

BAB I  
PENGUKURAN JARAK DATAR

**1.1. Pacing**

*Pacing* adalah pengukuran jarak dengan langkah dan merupakan cara sederhana dengan ketelitian yang paling rendah. Pengertian jarak antara dua titik atau lebih pada permukaan bumi. Pada kegiatan inventarisasi hutan dan di dalam pengukuran tanah, pengukuran jarak dengan menggunakan langkah sangat berguna sebagai bahan tambahan pada metode pengukuran yang lebih akurat/teliti. Karena langkah setiap orang tidak selalu sama maka langkah tidak pernah dipakai dalam buku catatan sebagai suatu satuan ukuran. Panjang langkah selalu diubah ke dalam satuan-satuan standar seperti 'cm', 'm' atau 'km' baru kemudian dicatat dalam buku catatan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran tanah antara lain:

1. Dalam penghitungan langkah, pergantian kelereng serta keadaan permukaan sebaiknya tidak dilakukan dengan cara yang sembrono karena metode yang digunakan masih bersifat kasar (kira-kira). Oleh karena itu pengukuran ulang dengan menggunakan rantai ukur atau pita ukur sangat dianjurkan tiap ada kesempatan.
2. Dihitung secara berganda dan langkah berantai satu hitungan.
3. Gunakan langkah-langkah pendek. Tiap 1 hitungan atau dua hitungan sekitar 1,5 meter. Langkah-langkah harus diulang secara tetap dan teratur dengan akan menghasilkan variasi ketelitian 3 langkah tiap 100 langkah.
4. Setelah dapat mencapai ketelitian itu, cobalah mengukur daerah bergelombang, bersemak-semak atau berawa. Pada daerah-daerah yang sulit seperti itu, langkah yang dibuat cenderung lebih pendek dan kurang teratur. Pada daerah yang agak miring atau bergelombang ringan dibuat modifikasi hitungan dengan menghitung langkah ke-10 sebanyak dua kali, misalnya: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 10, 11, ... dan seterusnya atau tiap lima hitungan pada daerah yang 16 hitungan bergelombang, misalnya: 1, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, ... dan seterusnya.

5. Pada daerah-daerah yang banyak hujan, berawa atau bersemak yang tidak dapat ditembus, dapat digunakan pandangan mata untuk memperkirakan langkah ke depan pada titik-titik yang rasional terjangkau dan tertandai jelas, misalnya: pohon, batu atau yang lain. Hambatan itu dapat dilalui dengan jalan memutar tanpa perlu menghitung lagi.
6. Tongkat jalan biasa akan menghasilkan pengukuran yang teliti pada daerah bersemak atau berbatu.
7. Disarankan untuk selalu berlatih mengukur jarak dengan langkah pada jarak yang sudah diketahui dengan berbagai variasi medan. Jika mungkin, para personel pengukur jarak dengan langkah berlatih pada tiap pagi dan sore untuk mengetahui variasi perbedaan langkahnya.

## **1.2. Alat Pengukuran Jarak**

### **1.2.1. Pita Ukur**

Ada beberapa jenis pita ukur antara lain:

#### **1.2.1.1. Pita Ukur Kain**

Pita ukur kain yaitu pita ukur yang terbuat dari kain, dengan ukuran panjang 10 m, 20 m, 30 m, lebar lebih kurang 2 cm pada ujung-ujungnya terbuat dari kulit. Pada kedua belahan terdapat tanda satuan. Pita ukur tersebut digulung dalam kotak kulit.

Sifatnya mudah rusak dan mudah terpengaruh oleh air dan panas. Agar tidak mudah rusak usaha yang bisa dilakukan yaitu dengan memberi benang tembaga dan dengan merendam pada minyak panas untuk mengurangi pengaruh air dan temperatur.

#### **1.2.1.2. Pita Ukur Baja**

Yaitu pita ukur yang terbuat dari plat baja setebal 0,4 mm dengan ukuran panjang 20 cm, 30 cm atau 50 cm dan mempunyai lebar 2 cm. Dapat digulung dalam kotak baja atau kotak kulit dengan putaran penggulung dari baja.



pada garis lurus XY yang segaris pula dengan OW. Garis XY2 akan paralel dengan UVW dan panjang Yt akan sama dengan VW.

### 1.2.2.1. Pengukuran Arah

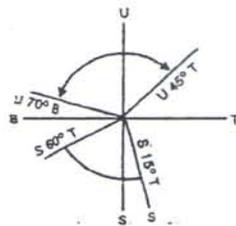
Sebuah sudut pada suatu garis dengan garis patokan tertentu menunjukkan arah garis tersebut. Garis yang dipakai sebagai patokan biasanya garis arah Utara-Selatan yang disebut 'meridian'. Apabila digunakan kompas, maka garis patokan itu disebut 'meridian magnetik'.

#### 1. Bearing

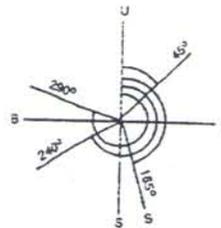
Sebuah sudut yang dibentuk dari arah Utara-Selatan ke arah Barat-Timur dengan maksimum  $90^\circ$  (salah satu kuadran lingkaran). Lihat gambar 2a.

#### 2. Azimuth

Sebuah sudut yang dibuat searah dengan jarum jam dari arah garis Utara-Selatan yang besarnya  $0^\circ-360^\circ$ . Pada bidang kehutanan, azimuth dibuat dari arah Utara (gambar 2b).



(a) Bearing



(b) Asimutnya yang sesuai

Gambar 2. Bearing dan Azimuth

Sudut dalam adalah sudut bagian dalam diantara dua ruas garis pada garis-garis yang dihubungkan tertutup, jika  $N$  adalah jumlah sisi, maka jumlah sudut dalam adalah  $(2n - 4) \times 90$ .

Sudut belok adalah sudut yang dibuat (dibelokkan) dari sebuah garis lurus perpajangan yang dibuat dari titik sebelumnya. Jika sudut dalam kurang dari  $180^\circ$  maka sudut belok adalah sudut dalam dikurangi  $180^\circ$ . Sudut belok harus diberi tanda R atau L yang menandai apakah sudut-sudut berbelok ke kanan (R) atau ke kiri (L).

### 1.2.2.2. Deklinasi Magnetis

Deklinasi magnetis adalah selisih sudut antara meridian magnetis dengan meridian yang sesungguhnya. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet bumi yang merupakan magnet besar. Bila ujung Utara dari jarum kompas menunjuk ke Timur dari meridian sebenarnya, maka deklinasi dikatakan timur; jika menunjuk ke barat, maka disebut deklinasi barat.

Bila meridian magnetis = meridian sebenarnya, garis ini dikenal dengan sebutan garis Agonic dan selisih deklinasi adalah nol. Deklinasi dari tempat-tempat di timur adalah barat dan deklinasi tempat-tempat di barat adalah timur.

Garis Isogonik adalah garis yang ditarik dari tempat-tempat yang mempunyai deklinasi yang sama. Pada waktu-waktu tertentu terjadi pergeseran deklinasi, tahunan atau bahkan harian, tetapi pergeseran itu tidak dapat ditangkap oleh kompas dan dapat diabaikan pergeseran juga terjadi sebagian akibat terjadinya badai magnetik atau perbedaan ketinggian tempat.

Jika bintang muncul mencapai perpanjangan (jarak terpanjang), pembidik harus diarahkan pada bandulan dan bintang dan membentuk garis lurus. Dari garis itu didapat *azimuth* ke barat dari timur dan sebaliknya. *Azimuth* Polaris pada perpanjangan dan metode menghitung waktu perpanjangan dapat dicari pada daftar pustaka tulisan ini. Meridian yang sudah ditentukan harus diperiksa ulang untuk melihat kemungkinan bahwa pembacaan magnetis dipengaruhi oleh keadaan alam setempat yang bersifat kondisional, misalnya: badai magnetik.

