secara pulang pergi, maka hasil beda tinggi adalah rata-rata dari pengukuran pergi dan pengukuran pulang.

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan, perhitungan waterpass dibuat dalam tabel seperti dapat dibaca pada contoh berikut ini (kedudukan titik-titik seperti tampak pada gambar 2.5).



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Contoh 1 : Perhitungan waterpass dengan beda tinggi

Titik	Pembacaan Mistar		Jarak	Beda Tinggi (dh)		Elevasi
	Belakang	Muka		+	-	
A						+100.000
	1.239	2.128	84.37		0.889	
1						+99.111
	1.843	2.521	91.23		0.678	
2						+98.433
	2.046	1.771	95.28	0.275		
3						+98.708
	1.917	1.356	92.69	0.561		
4						+99.269
	1.667	1.488	98.25	0.179		
B						+99.448
Σb	8.712	9.264		+1.015	-1.567	
Σm	9.264			-1.567	+	
dh				-0.552		-0.552

Contoh 2 : Perhitungan waterpass dengan tinggi garis bidik

Titik	Belakang	Tinggi Garis Bidik	Muka	Elevasi	Jarak
A				+100.000	
	1.239	101.239			42.20
1			2.128	+99.111	42.17
	1.843	11.954			45.60
2			2.521	+98.433	45.63
	2.046	11.479			47.50
3			1.771	+98.708	47.78
	1.917	11.625			46.30
4			1.356	+99.269	46.39
	1.667	100.936			49.10
B			1.488	+99.448	49.15
Σb	8.712		9.264		461.82

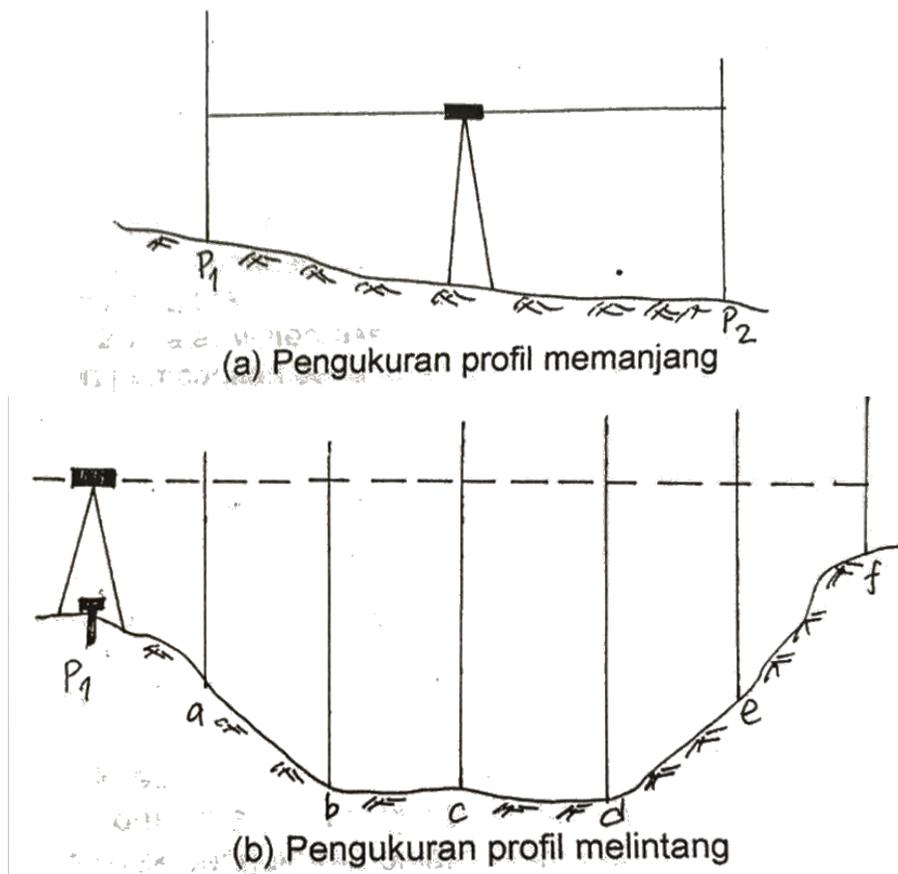


2.9.2 Pengukuran waterpass profil

Profil adalah irisan baik arah memanjang maupun melintang dari lapangan. Profil biasanya digunakan pada pekerjaan jalan raya, saluran atau jalan kereta api. Pada tampang memanjang karena panjangnya sangat besar maka skala vertikal dibuat berbeda dengan skala horisontal, misalnya skala vertikal 1:100 dan skala horisontal 1:2000.

Sedangkan pada tampang melintang skala dibuat sama untuk kedua arah baik vertikal maupun horisontal. Pada pengukuran profil memanjang, cara pengukuran sama dengan pada pengukuran berantai.

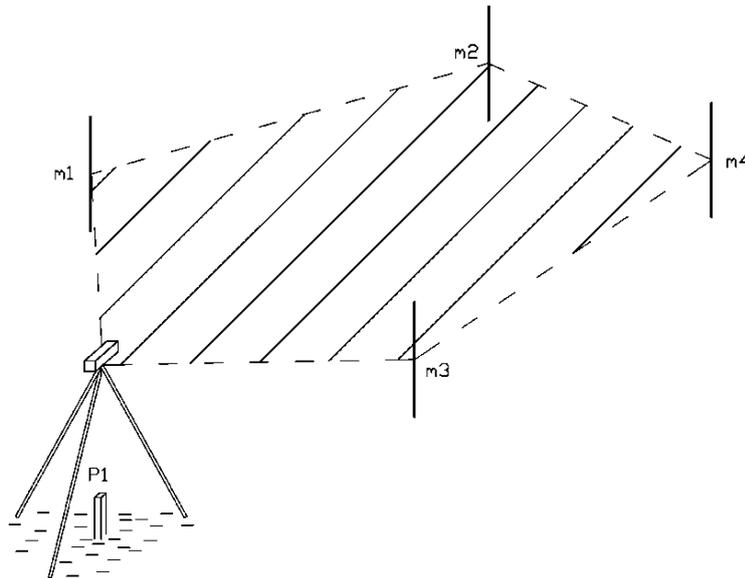
Sedangkan pada pengukuran profil melintang biasanya alat waterpass diletakkan di satu titik untuk mengukur beberapa titik-titik pada satu tampang melintang.



Gambar 2.6. Pengukuran Profil



2.9.3 Pengukuran datar luas



Gambar 2.7. Pengukuran datar luas

Untuk mengukur ketinggian beberapa titik yang tidak terletak pada satu garis. Dapat pula dikerjakan dengan alat waterpass, dimana alat waterpass diletakkan pada satu titik. Pada gambar 2.6 alat waterpass diletakkan di titik P dan diukur titik-titik detail 1, 2, 3, 4 dengan pembacaan benang tengah m1, m2, m3, dan m4

Adapun cara perhitungan elevasinya dapat digunakan dengan tinggi garis bidik.

2.10. Ketelitian dalam pengukuran waterpass

Dalam pengukuran waterpass kesalahan ulang diijinkan tergantung dari tingkat pengukurannya. Kesalahannya yang diijinkan dirumuskan sebagai :

$$S = C\sqrt{L} \text{ mm}$$

Dengan :

S = kesalahan

C = konstanta yang tergantung dari tingkat (orde) pengukuran

L = jarak pengukuran dalam kilometer

Untuk pengukuran orde I	—————>	$S < 3\sqrt{L}$	m,m
orde II	—————>	$S < 6\sqrt{L}$	m,m
orde III	—————>	$S < 10\sqrt{L}$	m,m



2.11. Jalannya pengukuran

Dalam pelaksanaannya, pengukuran jarak dan elevasi di lapangan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Menetapkan patok-patok dengan jarak antar patok ± 25.00 m
2. Meletakkan alat ukur pada titik pertama antara baak muka dan baak belakang atau jalon yang satu dengan jalon lainnya untuk pengukuran berantai. Apabila pengukuran tunggal dimulai dari titik pertama ke titik bantu satu kemudian baru dari titik bantu satu ke titik pertama ke titik seterusnya ke titik dua baca ke titik satu,
3. Mengatur garis bidik supaya alat ukur datar, dimana yang intinya gelembung nivo tepat ditengah-tengah nivo,
4. Mengarahkan teropong ke baak belakang untuk pengukuran sedang untuk pengukuran tunggal ke titik bantu satu,
5. Mengatur fokus benang silang hingga terlihat BA, BT dan BB.
6. Letakkan arah ke baak belakang (pengukuran berantai) atau ke titik bantu satu (pengukuran tunggal) pada posisi 0° (nol derajat) dan catat,
7. Baca dan catat Benang atas, Benang tengah dan Benang bawah.
8. Arahkan ke baak muka (pengukuran berantai) atau ke titik II (pengukuran tunggal), catat lagi sudutnya pada lingkaran graduasi, bacaan benangnya BA. BT, dan BB.
9. Ukur tinggi pesawat dan catat lokasi, tanggal, cuaca dan waktu pengukuran.
10. Ulangi lagi langkah ini pada titik-titik selanjutnya seperti pada langkah pada titik pertama.
11. Menentukan titik-titik detail untuk pengukuran melintang pada titik-titik utama. Untuk pengukuran melintang tentukan titik-titik detailnya sesuai dengan kondisi serta kebutuhan data.
12. Lakukan melintang 90° atau X° sesuai dengan permintaan pada tiap-tiap titik utama, catat dan identifikasi titik-titik detailnya dengan jelas
13. Lakukan hingga batas akhir pengukuran. Baru lakukan pengukuran pulang atau sesuai permintaan.



