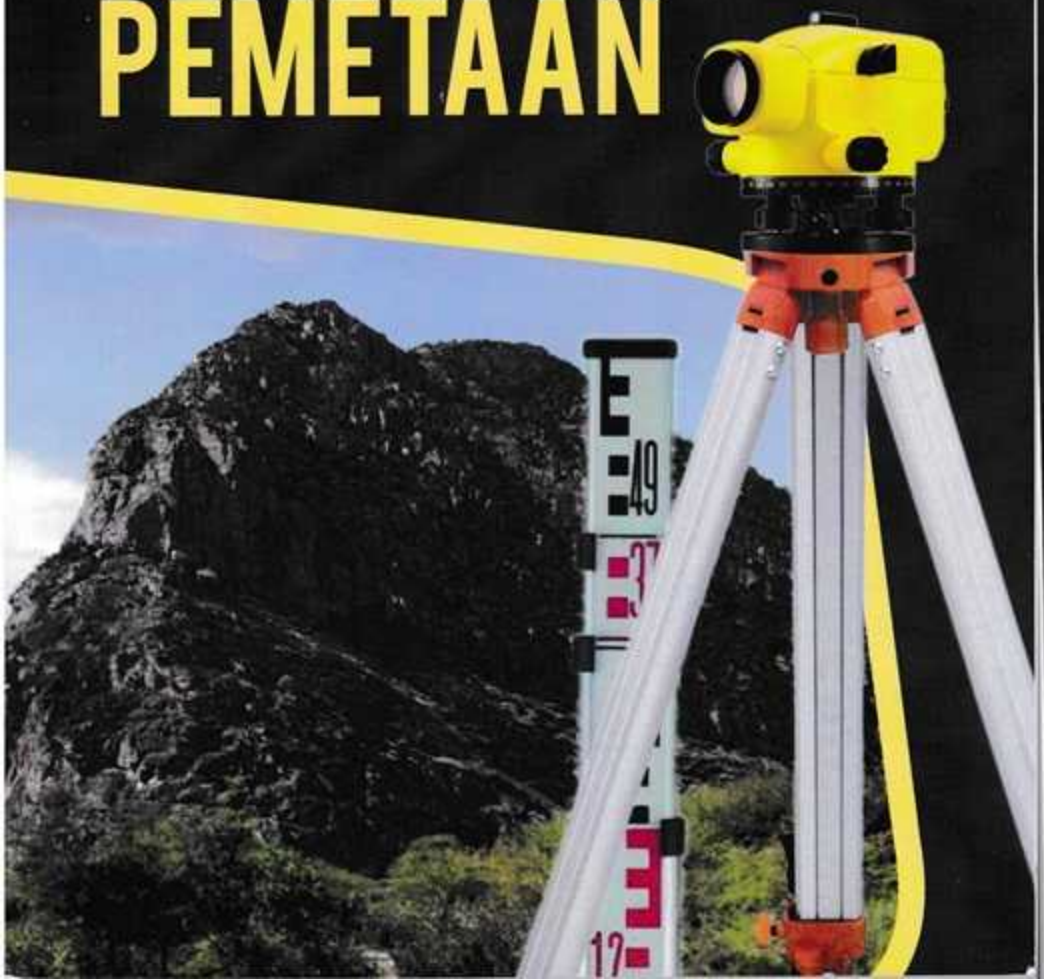
Hamzah Yusuf
Hasmar Halim

Buku Ajar

SURVEY DAN PEMETAAN



Buku Ajar

SURVEY DAN PEMETAAN

Hamzah Yusuf
Hasmar Halim

Survey dan Pemetaan adalah bagian kecil dari ilmu yang lebih luas yang dinamakan Ilmu Geodesi dimana Ilmu Geodesi atau pengukuran geodesi adalah bentuk pengukuran yang memperhitungkan bentuk dari bumi, semua garis yang terdapat pada permukaan bumi adalah garis lengkung dan segitiganya adalah segi tiga bola. Semua pengukuran geodesi termasuk kedalam pekerjaan-pekerjaan yang besar dan memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi. Tujuan dari pengukuran geodesi adalah menentukan posisi-posisi yang teliti diatas permukaan bumi, dengan jarak besar yang merupakan posisi-posisi control yang dapat digunakan sebagai titik pengikatan untuk pengukuran-pengukuran yang kecil.

Buku ini menyajikan teknologi pengukuran dan pemetaan dengan bahasa yang lugas serta mudah dipahami. Buku ini akan memperkaya khazanah pustaka yang masih terbatas di masyarakat, selain untuk memenuhi kebutuhan bagi para akademisi, praktisi, maupun pemerhati di bidang surveying.

Kategori : Survey

ISBN 602280504-5

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)
Jl. Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581
Telp/Fax : (0274) 4533427
Email : deepublish@ymail.com
Penerbit Deepublish www.deepublish.co.id @deepublisher

UU No 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat hak Cipta Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Hak Terkait Pasal 49

1. Pelaku memiliki hak eksklusif untuk memberikan izin atau melarang pihak lain yang tanpa persetujuannya membuat, memperbanyak, atau menyiarkan rekaman suara dan/atau gambar pertunjukannya.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

BUKU AJAR
SURVEY DAN PEMETAAN

Hamzah Yusuf
Hasmar Halim

deepublish
glorify and develop the intellectual of human's life

deepublish | publisher

Jl. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Hotline: 0838-2316-8088
Website: www.deepublish.co.id
e-mail: deepublish@ymail.com

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

YUSUF, Hamzah

Buku Ajar Survey dan Pemetaan /oleh Hamzah Yusuf dan Hasmar Halim.--Ed.1, Cet. 1--Yogyakarta: Deepublish, Desember 2014.

xii, 129 hlm.; 23 cm

ISBN **978-602-280-504-5**

1. Survey I. Judul

526.9

Desain cover : Unggul Pebri Hastanto
Penata letak : Dyah Wuri Handayani

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Isi diluar tanggungjawab percetakan

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rakhmat, dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyusun dan menyelesaikan buku ajar Survey dan Pemetaan ini. Buku ajar ini merupakan hasil dari kegiatan hibah pengajaran dengan judul "Survey dan Pemetaan" yang merupakan salah satu dari rangkaian kegiatan yang didanai oleh Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik (Polytechni Education Development Project) ADB LOAN tahun pertama.

Buku ajar ini terdiri atas enam bab yaitu bab 1 membahas tentang pengertian umum survey dan pemetaan, bab 2 membahas tentang dasar-dasar survey dan pemetaan, bab 3 membahas pengukuran sederhana, pembuatan peta situasi persegi panjang, dan lengkung mendatar sederhana, bab 4 membahas tentang pengukuran dengan alat sipat datar, bab 5 membahas tentang pengukuran jarak optis dan elevasi, dan bab 6 membahas tentang penggambaran profil memanjang dan melintang. Untuk memudahkan pemahaman konsep survey dan pemetaan pada buku ajar ini diberikan contoh, latihan, dan aplikasinya pada penyelesaian masalah lapangan.

Buku ajar ini disusun sebagai salah satu upaya untuk membantu dosen dan mahasiswa dalam perkuliahan, tentang cara pengukuran dan penggambaran bentuk permukaan bumi dengan skala tertentu, detail yang digambar berupa detail profil memanjang dan profil melintang bentuk permukaan dan lapisan tanah, baik dalam posisi horisontal maupun vertikal. Secara umum tujuan dari kegiatan survey dan pemetaan ini adalah untuk menyediakan informasi yang berkaitan dengan kepentingan eksplorasi seakurat mungkin. Adapun informasi yang dibutuhkan dalam bentuk volume

galian dan timbunan tanah. Informasi tersebut diperlukan dalam perencanaan pekerjaan penambangan pada areal survey tersebut. Dari uraian tersebut diketahui bahwa pemetaan memerlukan survey dan pengukuran seakurat mungkin dengan menggunakan bermacam-macam peralatan survey yang dikuasai dengan analisis yang tepat. Dalam buku ini secara garis besar membahas tahap awal teknik survey dan pengukuran tanah sebagai dasar teknik survey dan pemetaan yang nantinya akan dilanjutkan pada pemetaan topografi dengan alat yang berbeda.

Buku ini menyajikan teknologi pengukuran dan pemetaan dengan bahasa yang lugas serta mudah dipahami. Buku ini akan memperkaya khazanah pustaka yang masih terbatas di masyarakat, selain untuk memenuhi kebutuhan bagi para akademisi, praktisi, maupun pemerhati di bidang surveying.