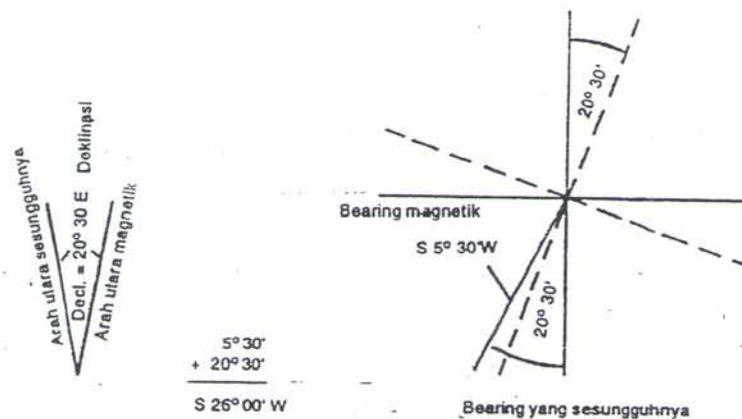
### 1.2.2.3. Konversi *Bearing* Magnetik ke *Bearing* Sesungguhnya

Konversi *bearing* magnetik ke *bearing* sesungguhnya atau sebaliknya, akan disederhanakan dan diperiksa dengan mempersiapkan sebuah sketsa untuk menggambarkan situasi sebagaimana terlihat pada gambar 3. Deklinasi sebesar  $20^{\circ}30'$  E. *Bearing* magnetik sebesar  $S 5^{\circ}30' Q$  dan *bearing* sesungguhnya dari garis itu pokok yang sesungguhnya dan laksanakan kertas tipis di atas gambar tersebut dalam hubungan yang benar dari

pengamatan adalah S 26°00' Q. Dengan penggunaan pendekatan/cara yang sama, arah sesungguhnya dapat dikonversi pada arah magnetik. Tercatat bahwa pembetulan deklinasi sering mengubah kuadran *bearing* searah dengan arah pokok.

Untuk mendapatkan *bearing* yang sesungguhnya, jika deklinasinya timur, tambahan deklinasi pada pembacaan kompas pada kuadran ME dan SQ dan kurangi deklinasi pada pembacaan kompas pada kuadran SE dan NQ.

Jika deklinasinya barat, kurangi deklinasi dari pembacaan kompas pada kuadran NE dan SQ dan tambahan deklinasi pada pembacaan kompas pada kuadran SE dan NQ. Untuk mendapatkan *bearing* magnetik dari *bearing* yang sesungguhnya, prosedur di atas tinggal dibalik.

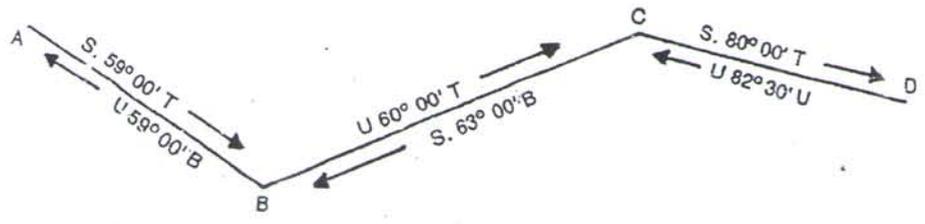


Gambar 3. Arah magnetik dan sesungguhnya

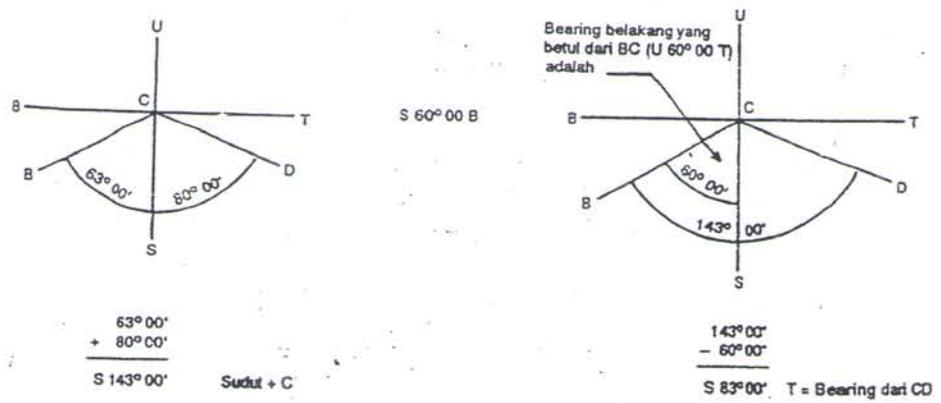
Gaya tarik setempat/lokal. Gaya tarik (magnetik) setempat adalah fenomena umum yang terjadi pada daerah-daerah pegunungan dimana kekuatan garis magnetik diubah oleh kandungan besi. Di samping, benda-benda yang terbuat dari besi atau baja dan garis (gaya) listrik dapat menyebabkan gaya tarik setempat. Biasanya cukup memungkinkan untuk mengatasi keadaan tersebut.

*Bearing* depan dan belakang sebuah garis diantara titik akan tak cocok secara numerik jika gaya tarik setempat ada pada satu titik tapi tak ada pada titik yang lain atau dapat pula pembacaan *bearing* pada salah satu titik lebih besar dari yang lain. Bagaimanapun, semua *bearing* yang diambil dari satu titik

(yang sama) akan dipengaruhi sama. Oleh karena itu, pada suatu titik, sudut antara dua garis adalah sudut yang sebenarnya, tanpa memperhatikan benarnya gaya tarik setempat. Hal itu mengikuti bahwa, semua sudut pada lintasan dapat dihitung dan dengan penggunaan sudut-sudut itu *bearing* dapat dihitung, melalui daerah yang dipengaruhi dari garis terdekat yang tak dipengaruhi memperlihatkan persamaan *bearing* depan dan *bearing* belakang. Gambar 4 menggambarkan bagaimana metode ini disesuaikan dengan gaya tarik setempat.



Panah menunjukkan *bearing* belakang dan depan. Kedua *bearing* cocok pada garis AB. Oleh karenanya *bearing* BC dianggap benar. U 69° 00' T



Gambar 4. Penyesuaian untuk daya tarik setempat

Semua kesalahan yang bersifat orang per orang harus benar-benar dihapuskan sebelum dicoba membetulkan kesalahan-kesalahan karena gaya tarik setempat. Apabila terdapat ketidaksesuaian antara *bearing* muka dan belakang sesudah penyetelan kompas dan pembacaan diperiksa sangat teliti, dapat diasumsikan bahwa gaya tarik setempat telah mempengaruhi jarum kompas dan perlu menyetel kompas segera. Bagaimanapun harus selalu diingat bahwa *bearing* dan sudut-sudut mungkin gagal untuk benar-benar tepat karena adanya akumulasi kesalahan.

Gaya tarik setempat mungkin dapat dihindari waktu perpanjangan garis lurus melintas salah satu bagian lapangan pada pemetaan secara strip atau inventarisasi hutan yang menggunakan kompas sebagai satu-satunya alat bidik, tidak memperhatikan pembacaan jarum kompas sesudah posisi awal dan perpanjangan garis bidikan ke depan dan ke belakang pada objek-objek alamiah atau "kupu-kupu", yaitu: satu set patok dengan sepotong kertas yang ditempleli serat pada ujungnya sebagai identifikasi arah bidik.

### 1.3. Alat-Alat Pengukur Sudut Arah

#### 1.3 1. Kompas Tangan

Kompas tangan banyak digunakan pada berbagai kegiatan/pekerjaan konstruksi.

Penggunaan kompas tangan adalah dengan menggunakan kedua tangan dengan siku didukung untuk menjauhkan benda sejauh-jauhnya untuk menghindari pengaruh magnetis benda-benda logam yang ada pada baju. Jika sesudah pembidikan jarum masih bergoyang ke kiri kanan, untuk menghemat waktu jarum dapat dihentikan dengan memiringkan kompas pada saat posisi jarum kira-kira sudah 'pas' di tengah goyangan; setelah kotak kompas didatarkan kembali, jarum telah cukup baik untuk pembaca cepat. Untuk menghasilkan pembacaan yang baik yakinkan bahwa kompas tidak pada pengaruh magnetis benda-benda logam di sekitarnya.

Penyetelan kompas tangan tidak rumit. Suatu hal yang paling penting untuk menjaga agar kompas tetap berfungsi baik adalah mengunci jarum agar tidak bergerak pada saat sedang tidak dipakai dan menjaga agar jarum tidak 'seret'.