14. Sebagai catatan pengukuran melintang sebaiknya dilakukan pada waktu alat ukur pada titik utama apabila ada yang tertinggal lakukan pada waktu pengukuran pulang.

2.12. Pengambaran

Untuk menggambar potongan memanjang, skala yang dibutuhkan adalah skala vertikal dan skala horisontal. Untuk skala vertikal 1 : 10 dan skala horisontal 1 : 100.

Untuk menggambar potongan melintang, skala yang dibutuhkan adalah skala vertikal dan skala horisontal. Untuk skala vertikaln 1 : 10 dan skala horisontal 1 : 100. Sedang untuk layout skala 1: 500.



BAB III **LAPORAN HASIL PRAKTIKUM**

Hasil dari praktikum dibuat laporan yang isinya adalah sebagai berikut :

1. Laporan diketik diatas kertas HVS ukuran A4, 70 gram.
2. Format ketikan, dari samping kiri 3,5 cm, atas 3,5cm, kanan 3cm, dan bawah 3cm.
Spasi untuk penulisan 2 spasi. Tulisan Time New Roman, font 12.
3. Urutan penulisan yaitu :
 - Lembar judul
 - Lembar pengesahan
 - Kata pengantar
 - Daftar isi
 - Daftar lampiran
 - Bab I Pendahuluan
 - Bab II Dasar teori
 - Bab III Pelaksanaan dilapangan
 - Bab IV Perhitungan
 - Bab V Kesimpulan dan Saran
 - Lampiran berupa :
 1. Lembar asistensi 3. Gambar Waterpass
 2. Buku ukur 4. Gambar Potongan memenjang dan melintang
4. Batas waktu pengumpulan satu minggu sebelum Ujian Akhir Semester (UAS).
5. Minimal asistensi 5 kali.
6. Sebelum dan sesudah praktikum harus lapor pada petugas Laboratorium (Laboran).
7. Setiap mahasiswa harus mempunyai surat bukti penyerahan tugas yang telah di beri nilai oleh asistensi masing-masing. Untuk Arsip diserahkan di Laboratorium Ukur Tanah.
8. Buku ukur harus sudah di acc sesudah praktikum selesai paling lambat pukul 16.00 pada hari itu juga atau kebijaksanaan asisten lapangan masing-masing (Laboran).
masing-masing regu mengumpulkan 1 buku fotocopy Laporan praktikum yang diserahkan di Laboratorium Ukur Tanah.



**LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294**

PETUNJUK PRAKTIKUM UKUR TANAH

THEODOLITE

**LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**



BAB I **PENDAHULUAN**

1.1. Theodolite

Praktikum Ukur Tanah yang kedua dimaksudkan untuk memperkenalkan kepada mahasiswa tentang pemahaman alat-alat ukur sudut *Theodolite* dan cara menggunakan di lapangan, dengan tujuan agar dapat menentukan dan mengukur beda tinggi antara dua titik atau lebih pada jarak jauh dengan teliti yang dihitung dalam suatu bidang miring. Menentukan titik-titik dengan cara pemotongan ke muka dan ke belakang dengan cara poligon dan jaring-jaring segitiga, pemetaan dan busur di lapangan, serta dengan perhitungan luas dan volume pengukuran. Metode Tachimetri adalah cara cepat dan efisien dalam mengukur jarak yang cukup teliti untuk sipat datar trigonometrik, beberapa poligon dan penentuan lokasi detail topografik. Biasanya untuk menyatakan titik-titik tersebut dalam koordinat.

Untuk mendapatkan keadaan suatu tempat dengan jalan menentukan titik-titik di atas permukaan bumi dan hubungannya dengan titik lain diperlukan sudut. Untuk sudut datar diperlukan sudut horisontal sedang untuk pengukuran tachimetri untuk bidang miring diperlukan sudut vertikal. Pengukuran tachimetri untuk titik bidik horisontal selain benang silang tengah, Theodolite mempunyai dua benang silang lagi yaitu benang silang atas dan benang silang bawah. Sedang untuk tachimetri untuk bidang miring adalah dengan garis bidik miring karena adanya keragaman topografi, tetapi perpotongan benang tadi dibaca pada rambu tegak lurus dan jarak miring direduksi menjadi jarak horisontal dan jarak vertikal.

Di dalam praktikum poligon dan tachimetri penentuan titik-titik di lapangan dapat dilakukan dengan cara, mengikat kemuka, mengikat kebelakang, polygon, jaring-jaring segitiga. Besaran yang akan diukur dalam poligon adalah unsur-unsur sudut disetiap titik dan jarak disetiap dua titik yang berurutan. Untuk menentukan arahnya, salah satu dari sisinya harus diketahui Azimutnya dengan cara magnetis maupun dengan cara pengukuran matahari / bintang. Agar kedudukan titik-titik yang akan dihitung koordinatnya merupakan satu sistem koordinat yang telah ada.



BAB II

CARA PENGGUNAAN ALAT

2.1. Arti pengukuran sudut

Pengukuran sudut berarti mengukur suatu sudut yang terbentuk antara suatu titik dan dua titik lainnya. Pada pengukuran ini diukur arah dari pada dua titik atau lebih yang dibidik dari suatu titik kontrol dan jarak antara titik-titik diabaikan.

2.2. Pengukuran sudut mendatar

Pengukuran sudut mendatar dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu : Cara Reiterasi dan Rapetisi.

a. Cara Reiterasi

Pada cara ini sesungguhnya pengukuran dilakukan dengan menyelesaikan pembacaan ke semua target yang tersedia pada suatu kedudukan alat. Sesudah sampai pada pembacaan arah dari target yang terakhir, maka kedudukan teropong diubah menjadi kedudukan sebaliknya yang disebut kedudukan luar biasa dan pengukuran kearah target lainnya dilakukan mundur sampai target yang pertama kembali.

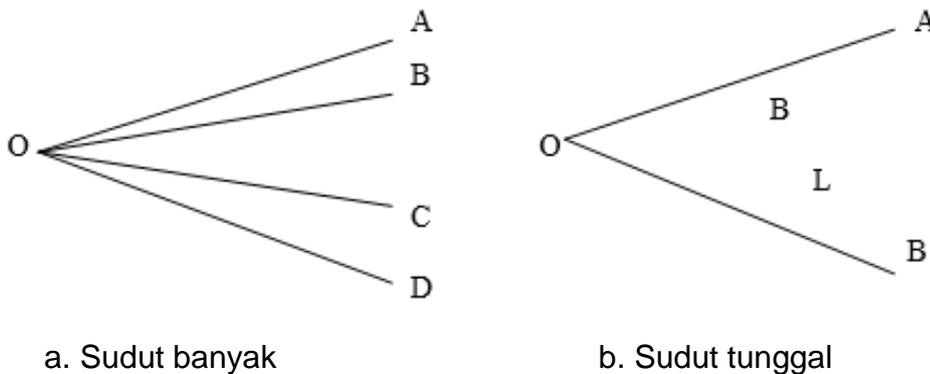
Prosedur pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Memasang dan mendatarkan Theodolite pada titik O.
2. Membidik sasaran A dengan tepat dan mengencangkan sekrup klem horizontal, lalu menyetel lingkaran graduasi pada angka $0^{\circ}00'00''$.
3. Menempatkan sasaran pada pusat benang silang teropong dengan memutar sekrup halus horizontal.
4. Membaca lingkaran graduasi horizontal dan dalam pengamatan ini teropong berada dalam keadaan biasa (A_B).
5. Kendurkan sekrup klem dan bidik sasaran B dengan tepat, kencangkan kembali sekrup.
6. Baca lingkaran graduasinya (B_B).
7. Teropong dibalik dan alat diputar sebesar 180° ,lalu bidikan ke sasaran B. Lingkaran graduasinya dibaca dan dicatat. Pengamatan ini dilakukan dengan teropong dalam kedudukan luar biasa (B_{LB}).
8. Teropong diputar ke arah A, bidik dan baca lingkaran gradusinya (A_{LB}).