Pada kesempatan ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada penyelenggar program PEDP Politeknik Negeri Ujung Pandang, terima kasih pula kepada tim PIC Jurusan Teknik Sipil yang bekerja sama dengan baik, serta semua pihak yang banyak membantu dan berpartisipasi dalam proses pembuatan buku ajar ini. Segala saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan buku ajar ini di masa datang.

Makassar, Desember 2014

Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

SENARAI xi

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Kaitan Buku Ajar dengan Materi Kuliah 2

C. Lingkup dan Sistematika 3

BAB II SURVEY DAN PEMETAAN 5

A. Pendahuluan 5

B. Dasar-dasar Survey dan Pemetaan 6

1. Kegiatan Survey dan Pemetaan 7
2. Bentuk Bumi 8
3. Klasifikasi Pengukuran 10
4. Ruang Lingkup Pemetaan 12
5. Peta, Skala, dan Legenda 16
6. Definisi dan Notasi 21

C. Penutup 31

BAB III PENGUKURAN SEDERHANA 33

A. Pendahuluan 33

B. Pengukuran Sederhana 34

1. Peralatan yang digunakan 34

2. Isyarat Tangan yang digunakan 38
3. Pengukuran Jarak 40
4. Pengukuran Sudut Siku-siku 48
5. Membuat Garis Lurus dengan Rintangan 51
C. Membuat Peta Situasi dengan Koordinat Siku-siku 54
D. Lengkung Mendatar Sederhana 56
E. Penutup 60

BAB IV PENGUKURAN DENGAN ALAT SIPAT DATAR 63
A. Pendahuluan 63
B. Alat Ukur Sipat Datar 64
1. Komponen-komponen Alat Sipat Datar 64
2. Perlengkapan Alat Sipat Datar 68
3. Jenis-jenis Alat Ukur Sipat Datar 71
4. Pengukuran Sipat Datar 75
C. Penutup 86

BAB V PENGUKURAN JARAK DAN ELEVASI 87
A. Pendahuluan 87
B. Materi Pengukuran Sipat Datar 88
1. Pengukuran Elevasi dan Jarak Optis 88
2. Jenis-jenis Pengukuran Sipat Datar/Water Pass ... 93
3. Sipat Datar Luas 103
C. Penutup 111

BAB VI PENGGAMBARAN 117
A. Pendahuluan 117

B. Penggambaran 118
1. Penggambaran Profil Memanjang 118
2. Penggambaran Profil Melintang 122
3. Perhitungan Galian dan Timbunan 123
C. Penutup 123

DAFTAR PUSTAKA 127

TENTANG PENULIS 129

SENARAI

Survey dan Pemetaan adalah bagian kecil dari ilmu yang lebih luas yang dinamakan Ilmu Geodesi

Ilmu Geodesi atau pengukuran geodesi adalah bentuk pengukuran yang memperhitungkan bentuk dari bumi.

Semua garis yang terdapat pada permukaan bumi adalah garis lengkung dan segitiganya adalah segi tiga bola.

Survey dan pemetaan pada areal tambang (eksplorasi dan eksplotasi) pada dasarnya sama dengan survey dan pemetaan yang biasa kita temui, hal yang membedakan terletak pada survey dan pemetaan yang disebut dengan blok tambang dengan menggunakan sistem grid atau line yang teratur

Bentuk penyajian dinamakan peta jika skalanya kecil. sedangkan bentuk penyajian dinamakan plan jika skalanya besar.

Sipat datar yang terdapat pada cairan dapat dimanfaatkan sebagai alat penunjuk yang selanjutnya dikembangkan sebagai alat ukur beda tinggi antara dua buah titik.

Tujuan pengukuran dengan metode beda tinggi adalah menghitung elevasi/tinggi titik dengan menentukan beda tinggi antara dua titik.

Defenisi dari beda tinggi antara dua titik yaitu, titik A dan titik B adalah jarak antara dua bidang nivo yang melalui titik A dan B. umumnya bidang nivo adalah bidang yang lengkung, tetapi bila jarak antara titik-titik A dan B kecil, maka kedua bidang nivo yang melalui titk-titik A dan B dapat dianggap sebagai bidang yang mendatar.

Jarak optis adalah jarak dari alat sipat datar ke rambu ukur, dibutuhkan pembacaan benang yaitu pembacaan benang atas (ba) dan pembacaan benang bawah (bb), data pembacaan tersebut dapat digunakan sebagai control dari pembacaan benang tengah (bt) dapat ditulis dengan rumus berikut:

Koreksi Pembacaan: $bt = 0.5\ (ba + bb)$

Jarak Optis: $D = (ba - bb) \times 100$

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Selama bumi ini masih dihuni oleh manusia yang berakal sehat, maka sepanjang jalan hidup manusia tidak akan henti-hentinya melakukan berbagai pembangunan ataupun perobahan dari permukaan kulit bumi ini. Perencanaan yang dilandaskan oleh perhitungan yang teliti akan mendapatkan hasil seoptimal mungkin. Sebagai bagian dari perencanaan tersebut para perencana atau para ahli membutuhkan data dan informasi dari hasil pengukuran dan analisis sebagai dasar dalam perencanaan secara menyeluruh. Data dan informasi yang baik dan benar akan menghasilkan perencanaan dan pelaksanaan yang tepat. Pengambilan data dan informasi untuk pemetaan membutuhkan surveyor yang ahli, namun surveyor lapangan hingga saat ini masih dianggap kurang memadai dan masih sangat terbatas, pengetahuan pengukur hanya terbatas pada mata kuliah ilmu ukur tanah yang diperoleh pada bangku kuliah. Untuk itu perlu dibuat buku ajar tentang survey dan pemetaan khususnya areal tambang nikel, agar buku ini dapat sebagai pegangan bagi seorang surveyor.

Buku ajar ini disusun sebagai salah satu upaya untuk membantu akademisi, praktisi, dan surveyor, disamping membantu dosen dan mahasiswa dalam perkuliahan. Buku ini membahas tentang bagaimana cara menggambarkan bentuk permukaan bumi dalam bentuk peta dengan skala tertentu, detail yang digambar berupa detail alam maupun buatan manusia, dalam posisi horisontal maupun vertikal. Peta topografi biasanya digunakan sebagai peta dasar untuk membuat peta tematik, seperti peta rencana jalan, peta

geologi, peta hidrologi, peta areal tambang, dan lain-lain. Secara umum tujuan dari kegiatan survey dan pemetaan topografi untuk keperluan eksplorasi tambang nikel adalah untuk menyediakan informasi topografi yang berkaitan dengan kepentingan eksplorasi seakurat mungkin, baik itu detail topografi maupun detail geologi. Adapun informasi yang dibutuhkan dalam bentuk detail alam (sungai, rawa, jalan, bukit, dan sebagainya), dan penggunaan lahan seperti ladang, kebun, semak, dan sebagainya. Informasi tersebut diperlukan dalam perencanaan pekerjaan penambangan pada areal survey tersebut.

B. Kaitan Buku Ajar dengan Materi Kuliah

Berdasarkan uraian diatas diketahui bahwa kegiatan pemetaan topografi cukup luas, memerlukan survey dan pengukuran seakurat mungkin, tahapan pekerjaan pemetaan areal tambang yang seteliti mungkin, dan menggunakan bermacam-macam peralatan survey yang dikuasai dengan analisis yang tepat, mengingat survey untuk eksplorasi tambang dibutuhkan pula kerja sama antara mine survey dan geologis. Surveyor tersebut disamping melakukan pengukuran, juga melakukan pengeboran tanah, untuk mengetahui kedalaman bahan tambang nikel yang baik untuk dieksplotasi. Dalam buku ini secara garis besar membahas tahap awal teknik survey dan pengukuran tanah sebagai dasar teknik survey dan pemetaan topografi areal tambang nikel. Hasil akhir dari pembahasan buku ajar ini adalah penggambaran profil memanjang dan profil melintang untuk jalan dan profil memanjang arah x dan arah y untuk areal tambang dan selanjutnya menghitung volume galian dan volume timbunan baik untuk rencana jalan raya maupun areal tambang nikel, sedangkan untuk pemetaan topografi akan dibahas dalam bab tersendiri pada buku ajar berikutnya. Untuk itu buku ajar pada tahap awal ini sangat terkait dengan materi kuliah ilmu ukur tanah 1,

termasuk juga terkait dengan materi mata kuliah jalan raya, irigasi, dan lain-lain.

