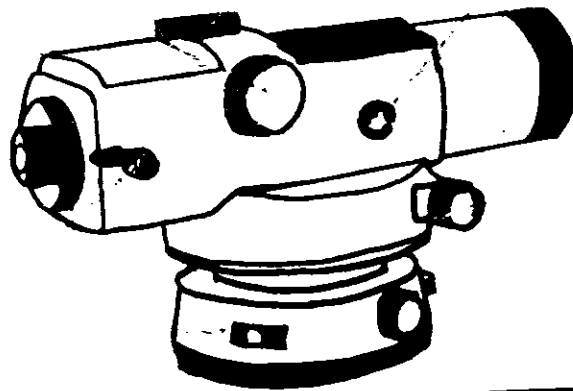


ILMU DAN ALAT UKUR TANAH

PENYIPAT DATAR



MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
DIKIRIM TGL. :	24-2-2000
DIKIRIM OLEH :	H 1
NO. SURAT :	KI
Oleh :	2147/k/2000-12/21
NO. SURAT :	526.36 Sam - 6

Drs. Samian

Dosen FPTK IKIP Padang

FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PADANG

1998

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

KATA PENGANTAR

Buku Ilmu dan Alat Ukur Tanah Penyipat Datar disusun bertujuan untuk membantu memberikan bekal pegangan bagi tenaga pengukuran dan pemetaan. Terutama salah untuk pengukuran teknik sipil, tambang dan pertanian serta bagi mereka yang akan mempelajari Ilmu Geodesi. Pekerjaan pengukuran dan pemetaan merupakan salah satu langkah menentukan berhasil atau tidaknya suatu pekerjaan pembangunan, dan ketelitian bekal pengukuran akan menentukan keberhasilan serta ikut menentukan ketelitian hasil pembangunannya.

Buku ini memberikan informasi beberapa bagian yang penting dari ilmu ukur tanah, merupakan dasar yang cukup untuk mengenal alat ukur penyipat datar (leveling) dan cara mantetel, menetak serta cara melakukan pengukuran di lapangan. Kesemuanya disusun berdasarkan pengalaman-pengalaman penulis di lapangan dan mengajar Ilmu Ukur Tanah di Jurusan Teknik Bangunan IPTN HSP Padang serta diperkaya dengan literatur-literatur yang telah dipelajari.

Dalam penulisan buku ini, penulis menyadari bahwa masih ada beberapa hal yang belum sempurna, yang mungkin dapat ditambahkan atau dikurangi. Dengan sangat senang hati dan tangan terbuka penulis menerima saran-saran ataupun tanggapan-tanggapan, sehingga nantinya dapat kita bahas bersama-sama demi tercapainya kesempurnaan buku ini.

Akhirnya tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis hingga tercapainya buku ini.

Padang, Agustus 1998

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Definisi Alat Ukur Penyipat Datar	1
B. Prinsip Dasar Levelling	1
BAB II. ALAT UKUR PENYIPAT DATAR SEDERHANA	5
A. Macam-Macam Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana	5
B. Alat-Alat Bantu Pengukuran Dengan Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana	8
C. Syarat-Syarat Alat Ukur Penyipat Dasar Sederhana	12
D. Teknik Pengukuran Beda Tinggi dan Jarak Dengan Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana..	12
BAB III. ALAT UKUR PENYIPAT DATAR OPTIS	18
A. Bagian-Bagian Alat Ukur Penyipat Datar Optis	18
B. Macam-Macam Alat Ukur Penyipat Datar Optis.	44
C. Syarat-Syarat Alat Ukur Penyipat Datar Optis	62
D. Penyetelan Alat Ukur Penyipat datar Optis..	62
E. Pengecekan Alat Ukur Penyipat Datar Optis..	65
F. Alat-Alat Bantu Penyipat Datar Optis	74
BAB IV. PENGUKURAN PENYIPAT DATAR OPTIS	76
A. Pengukuran Beda Tinggi	76
B. Pengukuran Jarak	79
C. Macam-Macam Kesalahan	82
D. Penilaian Hasil Pengukuran	85
DAFTAR KEPUSTAKAAN	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.	2
Gambar 2.	3
Gambar 3.	5
Gambar 4.	6
Gambar 5.	7
Gambar 6.	7
Gambar 7.	8
Gambar 8.	9
Gambar 9.	10
Gambar 10.	11
Gambar 11.	12
Gambar 12.	12
Gambar 13.	14
Gambar 14.	15
Gambar 15.	20
Gambar 16.	21
Gambar 17.	22
Gambar 18.	23
Gambar 19.a.	25
19.b.	25
19.c.	25
Gambar 20.	26
Gambar 21.	31
Gambar 22.	32
Gambar 23.	33
Gambar 24.	34
Gambar 25.	35
Gambar 26.a.	36
26.b.	36
Gambar 27.	36
Gambar 28.	37
Gambar 29.	37
Gambar 30.a.	38
30.b.	38

Gambar 31.	38
Gambar 32.	39
Gambar 33.	40
Gambar 34.	40
Gambar 35.	43
Gambar 36.	44
Gambar 37.	44
Gambar 38.	46
Gambar 39.	47
Gambar 40.	48
Gambar 41.	49
Gambar 42.	51
Gambar 43.	51
Gambar 44.	52
Gambar 45.	53
Gambar 46.	54
Gambar 47.	56
Gambar 48.	57
Gambar 49.	57
Gambar 50.	58
Gambar 51.	59
Gambar 52.	60
Gambar 53.	60
Gambar 54.	63
Gambar 55.	64
Gambar 56.	66
Gambar 57.	68
Gambar 58.	69
Gambar 59.	73
Gambar 60.	75
Gambar 61.	75
Gambar 62.	76
Gambar 63.	77
Gambar 64.	77
Gambar 65.	79
Gambar 66.	81
Gambar 67.	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pembesaran dan Lapangan Penglihatan	31
Tabel 2. Kualitas Dan Ketelitian Alat Ukur Penyipat Datar Top Con	54
Tabel 3. Kualitas Dan Ketelitian Alat Ukur Penyipat Datar Wild	61

BAB I PENDAHULUAN

A. Definisi Alat Ukur Penyipat Datar

Alat ukur penyipat datar sering juga disebut dengan alat ukur levelling, leveling berasal dari bahasa Inggris yang terdiri atas kata level dan ditambah dengan ing. Level berarti datar, bila ditambah dengan ing (leveling) berarti alat ukur datar atau horizontal atau sejajar dengan garis nivo (msl mean sea level). Jadi alat ukur penyipat datar (leveling) berarti alat yang dipakai untuk pengukuran arah mendatar, pengukuran inilah yang disebut dengan pengukuran beda tinggi antara dua titik atau lebih. Dari pengukuran ini, sehingga ketinggian titik yang dicari diantara dua titik atau lebih dapat ditentukan.

Dalam pengukuran beda tinggi ini kita harus berpedoman pada salah satu titik yang sudah diketahui tingginya dari permukaan air laut yang tenang sebagai patokan. Untuk menentukan beda tingginya adalah berpedoman pada jarak antara dua bidang nivo yang melalui titik-titik pengukuran.

Selain dipakai untuk pengukuran beda tinggi, juga bisa dipakai untuk pengukuran jarak horizontal. Pengukuran jarak horizontal pada alat ukur penyipat datar sederhana dibantu dengan pita ukur, rantai ukur atau kayu ukur, sedangkan bila menggunakan alat ukur penyipat datar optik, jarak dihitung berdasarkan jarak optis.

B. Prinsip Dasar Levelling

Pengukuran beda tinggi (leveling) adalah pekerjaan untuk pengukuran jarak vertikal dan jarak horizontal langsung atau tidak langsung. Pengukuran vertikal untuk menentukan beda tinggi, sedangkan pengukuran horizontal untuk menentukan jarak datar.