Pengukuran A_B , B_B , B_{LB} , A_{LB} ini disebut satu seri pengukuran. Untuk menambah seri pengukuran, maka penempatan lingkaran graduasi pada butir kedua diubah menjadi $90^{\circ}00'00''$. Dari hasil pengamatan di atas, sudut yang diambil untuk perhitungan adalah hasil rata-rata dari sudut hasil Observasi dalam keadaan luar biasa.

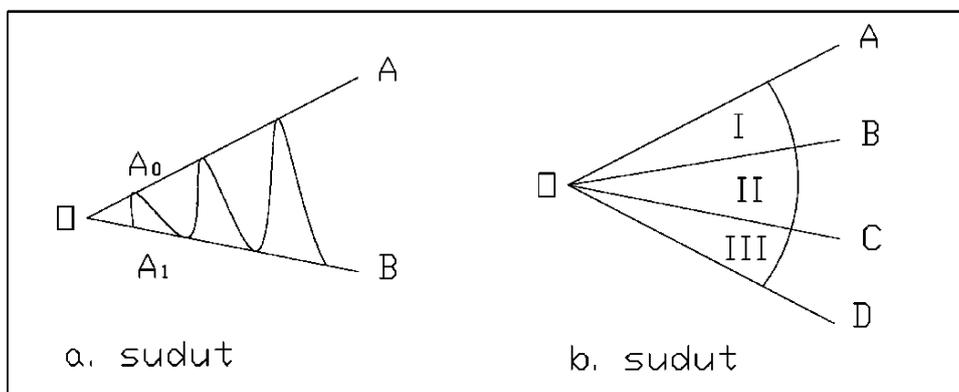
$$\frac{\text{Sudut } S(O)_B + \text{sudut } S(O)_{LB}}{2} = S(O)$$



Gambar 2.1. Pengukuran Cara Reitrasi

b. Cara Repetisi

Dengan sendirinya apabila target yang tersedia lebih dari satu buah (sudut banyak), maka pembacaan tetap dilakukan dalam keadaan biasa sampai semua target (sasaran) terbidik dan kembali lagi dalam keadaan luar biasa sampai ke target yang pertama.



Gambar 2.2 Pengukuran Cara Repetisi



Pengukuran sudut dengan cara repetisi hanya dapat dilakukan dengan Theodolite type sumbu ganda. Untuk mengukur sudut dalam berbagai arah, cara ini akan memakan waktu yang lama, jadi hanya efektif apabila yang diukur hanya satu sudut saja (sudut tunggal). Umumnya pengukuran dilakukan sebanyak n kali.

Prosedur pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Memasang dan mendatarkan Theodolite pada titik 0.
2. Menempatkan lingkaran graduasi mendekati $0^{\circ}00'00''$.
3. Mengencangkan klem atas dan membuka klem bawah lalu teropong diarahkan ke titik A (bacaan tetap seperti butir 2 yaitu : $0^{\circ}00'00''$).
4. Mengencangkan plat bawah dan membuka klem atas dan bidikan diarahkan ke titik B dengan memutar plat atas untuk membaca sudut A_1 ($n = 1$).
5. Mengencangkan klem atas dan mengendorkan klem bawah untuk membidik titik A lagi (jadi bacaan sudut A_1 tadi dijadikan bacaan pada titik bidikan A).
6. Dengan plat bawah dikencangkan, bidikan teropong ke titik B dilakukan dengan memutar plat atas yang klemnya telah dibuka maka didapat A_2 ($n = 2$).
7. Mengulangi pekerjaan 5 dan 6 sebanyak yang diperlukan (n kali) untuk mendapatkan bacaan rata-rata.

2.3. Alat Pengukur Sudut

Alat ukur utama dalam pengambilan data sudut ini adalah Theodolite yang dapat diartikan alat ukur penyipat datar. Alat ukur ini dilengkapi dengan dua buah lingkaran pembacaan yang digunakan untuk penentuan sudut vertikal dan horizontal. Beberapa bagian penting lainnya adalah teropong dan nivo yang fungsinya sama dengan yang terdapat pada alat ukur sipat datar. Untuk dapat memakai alat tersebut, diperlukan beberapa persyaratan seperti:

1. Semua kedudukan sumbu sudah dalam keadaan baik.
 - a. Sumbu I sudah tegak.
 - b. Sumbu III sudah tegak lurus sumbu I atau sudah mendatar.
 - c. Sumbu lensa (sejajar garis bidik) sudah tegak lurus terhadap sumbu mendatar (sumbu II).
2. Semua kedudukan nivo telah diatur sebagaimana mestinya.



3. Salah indek telah dihilangkan.

4. Centering alat .

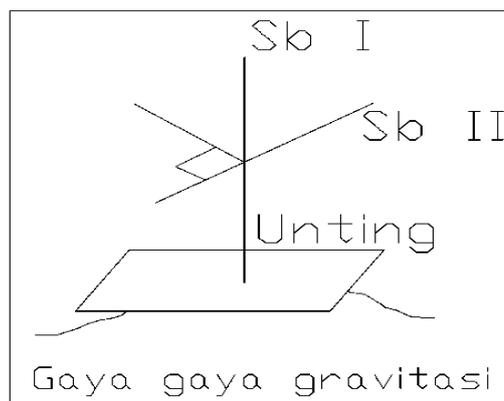
Dalam keadaan sempurna, kedudukan sumbu-sumbu alat saling tegak lurus seperti yang terlihat pada gambar.

5. Sumbu I tegak lurus bidang nivo di titik pengamatan atau berhimpit dengan garis gaya gravitasi yang malalui titik tersebut.

Sumbu II harus tegak lurus sumbu I dan sumbu optis alat, sedangkan garis bidik berhimpit dengan sumbu optis. Jadi jelaslah ketiga sumbu tersebut harus saling tegak lurus, bahkan sumbu II sebidang dengan garis bidik.

2.4. Cara Centering Alat Theodolite

Untuk dapat memakai alat ukur ini maka perlu dilakukan beberapa pengaturan pada alat tersebut di atas patok yang merupakan titik sudut yang akan di ukur tersebut. Dengan sendirinya sebelum alat ini dipergunakan di lapangan, terlebih dahulu diadakan pengecekan kehandalan bagian alat ukur tersebut, seperti kedudukan sumbu-sumbu dan lain sebagainya. Apabila keadaannya sudah cukup baik, maka alat harus dapat berdiri tegak di atas patok dengan dengan tepat. Artinya pusat alat yang menyatakan wakil titik yang bersangkutan. Kerja yang dinamakan centering alat dan dapat dilakukan dua tahapan, yaitu memakai unting-unting dan ditepatkan secara optis.



Gambar 2.3 Kedudukan Antar Sumbu Alat

Pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

a. Pasang statif sehingga dasar bagian atas sebelah atas kira-kira di atas kira-kira di atas patok poligon dan mendatar.



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

- b. Pasang alat ukur, keraskan dengan sekrup pengencang, statif ditancapkan sehingga tidak bergerak pengukuran.
- c. Pasanglah unting-unting pada sekrup pengencang .
- d. Bila ujung unting-unting masih menyimpang paku patok poligon, maka dengan menaik - turunkan kaki statif dengan bantuan sekrup statif kita tepatkan ujung unting-unting di atas paku.
- e. Bawa ke tengah gelembung nivo kotak .
- f. Karena centering dengan unting-unting masih kasar maka unting-unting di kesampingkan kemudian dilakukan " centering optis " dengan melihat melalui teropong, centering optis kita tepatkankan benang silangnya yang berada ditengah-tengah paku patok.
 - Mata melihat melalui teropong centering optis.
 - Bila benang silang belum tepat di tengah-tengah paku, sekrup pengencang alat kita kendorkan maka alat kita geserkan sehingga benang silangnya berada di tengah-tengah paku kemudian sekrup dikencangkan lagi.
 - Periksa lagi pergeseran gelembung nivo kotak, bila berubah di posisikan di tengah lagi.
 - Periksa pergeseran benang silang, dan pekerjaan diulangi lagi dari butir 2.
- g. Aturlah nivo tabung dengan menggunakan tiga sekrup penyetel pada alat.
- h. Dengan demikian alat Theodolite siap untuk melakukan pembacaan sudut horisontal dan vertikal.