C. Lingkup dan Sistematika

Sebagaimana dijelaskan bahwa buku ajar ini terkait dengan materi kuliah ilmu ukur tanah 1, maka ruang lingkup pembahasan isi buku ini adalah: dasar-dasar pemetaan, yang menjelaskan tentang arti dan tujuan pengukuran, jenis-jenis pengukuran, ruang lingkup pemetaan, defenisi, satuan, notasi, dan ukuran. Kemudian pengukuran jarak dan sudut dengan menggunakan peralatan sederhana, yang membahas tentang cara prngukuran jarak, sudut dan rintangan dengan benar menggunakan alat sederhana. Bab berikutnya adalah pengenalan alat optis sipat datar, bab ini membahas tentang jenis-jenis alat sipat datar, komponen alat dan perlengkapannya, penyetelan dan metode pengambilan data lapangan serta analisis data untuk menghitung jarak optis dan elevasi titik. Pada bab berikutnya membahas jenis-jenis pengukuran dengan sipat datar diantaranya, pengukuran sipat datar memanjang, pengukuran sipat datar profil memanjang dan melintang, pengukuran sipat datar luas dalam hal ini ditekankan pada pengukuran areal tambang nikel, diawali dengan pengukuran penentuan batas kawasan areal tambang untuk menentukan luas areal tambang, selanjutnya pengukuran dan pemasangan titik kontrol untuk mengetahui posisi koordinat x,y,z, dan penentuan posisi titik-titik bor. Pengukuran ini menggunakan alat sipat datar dengan mengukur dan memetakan daerah prospek tambang, biasa disebut dengan blok tambang yang menggunakan sistem grid atau line yang teratur. Bab selanjutnya membahas tentang penggambaran hasil pengukuran, bab ini membahas cara penggambaran profil memanjang dan profil melintang, membuat gambar rencana, menghitung kemiringan, dan menghitung besarnya volume galian dan timbunan untuk rencana jalan sebagai contoh..

Seperti yang telah dijelaskan bahwa pengukuran areal tambang menggunakan sistem grid, maka untuk penggambaran profil memanjang sama dengan cara penggambaran profil memanjang pada rencana jalan/saluran, hanya saja pada pengukuran profil melintang penggambarannya sama dengan penggambaran profil memanjang, karena hanya menggunakan peofil memanjang arah x dan profil memanjang arah y dengan jarak-jarak setiap titik bor sama, dengan kedalaman tiap titik bor.

Buku ini menyajikan teknologi pengukuran dan pemetaan dengan bahasa yang lugas serta mudah dipahami. Buku ini akan memperkaya khazanah pustaka yang masih terbatas di masyarakat, selain untuk memenuhi kebutuhan bagi para akademisi, praktisi, maupun pemerhati di bidang surveying.

BAB II
SURVEY DAN PEMETAAN

A. Pendahuluan

Selama bumi ini masih dihuni oleh manusia yang berakal sehat, maka sepanjang jalan hidup manusia tidak akan henti-hentinya melakukan berbagai pembangunan ataupun perobahan dari permukaan kulit bumi ini. Perencanaan yang dilandaskan oleh perhitungan yang teliti akan mendapatkan hasil seoptimal mungkin. Sebagai bagian dari perencanaan tersebut para perencana atau para ahli membutuhkan data dan informasi dari hasil pengukuran dan analisis sebagai dasar dalam perencanaan secara menyeluruh.

Dalam kaitan inilah ilmu ukur tanah memegang peranan yang tidak kecil yaitu memindahkan sebagian atau seluruh bentuk muka bumi yang diperlukan kedalam lembar kertas yang dinamakan **peta**.dan proses keseluruhannya disebut **pemetaan**

Ruang lingkup pemetaan ini cukup luas sehingga perlu diuraikan secara terperinci dasar-dasar ilmu ukur tanah yang menjelaskan metode dan teknik pengukuran serta peralatan optis yang diperlukan untuk mengerti ilmu pemetaan tersebut.

Survey dan Pemetaan adalah bagian kecil dari ilmu yang lebih luas yang dinamakan Ilmu Geodesi dimana Ilmu Geodesi atau pengukuran geodesi adalah bentuk pengukuran yang memperhitung-kan bentuk dari bumi, semua garis yang terdapat pada permukaan bumi adalah garis lengkung dan segitiganya adalah segi tiga bola. Semua pengukuran geodesi termasuk kedalam pekerjaan-pekerjaan yang besar dan memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi. Tujuan dari pengukuran geodesi adalah menentukan posisi-posisi yang teliti diatas permukaan bumi, dengan jarak besar yang merupakan posisi-

posisi control yang dapat digunakan sebagai titik pengikatan untuk pengukuran-pengukuran yang kecil.

Dapat disimpulkan bahwa survey dan pemetaan pada areal tambang (eksplorasi dan eksplotasi) pada dasarnya sama dengan survey dan pemetaan yang biasa kita temui, hal yang membedakan terletak pada survey dan pemetaan yang disebut dengan blok tambang dengan menggunakan sistem grid atau line yang teratur

Setelah menyelesaikan bab ini, diharapkan para mahasiswa akan mampu menjelaskan dasar-dasar survey dan pemetaan, menguraikan jenis-jenis pengukuran, menjelaskan ruang lingkup pemetaan, menjelaskan defenisi, notasi, ukuran, dan satuan yang digunakan dalam pemetaan areal tambang nikel.

B. Dasar-dasar Survey dan Pemetaan

Di dalam bab ini dibicarakan pemahaman tentang jenis/ klasifikasi pengukuran, dalam hal ini dasar-dasar pengukuran dalam pembuatan peta. Maksud ini dapat dicapai dengan melakukan pengukuran-pengukuran diatas permukaan bumi yang mempunyai bentuk tidak beraturan, karena adanya gunung-gunung yang tinggi, lembah-lembah yang curam. Pengukuran-pengukuran dibagi dalam pengukuran yang mendatar untuk mendapat hubungan mendatar titik-titik yang diukur diatas permukaan bumi dan pengukuran tegak guna mendapat hubungan tegak antara titik-titik yang diukur. Pada ukur tanah datar yang meliputi areal kecil, permukaan bumi dapat dianggap sebagai bidang datar karena itu peta yang dibuat dengan proyeksi tegak lurus dapat dianggap benar/ tanpa adanya distorsi/kesalahan.

Bentuk penyajian disebut peta jika skalanya kecil. sedangkan bentuk penyajian disebut plan jika skalanya besar. Pada plan umumnya hanya jarak mendatar dan arah yang diperlihatkan, sedangkan pada peta topografi digambarkan jarak vertical/ketinggian

dengan garis kontur atau dengan cara lain. Oleh karena permukaan bumi melengkung dan kertas peta rata, maka tidak ada bagian dari permukaan bumi yang dapat digambarkan pada peta tanpa penyimpangan dari bentuk aslinya. Pada prinsipnya didalam pekerjaan pengukuran pada waktu yang bersamaan harus dilakukan bermacam-macam pekerjaan dan pengamatan, maka kesalahan-kesalahan baik yang kecil maupun besar mungkin saja terjadi. Untuk menghindari hal tersebut, maka tugas pengukur harus didasarkan pada prinsip dasar pengukuran yaitu:

- Perlu adanya pengecekan yang terpisah tidak cukup hanya satu kali pengukuran
- Hindari adanya kesalahan-kesalahan dalam pengukuran.

1. Kegiatan Survey dan Pemetaan

Survey dan Pemetaan pada dasarnya terdiri atas tiga bagian besar yaitu:

a. Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal (KDV): pengukuran-pengukuran tegak, guna mendapat hubungan tegak antara titik-titik yang diukur.
b. Pengukuran Kerangka Dasar Horizontal (KDH): pengukuran yang mendatar untuk mendapat hubungan titik-titik yang diukur diatas permukaan bumi.
c. Pengukuran Titik-titik Detail

Dalam perencanaan bangunan sipil (misalnya perencanaan jalan raya, jalan kereta api, irigasi, bendung, bendungan, dan sebagainya), dan pertambangan. Peta merupakan hal yang sangat penting untuk perencanaan tersebut.