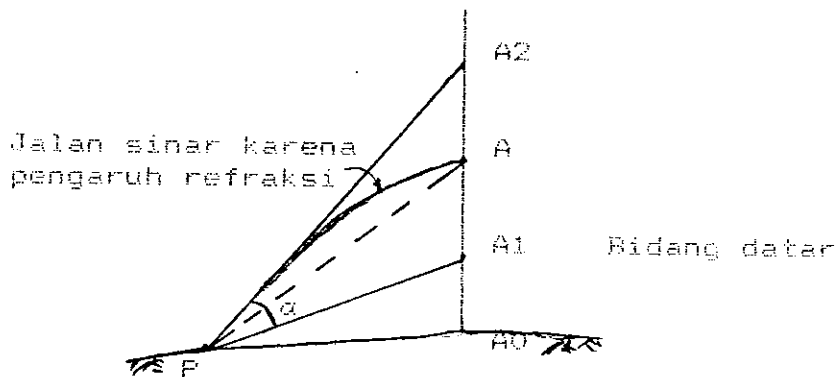
Ketinggian suatu titik adalah jarak vertikal antara tempat titik tersebut dengan tempat titik patokan (titik

acuan). Tinggi titik patokan menurut Subki F. Mulkan, "Tinggi titik patokan diambil dari permukaan air laut rata-rata".

Pengukuran beda tinggi dapat dilakukan dengan cara trigonometrik, barimetris dan penyipat datar;

1. Pengukuran dengan cara trigonometrik

Pengukuran beda tinggi dengan cara ini dapat dilakukan dengan dua orang tenaga, satu buah alat ukur sudut miring, satu buah rantai ukur yang diukur adalah jarak miring dan sudut vertikal.



Gambar 1

Untuk menghitung beda tinggi dipakai rumus-rumus segitiga (lihat gambar 1).

Beda tinggi antara P - A = PAo

PA1 = bidang datar yng melalui P

Akibat pengaruh lingkungan bumi, pengaruh refraksi (pembiasan), bacaan alat pada $\angle A1 PA2$ adalah (α)

Sehingga $A1 A2 = PA1 \tan \alpha$

$A A2 =$ kesalahan beda tinggi akibat pembiasan

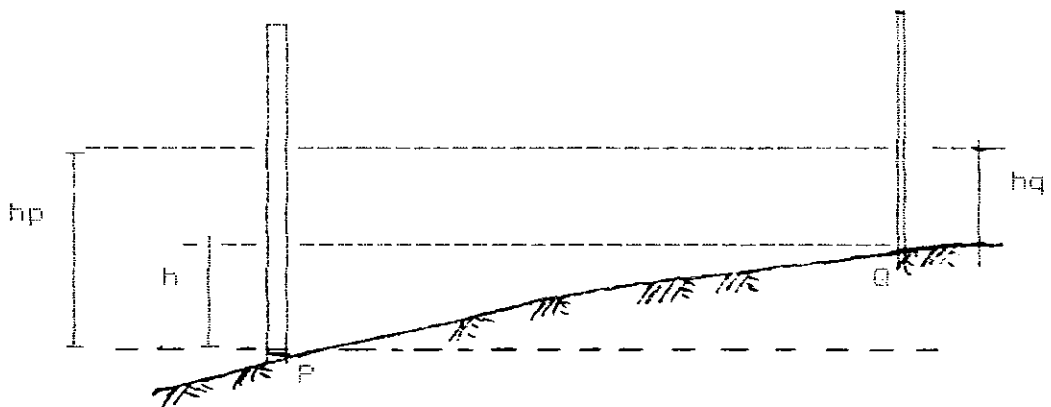
$A A0 = AA1 + A1 A0$

$A1 A0 =$ koreksi beda tinggi akibat lingkungan bumi.

Dari uraian diatas, pengukuran beda tinggi dengan cara trigonometri dipengaruhi oleh pembiasan dan lingkungan bumi. Pengaruh ini untuk jarak pendek dapat diabaikan.

2. Pengukuran dengan cara Barometrik

Pengukuran beda tinggi dengan cara ini dapat dilakukan oleh dua orang tenaga, dua buah barometer, dua buah thermometer dan dua buah hygrometer, cara pengukurannya perhatikan gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2

Pengukuran dimulai pada waktu bersamaan, kedua barometer thermometer dan hygrometer ditempatkan dititik P dan catat tekanan, suhu dan kelembaban udara. Salah satu dari ketiga jenis alat tersebut dibawah ketitik Q, dalam perjalanan menuju titik Q catat tekanan, suhu dan kelembaban udara dalam selang waktu secara bersamaan (mialnya setiap 10 menit). Dari hasil pengukuran kedua titik, tekanan udara dititik P adalah berat udara yang tingginya = hp dan tekanan udara dititik Q adalah berat udara yang tingginya = hq (lihat gambar 2). Menurut Soetomo Wongsotjitro "Tekanan udara disuatu tempat tertentu adalah sama dengan berat udara dengan tebal tertentu pula". Beda tinggi antara titik P dan Q (h) dapat dihitung dengan rumus $h = hp - hq$.

Dalam menentukan beda tinggi dengan metoda ini harus diperhitungkan terhadap koreksi suhu, kelembaban

udara karena berat udara disuatu tempat tergantung dari gaya tarik bumi yang belum tentu sama antara titik P dengan titik Q. Kealahan dalam pengukuran dengan cara ini berkisar antara 10 - 20 cm, walaupun dikerjakan secermat mungkin.

3. Pengukuran dengan cara penyipat datar

Pengukuran beda tinggi dengan alat penyipat datar dapat dilakukan dengan beberapa cara, tergantung pada jenis alat yang dipergunakan dan tujuan pengukuran dilakukan.

a. Alat ukur penyipat datar sederhana

Pengukuran dengan alat ini hanya dapat digunakan untuk proyek-proyek kecil, misalnya pengukuran ketinggian lantai, saluran kecil dan lain-lainnya.

b. Alat ukur penyipat datar optik)

Pengukuran dengan alat ini digunakan untuk pembuatan proyek-proyek besar, seperti pengukuran perkebunan, bangunan jalan raya, jalan kereta api dan lain-lainnya.

BAB II

ALAT UKUR PENYIPAT DATAR SEDERHANA

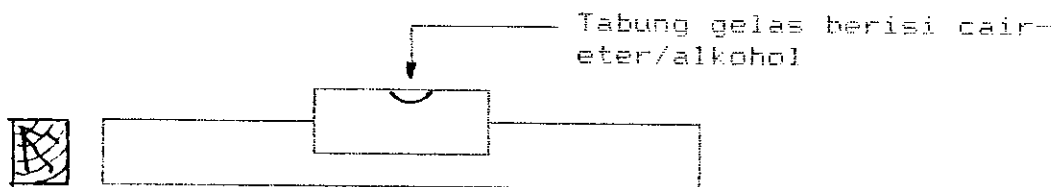
A. Macam-Macam Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana

Macam-macam dari alat ini tergantung pada bentuk dan jenis bahan yang dipakai dalam pembuatannya.

1. Alat penyipat datar dari kayu

Alat ini terdiri dari rumah-rumah yang terbuat dari kayu dan tabung gelas berisi cairan eter, serta gelembung udara **Eter** atau cairan alkohol dari gelembung udara alkohol (gambar 3). Alat penyipat datar dari kayu ini sering disebut orang waterpas, waterpas biasanya dipakai untuk pengukuran beda tinggi pada daerah kecil.