BAB III **POLIGON DAN KOORDINAT TITIK**

3.1. Dasar-dasar menghitung koordinat titik.

Pengukuran sudut mendatar diperlukan untuk dapat menentukan tempat titik-titik diatas permukaan bumi dan penentuan tempat titik-titik ini dilakukan dengan menentukan koordinat titik tersebut terhadap salib sumbu.

a. Sudut Jurusan

Untuk menentukan suatu alat yang dinyatakan oleh garis lurus yang menghubungkan, misalnya titik B (X_B, Y_B) dan titik C (X_C, Y_C) diperlukan sudut jurusan yang dihitung mulai dari utara searah dengan jarum jam dan diakhiri pada jurusan yang bersangkutan. Jadi harga dari jurusan ini berkisar antara $0^\circ - 360^\circ$.

b. Sudut jurusan dan Jarak Antara Dua Titik Yang Tertentu

Misalnya kita ketahui dua titik A (X_A, Y_A) dan titik (X_B, Y_B), maka sudut jurusan AB ditentukan dengan :

$$\text{tg } \alpha_{AB} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$
$$d_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\text{Sin } \alpha_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{\text{Cos } \alpha_{AB}}$$

Dimana d_{AB} adalah jarak antara titik A dan titik B.

3.2. Mencari koordinat suatu titik

Untuk mencari koordinat suatu titik, misalnya titik P (X_P, Y_P) diperlukan suatu titik lain yang koordinatnya telah diketahui misalnya A (X_A, Y_A) lalu kedua titik tersebut dihubungkan, maka diperoleh :

$$X_P = X_A + d_{AP} \text{ sin } \alpha_{AP}$$

$$Y_P = Y_A + d_{AP} \text{ cos } \alpha_{AP}$$

Jadi untuk menghitung koordinat titik P, selain harus mengetahui koordinat titik lain, harus pula mengetahui jarak dan sudut jurusan antara kedua titik tersebut .



Beberapa cara untuk menentukan koordinat suatu titik yaitu dengan cara :

- Mengikat ke muka
- Jaring-jaring segitiga .

Bila hendak menghitung koordinat banyak titik maka dipergunakan cara :

- Poligon
- Jaring – jaring segitiga

- **Mengikat ke muka**

Titik P yang akan di cari koordinatnya di ikat titik yang telah diketahui koordinatnya yaitu titik A (X_A, Y_A) dan titik B (X_B, Y_B).

Kemudian di ukur sudut yang ada di titik A dan titik B. Jarak antara titik A dan B dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$d_{AB} \sin \alpha_{AB} = X_B - X_A$$

Sedang α_{AB} dapat diketahui dengan rumus :

$$\text{tg } \alpha_{AB} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

Dengan rumus perbandingan sinus, dapat kita ketahui jarak AP (d_{AP}) dan jarak BP (d_{BP}).

Dari titik A dan B kita buat persamaan :

$$X_P = X_A + d_{AP} \sin \alpha_{AP}$$

$$X_P = X_B + d_{BP} \sin \alpha_{BP}$$

$$Y_P = Y_A + d_{AP} \sin \alpha_{AP}$$

$$Y_P = Y_B + d_{BP} \sin \alpha_{BP}$$

Harga X_P dan Y_P dari tinjauan kedua titik tersebut dirata - rata.

- **Mengikat ke belakang.**

Jika titik P diikat dengan cara ke belakang pada titik A (X_A, Y_A) dan B (X_B, Y_B), maka sudut yang di ukur adalah sudut APB. Dari sudut APB di ketahui alas AB dan sudut puncak APB sehingga segitiga belum dapat dilukiskan. Yang dapat dilukiskan adalah tempat kedudukan titik P yang berbentuk busur lingkaran yang melewati titik A dan titik B. Untuk dapat menentukan letak titik P di peroleh dengan cara mengikat titik P pada titik H



(X_H, Y_H) yang telah diketahui dan sudut BPH pun telah diketahui. Cara pengikatan ke belakang ini disebut cara Collins. Dari keterangan di atas, dapatlah disimpulkan bahwa untuk mengikat ke belakang diperlukan paling sedikit tiga titik tertentu, sedang untuk mengikat ke muka diperlukan paling sedikit dua titik tertentu.

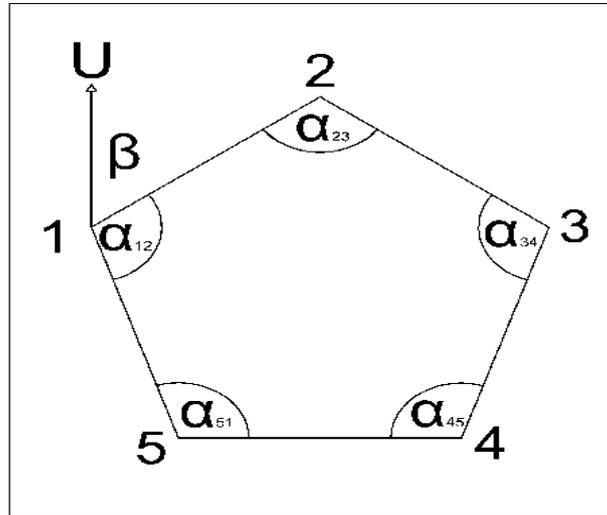
3.3. Membuat Poligon

Untuk keperluan membuat peta dan pengukuran-pengukuran diperlukan titik-titik yang telah diketahui sebagai dasar pengukuran yang lain. Umumnya titik-titik yang memanjang (jalan raya, rel KA) cara penentuan koordinatnya dengan membuat segi banyak.

3.4. Penyelesaian Secara Koordinatis untuk Poligon Tertutup

Dalam penyelesaian secara koordinasi maka cara penggambaran sistem koordinasi hasil pengukuran yang ditinjau dari segi wilayah ada 4 macam sistem sebagai titik awal pengukuran yaitu: Sistem koordinasi Lokal, Regional, Nasional dan sistem koordinasi dunia.

Jadi apabila titik awal pengukuran diikatkan pada koordinasi lokal maka yang didapat titik-titik koordinasi lokal begitu seterusnya. Sebagai contoh didalam praktek kali ini kita ikatkan titik awal pada B.M maka perhitungannya akan didapat koordinasi titik lokal dimana dapat diambil pada buku koordinat lokal yang ada pada Dinas P.U Propinsi atau Kotamadya atau Dinas Tata Kota juga pada Dinas Pertanahan. Didalam menentukan koordinasi titik hasil pengukuran ini kalau kita memakai Theodolite terbaru atau Total Station maupun EDM yang sudah di hubungkan dengan komputer dan mesin ploter maka kesulitan perhitungan ini hampir tidak ada kita tinggal keahlian kita pada penggunaan alat tersebut. Tetapi di jaman resesi ini maka cara-cara lama yang akurat digunakan lagi agar pengamatan biaya pengukuran dapat ditekan serendah mungkin. Langkah perhitungan sudut hasil pengukuran seperti dibawah ini.