#### Fungsi Tambahan Kompas Tangan

Kompas tangan sering pula digunakan sebagai alat untuk meluruskan (arah) pada peta-peta orientasi dan mengetahui arah (mata angin) pada peta-peta tersebut setelah dilakukan orientasi lapangan. Dengan tepi yang persegi atau kotak (tempat) kompas, keduanya paralel sehingga dapat digunakan sebagai garis bidik - jadi, jika salah satu sisi dibuat

tepat/sejajar dengan arah anak panah pada peta dan peta itu kemudian diputar sampai menunjuk ke arah utara pada pembacaan jarum kompas, biasanya utara, peta kemudian dihadapkan ke utara. Setelah dihadapkan ke utara, pada arah yang tidak diketahui, dari pembacaan jarum, *bearing* dan *azimuth* dapat diketahui (pada garis sembarang tadi). Sudut di antara dua garis sembarang dapat ditentukan kalau salah satu garis sudah diketahui arahnya. Kalau peta dapat diorientasi pada tempat yang datar, metode ini akan memberikan hasil yang lebih akurat daripada penggunaan busur derajat yang skala derajatnya besar.

### 1.3.2. Kompas Tongkat

Kotak kompas tongkat direkatkan erat benang vertikal yang berputar bebas pada lekukan berbentuk kerucut pada bagian kepala yang datar dari tongkat jacob. Tongkat ini terbuat dari kayu pada bagian lengannya dengan kepala/ujung datar yang disekrup pada ujung yang satu dapat pula dibuat dari tongkat secukupnya dan diratakan salah satu tepinya. Cara lain adalah dengan memotong batang pohon kecil yang lurus. Tongkat ini memungkinkan untuk dipakai sebagai kompas pada tempat yang datar. Gambaran ini, kombinasi dari garis yang benar-benar lurus pada kompas dan jarum yang mudah bergerak sebagai pembanding, membuat kompas tongkat cukup bagus untuk pengukuran sudut sehubungan dengan sebagian besar pengukuran tanah di hutan-hutan.

Lingkar kompas tongkat biasanya dibagi-bagi dalam derajat. Setengah atau seperempat derajat dapat diperkirakan. Pembacaan setengahan derajat atau seperempat derajat secara praktis disarankan untuk pekerjaan melintang. Hal itu jarang dibaca secara praktis oleh kompas pesurvey kurang dari  $15^\circ$ .

Sebagian besar kompas tongkat mempunyai bagian derajat yang digoreskan di atas cincin yang dapat bergerak yang digerakkan dalam arti diputar oleh sepuluh pantek yang pusatnya untuk menunjuk deklinasi. Pembacaan yang dilakukan oleh kompas adalah *bearing* yang sesungguhnya. Penggunaan prosedur ini pada akhirnya akan mengurangi proses penghitungan di meja. Untuk

mengatur kompas pada tujuan itu (dengan deklinasi barat), putaran deklinasi melintasi arah barat sampai mendapatkan arah utara - Perhatian: karena penempatan huruf terbalik pada muka kompas, maka putarlah busur melewati huruf E - Dengan deklinasi timur proses tersebut dibalik.

Penyetelan. Tuas jarum harus selalu dijaga agar dapat berfungsi dengan baik, sebagaimana padakompas tangan. Bidang gelembung harus selalu paralel dengan piring/permukaan kompas. Datarkan kompas dan putar  $180^\circ$ . Jika gelembung bergeser/tidak datar lagi, perbaiki tiap pipa dengan  $1\frac{1}{2}$  gerakan dan datarkan. Ulangi proses sampai kedataran benar-benar konstan bila kompas diputar.

Sesudah permukaan bidang gelembung paralel dengan bidang/piringan kompas, periksa untuk melihat apakah bidang bidik tegak lurus pada bidang gelembung. Untuk melakukannya, datarkan peralatan dan bidiklah pada bandulan yang tergantung pada jarak yang pendek. Jika bandulan sejajar/bergaris lurus dengan garis bidik melalui bidang tongkat, maka alat/instrumen sudah disetel baik. Jika tidak, ubahlah dulu tongkat kompas dan bidang bidik menjadi tidak melengkung.

Cara menghindari kesalahan-kesalahan :

1. Menjaga tongkat tetap vertikal pada saat menentukan titik an jaga agar jarum dan kedataran gelembung tetap tersetel dengan baik.
2. Pastikan bahwa jarum tidak seret/macet.
3. Lihat apakah bidang/lubang bidik atau rambut vertikal benar-benar tegak dan tidak melengkung ke luar garis bidik.
4. Biarkan jarum tenang sebelum pembacaan arah.
5. Pastikan bahwa arah yang terbaca sudah benar.
6. Pastikan pembacaan skala derajat sudah benar.
7. Hati-hati memindahkan ke depan pada objek yang sama yang pandangan/bidikan sudah dilakukan.
8. Buatlah bidikan ke belakang dan catat *bearingnya* ari tiap titik agar dapat mengurangi kesempatan terjadinya kesalahan pada pembacaan sudut dan kesalahan karena pengaruh tempat/keadaan setempat.

9. Jagalah jarak sejauh mungkin menjauhi pagar kawat (logam/besi/baja) dan benda-benda lain yang mengandung besi.

Terdapat tiga macam kemungkinan kesalahan terjadi pada waktu menjalankan kompas, yaitu ketidak hati-hatian, kesalahan sistematis, dan atau paling tidak dijaga sekecil mungkin dengan selalu memperhatikan bidikan balik (ke titik sebelumnya) sebaik bidikan ke depan (ke titik berikutnya) dengan membuat tanda-tanda pada titik-titik dengan jelas, dengan mengukur jarak dengan langkah dan memeriksanya lagi dengan pita ukur. Kesalahan sistematis mungkin terjadi karena pita ukur yang tidak standar, penyetelan kompas yang kurang baik dan kerusakan alat-alat. Kesalahan karena kecelakaan dapat diperbaiki dengan mengulang pengukuran sudut dan jarak, cara terbaik untuk mengurangi kesalahan-kesalahan.

#### **1.4. Pengukuran Tanah pada Batas Pemilikan Lama**

Akte dimaksudkan untuk membawa/menunjukkan pemilikan dalam batas-batas yang akan membentuk poligon tertutup. Gambaran buatan atau alamiah yang disebutkan sebagai batas-batas yang menunjukkan hal yang lebih tinggi di atas garis-garis yang diketahui dengan pencatatan pengukuran dan *bearing*. Gambaran-gambaran itu harus, pada umumnya, secara khusus disebutkan pada akte agar mempunyai kekuatan atau hak pemilikan dari sebuah monumen (bangunan). Apabila terjadi ketidak-cocokan antara daerah yang disebutkan, pemeriksaan dapat dilakukan. Jarak yang diberikan/terdapat pada akte diambil untuk diukur pada garis lurus kecuali kalau gambaran itu berupa liuk-liuk seperti misalnya: sungai, jalan bebas hambatan atau dinding.

Prosedurnya adalah:

1. Pastikan bahwa *bearing* dan jarak dari akte atau sumber informasi lain telah digandakan dengan teliti. Catat tanggal pelaksanaan survey dan informasi lain yang tersedia mengenai mengetik atau informasi/acuan yang benar.
2. Jika areal berupa poligon tertutup, petakan dengan busur derajat dan buat skalanya untuk mendeteksi kesalahan-kesalahan penutupan yang serius; jika ada satu kesalahan

ditemukan, periksa penggandaan; jika perlu, ujilah sebelumnya akte-akte atau peta-peta, biasanya ditemukan catatan dinas pencatatan/kantor pengadilan setempat, untuk menemukan kesalahan dalam penggandaan.

3. Dari tanggal pelaksanaan survey dan informasi yang tersedia pada kecepatan perubahan deklinasi, hitung deklinasi yang dapat memberhentikan/mengganggu jalannya kompas di lapangan.
4. Di atas tanah mulailah pada sudut-sudut yang sudah benar-benar diketahui dan lakukan pada sudut-sudut yang sama/sejenis untuk memeriksa deklinasi.
5. Jangan membuat jalan pada jalur percobaan (hanya diperbolehkan menarik kulit-kulit kayu untuk tanda), tetapi jika garis/jalur pada akhirnya harus dibuat jalan, buatlah tanda dengan patok-patok pada jalur dengan interval-interval tertentu yang standar (sama/konsisten) dan diatur kembali dengan proporsional sesuai dengan hasil perbaikan atau kesalahan deklinasi.
6. Carilah penduduk yang pernah tinggal di daerah tersebut untuk dapat membantu mengetahui sudut-sudut tanah bangunan.

Jangan menganggap bahwa penanda sudut telah hilang hanya karena sudah tidak terlihat. Monumen/bangunan batu biasanya ditanam/dipendam sedalam 2-3 feet. Dengan menggali kedalaman 2-3 feet itu mungkin dapat diketahui sedikit sisa papan atau bukti-bukti lain yang ada di bawah tanah yang akan dapat memantapkan posisi/letak tanda-tanda/patok penanda sudut yang telah lama terpendam dalam tanah.