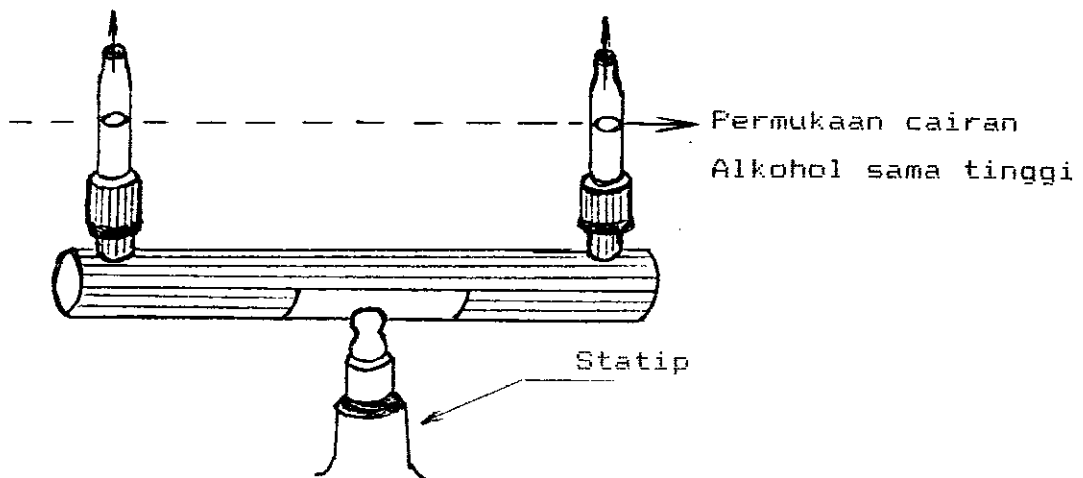
Dalam pengukuran dengan waterpas ini dipakai alat bantu kayu ukur/jalon dan pita ukur.



Gambar 3

2. Alat penyipat datar dari dua tabung gelas yang dihubungkan dengan pipa logam.

Alat ini dari dua tabung gelas yang dihubungkan dengan pipa logam dan dipasang diatas statif. Tabung dari gelas dan pipa penghubung dari logam diisi dengan cairan eter alkohol berwarna. Bila alat diletakkan mendatar, cairan alkohol yang ada dalam tabung gelas sama tinggi (gambar 4).



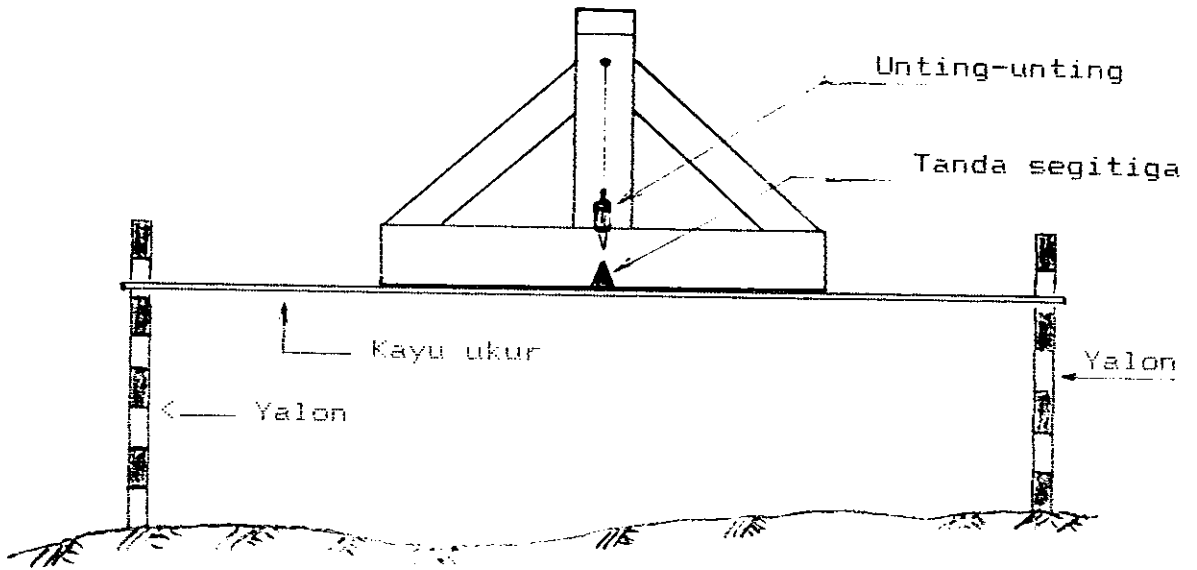
Gambar 4

Bila alat ditempatkan seperti gambar 4 diatas (permukaan alkohol sama tinggi, maka didapatkan garis bidik yang mendatar, bila mata dibidikan diatas permukaan kedua tabung gelas yang berisi alkohol itu. Akan tetapi ketelitian membidik kecil, sehingga alat ini jarang digunakan.

3. Alat ukur penyipat datar dari segitiga yang dilengkapi dengan unting-unting.

Alat ini terbuat dari kerangka kayu/besi berbentuk segitiga sama kaki. Pada tiang tengah dipasang unting-unting. Bidang yang akan diukur dinyatakan datar jika unting-unting menunjukkan ujung tanda segitiga bagian atas yang terdapat pada alat segitiga (gambar 5).

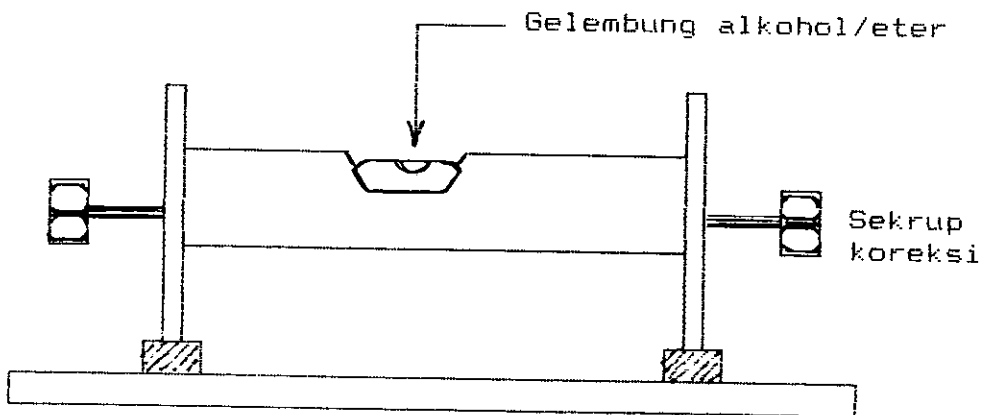
Syarat utama dari alat ini ialah bila bidang dasar baru rata dan tegak lurus terhadap sumbu tengah (sumbu utama). Seuai dengan syarat-syarat alat ukur penyipat datar. Dalam pengukuran harus dilengkapi yalon/kayu ukur untuk tempat meletakkan alat.



Gambar 5

4. Alat penyipat datar dari logam

Alat ini sama dengan alat penyipat datar dari kayu (water pas) tetapi pada alat penyipat datar ini dilengkapi dengan krup koreksi nivo, sehingga bila berubah posisinya dapat dikoreksi dengan cara memutar skrup koreksi (gambar 6).



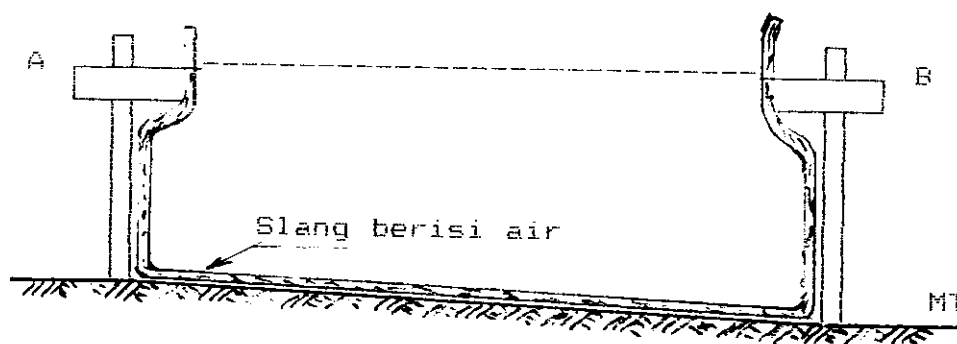
Gambar 6

5. Alat penyipat datar dari pipa plastik/slang plastik

Dalam pemakaian slang plastik diisi air kemudian direntangkan terhadap terhadap tempat yang akan diukur beda tinggi, sehingga keadaan sama datar. (Gambar 7).