Gambar 3.1 Poligon Tertutup

Pada suatu hasil pengukuran poligon tertutup seperti dilihat pada gambar 3.1 data ukuran sudut mendatar serta panjang jarak sisi poligon setelah diproses dalam perhitungan maksudnya Data telah dikoreksi dan diperoleh hasil terkoreksi rata-rata atau rata-rata terkoreksi, diperoleh ukuran sebagai berikut :

BESAR SUDUT

$$\alpha_1 = 91^{\circ}20'00''$$

$$\alpha_2 = 117^{\circ}30'00''$$

$$\alpha_3 = 110^{\circ}20'00''$$

$$\alpha_4 = 93^{\circ}30'00''$$

$$\alpha_5 = 112^{\circ}20'00''$$

PANJANG JARAK

$$J_{12} = 50.00 \text{ meter}$$

$$J_{23} = 50.00 \text{ meter}$$

$$J_{34} = 50.00 \text{ meter}$$

$$J_{45} = 50.00 \text{ meter}$$

$$J_{51} = 50.00 \text{ meter}$$

perhatikan gambar 3.1

diketahui : koordinasi titik 1 (0.000 : 0.000)

azimut sisi $1-2$: $\beta_{12} = 15^{\circ}00''$

Langkah-langkah penyelesaian poligon tertutup diatas secara koordinatis dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Jumlahkanlah besar "Sudut Dalam" poligon dari hasil pengukuran yang sudah terkoreksi rata-rata maupun rata-rata terkoreksi, yaitu:

$$\Sigma \alpha_{Hp} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5$$

dengan :

$\Sigma \alpha_{Hp}$ = jumlah besarnya "sudut dalam" poligon dari hasil pengukuran



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

$\alpha_1 + \alpha_2$ = Adalah besar "sudut dalam" poligon dari hasil pengukuran terkoreksi rata-rata

Maka $\Sigma \alpha_{Hp}$:

$$\begin{aligned} &= 91^{\circ}20'00'' + 117^{\circ}30'00'' + 110^{\circ}20'00'' + 93^{\circ}30'00'' + 112^{\circ}20'00'' \\ &= 535^{\circ}00'00'' \end{aligned}$$

2. Hitunglah besar koreksi kesalahan penutup sudut yang terjadi pada poligon, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_{\alpha} = \Sigma \alpha_{hp} - (n-2) 180^{\circ}$$

Dimana :

f_{α} = Kesalahan penutup sudut yang terjadi pada poligon

n = Jumlah titik sudut poligon

Maka :

$$f_{\alpha} = 535^{\circ}00'00'' - 540^{\circ} = -5^{\circ}$$

Jadi koreksi kesalahan penutup sudut $C f_{\alpha} = +5^{\circ}$

3. Hitunglah besar koreksi kesalahan penutup sudut untuk masing-masing "sudut dalam" poligon, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta \alpha_i = \frac{C f_{\alpha}}{n}$$

Dimana :

$\Delta \alpha_i$ = Besarnya koreksi kesalahan penutup sudut untuk masing-masing "Sudut Dalam"

i = 1, 2, 3, 4 (kode titik-titik poligon)

$C f_{\alpha}$ = Besarnya kesalahan koreksi penutup sudut yang harus diberikan pada sudut poligon, yang harganya sama dengan kesalahan penutup sudut tetapi berlawanan tanda.

n = Jumlah titik sudut poligon

Maka :

$$\Delta \alpha_i = + 5^{\circ}/5 = 1^{\circ} \text{ (Tidak ada sisa)}$$



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Kalau ada sisa pembagian maka ditambahkan/diberikan lagi pada sudut yang diapit oleh sisi poligon terpendek. Hal ini dikarenakan, pengukuran sudut yang diapit oleh sisi yang pendek akan mengalami kesalahan dalam pengukuran (kemungkinan besar). Dibandingkan dengan pengukuran sudut yang diapit oleh sisi yang lebih panjang.

Dengan demikian, besarnya koreksi kesalahan penutup sudut untuk masing-masing sudut poligon, adalah sebagai berikut:

Untuk sudut :

$$\alpha_1 \text{ besarnya } \Delta\alpha_1 = 1^\circ$$

$$\alpha_2 \text{ besarnya } \Delta\alpha_2 = 1^\circ$$

$$\alpha_3 \text{ besarnya } \Delta\alpha_3 = 1^\circ$$

$$\alpha_4 \text{ besarnya } \Delta\alpha_4 = 1^\circ$$

$$\alpha_5 \text{ besarnya } \Delta\alpha_5 = 1^\circ$$

4. Hitunglah besarnya sudut terkoreksi, dengan menggunakan rumus:

$$\alpha C_i = \alpha + \Delta\alpha_i$$

maka :

$$\begin{aligned}\alpha C_1 &= \alpha + \Delta\alpha_1 \\ &= 91^\circ 20' 00'' + 1^\circ 00' 00'' \\ &= 92^\circ 20' 00''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha C_2 &= \alpha + \Delta\alpha_2 \\ &= 117^\circ 30' 00'' + 1^\circ 00' 00'' \\ &= 118^\circ 30' 00''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha C_3 &= \alpha + \Delta\alpha_3 \\ &= 110^\circ 20' 00'' + 1^\circ 00' 00'' \\ &= 111^\circ 20' 00''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha C_4 &= \alpha + \Delta\alpha_4 \\ &= 93^\circ 30' 00'' + 1^\circ 00' 00'' \\ &= 94^\circ 30' 00''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha C_5 &= \alpha + \Delta\alpha_5 \\ &= 122^\circ 20' 00'' + 1^\circ 00' 00'' \\ &= 123^\circ 20' 00''\end{aligned}$$



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

5. Jumlah paanjang jarak semua sisi poligon

$$\begin{aligned} J &= J_{12} + J_{23} + J_{34} + J_{45} + J_{51} \\ &= (50 + 50 + 50 + 50 + 50) \text{ meter} \\ &= 250 \text{ meter} \end{aligned}$$

6. Hitung besarnya sudut azimuth sisi poligon, dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \beta_{l(i+1)} &= \beta_{l(i+1)} + 180^\circ - \alpha C_i \text{ atau} \\ \beta_{l(i+1)} &= \beta_{l(i+1)} + 180^\circ - \alpha C_i \end{aligned}$$

Maka besar azimuth :

Catatan untuk kontrol besar azimuth sisi poligon setelah semua azimuth sisi poligon setelah hitung, selanjutnya untuk mengontrol hasil hitungan azimuth tersebut diatas, maka besar azimuth sisi β_{12} (yang sudah diketahui besarnya) perlu dihitung dengan cara dikerjakan untuk mengitung azimuth sisi lainnya.

Bila terjadi besarnya azimuth sisi β_{12} dari hasil perhitungan sama dengan azimuth sisi β_{12} yang telah diketahui, berarti bahwa proses perhitungan. Dengan demikian proses perhitungan poligon dapat dilanjutkan.

Tetapi bila mana besarnya azimuth sisi β_{12} dari hasil perhitungan ternyata harga belum/tidak sama dengan besarnya azimuth sisi β_{12} yang telah diketahui, maka berarti bahwa dalam proses perhitungan besarnya azimuth masing-masing sisi poligon masih terjadi kesalahan perhitungan.

Dengan demikian proses perhitungan azimuth perlu diulang kembali, sehingga diperoleh hasil, besarnya azimuth sisi β_{12} (azimuth awal perhitungan) sama dengan azimuth sisi β_{12} dari hasil perhitungan.

Kemudian hasil harga $\sin \beta$, $\cos \beta$, $J \sin \beta$ dan $J \cos \beta$ perhtikan tabel berikut :

β	Besarnya β	Jarak (J)	Sin β	J Sin β	Cos β	J Cos β
β_{12}	91°20'00"	50.0	+ 0.2685	13.2918	0.9640	48.2009
β_{23}	91°20'00"	50.0	+ 0.9740	48.7021	0.2264	11.3184
β_{34}	91°20'00"	50.0	+ 0.5652	28.2603	0.8249	-41.2475
β_{45}	91°20'00"	50.0	+ 0.7781	-38.9030	0.6282	-31.4095
β_{51}	91°20'00"	50.0	+ 0.9524	-47.6198	0.3049	15.2432
Σ		250.0		+3.7314		+2.1055



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Jadi :

Kesalahan penutupan jarak ke sumbu X =

$$f_x = \sum J \sin \beta = +3,7314$$

Maka :

Koreksi kesalahan penutupan pada sumbu X

$$= C_{fx} = -3,7314$$

Jadi :

$$\Delta X_{12} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,7463$$

$$\Delta X_{23} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,7463$$

$$\Delta X_{34} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,7463$$

$$\Delta X_{45} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,7463$$

$$\Delta X_{51} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,7462$$

Untuk kontrol :

$$\begin{aligned} C_{fx} &= \Delta X_{12} + \Delta X_{23} + \Delta X_{34} + \Delta X_{45} + \Delta X_{51} \\ &= -0,7463 - 0,7463 - 0,7463 - 0,7463 - 0,7462 \\ &= -3,7314 \text{ (sama)} \end{aligned}$$

Kesalahan penutupan jarak ke sumbu Y

$$f_y = \sum J \cos \beta = +2,1055$$

maka :

koreksi kesalahan penutupan pada sumbu Y

$$= C_{fy} = -2,1055$$



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Jadi :

$$\Delta X_{12} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,4211$$

$$\Delta X_{23} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,4211$$

$$\Delta X_{34} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,4211$$

$$\Delta X_{45} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,4211$$

$$\Delta X_{51} = \frac{J_{12}}{\sum J} \times C_{fx} = \frac{50}{250} \times -3,7314 = -0,4211$$

Untuk kontrol :

$$\begin{aligned} C_{fx} &= \Delta Y_{12} + \Delta Y_{23} + \Delta Y_{34} + \Delta Y_{45} + \Delta Y_{51} \\ &= -0,4211 - 0,4211 - 0,4211 - 0,4211 - 0,4211 \\ &= -2,1055 \text{ (sama)} \end{aligned}$$

Sebagai catatan kontrol ini dilakukan karena didalam perhitungan pembulatanya terutama empat angka dibelakang desimal sering hilang dalam arti kurang atau lebih 0,0001 oleh sebab itu perlu kontrol koreksi kesalahan penutup baik pada sumbu X maupun sumbu Y.