Harus selalu diingat bahwa survey ulang pada jalur yang telah mantap untuk pemantapan ulang batas-batas dan sudut-sudut asli. Batas-batas/penanda batas yang berupa patok-patok itu tak boleh diubah karena batas-batas itu telah sama dengan akte dan catatan hasil survey.

#### **1.4.1. Metode-Metode Ploting dan Penentuan Areal**

Hampir-hampir pada tiap survey hutan, baik itu menyertakan areal atau tidak, cepat atau lambat akan digambar (diplot).

Terdapat beberapa metode, areal ditentukan melalui penggambaran atau langsung dengan cara metematis.

#### 1.4.1.1. Penggambaran Survey

1. Periksa catatan lapangan untuk kelengkapannya dan perbaiki/ betulkan sebagaimana terdapat pada catatan lapangan, bila tidak sempat memperbaiki di lapangan.
2. Pilih metode yang tepat untuk pelaksanaan survey lapangan dan ketelitian yang diinginkan. Suatu survey dengan kompas, dimana sudut-sudut diukur tidak lebih dari  $1/4^\circ$  dan jarak-jarak hanya pada rantai terpendek, dapat digambarkan dengan busur derajat biasa dan dengan skala 1/100 area sudah cukup teliti atau akurat.
3. Kecuali kalau sketsa lapangan dapat dipercaya untuk tujuan itu, gambarkan hasil survey dengan kasar pada kertas coret-coretan : (a) untuk mengetahui seluruh ofset final; (b) untuk dapat memusatkan gambar pada kertas yang tersedia untuk pembuatan *dropt* peta sehingga garis U - S paralel dengan sisi-sisi kertas (dengan utara pada sisi atas) dan agar mendapatkan ruang yang memadai untuk keterangan gambar (legenda); (c) untuk menentukan titik awal terbaik untuk keperluan penggambarannya.

#### 1.4.2.2. Penggambaran dengan Busur Derajat

Penggambaran dengan busur derajat sebaiknya dilakukan pada kertas kotak-kotak agar semua *bearing* dapat digambarkan terpisah, bila hanya pada kertas biasa, buatlah garis meridian sebagai penunjuk yang melalui kira-kira tiap 4 titik, gambarlah sebuah meridian penunjuk dan gambarkan rangkaian berikutnya dari tiap *bearing* ; sebaiknya rangkaian digambarkan bervariasi dengan kira-kira lebih dari  $1/4^\circ$  dari arah sudut dalam yang ada, rangkaian yang terdahulu supaya diperiksa lagi kesalahan-kesalahan pengukuran sudutnya.

Secara teoritis, sebuah poligon yang tertutup di lapangan harus pula tertutup pada waktu digambarkan di atas kertas, tapi itu jarang terjadi, karena banyak terdapat kekurangtelitian

pengukuran jarak, sudut-sudut dan penempatan titik-titik yang kurang tepat. Sebuah kesalahan yang tidak besar mungkin dapat langsung diperbaiki pada gambar. Jika rangkaian hasil survey secara kasar sama, kurangi kesalahan secara sama. Jika beberapa rangkaian lebih panjang dari yang lain, perbaiki secara proporsional. Tidak ada perubahan dalam pencatatan *bearing* dan jarak harus dilakukan untuk menyesuaikan pada gambar.

#### 1.4.2.3. Metode Tangan

Metode ini adalah suatu metode yang lebih akurat dari metode busur derajat untuk penggambaran poligon. Busur derajat tidak memberikan gambaran yang akurat dan hanya untuk menggambarkan hasil survey secara kasar. Apabila diinginkan ketelitian tinggi dan alat di lapangan cukup memadai (misal teodolit), maka penggambaran dengan metode tangan akan lebih tepat. Metode ini terdiri dari penggambaran letak-letak semua sudut melalui pembuatan pada tiap puncak segitiga yang berdasar/berukuran 1 inci (atau dengan unit ukuran yang lain) dan kaki-kaki semua segitiga digambarkan dengan penggunaan dasar unit yang sama.

#### 1.4.2.4. Metode Gambar untuk Penentuan Areal

Metode gambar untuk penentuan areal memberikan hasil dalam batas ketepatan yang diijinkan untuk menggambarkan hasil survey dengan kompas dan pita ukur. Persyaratan umum adalah penggunaan kertas kotak-kotak dalam penggambarannya.

Contoh: asumsikan bahwa poligon telah digambarkan pada kertas dan disesuaikan dengan skala 1 inci = 400 feet. Kotak-kotak berukuran 1 inci dibagi lagi 1/10 inci pada kotak-kotak tersebut. Luas kotak besar = 3,67 are dan luas kotak-kotak kecil mewakili 0,037 are. Baris demi baris dan kolom demi kolom, periksa kotak-kotak yang masuk penuh dalam batas wilayah dan hitunglah, beri tanda agar tidak dobel, hitung luasnya. Perhitungkan pula luas kotak-kotak yang tidak penuh, jumlahkan kotak-kotak tersebut.

Metode lain yang identik dengan cara tersebut adalah metode *grid* untuk menghitung luas areal peta, gambar plot hasil survey

dan foto udara. *Grid* dibuat pada kertas transparan dengan ukuran 25 inci persegi. Tiap kotak terbagi menjadi 64 kotak yang lebih kecil. Karena ukuran-ukuran kotak itu telah diketahui dan mewakili ukuran tertentu, maka dapat dihitung berapa titik (- kotak) yang masuk dalam gambar/peta. Luas dapat dihitung.

#### 1.4.2.5. Pengukuran dengan Planimeter

Planimeter adalah alat pengukur luas yang paling akurat - untuk peta-peta poligon tertutup yang bergaris lurus atau berkurva/berlengkung. Pada peta kecil, kesalahan sebesar 1% dan hanya 0,1% pada peta besar. Planimeter beraneka ragam, dalam segi kekompleksannya, harganya dan kemampuannya untuk dibawa-bawa, tetapi dalam pengoperasiannya hampir sama.

1. Periksa skala planimeter dan uji hasilnya pada luas areal yang telah diketahui.
2. Sebelum memulai, periksa galah planimeter untuk memastikan bahwa semua daerah/areal yang akan diukur dapat terjangkau. Untuk hasil yang lebih baik, peta dibagi 2 bagian atau lebih.
3. Jalankan planimeter dengan hati-hati agar dapat setepat mungkin berjalan di atas/pada garis batas peta. Pembacaan skala dapat dibantu dengan kaca pembesar. Catat angka awal dan akhir pada penunjuk skala.
4. Menjalankan planimeter searah jarum jam sampai kembali ke titik awal. Lakukan dengan tangan.
5. Catat : (a) piringan horisontal - angka penunjuk; (b) roda bergerak; (c) *vernier*.
6. Tanpa merubah arah, ulangi sekali lagi pengukurannya, hasil dibagi dua untuk memeriksa hasil pembacaan pertama.
7. Jika galah pengukur berada di bagian dalam peta, tambahkan konstanta yang tertulis pada alat untuk hasil akhir.

#### 1.4.2.6. Papan Poligon

Papan poligon adalah sebuah papan datar yang biasanya berukuran 24 x 30 inci, di sangga oleh tripod dan dirancang untuk penggambaran poligon di lapangan dengan metode grafis. Pada

papan tersebut terdapat jarum magnetik sebagai penunjuk dan di datarkan dengan bandul ayunan (*unting*).

Garis survey diproyeksikan dengan menggambarkan tabel sesudah garis akhir, pembedikan pada titik berikut, pengukuran jarak dengan langkah atau pita ukur, membuat skala pada jarak lurus dan menggambarkan titik lalu dihitung. Ketelitian yang diinginkan tergantung pada cara penggunaan alat dalam pengukuran dan dalam menggambarkan jarak.

### 1.5. Pengukuran Tinggi (Jarak Vertikal)

#### Barometer Aneroid

Barometer aneroid adalah alat yang cocok untuk mengetahui perbedaan elevasi/ketinggian tempat diatas muka laut di mana ketelitian yang rendah cukup memadai.