Pengukuran dengan alat ini dapat dilakukan pada areal yang luas (tergantung pada panjang slang) syarat dari slang plastik tidak boleh bocor dan mengandung gelembung udara di dalamnya, yang harus diperhatikan pada slang pipa plastik adalah;

- a. Waktu pengisian air harus teliti
- b. Air diisi harus bermula tempat ujung slang yang tinggi dan dibiarkan mengalir ke ujung yang paling bawah sampai air keluar.
- c. Bila sudah bebas dari gelembung-gelembung udara barulah pengisian dihentikan.



Gambar 7

B. Alat-Alat Bantu Pengukuran Dengan Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana

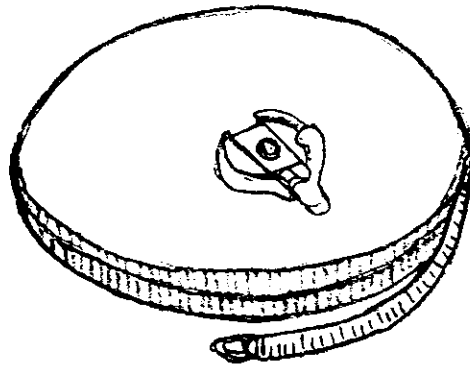
Dalam melakukan pengukuran di lapangan dengan alat ukur penyipat datar sederhana, baik pengukuran jarak maupun pengukuran beda tinggi diperlukan alat bantu, alat bantu yang bisa digunakan adalah;

1. Pita Ukur

Pita ukur dipakai untuk mengukur jarak mendatar dari satu titik ke titik lainnya, serta untuk mengukur tinggi titik dari permukaan tanah terhadap kedataran alat penyipat datar. Pita ukur yang dipakai untuk pengukuran di lapangan dapat dikelompokkan atas tiga bagian.

a. Pita ukur dari kain

Pita ukur yang terbuat dari kain ini pada saat sekarang ini jarang digunakan lagi, karena kurang kuat dan cepat rusak apabila berhubungan dengan air (udara lembab). Lebar dari pita ukur ini lebih kurang 2 cm dan panjangnya berkisar 10 m - 30 m. (gambar 8).

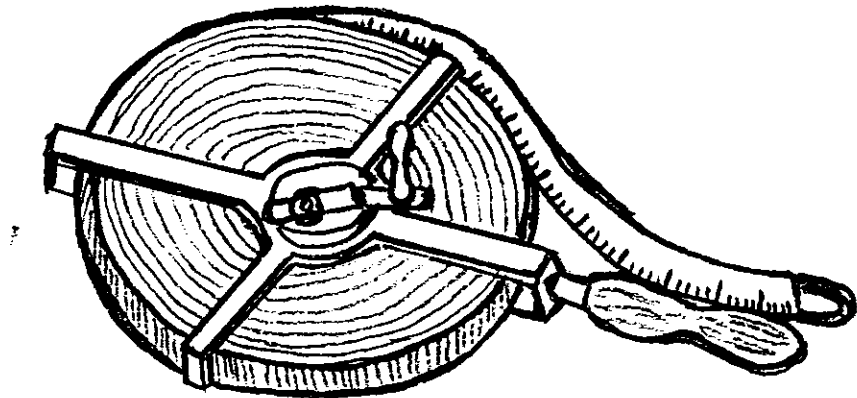


Gambar 8

b. Pita ukur dari baja

Pita ini terbuat dari pita baja dengan lebar 20 mm, tebal 0,4 mm dan panjang ada 20 m, 30 m dan 50 m. Skala pengukuran dari pita ini dibuat dengan satuan metrik (cm), pada ujung pita sepanjang 10 cm dibuatkan dalam mm dengan garis-garis halus. Bentuk lain ada juga skala pengukuran dibuat dalam meter (m) yang ditandai dengan plat kuningan besar serta diberi nomor, setiap diameter diberi plat kuningan kecil bundar.

Pita ukur ini lebih baik dibandingkan dengan pita ukur dari kain bila dipakai untuk pengukuran dilapangan, karena tahan air dan udara lembab serta kekuatan renggang kuat, sehingga dapat ditarik pada waktu pengukuran (gambar 9).



Gambar 9

c. Pita Invar

Pita ini dibuat dari baja nikel khusus yang mempunyai komposisi campuran 35 % nikel dan 65 % baja. Komposisi campuran 35 % nikel ini kegunaannya untuk mengurangi variasi panjang yang diakibatkan oleh perubahan suhu (cuaca). Dengan adanya nikel 35% koefisien muai dari pita ukur dapat dikurangi kira-kira $1/30$ atau $1/60$ dari pita baja biasa.

Logam ini lunak dan fleksibel, kelemahan dari pita ini harganya mahal, sampai mencapai 10 kali lipat dari harga pita baja biasa. Sehingga pita biasanya digunakan untuk pekerjaan geodetik yang seksama untuk pembakuan sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran pita-pita lainnya.

2. Kayu Ukur

Kayu ukur terbuat dari kayu yang kering betul dan tidak begitu terpengaruh oleh perubahan suhu (cuaca). Panjang kayu ukur 3 m atau 5 m dan penampangnya dibuat berbentuk oval dengan ukuran 5 cm ditengah dan 3 cm diujung-ujungnya. Setiap jarak 1 m selang seling diberi warna putih, merah atau hitam dan setiap desimeter diberi tanda dengan paku kuning, sedangkan jarak dalam sentimeter dikira-kirakaan (diukur dengan pita ukur) lihat gambar 10). Kayu ukur dipakai sebagai landasan

alat penyipat datar untuk mendatarnya, dalam pengukuran bila memakai kayu ukur, jarak ukur diambil sepanjang kayu ukur (3 m atau 5m).



Gambar 10

3. Yalon (Anjir)

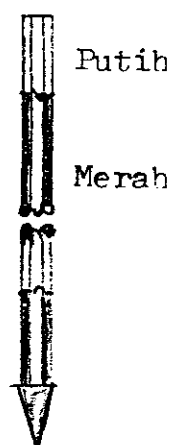
Yalon bila ditinjau dari jenis bahan pembuatannya, dapat dibagi atas dua jenis

1. Yalon dari kayu

Yalon yang terbuat dari kayu mempunyai bentuk penampang segitiga dan bulat, dengan diameter $3/8-1$ inci, pada bahagian bawahnya diberi sepatu besi yang runcing. Guna sepatu besi supaya mudah menancapkannya ke dalam tanah dan juga untuk menghindari yalon jangan cepat rusak. Tinggi yalon dibuat 2 meter dan diberi warna merah putih selang seling setiap 10 cm (gambar 11).

2. Yalon dari pipa besi

Yalon yang terbuat dari pipa besi dengan panjang 2 m dan diameter $3/8 - 1$ inci dan pada bagian bawahnya diruncingkan. Guna diruncingkan supaya mudah menancapkan ke dalam tanah, yalon diberi warna merah putih setiap jarak 10 cm selang seling. (Gambar 12).



Gambar 11



Gambar 12

4. Alat pengaman pengukuran

Untuk menjaga keselamatan bagi sipelaksana dalam melakukan pengukuran, maka diperlukan alat pengaman seperti topi dan sepatu.