Untuk memindahkan titik-titik yang ada pada peta perencanaan suatu bangunan sipil, areal tambang, ke lapangan (permukaan bumi) dalam pelaksanaanya pekerjaan ini dibuat dengan pematokan/

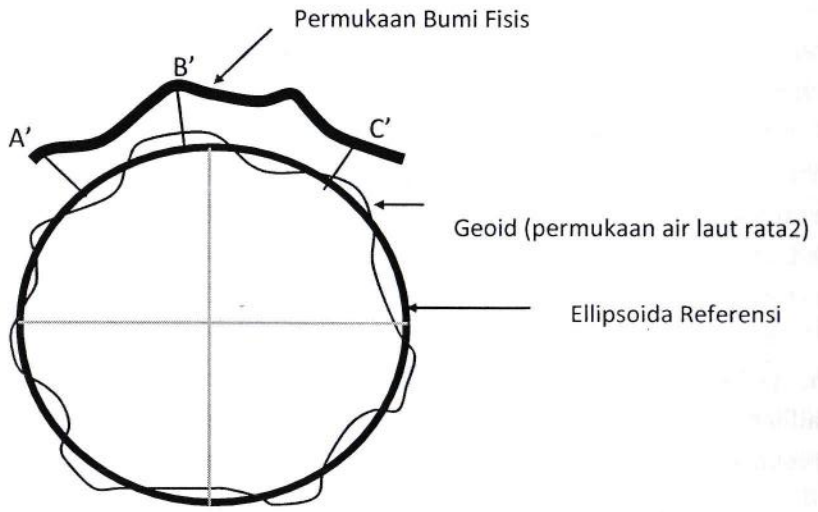
staking out, atau dengan perkataan lain bahwa pematokan merupakan kebalikan dari pemetaan.

Secara umum, lingkup tugas surveyor dapat dibagi menjadi lima bagian, sebagai berikut:

a. Analisis penelitian dan pengambilan keputusan: meliputi pemilihan metode pengukuran, prosedur, peralatan, dsb
b. Pekerjaan lapangan atau pengumpulan data: melaksanakan pengukuran dan mencatat data di lapangan.
c. Menghitung dan pemrosesan data: melaksanakan hitungan berdasarkan data yang diperoleh
d. Penyajian data atau pemetaan: menggambarkan hasil-hasil ukuran dan hitungan untuk menghasilkan peta, gambar rencana, dan sebagainya.
e. Pemancangan/pematokan: untuk menentukan batas-batas atau pedoman dalam pelaksanaan pekerjaan.

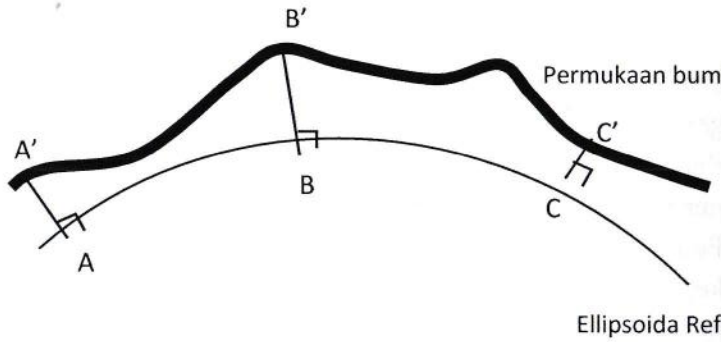
2. Bentuk Bumi

Permukaan bumi secara fisik sangatlah tidak teratur, sehingga untuk keperluan analisis dalam surveying, kita asumsikan bahwa permukaan bumi dianggap sebagai permukaan matematik yang mempunyai bentuk dan ukuran mendekati geoid, yaitu permukaan air laut rata-rata dalam keadaan tenang. Menurut akhli geologi, secara umum geoid tersebut lebih mendekati bentuk permukaan sebuah ellipsoida (ellips putar). Ellipsoida dengan bentuk dan ukuran tertentu yang digunakan untuk perhitungan dalam geodesi disebutt ellipsoida referensi.



Gambar 2.1 Elipsoida Bumi

Pengukuran-pengukuran dilakukan pada dan diantara titik-titik dipermukaan bumi, titik-titik tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Titik-titik pada elipsoida referensi

Untuk keperluan pemetaan titik-titik A', B', dan C' diproyeksikan secara orthogonal kepada permukaan ellipsoida referensi menjadi titik-titik A, B, dan C.

Apabila titik-titik A', B' dan C' cukup berdekatan, yaitu terletak dalam suatu wilayah yang luasnya mempunyai ukuran <55 km, maka permukaan ellipsoida nya dapat dianggap sebagai bidang datar. Pada keadaan inilah kegiatan pengukuran dikategorikan pada plane surveying.

Sedangkan apabila titik A',B' dan C' terletak pada ukuran >55 km, permukaan elllipsoidanya dianggap permukaan bola. Pada keadaan ini kegiatan pengukurannya termasuk ke dalam geodetic surveying.

3. Klasifikasi Pengukuran

Sesuai dengan maksud pengukuran, maka pengukuran-pengukuran dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Berdasarkan alam,
   1) Pengukuran daratan (*Land Surveying*) antara lain:
      a) Pengukuran topografi: untuk memperoleh gambaran unsure-unsur alam, unsure-unsur buatan manusia serta gambaran topografis permukaan tanah dll.
      b) Pengukran kadaster: untuk memperoleh gambaran batas pemilikan, luas pemilikan dll.
      c) Pengukuran teknik sipil: pengukuran-pengukuran guna keperluan teknik sipil, pembangunan gedung-gedung, pengukuran route jalan raya atau saluran-saluran irigasi, pengukuran bawah tanah dll.
      d) Pengukuran kota: pengukuran-pengukuran guna keperluan pembuatan jalan, saluran pembuang, saluran air minum dll.

   2) Pengukuran perairan (*Marine of Hydrographic Surveying*) adalah pengukuran-pengukuran guna memperoleh gambaran permukaan dasar laut, danau dll. Pengukuran-pengukuran guna pekerjaan teknik sipil yang berkaitan dengan pembangunan pelabuhan, pengukuran guna mengetahui kecepatan arus sungai atau laut dan kapasitas alirannya, pengukuran pasang surut muka air laut guna menentukan posisi muka air laut rat-rata dll.
   3) Pengukuran Astronomi (*Astronomical Survey*) adalah pengukuran menggunakan benda langit sebagai sarana untuk menentukan posisi absolute tempat-tempat dimuka bumi (lintang dan bujur) serta menentukan arah suatu garis yang menghubungkan dua tempa di muka bumi (azimuth).

b. Berdasarkan Tujuan
   1) Pengukuran teknik sipil (*Engineering Survey*), adalah pengukuran-pengukuran guna memperoleh data-data untuk pekerjaan teknik sipil, misalnya perencanaan jalan, bendungan dll.
   2) Pengukuran untuk keperluan militer (*Military Survey*) misalnya mengukur posisi tempat-tempat strategis.
   3) Pengukuran tambang (Mine Survey), digunakan untuk keperluan explorasi pertambangan
   4) Pengukuran geologi (*Geological Survey*), digunakan untuk menentukan batas bahan-bahan yang membentuk lapisan tanah keadaan geologis suatu daerah dll.
   5) Pengukuran arkeologi (*Archeological Survey*), digunakan untuk keperluan penggalian barang-barang/benda-benda purbakala.

c. Berdasarkan metode dan alat yang digunakan
   1) Pengukuran Triangulasi

2) Pengukuran Trilaterasi
3) Pengukuran Polygon
4) Pengukuran Offset
5) Pengukuran Tachymetri
6) Pengukuran menggunakan meja lapangan/meja ukur (Plane Table Survey)
7) Aerial Survey

1),2),3), digunakan untuk pengukuran titik-titik kerangka dasar geodesi. 4),5),6), digunakan untuk pengukuran titik-titk detail, 7), pengukuran guna pemetaan cara fotogrametris

d. Berdasarkan luas daerah yang diukur
   1) Pengukuran daerah yang relative kecil, dimana permukaan bumi dianggap sebagai bidang datar. Pengukurannya diklasifikasikan ke dalam pengukuran tanah (*Plane Surveying).*
   2) Pengukuran daerah yang luas, dimana permukaan bumi harus diperhitugkan sebagai permukaan yang melengkung. Pengukurannya diklasifikasikan kedalam pengukuran geodesi (*Geodetic Surveying*)

4. Ruang Lingkup Pemetaan

Sebagaimana diketahui bahwa bentuk muka bumi mempunyai bentuk relief yang terdiri atas:

a. Datar yang hampir tidak terdapat perbedaan tinggi,
b. Berbukit yang sudah terdapat perbedaan tinggi, dan
c. Bergunung (BOMFORD, 1973)

Ketiga kelas permukaan ini dengan sendirinya dipengaruhi oleh massa yang dimilikinya, artinya apabila dikaitkan denngan gaya-gaya exogen dan endogen diatas dapat disimpulkan betapa tidak

stabilnya permukaan bumi ini. Sehingga dapat dimaklumi betapa tak menentunya muka bumi ini.