Pengukuran ini diperlukan dalam pembuatan jalan dan penataan inventarisasi hutan yang pengukuran jaraknya dilakukan dengan langkah dan perbedaan/interval kontur yang digunakan 15 m atau lebih. Karena pembacaan barometer dipengaruhi oleh perubahan tekanan atmosfer secara konstan (perubahan toleran atmosfer maksimum menghasilkan perbedaan nyata pada ketinggian di atas 1800 feet), hasil terbaik titik-titik yang diketahui elevasinya tiap 2 jam atau lebih kerap. Hindarkan penggunaan barometer aneroid pada hari-hari yang terdapat perubahan-perubahan iklim.

Penyetelan. Untuk memeriksa keadaan barometer sebelum dipakai, pertama-tama ketuk-ketuklah gelas barometer dengan jari. Jarum penunjuk harus dapat bergerak bebas dan kembali ke titik nol tepat. Berikutnya, bacalah alat dalam pengertian dicoba mengukur beda tinggi dua tempat yang telah diketahui, paling tidak 17-35 meter. Ulangi pengujian sampai pemakai benar-benar yakin kalau barometer dalam keadaan normal.

#### Penggunaan

Bacalah penunjukan jarum pada titik awal, catat waktu pembacaan dan baca lagi pada titik berikutnya, catat waktu pembacaan kedua tersebut. Lihat gambar 5 cara pencatatan hasil pembacaan.

1. Pergunakan barometer dengan hati-hati pada waktu skala yang bergerak menunjukkan suatu angka, catatlah dan perhatikan pembacaan yang ditunjukkan pada skala-skala konstan (tekanan udara).

Stasiun	Jarak (kaki)	Waktu	Ketinggian yang diamati	Koreksi ketinggian	Ketinggian terkoreksi
A		8 : 00	500 (B.M)	-	-
B	1000	8 : 15	600	+ 20	620
C	1000	8 : 45	1300	+ 60	1360
D	1000	9 : 15	1230	+ 100	1300
A	3000	9 : 45	360	+ 120	500

Gambar 5. Catatan lapangan 'pembacaan barometrik'

2. Sebelum pembacaan, ketuk-ketuk perlahan tabung barometer.
3. Karena kelambanan jarum dalam menyesuaikan perubahan tekanan, disarankan untuk menunggu beberapa menit untuk memberi kesempatan jarum untuk 'membaca' sesudah kehadiran pada titik dimana pembacaan harus dilakukan.
4. Barometer harus selalu dipegang dalam posisi yang sama setiap pembacaan/selama dipakai. Beberapa alat dapat berubah sebanyak 17 meter di antara posisi horisontal dan vertikal.
5. Ambil keuntungan pada tiap kesempatan untuk memeriksa dalam titik yang diketahui ketinggiannya. Segera setelah pemeriksaan selesai, sesuaikan catatan hasil pengukuran dengan pembetulan-pembetulan yang proporsional pada setiap titik (lihat gambar 5).
6. Sebelum pemakaian alat pada areal yang luas atau menggambarkan areal pekerjaan penebangan, mantapkan pengontrolan alat dengan teliti. Pada pemetaan lokasi jalan traktor atau jalur kabel, periksa alat-alat dengan beda kontur 17 meter agar menghasilkan pemetaan jaringan jalan truk *logging* yang memuaskan. Pada pemetaan pembuatan jaringan jalan rel, metode ini tidak bisa dilakukan atau digunakan karena tata letak jaringan jalan rel mensyaratkan ketelitian yang tinggi.

7. Apabila tidak ada tempat yang memadai untuk pemeriksaan ketepatan pembacaan awal, gunakan letak campuran sebagai titik pedoman pembacaan.

### 1.6. Abney Level

Sebuah Abney Level (gambar 6.) mengukur sudut diantara tempat datar dengan garis yang ditarik lurus pada suatu kelerengan. Hampir sama dengan kompas. Abney Level merupakan perlengkapan yang sangat penting dan berguna bagi pekerja survey hutan.

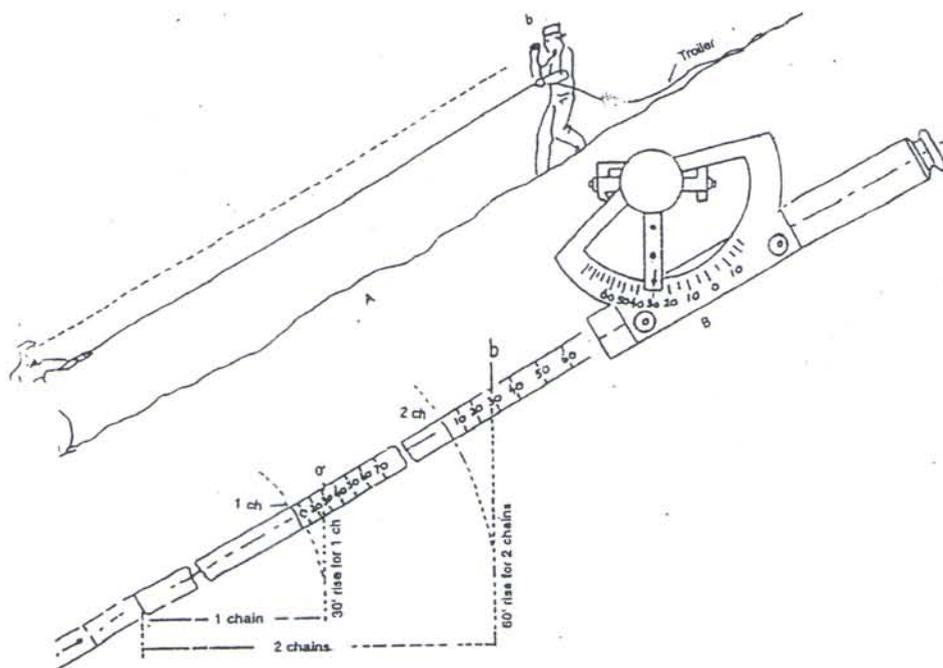
Tiga tipe tungkai berskala terdapat pada Abney. Tungkai persentase didasarkan pada unit sudut yang diwakili oleh perbandingan satu unit vertikal dengan 100 unit vertikal. Tungkai derajat didasarkan pada unit sudut dari  $1^\circ$  atau  $1/360$  dan unit sudut yang diwakili oleh perbandingan dari 1 unit vertikal dengan 66 unit horisontal. Banyak Abney yang dapat dibuat dengan skala yang dapat dibolak-balik, pembacaan persen pada satu sisi dan pembacaan derajat atau topografi pada sisi lainnya. Pemilihan jenis Abney tergantung pada pemakai.

Ketelitian Abney dapat dibandingkan dengan kompas tongkat. Kesalahan-kesalahan tidak disengaja atau kecelakaan yang berakumulasi pada rangkaian kemiringan tidak lebih dari 10 feet/menit kemiringan atau 30 feet jarak.

Penyetelan. Tiga macam penyetelan harus dilakukan sebelum pemakaian Abney :

1. Untuk membuat benang horisontal berhubungan dengan goresan garis pada prisma pada waktu pembacaan nol : (a) letakkan indeks lengan/tungkai Abney pada angka nol; (b) kendurkan sekrup kecil di ujung tabung teleskop; (c) gerakkan kaca mikroskop yang ada pada prisma dan benang horisontal sampai benang horisontal dan goresan garis pada prisma cocok; (d) kencangkan sekrup.
2. Untuk menyetel ketinggian permukaan botol kecil di bagian atas teleskop agar benang horisontal sesuai pada goresan garis pada prisma : (a) kendurkan 4 sekrup pada tepi botol kecil tersebut; (b) putar dua sekrup dan kencangkan/kunci

- dengan sekrup yang lain sampai botol kecil berada pada ketinggian yang tepat; (c) kencangkan sekrup-sekrup.
3. Untuk membuat permukaan botol kecil paralel dengan garis bidik kemiringan, digunakan metode dua pojok (lihat gambar 6): (a) setel dan jaga angka indeks pada angka nol; (b) bidik dari titik A pada ketinggian yang memungkinkan pada sebatang pohon dan tandai dengan huruf B dengan jarak  $\pm 100$  feet; (c) dari B, bidik balik ke arah pohon letak titik A, di atas atau di bawah letak titik A, beri tanda C; (d) buat titik D di tengah A-C (BD adalah garis horisontal); (e) bidik dari B ke D, setel sekrup pada botol kecil (lihat penyetelan 2) sampai permukaan gelembung tepat di tengah tabung.