Topi digunakan untuk melindungi kepala pekerja dari sengatan matahari, sedang sepatu dipergunakan untuk melindungi kaki sipekerja jangan ampai luka di lapangan.

C. Syarat-Syarat Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana

Dalam menggunakan alat ukur penyipat datar, supaya mendapatkan hasil yang layak dan optimal, maka alat harus baik komponennya dan memenuhi syarat-syarat yang dipunyai oleh alat tersebut. Komponen dari alat ukur penyipat datar telah diatur sedemikian rupa oleh pabrik, yang diperhatikan dalam pemakaian cuma syarat-syaratnya.

1. Garis bidik harus sejajar dengan garis arah bidang nivo
2. Garis arah bidang nivo harus tegak lurus pada sumbu utama (sumbu kesatu).

D. Teknik pengukuran Beda Tinggi dan Jarak Dengan Alat Ukur Penyipat Datar Sederhana.

1. Alat penyipat datar dari kayu (Water pas)

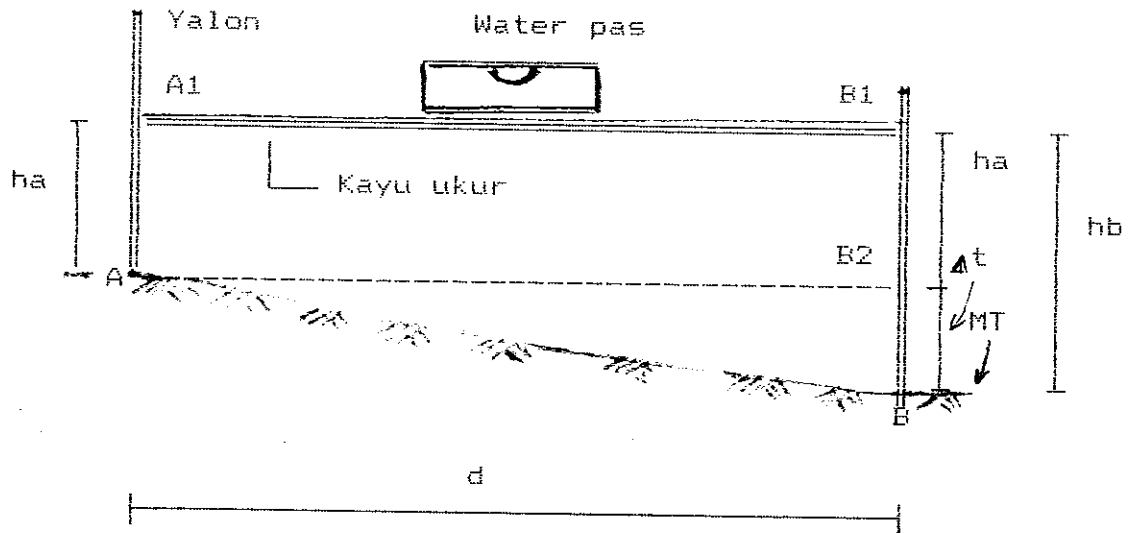
Pengukuran beda tinggi dengan alat ini dapat dilakukan oleh tiga sampai empat orang tenaga, satu buah water-pass, satu buah meteran, satu buah pita ukur, satu buah

kayu ukur dan beberapa buah yalon (tergantung pada jarak yang diukur).

Dalam melakukan pengukuran kayu ukur digunakan sebagai alat bantu untuk mendatarkan/melevelkan waterpas, jarak titik yang akan diukur tidak bisa terlalu jauh (sepanjang kayu ukur), cara pengukuran adalah ssebagai berikut (lihat gambar 13).

- a. Tentukan titik yang akan diukur sesuai dengan keadaan lapangan (misalnya titik A ke B).
- b. Tancapkan yalon dititik A dan B tegak lurus oleh orang pertama dan kedua, orang ketiga membawa kayu ukur dan waterpa sedangkan orang keempat membawa meteran dan alat tulis.
- c. Tempatkan kayu ukur orang ketiga dalam posissi mendatar/horizontal dengan bantuan waterpas yang diletakkan di atas kayu ukur dan gelembung nivo harus berada ditengah-tengah.
- d. Bila gelembung nivo telah berada di tengah-tengah maka kayu ukur sudah horizontal, pegang ujung kayu ukur oleh orang pertama dan kedua pada yalon di titik A dan B lalu tandai pada yalon tersebut (A1 dan B1).
- e. Ukur tinggi dari muka tanah ke A1 dan B1 yang terdapat pada yalon di titik A dan B dengan meteran (h_a dan h_b).
- f. Hitung beda tinggi antara titik A dan B dari hasil pengukuran dititik $A = A'$ dan $b = B'$ (lihat gambar 13).
- g. Beda tinggi antara titik A dan B = $A1 - B1 = h_a - h_b = t$
- h. Ukur jarak datar dari titik A ke B dengan pita ukur (sepanjang kayu ukur).
- i. Dari hasil pengukuran diatas dapat dihitung jarak miring antara titik-titik A ke B (lihat ABB_2)
Jarak $AB_2 =$ diketahui dari hasil pengukuran (sepanjang kayu ukur). $BB_2 =$ beda tinggi = t .

$$\begin{aligned} \text{Maka jarak miring } AB &= \sqrt{(AB_2)^2 + (BB_2)^2} \\ &= \sqrt{d^2 + \Delta t^2} \end{aligned}$$



Gambar 13

Contoh perhitungan :

Hasil pengukuran di lapangan didapat data sebagai berikut.

$$ha = 0,850 \text{ m}$$

$$hb = 2,550 \text{ m}$$

$$A_1 B_1 = AB_2 = 5,000 \text{ m}$$

Hitunglah beda tinggi antara titik A dan B, serta jarak miring (jarak A ke B)

Jawab : Beda tinggi (Δt) = $ha - hb$

$$= 0,850 \text{ m} - 2,550 \text{ m}$$

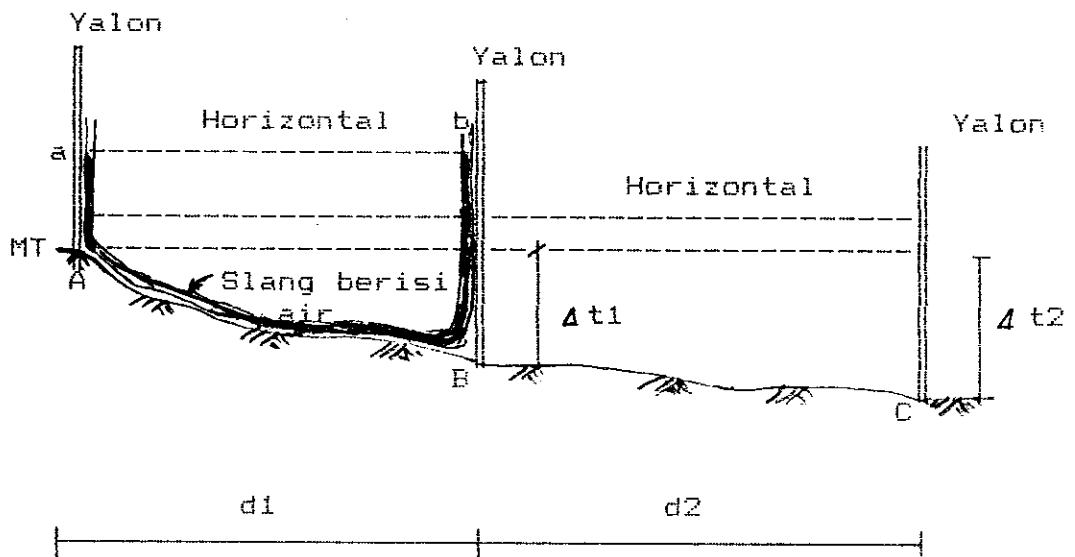
$$= -1,700 \text{ m (berarti daerahnya menurun).}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak miring (AB)} &= \sqrt{d^2 + \Delta t^2} \\
 &= \sqrt{(5)^2 + 1,7)^2} \\
 &= \sqrt{25 + 2,890} \\
 &= 5,281
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Atau (AB)} &= \sqrt{(AB_2)^2 + (BB_2)^2} \\
 &= \sqrt{(5)^2 + (BB_1 - B_1B_2)^2} \\
 &= \sqrt{(5)^2 + (2,550 - 0,856)^2} \\
 &= 5,281
 \end{aligned}$$

2. Alat penyipat datar dari slang plastik

Pengukuran beda tinggi dan jarak dengan alat ini dapat dilakukan oleh tiga orang tenaga, satu buah slang plastik bening yang berdiameter 10 mm, satu meteran, satu buah pita ukur, beberapa buah yalon (tergantung kebutuhan) dan air yang bersih, cara pengukuran perhatikan gambar 14.