Dari uraian diatas patut dimaklumi oleh para pemakai peta seperti para teknisi sipil, geologi, arsitektur, teknik penyehatan serta planologi, betapa rumitnya pembuatan suatu peta yang baik. Konsekuensi dari pemakai peta yang telah terlalu tua bagi semua perencanaan yang dilakukannya akan mengidap risiko yang tidak kecil pula. Semuanya ini disebabkan baik oleh keadaan fisis bumi yang selalu berubah, ataupun keadaan udara akan mempengaruhi kerutan lembar peta yang dipakai tersebut.

Disamping itu, ulah manusia turut mempengaruhi penyimpangan yang terdapat pada peta-peta yang lama, misalnya dengan didirikannya proyek-proyek raksasa, akan merubah volume serta massa bahkan fisik bumi itu sendiri. Sehingga sepatutnya dalam pemakaian suatu peta perlu selalu diperhatikan secara serius gejala diatas, disamping selalu diadakan perbaikan (revisi) peta secara berskala.

Ada tiga (3) bagian utama yang menarik dalam proses pembuatan suatu peta, yaitu tahap pengukuran, pengolahan dan penggambaran. Dalam pelaksanaannya ketiga bagian utama ini akan selalu mengalami gangguan baik oleh manusia, alam, maupun alat yang dipergunakan dalam pelaksanaan tersebut. Sehingga selalu dituntut pelaksanaan yang berdasarkan perhitungan yang mantap agar didapatkan peta yang sesuai dengan yang dikehendaki pemberi pekerjaan tersebut, yaitu yang sesuai dengan persyaratan yang tersedia.

1) Pengambilan Data

Pada tahap pengukuran terdapat tiga (3) faktor yang paling dominan dan akan mempengaruhi ketelitian hasil ukur, yaitu kestabilan peralatan ukur, keterampilan pengukur itu sendiri serta keadaan alam pada saat pengukuran tersebut berlangsung.

Alat ukur yang seyogianya memang sudah dibuat oleh para teknisi sebaik mungkin, namun sejak alat tersebut keluar dari pabrik, maka pelbagai kondisi akan berusaha merubah ketelitian tersebut, seperti benturan, suhu, tekanan serta kelembaban udara. Sehingga bagi setiap alat ukur yang akan dipakai dilapangan sebaiknya dikalibrasi terlebih dahulu, agar hasil ukurnya dapat diandalkan bagi pemrosesan selanjutnya. (SINAGA, 1983).

Dilain pihak setiap pengukur memiliki kecenderungan alamiah dalam setiap gerakannya. Seperti misalnya kebiasaan seseorang dalam menempatkan arah vizier senjata pada target yang dibidiknya akan selalu berpengaruh pada ketelitian hasil tembakannya.

Contoh lain adalah kecenderungan manusia untuk tidak dapat bergerak pada suatu garis lurus, juga akan menyesatkannya diantara semak belukar, yaitu apabila daerah pengukurannya adalah hutan rawa yang terdiri atas semak yang lebih tinggi dari pengukur itu sendiri. Hal ini disebabkan karena setiap manusia memiliki kecenderungan belok yang berbeda. Jadi sepatutnya apabila gerak seseorang pengukur sangat dipengaruhi oleh kebiasaan yang dilakukannya dan ini akan berpengaruh pada hasil pengukurannya.

Keadaan alam yang paling berpengaruh pada pengukuran adalah suhu, tekanan serta kelembaan udara, hal ini jelas telah dikenal oleh manusia sebagai effek pemuaian ataupun berakibat sebagai effek melengkungnya sinar yang masuk kedalam teropong sejak mulai dari target yang dibidik (refraksi).

2) Pengolahan data

Pada tahap pengolahan data hasil ukuran juga terdapat tiga butir masalah yang perlu mendapat perhatian yang mendalam seperti reduksi hasil ukuran terdapat semua peyimpangan yang terjadi pada tahap pengukuran, proses hitungan yang menyangkut permukaan yang tidak tentu (permukaan dengan model matematis yang rumit), serta pemilihan jenis analisa hasil pengukuran tersebut.

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang teliti, dengan sendirinya, masalah yang terdapat pada tahap pegukuran ini perlu diperhatikan dengan serius tanpa data-data yang baik mengenai faktor-faktor diatas, maka hasil pengukuran juga tidak akan mendapatkan reduksi atau koreksi yang memadai sebagaimana mestinya. Sehingga selain mengambil data-data ukuran bagi pemetaan, maka seorang juru ukur wajib pula melakukan pengamatan pada peralatan ukur yang dipakainya, gejala alam yang berpengaruh pada saat pengukuran serta etelitian pengukur itu sendiri. Dengan demikian dapat diolah data hasil ukuran tersebut untuk mendapatkan data bersih bagi perhitungan selanjutnya.

Pada tahap hitungan koordinat terdapat pula beberapa masalah yang harus lebih dahulu diatasi agat dapat mengolah data bersih diatas,seperti pemilihan bidang referensi hitungan serta bidang proyeksi yang dipakai bagi pemetaan daerah ukur diatas.

Pada hakekatnya pengukuran yang dilakukan diatas suatu titik hanyalah berorientasi pada gaya berat dititik yang bersangkutan saja. Maksudnya adalah baik orientasi horizontal (bidang datar) maupun vertical yang didefenisikan oleh gelembung nivo dititik tersebut tidalah sama dengan dititik lainnya. Hal ini disebabkan karena untuk membuat bidang horizon dititik tersebut pengukur mendapat bantuan dari satu atau lebih nivo. Penempatan gelembung nivo inilah yang erat kaitannya dengan gaya berat dititik yang bersangkutan.

3) Penyajian Data

Setelah seluruh data bersih diatas diolah sesuai dengan aturan yang berlaku, maka pada tahap penggambaran juga terdapat tiga (3) hal yang patut mendapat perhatian,yaitu distorsi pada system proyeksi, skala peta dan symbol yang berlaku umum

Masalah distorsi peta umumnya terjadi apabila bidang referensi hitungannya bukan bidang datar atau dengan perkataan lain luas daerah pemetaan cukup besar.

Hal ini berkaitan dengan pemilihan bidang referensi hitungan diatas, dimana untuk pemetaan yang menggunakan metode Ilmu Ukur Tanah ini dapat dipilih bidang datar sebagai referensi tempat berhitung.

Pemilihan dan pemakaian skala peta yang bagaimanapun akan selalu melibatkan pemotongan angka *(truncation error)* dan kesalahan pembulatan *(rounding error)*. Hal inilah yang selalu menjadi sandungan bagi para pemakai peta dalam merencanakan pekerjaan yang dilakukannya diatas peta tersebut. Kesalahan ini sangat mudah terjadi, apabila diingat peta perencanaan umumnya memakai skala 1: 1000, sedangkan ketebalan pena gambar paling kecil adalah 0,1 mm. Hal ini berarti untuk setiap titik memungkinkan terjadinya kesalahan sebesar 10 cm diatas permukaan tanah. Sehingga patut dimaklumi, bahwa pemakaian peta dengan skala makin kecil akan semakin mengundang kesalahan.

Faktor ketiga dalam proses penyajian data ini adalah pemilihan symbol yang akan dipakai dalam penyajian data. Symbol ini terdiri atas dua (2) jenis, yaitu symbol kualitatip yang menyatakan bentuk sesuai atau diinterpretasikan sesuai dengan bentuk aslinya dan symbol kuantitatip yang menyatakan sesuatu dalam bilangan dan huruf.