Gambar 6. Abney topografi di dalam penggunaan

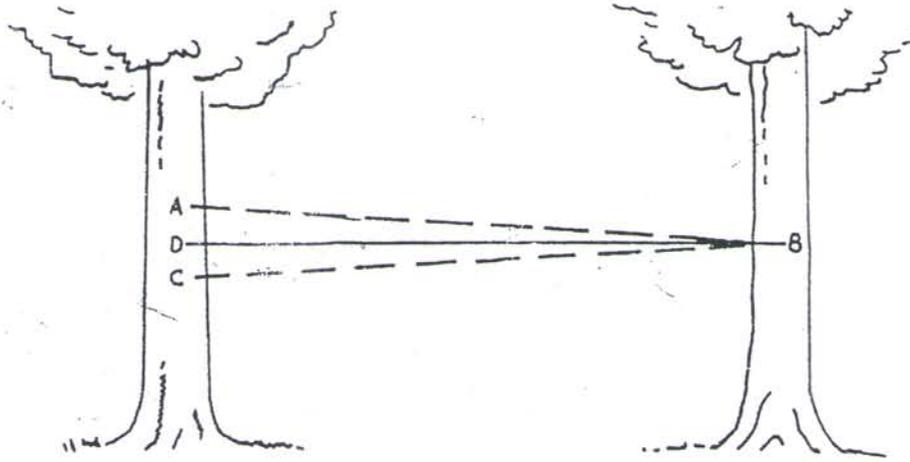
Catatan a' dan b' merupakan tanda-tanda koreksi yang ditempelkan pada pita untuk mendapatkan jarak horisontal berturut-turut dari satu dan dua rantai dimana pembacaan Abney adalah 30.

#### 1.6.1. Penggunaan Abney untuk Kemiringan yang Berangkai

Penggunaan Abney untuk pengukuran kemiringan yang berangkai mempersyaratkan bahwa alat dijaga dalam keadaan mantap dan pada garis datar sebelumnya diketahui sehingga garis bidik selalu paralel dengan pita ukur. Pengukuran lebih efisien bila pas dan yang lain pemegang pita.

### 1.6.1.1. Abney Prosentase

Abney prosentase mengukur jumlah 'feet' kenaikan ketinggian tiap 100 feet jarak datar. Pembacaan prosentase menunjukkan pula tangen sudut kelerengan. Jadi, pada kelerengan yang berurutan, perbedaan elevasi dan jarak datar didapat dari perkalian pengukuran jarak lereng dengan sinus dan kosinus dari sudut kemiringan dimana tangennya adalah sama dengan pembacaan Abney yang diwujudkan dalam desimal.



Gambar 7. Penyesuaian Abney-Metode "two-peg"

Contoh pada gambar 7: anggaplah bahwa pembacaan Abney adalah 40% dan jarak miring antara A dan C adalah 200 feet.

Untuk memperoleh jarak datar dan beda tinggi, dapatkan pada tabel fungsi trigonometri sudut yang tangennya 0,40; yaitu  $21^{\circ}48'$ . Sin dan cos dari sudut miring tersebut adalah 0,3714 dan 0,9285. Beda tinggi  $BC = 200 \times 0,3714 = 74,3$  feet, dan jarak datar  $AB$  adalah  $200 \times 0,9285 = 185,7$  feet.

### 1.6.1.2. Abney Derajat

Abney derajat dapat langsung membaca sudut vertikal antara kemiringan dan dataran terdekat. Cara ini menghemat satu tahap pengukuran karena jarak datar akan lebih cepat ditemukan setelah kelerengan diketahui.

### 1.6.1.3. Abney Topografi

Umumnya dipakai dalam menghubungkan hasil pengukuran kelereng dan jarak datar yang mempergunakan pita ukur rantai (1 atau 2 rantai) pada beberapa pembacaan Abney. Cara ini menghilangkan kebutuhan akan tabel-tabel pengurangan kelereng.

Pada penggunaan Abney semacam ini, pemegang ujung pita ukur rantai membaca Abney dan mengukur topografi yang berurutan. Sebagai contoh: diasumsikan bahwa pemegang pangkal pita ukur pada 'a' sebagai titik nol dan orang kedua berada di depan (di atas atau di bawah). Pemegang ujung rantai membaca 30 pada Abney, jadi dia memegang tanda ke-30 pada rantai ke-2 pada titik dimana pengukuran dilakukan. Jarak horisontal (dalam satuan rantai) dikalikan pembacaan pada Abney menunjukkan beda tinggi dalam feet.

Pembacaan Abney harus dilakukan dengan hati-hati pada waktu pembacaan akhir sesudah pemegang pangkal rantai pada posisi tepat dan rantai telah benar-benar lurus. Pada waktu pemegang pangkal rantai bergerak naik atau turun bukit dari titik awal menuju ke titik letak ujung rantai, mungkin akan terjadi perubahan pembacaan kemiringan yang dilakukan oleh pemegang ujung rantai.

Abney topografi dan pita ukur membuat pekerjaan cepat dan murah bila jarak-jarak yang diukur masih berada pada jangkauan rantai pertama. Jika harus membuat ukuran yang terputus-putus, paling mudah adalah mengukur jarak datar secara langsung, meskipun tabel tersedia untuk menghitung jarak datar dari pembacaan Abney. Rumus:

$$\text{Jarak datar} = \frac{\text{jarak miring terukur}}{\text{jarak miring untuk 1 rantai horisontal}}$$

Untuk mempergunakan rumus tersebut, ambil pembacaan Abney pada sebagian kelereng dan dapatkan pembacaan pada rantai pertama (di sebalik pita). Baliklah pita dan periksa jarak sesungguhnya dari tanda nol pada pita sampai pembacaan Abney di luar tanda rantai pertama, itu memberikan jarak miring untuk satu rantai horisontal.

Contoh: Umpamakan pembacaan Abney adalah 50 dan jarak miring adalah 84 rangkaian atau 0,84 rantai. Cari 50 pada rantai pertama, baliklah pita dan baca 125,5 rangkaian yang bila dihitung tiap 10 rangkaian menjadi 1,255 rantai. Masukkan dalam rumus, tinggi =  $0,67 \times 50 = 33,5$  feet.

### 1.6.2. Perlengkapan Bantu

Perlengkapan bantu kadang-kadang digunakan bersama dengan Abney selain rantai dan kompas adalah lampu senter dan galah. Lampu senter diperlukan untuk membantu memberi tanda arah bidik pada waktu pengukuran pada daerah semak-semak atau ternaung daun-daun. Galah yang dipergunakan sebagai penyangga Abney diperlukan oleh pemakai Abney yang kurang pengalaman agar Abney dalam posisi tetap.

#### Persiapan Peta, Simbol-simbol dan Skala

Peta mewakili keadaan lapangan yang digambarkan pada kertas datar dengan skala tertentu dengan simbol-simbol untuk menggambarkan keadaan fisik, alam, buatan atau keduanya yang menjadi bagian dari keadaan lapangan yang dipetakan.

1. Peta harus digambar pada kertas empat persegi panjang, sehingga arah utara berada pada bagian atas dari kertas.
2. Jika *bearing* yang tercatat adalah *bearing* sesungguhnya, ataupun magnetik, harus dijelaskan dengan arah anak panah yang menunjukkan arah derajatnya.
3. Nama surveyor dan penggambar harus dicantumkan dan dituliskan pula tanggal survey.
4. Peta harus diidentifikasi dengan judul yang memadai dan legenda harus ada dan menggambarkan/menerangkan simbol-simbol yang dipakai.
5. Skala harus dituliskan atau dijelaskan dengan gambar atau dalam persamaan.

### 1.7. Pengukuran Dengan Teodolit

Teodolit yang digunakan dimana ketelitian yang dipersyaratkan lebih besar dari ketelitian yang biasa dicapai dengan kompas

dan Abney, seperti misalnya dalam alas ragu lari kontrol batas luar untuk pemetaan area yang diperluas atau untuk menentukan posisi geodetik titik-titik kontrol.

Gelembung datar. Untuk menyesuaikan gelembung datar (*plate bubble*) atur peralatan, bawalah masing-masing gelembung datar pada pusat *tubanya*, putar alat melalui  $180^\circ$ . Kesalahan yang nampak adalah dua kalinya kesalahan sesungguhnya, sehingga gelembung di bawah separuh jarak. Ratakan kembali alatnya dan ulangi seterusnya, masing-masing gelembung harus disesuaikan secara sendiri-sendiri.