Gambar 14

- a. Pasang yalon tegak lurus dititik yang akan diukur beda tinggi dan jaraknya (titik A, B dan C).
- b. Ambil slang plastik dan isi air seperlunya.
- c. Periksa slang yang telah berisi air jangan ada bagian yang bocor dan gelembung-gelembung udara di dalamnya.
- d. Orang pertama membawa ujung slang ke titik A dan orang kedua ketitik B, sedangkan orang ketiga siap dengan meteran/pita ukur dan alat-alat tulis.
- e. Orang pertama dan kedua menempelkan ujung slang pada yalon di titik A dan B dengan hati-hati, hingga ujung slang tidak bergerak dan air dalam slang dibiarkan sampai tenang.
- f. Setelah permukaan air kedua ujung slang tenang, maka orang ketiga mengukur tinggi air dari permukaan tanah ke permukaan air dalam slang dengan meteran dititik A (A ke a) dan dititik B (B ke b) dan ukur jarak horizontal a ke b dengan pita ukur.
- g. Ulangi pengukuran sampai tiga kali dan ambil rata-ratanya.
- h. Kemudian orang kedua pindah ke titik C, sedangkan orang pertama letak di titik A dan lakukan hal yang sama seperti hal di atas (langkah c - g) hingga didapat tinggi pengukuran di titik A dan C.
- i. Dari hasil pengukuran di atas dapat dihitung jarak dan beda tinggi antara titik A, B dan C seperti di bawah ini.
 - 1) Misalkan tinggi pengukuran di titik A tiga kali pengukuran b_1 , b_2 dan b_3 , di titik B tiga kali pengukuran m_1 , m_2 dan m_3 .

Rata-rata tinggi pengukuran di titik A =

$$\frac{b_1 + b_2 + b_3}{3} = b$$

526.36

Sam

②

2147/K/2000-ii 2/2

Rata-rata tinggi pengukuran di titik B =

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} = m$$

Maka beda tinggi antara titik A dengan titik B

$$(\Delta t) = b - m$$

Jarak antara titik a ke b (d1) dapat diukur langsung dengan pita ukur.

$$\text{Jarak A ke B (jarak miring)} = \sqrt{(d_1)^2 + (\Delta t)^2}$$

Contoh perhitungan.

Hasil pengukuran di lapangan didapat data sebagai berikut:

b1 = 0,625 m

b2 = 0,624 m

b3 = 0,626 m

m1 = 2,125 m

m2 = 2,126 m

m3 = 2,124 m

d1 = 25,000 m

Beda tinggi antara A dan B (Δ t) = b - m

$$b = \frac{0,625 \text{ m} + 0,624 \text{ m} + 0,626 \text{ m}}{3} = 0,625 \text{ m}$$

$$m = \frac{2,125 \text{ m} + 2,126 \text{ m} + 2,124 \text{ m}}{3} = 2,125 \text{ m}$$

$$t = 0,625 - 2,125 = -1,500 \text{ m (berarti daerah pengukuran menurun.)}$$

$$\text{Jarak A ke B} = \sqrt{(d_1)^2 + (\Delta t)^2}$$

$$= \sqrt{25^2 \text{ m} + 1,5^2 \text{ m}}$$

$$= 25,045 \text{ m}$$



BAB III

ALAT UKUR PENYIPAT DATAR OPTIS

Untuk pengukuran beda tinggi (ketinggian) dan jarak horizontal antara titik dengan titik lainnya dilapangan, selain menggunakan alat penyipat datar sederhana juga menggunakan alat ukur penyipat datar optis. (Instrumen penyipat datar). Pemakaian alat penyipat datar optis dalam pengukuran lebih cepat dan lebih teliti daripada alat ukur tanah penyipat datar sederhana.

Alat ukur penyipat datar optis, di Indonesia sampai saat ini masih didatangkan dari luar negeri (masih mengimpor) antara lain dari Swis, Jerman, Jepang, Amerika, Belanda dan negara penghasil lainnya. Dikarenakan negara pengimpor alat jauh dari negara Indonesia sudah pasti ongkos perjalanan besar, sehingga harganya sangat mahal di Indonesia. Untuk mencegah alat jangan rusak dan menghemat biaya pemeliharaan (service) maka perlu ditanamkan rasa cinta dan rasa memiliki pada alat tersebut.

Dalam pemakaian alat harus hati-hati, teliti dan penuh tanggung jawab, supaya alat terpelihara dengan baik dan hasil pengukuran memuaskan. Seperti pepatah berikut "Bila bekerja dengan alat yang baik berarti sudah separoh menyelesaikan pekerjaan, tetapi sebaliknya bila bekerja dengan alat yang tidak baik pekerjaan akan terbangun begitu saja sehingga membuang-buang waktu". seperti pepatah asing "Time is money" waktu adalah uang, jadi membuang waktu sama dengan membuang uang.

Untuk mencegah alat tetap baik dan tahan lama dalam perbaikan, kita/sipemakai dan sipenyimpan harus kenal dengan alat dan mengetahui fungsi dan kegunaan setiap bagian-bagian dari alat tersebut.

A. Bagian-Bagian Alat Ukur Penyipat Datar Optis

Konstruksi alat ukur penyipat datar optis (instrumen penyipat datar) berbeda-beda sesuai dengan rancangan negara pembuatnya, meskipun demikian bagian-bagian yang pen-

ting dari alat tersebut mempunyai bagian yang sama seperti:

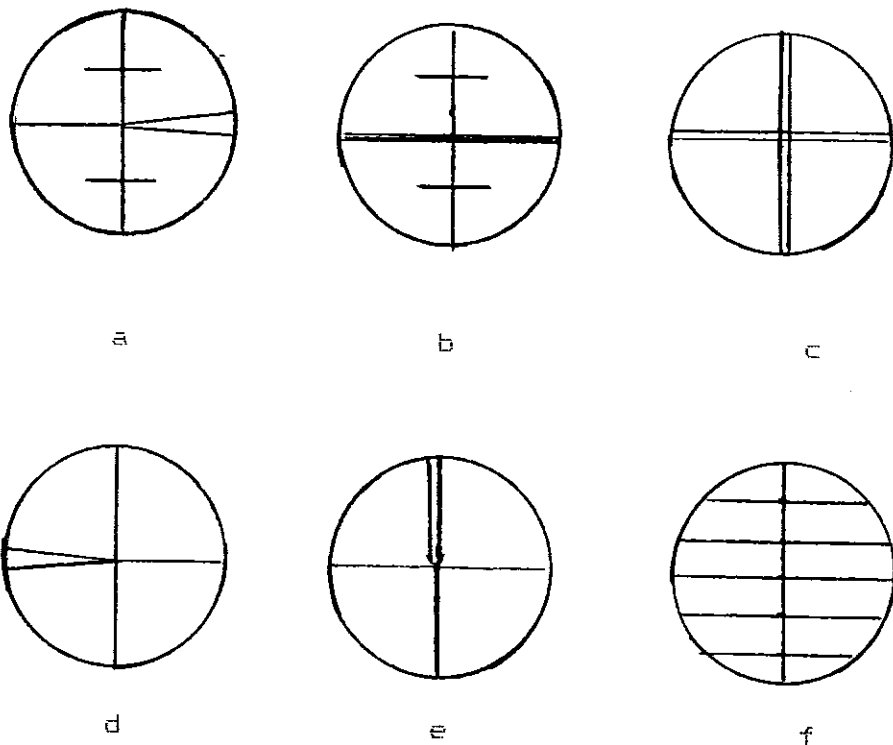
1. Teropong

Teropong alat penyipat datar optis dalam bentuk yang paling sederhana dilengkapi atas dua lensa, yaitu lensa obyektif (lensa benda) dan lensa okuler (lensa mata). Lensa obyektif terletak di muka teropong, sedangkan lensa okuler terletak di belakang teropong. Kedua lensa ini ditempatkan pada teropong sedemikian rupa, hingga kedua sumbu optisnya berimpit. Lensa obyektif (lensa benda) mempunyai jarak titik api besar, sedangkan lensa okuler (lensa mata) mempunyai jarak titik api kecil, sebab lensa okuler berfungsi hanya sebagai lap untuk membidik objek.

Untuk menghilangkan atau memperkecil kesalahan dalam pengukuran maka lensa obyektif dan okuler dibuat beberapa buah lensa yang mempunyai koefisien bias dan jari-jari bidang lengkungan yang berlainan.

Selain dari lensa teropong juga dilengkapi dengan benang diafragma (benang silang) yang terletak pada bagian belakang dan dimuka lensa okuler. Benang diafragma pada alat ukur penyipat datar lama dibuat dari benang laba-laba (benang ekor kuda), sedangkan pada alat-alat penyipat datar baru (modern) digoreskan pada kaca, bentuk dari benang silang bermacam-macam seperti; dua benang mendatar dan dua benang tegak (gambar 15.a), dua benang mendatar dan dua benang tegak (gambar 15.b), dua benang tegak dan satu benang mendatar (gambar 15.c), satu benang tegak dan satu benang mendatar setengah dari lingkaran salib sumbu (gambar 15.d), tiga benang mendatar dan satu benang tegak (gambar 15. e), lima benang mendatar dan satu benang tegak (gambar 15.f).





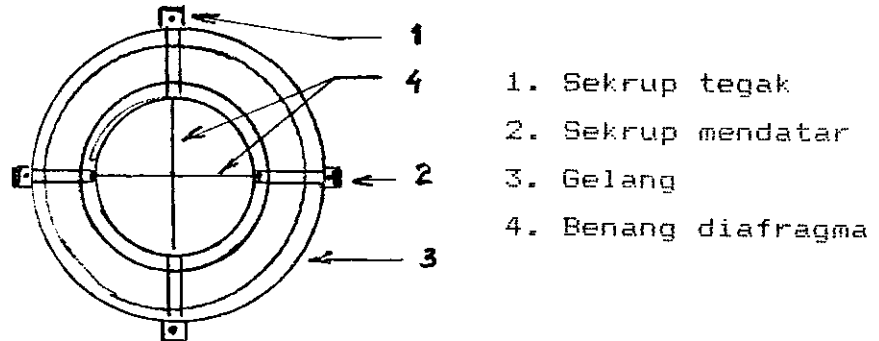
Gambar 15
Bentuk-Bentuk Benang Diafragma
(Benang silang)

Benang silang bentuk gambar 15.a sampai gambar 15.d, hanya dipergunakan untuk mencari beda tinggi, sedangkan bentuk gambar 15.c dan 15.f dapat dipakai untuk mencari jarak optis dan beda tinggi.

Garis lurus yang menghubungkan titik tengah lensa obyektif dengan titik potong tengah benang diafragma dinamakan garis bidik.

Garis bidik pada beberapa alat ukur penyipat datar optis mempunyai keadaan tertentu dan titik tengah lensa obyektif tidak dapat dirobah, maka untuk menghubungkan titik tengah lensa obyektif dengan titik potong tengah benang diafragma dengan mengubah tempat titik potong dua benang diafragma pada sumbunya. Untuk merobah benang diafragma, maka benang diafragma tersebut ditempatkan pada suatu gelang di dalam tabung yang

dinamakan tabung diafragma. Gelang dapat digeser di dalam tabung diafragma ke atas ke bawah dan ke kanan ke kiri dengan jalan memutar empat ekrup gelang, dua sekrup untuk menggeser tegak dan dua sekrup untuk menggeser mendatar. Perhatikan gambar 16.



Gambar 16
Diafragma

Teropong dikatakan baik apabila garis bidik diarahkan kesuatu titik bayangan titik tersebut berimpit pada titik potong dua benang diafragma.

Bayangan yang dihasilkan teropong pada umumnya ada dua macam yaitu. Bayangan vertikal terbalik diperbesar dan bayangan vertikal diperbesar.

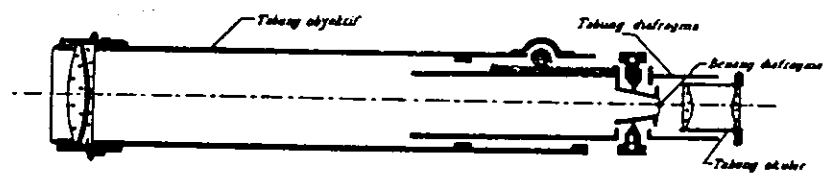
Bayangan vertikal terbalik diperbesar biasanya dihasilkan oleh teropong astronomi, teropong ini dalam pemakaiannya kita harus menggunakan rambu ukur (bak ukur) dengan angka-angka terbalik, sehingga pada bayangan terbalik angka-angka itu dapat dibaca tegak.

Bayangan vertikal diperbesar dihasilkan oleh teropong terestris, teropong ini dalam pemakaiannya cukup memakai bak ukur (rambu ukur) dengan angka-angka tegak (biasa), karena teropong terestris ini telah dilengkapi dengan prisma balik.

Pada konstruksi lama teropong terdiri atas tiga tabung berturut-turut dari muka teropong yaitu ; tabung obyektif dan dilengkapi dengan lensa obyektif, tabung diafragma yang dilengkapi dengan benang diafragma (benang silang), tabung diafragma bisa

keluar masuk tabung objektif dan tabung okuler yang dilengkapi dengan lensa okuler, tabung okuler dapat keluar masuk pada tabung diafragma.

Dengan demikian teropong bisa diperpanjang dan diperpendek, tergantung pada jauh dekatnya obyek yang dibidik. Bentuk dari teropong lihat gambar 17.



Gambar 17

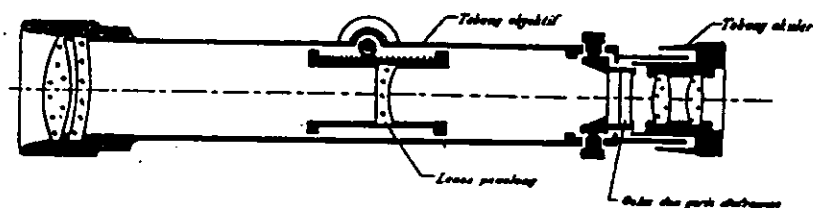
Referensi : Ilmu Ukur Tanah oleh
Wongsotjitro. 1980. h. 92

Pada konstruksi baru teropong alat penyipat datar optis terdiri hanya atas dua tabung, yaitu tabung objektif dan dilengkapi dengan lensa obyektif serta tabung okuler yang dilengkapi dengan lensa okulernya. Tabung okuler bisa keluar masuk tabung obyektif. Di dalam tabung objektif ditempatkan lensa penolong dan benang diafragma yang letaknya tidak jauh dari tabung okuler. Lensa penolong dapat digerakkan maju mundur di dalam tabung objektif dengan menggunakan sekrup lensa penolong.