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka koordinatnya Titik utama.

Misal diketahui bahwa koordinat titik 1 = (0.0000 : 0.0000)

$$X_2 = X_1 + J \sin \beta_{12} + \Delta X_1$$

$$Y_2 = Y_1 + J \cos \beta_{12} + \Delta Y_1$$

$$X_3 = X_2 + J \sin \beta_{23} + \Delta X_2$$

$$Y_3 = Y_2 + J \cos \beta_{23} + \Delta Y_2$$

$$X_4 = X_3 + J \sin \beta_{34} + \Delta X_2$$

$$Y_4 = Y_3 + J \cos \beta_{34} + \Delta Y_2$$



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

$$X_5 = X_4 + J \sin \beta_{45} + \Delta X_4$$

$$Y_5 = Y_4 + J \cos \beta_{45} + \Delta Y_4$$

Untuk kontrol :

$$X_1 = X_5 + J \sin \beta_{51} + \Delta X_5$$

$$Y_1 = Y_5 + J \cos \beta_{51} + \Delta Y_5$$

Maka :

- Koodinat Titik 2 (X_2, Y_2) :

$$X_2 = 0,0000 + 13,2918 - 0,7463 = 12,5455$$

$$Y_2 = 0,0000 + 48,2009 - 0,4211 = 47,7798$$

Koodinat Titik 2 (12,5455;47,7798)

- Koodinat Titik 3 (X_3, Y_3) :

$$X_3 = 12,5455 + 48,7021 - 0,7463 = 60,5013$$

$$Y_3 = 47,7798 + 11,3184 - 0,4211 = 58,6771$$

Koodinat Titik 3 (60,5013;58,6771)

- Koodinat Titik 4 (X_4, Y_4) :

$$X_4 = 60,5013 + 28,2603 - 0,7463 = 88,0153$$

$$Y_4 = 58,6771 + 41,2475 - 0,4211 = 17,0085$$

Koodinat Titik 4 (88,0153;17,0085)

- Koodinat Titik 5 (X_5, Y_5) :

$$X_5 = 88,0153 + 38,9030 - 0,7463 = 48,3660$$

$$Y_5 = 17,0085 + 31,4095 - 0,4211 = -14,8211$$

Koodinat Titik 5 (48,3660;-14,8211)

- Koodinat Titik 1 (X_1, Y_1) : (Sebagai Kontrol)

$$X_1 = 48,3660 + 47,6198 - 0,7463 = 0,0000$$

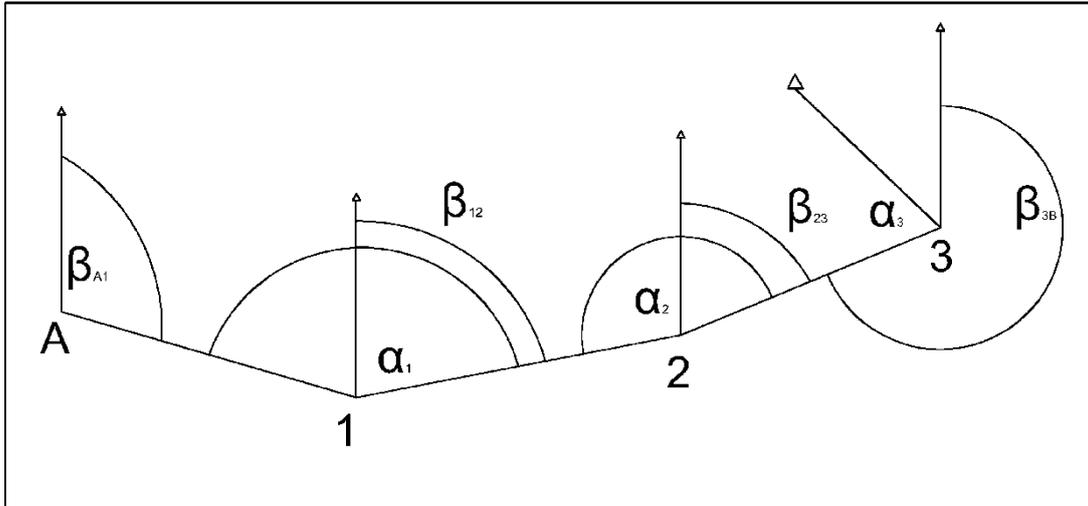
$$Y_1 = -14,8211 + 15,2432 - 0,4211 = 0,0000$$

Koodinat Titik 1 (0,0000;0,0000)



Dengan koordinat Titik 1' sama dengan koordinat Titik maka perhitungan koordinat untuk poligon tertutup tersebut diatas adalah benar

3.5. Perhitungan Koordinat Untuk Poligon Terbuka



Gambar 3.2 Poligon Terbuka

Diketahui :

Koordinat Titik A (1,000 ; 2,000) dan titik B (19,000 ; 61,000) adalah titik tetap sebagai pengikat:

$$\text{Azimut Awal} = \beta_{A1} = 150^{\circ}30'19''$$

$$\text{Azimut Akhir} = \beta_{3B} = 269^{\circ}51'11''$$

Sudut datar dan jarak hasil pengukuran praktikum :

$$\alpha_1 = 110^{\circ}34'12''$$

$$J_{12} = 52.48 \text{ meter}$$

$$\alpha_2 = 107^{\circ}52'43''$$

$$J_{23} = 66.48 \text{ meter}$$

$$\alpha_3 = 107^{\circ}54'07'' +$$

$$J_{34} = 47.61 \text{ meter} +$$

$$\Sigma \alpha_{hp} = 326^{\circ}21'02''$$

$$\Sigma J_{hp} = 216.39 \text{ meter}$$

Hitung harga dari :

$$\beta_{\text{Awal}} + \beta_{\text{Akhir}} = \beta_{3B} + \beta_{A1}$$

$$= 269^{\circ}51'11'' + 150^{\circ}30'19''$$

$$= 146^{\circ}20'52''$$



Hitung Kesalahan Penutupan Sudut :

$$\begin{aligned}f_a &= \sum \alpha_{hp} - ((\beta_{Awal} + \beta_{Akhir}) + n \cdot 180^0) \\ &= 326^0 21' 02'' - 146^0 20' 52'' + (1) \cdot 180^0 \\ &= 00^0 00' 10''\end{aligned}$$

Dimana:

- f_a = kesalahan penutup sudut poligon
 $\sum \alpha_{hp}$ = Jumlah sudut datar hasil pengukuran
 β_{Awal} = Azimut akhir dari sisi poligon
 β_{Akhir} = Azimut awal dari sisi poligon
 n = 1, 2, 3, (angka kelipatan)

Jadi koreksi kesalahan penutup sudut :

$$C \cdot f_a = -10''$$

Jadi tiap sudut mendapatkan koreksi :

$$\Delta \alpha_1 = \frac{C f_a}{n} = \frac{-10''}{3} = -3'' \text{ dan sisa } -1''$$

Sisa $-1''$ dibebankan pada sisi poligon yang terpendek.