Benang silang. Untuk menyesuaikan benang silang, ratakan alat, pandang pada objek terkali yang sudah ditetapkan dengan harsi benang vertikal lebih rendah atau lebih tinggi dan putar teleskop pada poros horisontal yang melihat apakah benang silang masih berada pada objek. Apabila sudah tidak, putar cincin selang-seling sampai titiknya berada pada benang vertikal melalui rotasi pada tengah horisontal setelah benang vertikal disesuaikan, pusat instrumen pada objek yang bebas ditentukan dengan jelas 200 atau 300 kali jauhnya dari alat. Baliklah teleskopnya, apabila titiknya dengan jelas berada pada garis pandang, kemudian garis pandang tegak lurus dengan poros horisontal. Bila letak  $\frac{1}{4}$  kesalahan dipindah dengan mengangkat cincin benang silang pada arah horisontal yang tepat.

Hanya  $\frac{1}{4}$  kesalahan disesuaikan pada masalah ini sejak pemutaran dobel diperlihatkan. Ulangi operasi sampai titik tetap.

Kawat stadia (*stadia wires*). Kawat-kawat stadia kadang-kadang sesuai dengan ruangan diantara mereka. Jika demikian mereka tidak di pesawat yang sama dengan benang silang vertikal dan horisontal dan tidak terlihat dengan fokus yang sama dari mata. Benang stadia yang dapat disesuaikan harus diperiksa setiap hari dan diatur sehingga 100 dapat koefisien dan batang penahan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menghentikan 100 + (F+C) kaki (pilih sebagai 27) dari pusat alat dan menyesuaikan kawat pada penahan 1 kaki pada penahan yang dibuat di ujung garis yang lebih lanjut.

Standar. Untuk menyesuaikan standar (untuk membuat poros horisontal tegak lurus dengan poros vertikal pada alat) pandang point A seperti menara gereja, putar teleskop pada poros horisontal dan buat point B pada garis pandang kira-kira setinggi instrumen. Baliklah teleskop, pandang titik B, naikan teleskop dan apabila instrumen menyesuaikan, titik A akan di garis pandang. Apabila titik, naikan atau turunkan ujung yang dapat disesuaikan dari tengah horisontal untuk membentuk  $\frac{1}{2}$  kesalahan.

Gelembung. Untuk menyesuaikan gelembung gunakan metode penyesuaian dua fasak (*pes*) yang digambarkan di bawah penyesuaian Abney level.

Vernier. Untuk menyesuaikan vernier dari putaran vertikal, datarkan teleskop dan *vacutus vernier* putaran vertikal. Jika indeks tidak terbaca nol, buatlah vernier seharusnya menunjuk nol dan bertepatan putarannya.

Slide objektif. Untuk menyesuaikan slide objektif, yakinkan bahwa benang silangnya sesuai dengan menggunakan titik-titik yang jauh. Hal tersebut akan mempersyaratkan objektifnya digambar sejauh mungkin. Selanjutnya ulangi langkah tersebut dengan menggunakan 2 titik yang sangat dekat dengan lat. Hal tersebut akan mensyaratkan bahwa objektif tidak tepat, kesalahan dalam penyesuaian akan merubah arus garis pandang, sehingga tidak akan lagi tegak lurus dengan poros horisontal alat. Apabila alat gagal dalam tes ini, objektif tidak bergerak paralel terhadap garis pandang. Penyesuaian dibuat dnegan menggerakkan sekrup penyesuaian objektif sehingga tampaknya menaikkan kesalahan, dengan perkiraan,  $\frac{1}{4}$  pemberian diperlukan. Penyesuaian *slide objektif* (memusatkan *tube* lensa mata dan pemusatan lingkaran) biasanya dibuat oleh pembuat alat.

### 1.7.1. Pembacaan Vernier

Sebuah vernier adalah alat *upsula* pembagian graduasi terkecil alat, seperti kepujan atau kis. Disini, lingkaran dibagi dalam derajat dan tengahan derajat dan setiap lubang derajat ke-10

diberi nomer, pemutar jalan jam pada bagian dalam figur (dalam) dan penghitungan jalan jam di bagian luar. Terbaca dari vernier yang dapat bergerak yang mirip panah ke arah nol dan graduasi 30 pada masing-masing sisi, setiap yang ke-10 yang diberi nomer, pemutar jalan jam ke kiri dari panah dan penghitungan jalan jam di kanan. 30 graduasi pada vernier sama benar dengan 29 dari graduasi terkecil ( $\frac{1}{2}$  derajat atau 30 menit) dari lingkaran. Untuk membaca sudut teodolit pemutar jam ke  $\frac{1}{30}$  atau  $\frac{1}{2}$  derajat yaitu 1 min, catat bahwa anak panah titik vernier kira-kira  $\frac{1}{2}$  jalan dari  $350^{\circ}30'$  dan  $351^{\circ}00'$  (garis dalam angka-angka) pada lingkaran. Pembacaan terkasar  $350^{\circ}45'$ . Tetapi jika seseorang memandang pada graduasi vernier pada sebelah kiri panah, dia akan mendapatkan graduasi yang betul-betul berkebalikan dengan graduasi pada lingkaran. Graduasi linsk adalah 14 (graduasi linsk tidak signifikan). Hasil yang besar adalah  $350^{\circ}30'$  ditambah  $14'$  atau  $350^{\circ}44'$ .

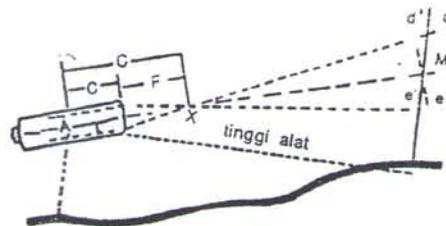
Sama halnya yang membaca sudut penghitung jalan jam pada menit pertama, catat anak panah pada titik garis vernier kira-kira  $\frac{1}{2}$  jalan antar  $9^{\circ}00'$  dan  $9^{\circ}30'$  pada garis luar angka-angka lingkaran. Sudut terkasar adalah  $9^{\circ}15'$ . Tetapi dengan melihat sepanjang graduasi vernier ke kanan panah, kita akan sampai pada graduasi yang tetap berlawanan dengan graduasi pada linsk. Graduasi ini 16 pada vernier sudut yang benar adalah  $9^{\circ}16'$ .

### 1.7.2. Penggunaan Teodolit untuk Penghitungan Stadia

Tambahan untuk benang silang vertikal dan horisontal per praktek semua teodolit dilengkapi dengan 2 benang horisontal tambahan yang dikenal dengan kawat stadia. Dengan cara mengamatinya jarak-jarak horisontal dan perbedaan-perbedaan pada elevasi dapat ditentukan dari penyangga vertikal yang digraduasikan dengan kaki dan dilaksanakan pada jarak yang sama dengan teodolit. Stadia melengkapi alat yang cepat dari pengukuran jarak atau perbedaan pada elevasi dalam menghid detail survey topografi masih terbuka.

Rumus jarak  $S$  adalah  $S = (F/I)s + (F+C)$  dimana  $F$  adalah panjang dari lensa objektif,  $s$  adalah tangkai penyangga.  $I$  adalah jarak antara benang stadia dan  $C$  adalah jarak dari pusat alat ke objektif. Benang stadia disebut besar teodolit ditata sehingga  $F$  dibagi dengan  $I = 100$ . Untuk mencapai jarak horisontal teleskop didatarkan, kalikan tangkai interval dengan 100 dan tambahkan konstan  $(F+C)$ . Pembuat alat melengkapi nilai konstan  $(F+C)$  dengan masing-masing alat, biasanya 1.

Saat jarak stadia diukur dengan teleskop dengan posisi selain datar, interval tangkai mewakili jarak landaian. Untuk mengurangi jarak landaian ke jarak horisontal, sudut vertikal harus diketahui. Buat benang horisontal tengan pada teodolit, dilokasikan pada  $A$  di gambar 8 pada nilai graduasi tangkai sama dengan  $HI$  (tinggi poros horisontal teleskop di atas tanah). Ini adalah titik  $M$ . Dari lingkaran vertikal pada teodolit terbaca sudut  $MAB = a$  disebut  $27$ . Kesalahan yang diperlihatkan dengan memegang vertikal tangkai sementara membuat pandangan mencondong adalah tidak berarti dan tidak diharapkan (de diasumsikan sama dengan  $d'e'$ ). Disebut  $27$  garis pandang adalah sepanjang garis  $AM$  dan puncak segitiga dibuat dengan benang stadia pada titik  $X$  antara alat dengan tangkai.