Kegunaan dari lensa penolong adalah untuk membantu memperjelas bayangan yang masuk ke dalam teropong melalui lensa obyektif.

Panjang teropong pada konstruksi baru ini tetap dan tidak berubah seperti teropong konstruksi lama, umumnya panjang teropong lebih pendek dari konstruksi lama dan diatas teropong selalu ada alat pembidik kasar (penolong), dengan alat bidik ini teropong dapat

diarahkan ke sasaran secara kasar, bentuk teropong lihat gambar 18.



Gambar 18

Referensi ; Ilmu ukur tanah oleh

Wongsotjitro. 1980. h. 93.

a. Pekerjaan-pekerjaan yang harus dilakukan pada waktu menggunakan teropong (garis bidik diarahkan ke sasaran/titik pengukuran) adalah sebagai berikut:

- 1) Arahkan teropong (garis bidik) ke titik pengukuran secara kasar dengan menggunakan alat bidik kasar yang terletak di atas teropong.
- 2) Geser tabung okuler secara halus keluar atau ke dalam tabung diafragma pada konstruksi lama, keluar atau ke dalam tabung objektif pada konstruksi baru, sehingga benang diafragma terlihat jelas dari belakang lensa okuler. Sehingga didapat jarak lihat yang terang antara diafragma dengan mata.
- 3) Supaya dapat melihat dengan terang bayangan titik yang dibidik, maka perlulah menempatkan bayangan titik tersebut dibidang benang diafragma.

Pada teropong konstruksi lama dengan cara menggeser-geserkan tabung diafragma keluar atau ke dalam tabung objektif secara halus, sedangkan pada teropong konstruksi baru dengan cara menggeser lensa pembantu ke muka atau ke belakang secara halus.

Bila bayangan titik yang dibidik belum tepat terletak dibidang benang silang diafragma, ini dikatakan ada paralaks (kesalahan lihat).

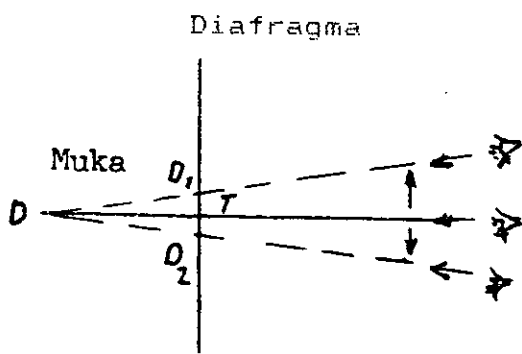
Cara untuk menentukan adanya paralaks, letakkan bayangan titik yang dibidik pada bidang benang silang diafragma, lalu mata digoyangkan ke atas dan ke bawah maka akan terjadi dua kemungkinan.

- a) Bayangan titik yang dibidik terletak di muka bidang benang silang diafragma.
- b) Bayangan titik yang dibidik terletak dibelakang bidang benang silang diafragma.

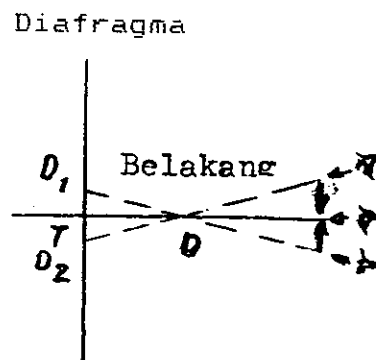
Jika terjadi bayangan titik yang dibidik berpindah kearah yang sama dengan kepindahan mata, maka ini adalah suatu tanda bahwa bayangan titik yang dibidik tersebut terletak dimuka bidang benang silang diafragma (gambar 19.a).

Jika bayangan titik yang dibidik pindah kearah yang berlawanan dengan kepindahan mata, maka bayangan titik yang dibidik terletak dibelakang bidang benang silang diafragma (gambar 19.b).

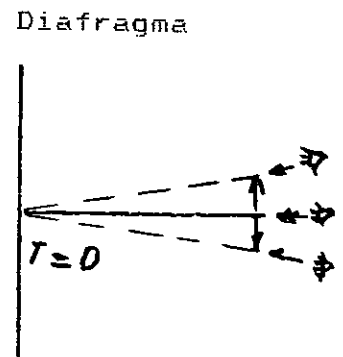
Untuk menghilangkan dua hal di atas geserkanlah tabung diafragma ke muka atau ke belakang secara halus, sehingga bayangan titik yang dibidik berimpit dengan titik potong benang silang diafragma, kemudian goyangkan mata ke atas dan ke bawah sampai bayangan kelihatan tetap dititik potong benang silang diafragma. (gambar 19.c).



Gambar 19.a



Gambar 19.b



Gambar 19.c

Dimana pada gambar ; D = bayangan

T = Titik potong benang
silang diafragma

---> = goyangan mata

—> = Perpindahan bayangan

b. Cara Penilaian teropong

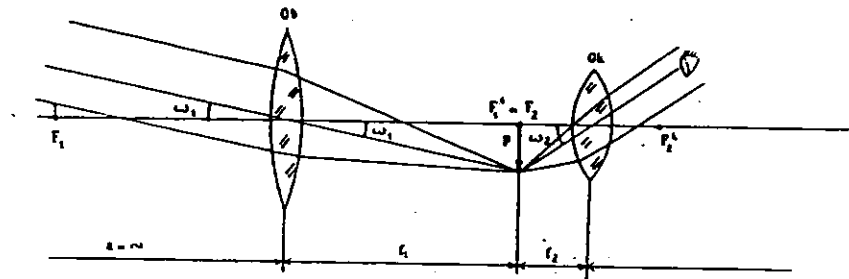
Untuk menentukan penilaian suatu teropong diperlukan sifat-sifat teropong sebagai berikut.

1) Pembesaran

Pembesaran pada teropong alat penyipat datar optis adalah perbandingan sudut pandang W_2 dan W_1 , dengan sudut pandang W_1 dimana mata biasa melihat benda yang jauh letaknya dengan sudut W_2 .

Pada teropong letak benda dibuat jauh dari lensa obyektif, yaitu terletak dititik api F_1 dari lensa obyektif, sehingga bayangan merupakan benda bagi lensa okuler yang bekerja pada teropong. Akibatnya letak bayangan harus di dalam jarak titik api F_2 lensa okuler. Maka sekarang bayangan terakhir harus terletak jauh, akibatnya benda untuk lensa okuler harus terletak dibidang muka titik api lensa okuler. Sehingga titik api (F_1) lensa obyektif akan berimpit dengan titik api (F_2) lensa okuler. Pada gambar 20 dibawah

ini dapat dilihat sudut pandang W_1 pada ruang lensa obyektif (O_b) dan sudut pandang W_2 pada ruang lensa okuler (O_k).



Gambar 20

Referensi : Ilmu Ukur Tanah, oleh
Wongsotjitro. 1980. h. 95.

$$W_1 = \frac{P}{f_1} \quad \text{dan} \quad W_2 = \frac{P}{f_2}$$

$$P = \frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{f_2}$$

Dimana ; P = Pembedaran

W_1 = Sudut pandang pada ruang lensa obyektif.

W_2 = Sudut pandang pada ruang lensa okuler

f_1 = Jarak titik api (fokus) lensa obyektif

f_2 = Jarak titik api (fokus) lensa okuler.

Pada teropong, lensa okuler bekerja sebagai lup dan f_2 kecil, sehingga kesalahan pada f_2 berpengaruh besar terhadap pembedaran (P) bayangan. Dengan memperbesar f_1 dan memperkecil f_2 akan diperoleh pembedaran (P).