5. Peta, Skala, dan Legenda

Pada umumnya peta dikenal sebagai gambar rupa muka bumi pada suatu lembar kertas dengan ukuran yang lebih kecil. Rupa bumi yang digambarkan pada peta meliputi: unsur-unsur alamiah dan unsur-unsur buatan manusia. Kemajuan dalam bidang teknologi yang berbasiskan komputer telah memperluas wahana dan wawasan

mengenai peta. Peta tidak hanya dikenali sebagai gambar pada lembar kertas, tetapi juga penyimpanan, pengelolaan, pengolahan, analisis dan penyajiannya dalam bentuk digital terpadu antara gambar, citra dan teks. Peta yang terkelola dalam mode digital mempunyai keuntungan penyajian dan penggunaan secara konvensional peta garis cetakan (*hard copy*) dan keluwesan, kemudahan penyimpanan, pengelolaan, pengolahan, analisa dan penyajiannya secara interaktif bahkan *real time* pada media komputer (*soft copy*).

Rupa bumi diperoleh dengan melakukan pengukuran-pengukuran pada dan di antara titik-titik di permukaan bumi yang meliputi besaran-besaran: **arah**, **sudut**, **jarak** dan **ketinggian**. Bila data besaran-besaran itu diperoleh: (1) dari pengukuran-pengukuran langsung di lapangan maka dikatakan pemetaan (dilakukan) dengan cara **teristris** dan (2) sebagian dari pengukuran tidak langsung seperti cara fotogrametris dan penginderaan jauh dikatakan sebagai pemetaan cara **ekstrateristris**. Data hasil pengukuran diolah, dihitung dan direduksi ke bidang datum sebelum diproyeksikan ke dalam bentuk bidang datar menjadi peta.

Prinsip kerja pengukuran untuk pembuatan peta adalah *top down from the whole to the part*, yaitu pertama membuat kerangka dasar peta yang mencakup seluruh daerah pemetaan dengan ketelitian pengukuran paling tinggi dibandingkan dengan pengukuran lainnya, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran-pengukuran lainnya yang diikatkan ke kerangka dasar peta untuk mendapatkan bentuk rupa bumi yang diinginkan. Berdasarkan konsep ini maka titik-titik pengukuran dikelompokkan menjadi titik-titik kerangka dasar dan titik-titik detil. Titik kerangka dasar digunakan untuk rujukan pengikatan (*reference*) dan pemeriksaan (*control*) pengukuran titik detil.

Pemetaan pada daerah yang tidak luas sekitar (20' x 20') atau setara dengan (37 km x 37 km), permukaan bumi yang lengkung bisa

dianggap datar, sehingga data ukuran di muka bumi sama dengan data di permukaan peta. Tetapi bila pemetaan mencakup kawasan yang lebih luas, maka harus diperhitungkan faktor kelengkungan bumi, data harus "dipindahkan" ke bidang datum dan selanjutnya "dipindahkan" ke bidang proyeksi peta.

Dalam daur pekerjaan teknik sipil, peta dan pengukuran digunakan mulai dari rencana dan tahap pemeriksaan pendahuluan hingga pelaksanaan pekerjaan selesai. Berbagai pengukuran dan pemetaan dengan berbagai ketelitian - bersama-sama dengan data pendukung lainnya, dilakukan untuk mendukung pemodelan, pelaksanaan dan pengambilan keputusan dalam proses pekerjaan teknik sipil.

a. Jenis Peta

1) **Peta berdasarkan isinya**:

Peta hidrografi: memuat informasi tentang kedalaman dan keadaan dasar laut serta informasi lainnya yang diperlukan untuk navigasi pelayaran.

Peta geologi: memuat informasi tentang keadaan geologis suatu daerah, bahan-bahan pembentuk tanah dll. Peta geologi umumnya juga menyajikan unsur peta topografi.

Peta kadaster: memuat informasi tentang kepemilikan tanah beserta batas dll-nya.

Peta irigasi: memuat informasi tentang jaringan irigasi pada suatu wilayah.

Peta jalan: memuat informasi tentang jejaring jalan pada suatu wilayah

Peta Kota: memuat informasi tentang jejaring transportasi, drainase, sarana kota dll-nya.

Peta Relief: memuat informasi tentang bentuk permukaan tanah dan kondisinya.

Peta Teknis: memuat informasi umum tentang tentang keadaan permukaan bumi yang mencakup kawasan tidak teknis skala 1: 10 000 atau lebih besar.

Peta Topografi: memuat informasi umum tentang keadaan permukaan bumi beserta informasi ketinggiannya menggunkan garis kontur. Peta topografi juga disebut sebagai peta dasar.

Peta Geografi: memuat informasi tentang ikhtisar peta, dibuat berwarna dengan skala lebih kecil dari 1: 100 000.

2) **Peta berdasarkan penurunan dan penggunaan:**

Peta dasar: digunakan untuk membuat peta turunan dan perencanaan umum maupun pengembangan suatu wilayah. Peta dasar umunya menggunakan peta topografi.

Peta tematik: dibuat atau diturunkan berdasarkan peta dasar dan memuat tema-tema tertentu.

b. Skala Peta

Skala peta adalah merupakan perbandingan jarak antara dua titik di peta dengan jarak yang bersangkutan di permukaan bumi (jarak mendatar).

Ada beberapa cara untuk menyatakan skala peta. Yang paling banyak digunakan adalah:

1) Dengan menuliskan hubungan antara jarak dipeta dengan jarak di muka bumi dalam bentuk persamaan. Missal 1 cm = 100 m, ini berarti bahwa 1 cm dipeta sesuai dengan 100 m di lapangan. Tipe skala demikian disebut skala teknis *(Enginer's scale)*.
2) Dengan menuliskan angka perbandingan. Misalnya 1: 5000, artinya 1cm dip eta sesuai dengan 5000 cm = 50 m di lapangan. Tipe skala demikian disebut skala numeris atau skala pecahan (Numerical scale atau Fravtional scale).

3) Dengan menuliskan secara grafis. Suatu garis lurus dibagi dalam bagian-bagian yang sama, misalnya tiap bagian panjangnya 1 cm. pada setiap ujung bagian garis dituliskan angka jarak yang sebenarnya, misalnya 1 km. ini berarti bahwa 1 cm dip eta sesuai dengan 1 km di lapangan.tipe skala demikian disebut skala grafis (*Graphical Scale).*

Berdasarkan skalanya peta dikelompokkan ke dalam peta skala besar, skala sedang, dan skala kecil. Pada umumnya batasan skala untuk masing-masing kelompok peta tersebut adalah

Peta skala besar: skala peta 1: 10 000 atau lebih besar.
Peta skala sedang: skala peta 1: 10 000 - 1: 100 000.
Peta skala kecil: skala peta lebih kecil dari 1: 100 000.

Peta tanpa skala kurang atau bahkan tidak berguna. Skala peta menunjukkan ketelitian dan kelengkapan informasi yang tersaji dalam peta. Peta skala besar lebih teliti dan lebih lengkap dibandingkan peta skala kecil. Skala peta bisa dinyatakan dengan: persamaan (*engineer's scale*), perbandingan atau skala numeris (*numerical or fractional scale*) atau skala fraksi dan grafis (*graphical scale*).

c. Legenda dan Orientasi Peta

Agar supaya peta mudah "dibaca", maka pada peta digunakan symbol-simbol diberi warna. Daftar symbol dengan keterangannya dinamakan **Legenda.**

Simbol-simbol digunakan untuk membedakan misalnya antara lain:

- Jalan raya, jalan kereta api, jalan setapak
- Sungai, saluran irigasi, selokan
- Laut, danau
- Sawah, ladang, padang rumput, padang alang-alang
- Bangunan misalnya: jembatan, gorong-gorong

- Macam-macam tanaman, misalnya perkebunan the, kopi, karet, kelapa
- Dan lain-lain.

Warna-warna digunakan untuk membedakan misalnya;

- Kampung, kota: kampung diberi warna hijau, kota diberi warna merah.
- Sungai, danau, laut diberi warna biru
- Garis-garis kontur diberi warna coklat
- Dan lain-lain.

Disamping adanya symbol-simbol dan skala peta, pada peta harus digambarkan pula garis yang menunjukkan arah utara. Garis tersebut merupakan orientasi dari peta.

Di dalam pemetaan dikenal 3 macam arah utara:

1) Utara peta didasarkan kepada arah utara geograpi di titik awal/titik nol system projeksi peta (system umum)
2) Utara peta didasarkan kepada arah utara geograpi disatu titik kerangka dasar tertentu (system setempat)
3) Utara peta didasarkan kepada arah utara magnit disatu titik kerangka dasar tertentu (system setempat).