Hitunglah besarnya sudut terkoreksi, dengan menggunakan rumus :

$$\alpha_{C_1} = \alpha_1 + \Delta \alpha_1$$

Maka:

$$\begin{aligned}\alpha_{C_1} &= \alpha_1 + \Delta \alpha_1 \\ &= 110^0 34' 12'' + (-00^0 00' 03'') \\ &= 110^0 34' 09''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{C_2} &= \alpha_2 + \Delta \alpha_2 \\ &= 107^0 52' 43'' + (-00^0 00' 03'') \\ &= 107^0 52' 40''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{C_3} &= \alpha_3 + \Delta \alpha_3 \\ &= 107^0 54' 07'' + (-00^0 00' 04'') \\ &= 107^0 54' 03''\end{aligned}$$



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Hitunglah besarnya azimuth sisi poligon, dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\beta_{12} &= \beta_{A1} - 180^0 + \alpha C_1 \\ &= 150^030'19'' - 180^000'00'' + 110^034'09'' \\ &= 81^004'28''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta_{23} &= \beta_{12} - 180^0 + \alpha C_2 \\ &= 81^004'28'' - 180^000'00'' + 107^052'40'' \\ &= 8^057'08''\end{aligned}$$

Sebagai kontrol azimuth :

$$\begin{aligned}\beta_{3B} &= \beta_{23} - 180^0 + \alpha C_3 (+360^000'00'') \text{ satu putaran} \\ &= 8^057'08'' - 180^000'00'' + 107^054'03'' \\ &= 180^000'00'' - 118^051'11'' = 296^051'11'' \text{ (cocok)}\end{aligned}$$

Catatan untuk kontrol besar azimuth sisi poligon setelah semua azimuth sisi poligon selesai terhitung, selanjutnya untuk mengontrol hasil perhitungan azimuth tersebut diatas, maka besarnya azimuth sisi β_{3B} (yang sudah diketahui besarnya) perlu dihitung dengan cara yang dikerjakan untuk menghitung azimuth sisi lainnya.

Bila ternyata besarnya azimuth β_{3B} dari hasil perhitungan sama dengan azimuth sisi β_{12} yang telah diketahui, berarti bahwa proses perhitungan azimuth untuk masing-masing sisi poligon, tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan. Dengan demikian proses perhitungan poligon dapat dilanjutkan.

Tetapi bila mana besarnya azimuth sama sisi β_{3B} dari hasil perhitungan ternyata harganya belum sama/tidak sama dengan besarnya azimuth sisi β_{3B} yang telah diketahui, maka berarti bahwa dalam proses perhitungan besarnya azimuth masing-masing sisi poligon masih terjadi kesalahan perhitungan. Dengan demikian proses perhitungan azimuth sisi β_{3B} (azimuth awal perhitungan) sama dengan azimuth β_{3B} dari hasil perhitungan kemudian hitung harga $\sin \beta$, $\cos \beta$, $J \sin \beta$ dan $J \cos \beta$ perhatikan tabel berikut :



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

β	Besarnya β	Jarak (J)	Sin β	J Sin β	Cos β	J Cos β
β_{A1}	150°30'19"	52.48	+0.4923	25.838	0.8704	-45.676
β_{12}	81°04'28"	66.84	+0.9880	66.031	0.1552	10.370
β_{23}	8°57'08"	47.61	+0.1556	07.409	0.9878	47.030
β_{3B}	296°51'11"	49.46	-0.8922	-44.127	0.4517	22.341
Σ		216.39		+55.151		+34.062

Jadi :

Kesalahan penutupan jarak ke sumbu X :

$$\begin{aligned} f_x &= \Sigma J \sin \beta - (X_{akhir} - X_{awal}) \\ &= 55.151 - (19.000 - 1.000) \\ &= 55.151 - (18.000) = 37.151 \end{aligned}$$

Maka :

Koreksi kesalahan penutupan pada sumbu X = $C_{fx} = -37,151$

Jadi :

$$\Delta X_{A1} = \frac{J_{A1}}{\Sigma J} \times C_{fx} = \frac{52.48}{216.3} \times -37,151 = -9.010$$

$$\Delta X_{12} = \frac{J_{12}}{\Sigma J} \times C_{fx} = \frac{66.84}{216.39} \times -37,151 = -11.475$$

$$\Delta X_{23} = \frac{J_{23}}{\Sigma J} \times C_{fx} = \frac{47.61}{216.39} \times -37,151 = -8.174$$

$$\Delta X_{3B} = \frac{J_{3B}}{\Sigma J} \times C_{fx} = \frac{49.46}{216.39} \times -37,151 = -8.492$$

Untuk kontrol :

$$\begin{aligned} C_{fx} &= \Delta Y_{A1} + \Delta Y_{21} + \Delta Y_{23} + \Delta Y_{3B} \\ &= +6.048 + 7.703 + 5.487 + 5.700 \\ &= +24.938 \text{ (sama)} \end{aligned}$$

Sebagai catatan kontrol ini dilakukan karena didalam perhitungan pembulatan terutama empat angka dibelakang desimal sering hilang dalam arti kurang atau lebih 0.001 oleh sebab itu perlu kontrol koreksi kesalahan penutup baik pada sumbu X maupun sumbu Y.



Untuk menghitung koordinatnya Titik Utama seperti diketahui bahwa koordinatnya titik sebagai berikut:

$$\text{Titik A} = (01.000 ; 02.000)$$

$$\text{Titik B} = (19.000 ; 61.000)$$

Maka rumus untuk menghitung koordinatnya:

$$X_1 = X_A + J \sin \beta_{A1} + \Delta X_1$$

$$Y_1 = Y_A + J \sin \beta_{A1} + \Delta Y_1$$

$$X_2 = X_1 + J \sin \beta_{12} + \Delta X_2$$

$$Y_2 = Y_1 + J \sin \beta_{12} + \Delta Y_2$$

$$X_3 = X_A + J \sin \beta_{23} + \Delta X_3$$

$$Y_3 = Y_A + J \sin \beta_{23} + \Delta Y_3$$

Maka :

- Koordinat Titik 1 (X_1, Y_1)

$$X_1 = 01.0000 + 25.838 - 9.010 = 17.828$$

$$Y_1 = 02.0000 - 45.679 + 6.048 = -37.631$$

$$\text{Koordinat Titik 1} = (17.828 ; -37.631)$$

- Koordinat Titik 2 (X_2, Y_2)

$$X_2 = 17.828 + 66.031 - 11.475 = 72.384$$

$$Y_2 = -37.631 + 10.370 + 7.703 = -19.558$$

$$\text{Koordinat Titik 2} = (72.384 ; -19.558)$$

- Koordinat Titik 3 (X_3, Y_3)

$$X_3 = 72.384 + 7.409 - 8.174 = 71.619$$

$$Y_3 = -19.558 + 47.030 + 5.487 = -32.959$$

$$\text{Koordinat Titik 3} = (71.619 ; -32.959)$$

- Koordinat Titik B (X_B, Y_B)

$$X_B = 71.619 - 44.127 - 8.8492 = 19.000$$

$$Y_B = -32.959 + 22.341 + 5.700 = -61.000$$

$$\text{Koordinat Titik B} = (19.000 ; -61.000)$$



Dengan kontrol koordinat titik B sama maka perhitungan poligon terbuka ini betul dan tepat. Penyelesaian poligon yang dikerjakan dengan perhitungan-perhitungan yang akhirnya diperoleh data koordinat titik-titik poligonnya, diperlukan untuk pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan tingkat ketelitian yang cukup atau bahkan tingkat ketelitian yang tinggi.

Karena hasil akhir (data koordinat titik) dari penyelesaian poligon secara koodinatoris, dibutuhkan pekerjaan yang teliti, maka data ukuran poligonnya harus merupakan data ukuran yang tidak kasar pula. Dengan kata lain baik secara pengambilan data ukuranya waktu lapangan. Alat ukurnya, maupun tenaga ukur sebagai personal pelaksanaannya diperlukan persyaratan-persyaratan yan teliti pula. Diharapkan setelah melakuakn praktikum ini mahasiswa dapat mengerjakan perhitungan koordinat poligon terbuka ini dengan cermat dan teliti.

3.6. Perhitungan Luas Pengukuran

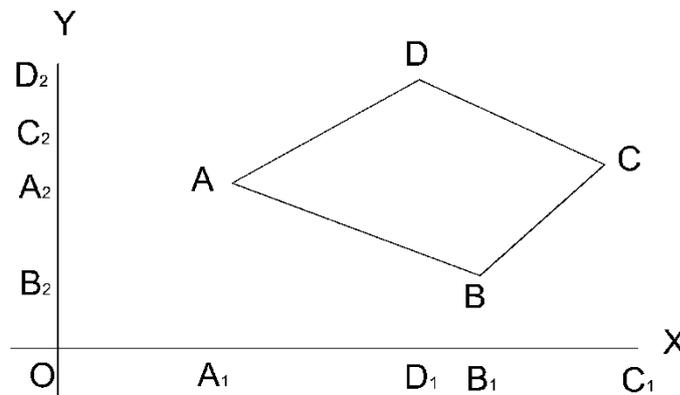
Metode pengukuran luas tanah dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Metode pengukuran luas bidang tanah dari peta

- Cara numesis dengan cara mengetahui koordinat titik-titiknya dan ukuran dan batas tanah diukur langsung atau harus mengetahui batas-batas tanah.
- Cara grafis dengan cara membagi bagi gambar/tanah/daerah menjadi bentuk geometris yang sederhana.
- Cara grafis mekanis menggunakan alat planimeter.
- Cara setengah grafis sama dengan grafis tetapi lebih sederhana lagi
- Koreksi luas tanah peta.
- Ketelitian pengukuran tanah.