Gambar 8. Pembidikan lereng untuk jarak stadia

Untuk menemukan jarak horisontal  $AB$  dan jarak vertikal  $BM$ , pertama hitung jarak  $AM$  dan rumus yang dibuat untuk jarak horisontal:

$$S = \left(\frac{F}{i}\right)s + (F + C)$$

Asumsi  $\frac{F}{i} = 100$  dan  $(F + C) = 1$ ,  $AM = 100s + 1$

Kemudian, gunakan rumus berikut untuk menentukan  $AB$  dan  $BM =$

$$AB = (AM) (\cos mAB)^2$$

$$BM = (AM) \left\{ \frac{1}{2} \sin (2 mAB) \right\}$$

Contoh : dalam garis pandang 27, mengasumsikan teodolit dengan F+C dan 0,1 dan HI 4,8 pada titik A, bahwa penahan pada tangkai dibuat pada titik M adalah 3, dan 2 kali dan 4,8 pada tangkai. Vertikal terbaca  $22^{\circ}30'$  kardus jarak  $AB = 383 \times \cos \cos 22^{\circ}30' = 326,91$  dan perbedaan pada elevasi di tanah di A dan di M adalah  $383 \times 1/2 \sin 45^{\circ} = 135,4$ . Am dapat juga diperoleh dari  $AB \times 22^{\circ}30'$ . Tabel yang didapatkan dan sebagian besar suku pasangan atau yang diperoleh dari para pembuat teodolit, dapat digunakan untuk menghindari hitungan. Pembetulan untuk tangkai vertikal pada pandangan mencondong termasuk dalam tabel-tabel tersebut.

Ketidaksesuaian antara stadia dengan pengukuran jarak berpita harus tidak lebih dari 1 bagian dalam 300 dimana perhatian/pemeliharaan biasa digunakan dalam penelitian. Perbedaan dalam elevasi harus dalam + 1 kaki dari jarak di atas 300 kaki dimana sudut vertikalnya  $20^{\circ}$ , hal tersebut harus lebih teliti apabila sudutnya lebih kecil. Kesalahan-kesalahan pengukuran adalah pengganti dari kumulatif, oleh karenanya stadia garis lintang diharapkan dengan kesalahan yang diperbolehkan untuk kompas dan penelitian berpita dari 1/300.

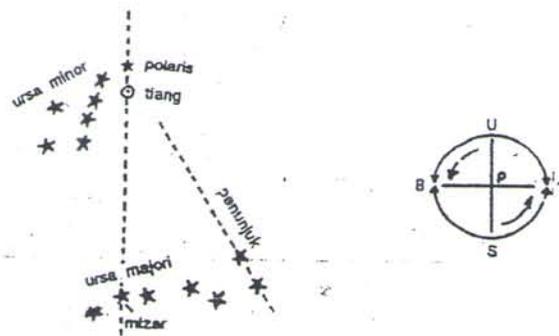
### 1.7.3. Penetapan Hubungan yang Benar dari Observasi pada Lintang Utara (Polaris)

Seperti diindikasikan di gambar 9, polaris memutar penghitung jalan jam pada tiangnya. Di titik tertingginya, U-C, dikatakan dalam kulminasi lebih tinggi, apabila mencapai titik terendah, L-C, berada pada kulminasi lebih rendah. Atau salah satu posisi pada meridian benar (*true meridian*). Apabila polaris menacapai titik paling timur, berarti pada pemanjangan bagian timur, EE, demikian juga di titik paling timur mendahului dan pemanjangan barat mengikuti kulminasi. Kulminasi lebih rendah mengikuti kulminasi lebih tinggi 11 hr, 58 min.

Observasi pada pemanjangan. Sebelum waktu penghitungan pemanjangan, tata teodolit di atas salah satu ujung garis yang untuk hitungan benar tepat (*true bearing*). Terangi benang silang dengan baterai atau lampu, lebih baik dilakukan oleh asisten. Tata benang vertikal pada bintang dan kelemlah piring

(plates). Akan diteliti bahwa bintang bergerak dengan sangat lambat di timur. Apabila teodolit mempunyai teleskop tegak, gerakan ini akan di sebelah kiri saat bintang mendekati perpanjangan barat, akan di sebelah kanan apabila mendekati sebelah timur. Dengan teleskop berkebalikan, hasilnya akan sebaliknya. Saat bintang mendekati perpanjangan, tidak lagi bergerak di azimuth tetapi akan bergerak vertikal ke barat apabila dalam perpanjangan barat dan ke atas di perpanjangan timur. Hal tersebut menunjukkan dibuat posisi perpanjangan telah dicapai. Sekarang teleskop lebih rendah tanpa mengganggu azimuthnya dan buat titik pancangan 300 atau 400 kaki utara teodolit, segaris dengan benang vertikal. Untuk menata titiknya, bawalah lentera ke garis dengan memandang memotong bagian atas teleskop. Tempatkan titik beberapa inci di muka lentera. Sebuah sapatangan dipegang di belakang penilai titik dan di muka lentera, akan memudahkan penilai untuk melihatnya. Selanjutnya, dengan cepat baliklah teleskop, datarkan kembali tingkat piring (plate) apabila diperlukan, tunjuk lagi ke bintang dan coba titik yang lain. Apabila 2 titik tidak serasi, ambil titik tengah di antara keduanya.

Untuk mencapai meridian, berhentilah dari titik terakhir azimuth polaris pada perpanjangan, hitung azimuth seperti di bawah ini. Azimuth atau ketepatan hubungan garis survey dapat ditemukan dengan menghitung dari titik utara ke garis pertanyaan.



Gambar 9. Kedudukan polaris

Penghitungan Waktu Perpanjangan. Contoh: Untuk mendapatkan waktu perpanjangan timur dari meridian 1955, asumsikan bahwa penelitian dibuat pada titik di sekitar Airport Washington DC.

Dari peta pemerintah ditemukan areal longitude  $77^{\circ}00'45''$  W dan latitude  $38^{\circ}51'00''$  N. Ungkaplah longitude sebagai desimal 77,0458 dan ubahlah ke jam.  $1 = 15$  derajat longitude dari meridian utama melalui Greenwich. Dengan demikian:

$$\frac{77,0458}{15} = 5,1364 \text{ jam} = 5 \text{ jam } 8,2 \text{ menit}$$

Waktu Greenwich dari perpanjangan timur pada menit  $1,1954 = 5$  jam 19,2 menit.

Observasi pada kulminasi. Waktu kulminasi polaris telah ditentukan dari tabel, penentuan kasar meridian dapat dibuat dengan menunjuk teleskop di atas/polaris pada saat tepat dan menghasilkan garis pada tanah di bagian yang jelas digambarkan.

Waktu kulminasi atas harus juga ditentukan dengan cara memeriksa kapan polaris dan bintang Mizar, bintang ke 2 dari ujung kandle bintang biduk (lihat sebagai 28) berada pada taraf vertikal yang sama dan mengikuti polaris untuk interval yang tepat sesudahnya. Pada tahun 1952, polaris mencapai titik kulminasi atas, 27 menit dan 48 detik ( $27'28''$ ) sesudah polaris dan mizar berada dalam taraf yang sama. Interval naik kira-kira 37 detik tiap tahun. Jadi kenaikan tahun 1954 adalah  $2 \times 37' = 74'$  dan interval pada 1954 adalah kira-kira  $29' 0,02''$ . Apabila interval yang pasti diperlukan untuk tahun titik, lihatlah pada almanak nautikal untuk tahun tersebut.

Untuk pekerjaan kasar, penelitian dibuat pada polaris dengan teodolit atau garis tegak lurus satu jam sebelum atau sesudah kulminasi atas (lihat panjang timur atau barat) harus memberikan garis pada  $1^{\circ}$  timur atau barat dari meridian sesungguhnya. Dalam merancang arah polaris dilaras dengan garis tegak lurus, gantungkan potongan pendek benang tegak lurus dari tripod set melalui seember air. Hal ini akan menjadikan garis stabil. Rancang arah polaris di tanah dengan membuat sebuah titik sebagaimana jelas tergambar. Buatlah 3 atau 4 tatanan dan ambil rata-rata untuk meridiannya. Dengan kompas, capailah sudut antara meridian terbuat dengan garis survey. Ini akan menjadi penetapan yang sebenarnya dari garis survey dalam  $1^{\circ}$ , jika pekerjaan dilakukan dengan cermat.