Karena kutub utara geograpi dan kutub utara magnit tidak berimpit, maka arah utara magnit nyerong terhadap arah utara geograpi. Besar nyerongnya kedua arah tersebut disebut **deklinasi magnit.**

6. Definisi dan Notasi

Pada bagian ini akan dibahas beberapa pendefenisian yang merupakan dasar-dasar dari teknik pengukuran tanah dan pemetaan. Juga akan ditetapkan beberapa notasi dan istilah yang akan selalu dipakai, baik dalam teknik hitungan maupun uraian selanjutya.

a. Panjang (d)

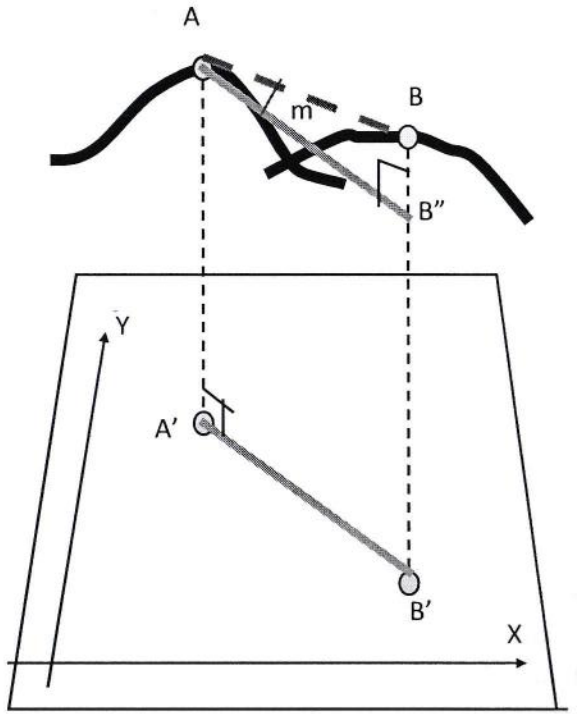
Adalah jarak terpendek yang menghubungkan 2(dua) buah titik sesuai dengan permukaan tempat kedua titik tersebut terletak. Satuan yang berlaku adalah satuan panjan internasi-onal (SI), yaitu dengan satuan metric (mm s/d km) sebagai satuan utamanya.

Tabel 2.1 Satuan Panjang

METER	FOOT	INCHES	YARD
1	3.2808	39.37	1.0936
0.9144	3	36	1
0.3048	1	12	0.3333
0.0254	0.0833	1	0.0278

KM	MILE'S
1	0.6214
1.6093	1

1KM	= 1000 M
1HM	= 100 M
1DM	= 0.1 M
1CM	= 0.0 1M
1MM	= 0.001 M



Gambar 2. 3 Pengertian Jarak

Titik A dan B terletak di permukaan bumi. Garis penghubung lurus AB disebut Jarak Miring. Garis AA' dan BB' merupakan garis sejajar dan tegak lurus bidang datar. Jarak antara kedua garis tsb disebut Jarak Mendatar dari A ke B. Jarak BB" disebut Jarak Tegak dari A ke B atau biasa disebut Beda Tinggi. Sudut BAB" disebut Sudut Miring.

Antara Sudut Miring, Jarak Miring, Jarak Mendatar dan Beda Tinggi, terdapat hubungan sbb:

$AB" = A'B' = AB \cos m$

$BB" = AB \sin m$

$(AB)^2 = (A'B')^2 + (BB")^2$

A'B' = Jarak Mendatar
AB = Jarak Miring
BB" = Beda Tinggi antara A dan B

b. Sudut (α)

Adalah besaran selisih dua buah arah dari suatu titik sudut pengamatan, dan mempunyai satuan sudut.

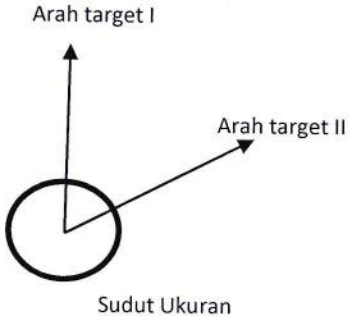
Sudut dalam pengukuran tanah umunya adalah sudut **horizontal** dan sudut **vertical**

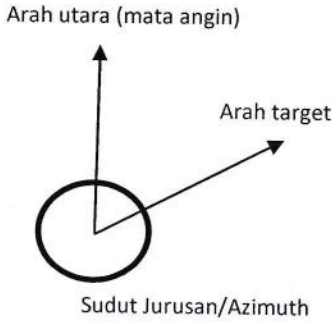
Sudut horizontal atau sudut mendatar terdiri atas sudut ukuran dan sudut jurusan

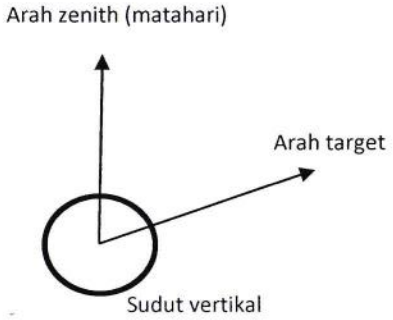
Sudut ukuran adalah selisih dua buah arah antara arah target I terhadap arah target II dari tempat pengamatan

Sudut jurusan adalah selisih dua buah arah antara arah utara terhadap titik lainnya dari tempat pengamatan

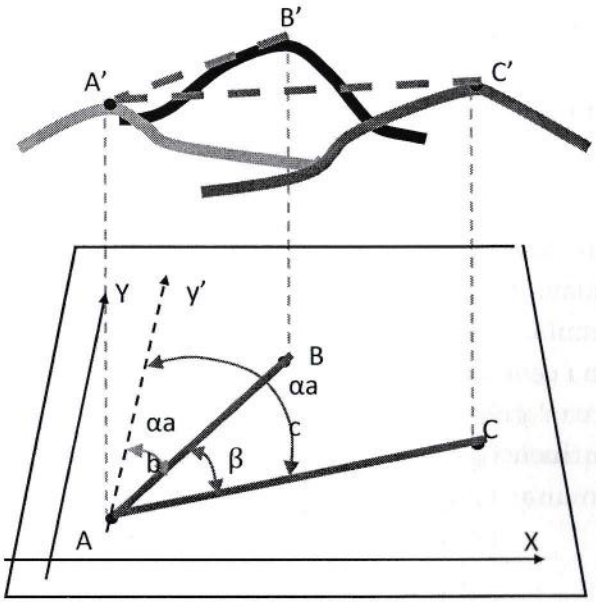
Sudut vertical adalah selisih dua buah arah antara arah zenith dengan arah terhadap titik lainnya dari tempat pengamatan.







Gambar 2.4 Sudut horisontal dan sudut vertical



Gambar 2.5 Sudut Mendatar dan Sudut Jurusan

Pengertian sudut mendatar di A' adalah sudut yang dibentuk oleh bidang ABB'A' dengan ACC'A'. Sudut BAC disebut sudut mendatar= sudut β

Sudut antara sisi AB dengan garis y' yang sejajar sumbu Y disebut sudut jurusan sisi AB = α ab. Sudut Jurusan sisi AC adalah α ac.

Satuan Sudut

Terdapat tiga satuan untuk menyatakan sudut, yaitu:

1) Cara Seksagesimal, yaitu satu lingkaran dibagi menjadi 360 bagian, satu bagiannya disebut derajat. Satu derajat dibagi dalam 60 menit, dan 1 menit dibagi dalam 60 sekon.
   Satuan **derajat** (°) dengan pecahannya **menit** (') dan **detik** (")
   Dimana: 1 lingkaran adalah 360 derajat (360°)
   1 derajat adalah 60 menit (60')
   1 menit adalah 60 detik (60")

2) Cara Sentisimal, yaitu satu lingkaran dibagi menjadi 400 bagian, satu bagiannya disebut grade. dimana 1 kuadran memiliki 100 grade, 1 grade terbagi dalam 100 centigrade, dan 1 centigrade terbagi dalam 100 centicentigrade
   Satuan **grid (g)** dengan pecahannya **centi grid (cg)** dan **centicenti grid (ccg)**
   Dimana: 1 lingkaran adalah 400 grid (400^{g})
   1 grid adalah 100 centi grid (100^{cg})
   1 centi grid adalah 100 centicenti grid (100^{ccg})