2. Metode pengukuran luas tanah langsung

Dalam praktikum sekarang ini kita gunakan cara koordinat yang merupakan cara numesis. Untuk jelasnya perhatikan contoh berikut:



Gambar diatas menunjukkan luas dengan metode koordinat. Perhatikan segiempat ABCD adalah bentuk bidang tanah hasil penggambaran dari hasil pengukuran yang akan ditentukan luasnya. Titik-titik sudut dari bidang tanah ABCDA telah diketahui koordinatnya yaitu:

$$A(X_1, Y_1), B(X_2, Y_2), C(X_3, Y_3), D(X_4, Y_4),$$

Bila titik-titik sudut A, B, C, dan D diproyeksikan ke sumbu X, maka akan diperoleh luas bidang tanah ABCDA sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas Segi Empat ABCDA} &= \text{Luas Trapesium } A_1.D_1.D.A.A_1 + \\ &\text{Luas Trapesium } D_1.C_1.C.D.D_1 - \text{Luas Trapesium } A_1.B_1.B.A.A_1 - \\ &\text{Luas Trapesium } B_1.C_1.C.B.B_1 \end{aligned}$$

Jadi luas segi empat ABCDA =

$$\frac{1}{2} (X_4 - Y_1) (X_1 + Y_4) + \frac{1}{2} (X_3 - Y_4) (X_3 + Y_4) - \frac{1}{2} (X_1 - Y_2) (X_2 + Y_1) - \frac{1}{2} (X_3 - Y_2) (X_3 + Y_2)$$

Jadi luas 2 segi empat ABCDA :

$$(X_4 - Y_1) (X_1 + Y_4) + (X_3 - Y_4) (X_3 + Y_4) - (X_1 - Y_2) (X_2 + Y_1) - (X_3 - Y_2) (X_3 + Y_2)$$

Jadi dapat diturunkan suatu rumus metode koodinat sebagai sumbu sebagai berikut:

$$\text{Luas: } \frac{1}{2} (X_{n-1} - X_n)(Y_{n-1} + Y_n)$$

Bila titik A, B, C, dan D diperoleh terhadap sumbu Y, maka dengan jalan sama diperoleh luas bidang tanah ABCDA sebagai berikut:



Luas 2 bidang segi empat ABCDA:

$$(X_2 - Y_3)(X_2 + Y_1) - (X_3 - Y_4)(X_3 + Y_4) - (X_4 - Y_1)(X_4 + Y_1) - (X_1 - Y_3)(X_1 + Y_2)$$

Sehingga dapat diturunkan satu rumus lagi sebagai berikut:

$$\text{Luas: } \frac{1}{2} (X_{n-1} - X_n)(Y_{n-1} + Y_n)$$

3.7. Penggambaran

Setelah itu baru digambarkan garis kontur yaitu garis yang menyatakan tempat kedudukan titik yang sama tinggi. Penggambaran garis kontur ini merupakan bagian yang menyatakan keadaan reilef dari suatu bentuk permukaan tanah atau bumi.

Penentuan interval kontur tergantung dari:

1. Kondisi reilef dari permukaan bumi
2. Sebanding seperseribu dengan skala peta

Sebagai contoh adalah peta skala 1 : 500

Maka interval konturnya = $500/1000 = 0,5$ meter

Dengan catatan harga 1000 pada rumus diatas dapat berubah ubah sesuai dengan permintaan dan kebutuhan.

3. Keperluan teknis pemetaan atau tujuan pemetaan
4. Waktu dan biaya

Untuk menggambarkan kontur tersebut diatas kita harus mengetahui dan mengenai sifat-sifat garis kontur yaitu:

1. Garis selalu merupakan suatu loop (akan kembali ke ketinggian semula) kecuali pada batas peta
2. Dua garis kontur dengan ketinggian yang berbeda tidak mungkin saling berpotongan. Garis-garis kontur yang tidak terlihat dari atas digambarkan dengan garis putus-putus. Hal ini menunjukkan bahwa kontur dengan ketinggian yang berbeda tidak berpotongan.
3. Satu garis kontur tidak akan pecah menjadi dua cabang
4. Garis-garis kontur yang melalui bukit/tanjung akan cembung kearah turunnnya tanah
5. Garis kontur yang memotong sungai akan cembung kearah hulu sungai dan akan semakin cembung jika sungai semakin bertambah dalam.



**LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294**

6. Garis kontur yang memotong jalan akan berbentuk cembung sedikit ke arah turunya jalan.

Didalam penyelesaian data dan penggambarannya dalam pratikum kali ini memakai cara penyelesaian poligon secara koordinatis sedangkan untuk cara grafis jarang digunakan tetapi masih dapat digunakan untuk kasus-kasus tertentu.



BAB IV

LAPORAN HASIL PRAKTIKUM

Hasil dari praktikum dibuat laporan yang isinya adalah sebagai berikut :

1. Laporan diketik diatas kertas HVS ukuran A4, 70 gram.
2. Format ketikan, dari samping kiri 3,5 cm, atas 3,5 cm, kanan 3 cm, dan bawah 3 cm.
Spasi untuk penulisan 2 spasi. Tulisan Time New Roman, font 12.
3. Urutan penulisan yaitu :
 - Lembar judul
 - Lembar pengesahan
 - Kata pengantar
 - Daftar isi
 - Bab I Pendahuluan
 - Bab II Dasar Teori
 - Bab III Pelaksanaan Di Lapangan
 - Bab IV Perhitungan Hasil praktikum
 - a. Perhitungan Poligon
 - b. Perhitunagn Luas Poligon
 - c. Perhitungan Koordinat Poligon
 - d. Perataan dan Perhitungan Elevasi titik
 - e. Perhitungan Cut and Fill
 - Bab V Kesimpulan dan Saran
 - Daftar Pustaka
 - Lampiran berupa :
 - a. Lembar asistensi
 - b. Buku Ukur
 - c. Gambar Poligon acara I poligon (grafis dan koordinat)
 - d. Gambar Kontur acara II Tachimetri
 - e. Gambar potongan melintang
4. Batas waktu pengumpulan satu minggu sebelum Ujian Akhir Semester (UAS).
5. Asistensi dosen pembimbing minimal 5 kali.
6. Sebelum dan sesudah praktikum harus lapor pada petugas Laboratorium (Laboran).



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

7. Setiap mahasiswa harus mempunyai surat bukti penyerahan tugas yang telah di beri nilai oleh asistensi masing-masing. Untuk Arsip diserahkan di Laboratorium Ukur Tanah.
8. Buku ukur harus sudah di acc sesudah praktikum selesai paling lambat pukul 16.00 pada hari itu juga atau kebijaksanaan asisten lapangan masing-masing (Laboran).
9. Masing-masing regu mengumpulkan 1 buku fotocopy Laporan praktikum yang diserahkan di Laboratorium Ukur Tanah.



LABORATORIUM UKUR TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

DAFTAR PUSTAKA

- Hendro K, Andy H, 2012, *Ilmu Ukur Tanah, Metode dan Aplikasi*, Penerbit DIOMA, Malang
- Indra Sinaga, Ir. M. Surv. Sc, 1994, *Pengukuran dan pemetaan pekerjaan kontruksi*, Penerbit Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Ing D. De Ruiten; Penterjemah E. Diraatmadja, 1983, *Membangun Mengukur dan Menentukan titik-titik di lapangan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Russell C Binker; Paul R. Wolf ; Joko Walijatun, 1983, *Dasar-Dasar Pengukuran tanah (Surveying), Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sutomo Wongsotjitro, 1986, *Ilmu Ukur Tanah*, Penerbit Kanisius.
- Slamet Basuki, 2014, *Ilmu Ukur Tanah*, Penerbit Gajah Mada University, Yogyakarta.