3) Cara Radian, Satu radian adalah sudut pusat yang berhadapan dengan bagian busur yang panjangnya sama dengan jari-jari lingkaran. Karena panjang busur sama dengan keliling lingkaran sebuah lingkaran yang berhadapan dengan sudut 360^0 dan keliling lingkaran 2π kali jari-jari, maka: 1 lingkaran= 2π rad Membagi lingkaran menjadi 2 kali π bagian. Nilai π besarnya sekitar 3,1416 atau ½ dari keliling lingkaran dibagi jari-jarinya.
   Satuan **radial** dengan dinyatakan dalam derajat, menit, dan detik radial,
   Dimana: 1 derajat radial = 57.295779 derajat
   = 3437.7467 menit, dan
   = 206264.8 detik
   Jadi: 1 Lingkaran = 360^0 = 400 grade = 2π radian

c. Luas (area)

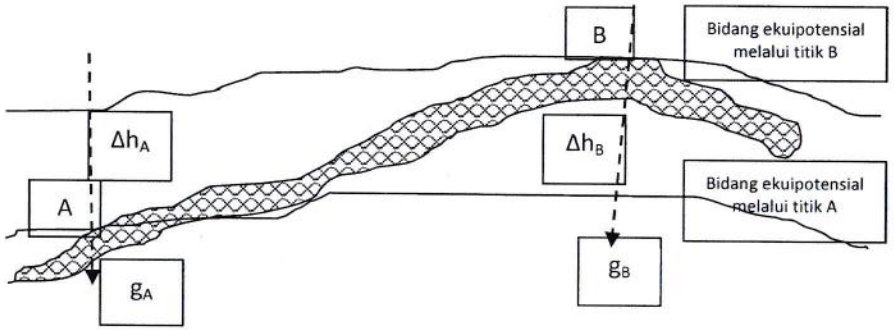
Adalah besarnya suatu bidang/daerah pengukuran dalam 2 (dua) dimensi diatas permukaan tanah, dan mempunyai satuan dasar luas: hektar (Ha), meter persegi (m^2).

Satuan luas yang biasa dipakai adalah meter persegi (m^2), untuk daerah yang relatif besar digunakan hektar (ha) atau sering juga kilometer persegi (km^2)

1 ha = 10000 m^2 1 Tumbak = 14 m^2
1 km^2 = 10^6 m^2 1 are = 100 m^2

d. Beda Tnggi (Δh)

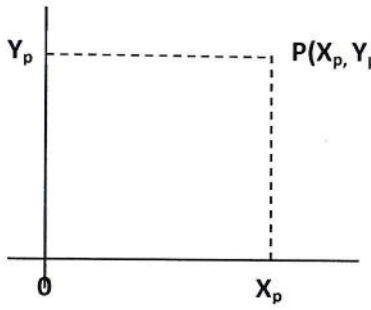
Adalah jarak dua buah bidang ekuipotensial tempat kedua titik tersebut terletak dan sepanjang garis gaya gravitasi yang melalui satu titik tersebut.



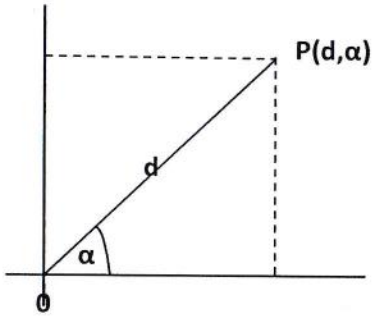
Gambar 2.6 Beda tinggi

e. Sistem Koordinat

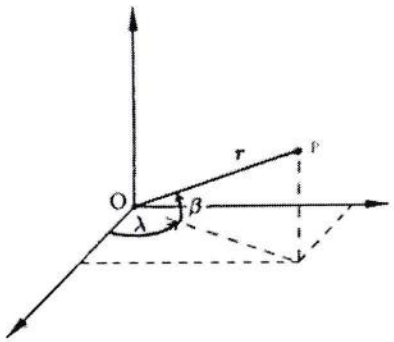
Adalah biangan-bilangan yang menyatakan jarak suatu titik dari titik pusat (o) dan ditulis dalam kurung dibelakang titk-titik yang bersangkutan. Sistem koordinat yang umum dalam pengukuran adalah koordinat siku-siku, koordinat polar, dan koordinat geografis. Koordinat siku-siku mengandung unsur absis yang bergerak sepanjang sumbu X dan unsur ordinat yang bergerak sepanjang sumbu Y. Koordinat polar dinyatakan dengan sudut jurusan dan jarak dari 2(dua) buah titik.Koordinat geografi dinyatakan dalam lintang dan bujur



a. Koordinat siku-siku



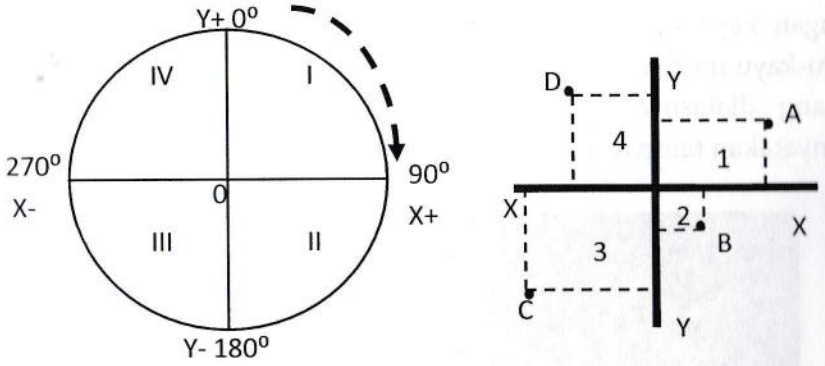
b. Koordinat polar



c. Koordinat Geografi

Gambar 2.7 Koordinat

Untuk menentukan titik-titik yang tidak terletak pada satu garis lurus, maka cara yang kita gunakan yaitu melalui pertolongan dua buah garis lurus yang saling tegak lurus, yang biasa disebut salib sumbu.



Gambar 2.8 Kuadran dalam Surveying

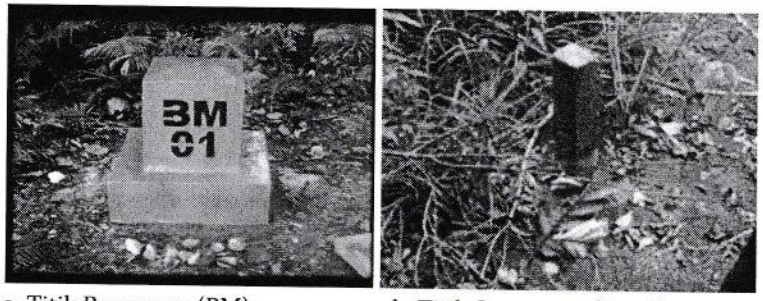
f. Titik

Adalah tanda sebagai batasan untuk pekerjaan mengukur. Titik diatas permukaan bumi ada yang mempunyai sifat tetap berupa

pilar beton (BM), ada pula yang bersifat sementara berupa patok kayu, pen dll.

Titik-titik yang bersifat tetap, sehingga selalu dapat digunakan untuk pengukuran-pengukuran adalah, pertama: titik-titik triangulasi yang dibuat di dalam daerah yang besar seperti di Indonesia untuk tiap-tiap pulau, dan kedua: titik-titik polygon yang dibuat didalam daerah yang kecil seperti di dalam kota-kota. Dari titik-titik tetap ini diketahui selain koordinat-koordinatnya yang menentukan letak mendatar terhadap suatu salib sumbu, pula diketahui tinggi di atas suatu bidang nol yang lazimnya diambil dari muka laut rata-rata (MSL). Koordinat-koordinat dan tinggi titik-titik ini ditentukan dengan pengukuran-pengukuran yang dilakukan dengan cara yang teliti, karena titik-titik tentu ini akan menjadi dasar pengukuran-pengukuran lainnya.

Titik-titik yang bersifat sementara diperlukan pada waktu pengukuran, sebagai titik-titik penolong, titik-titik ini diberi tanda dengan kayu (± 40 cm) yang ditanam kedalam tanah (15-20 cm). kayu-kayu ini dinamakan piket dan diberi nomor dengan cat merah, sedang diatasnya diberi tanda dengan paku atau skrup yang menyatakan tempat titik tersebut.



a. Titik Permanen (BM) b. Titik Sementara (Patok)

Gambar 2.9 Titik

C. Penutup

Pada bab ini telah dibahas tentang arti dan tujuan ilmu ukur tanah, jenis-jenis pengukuran, ruang lingkup pemetaan, peta, skala, legenda, defenisi dan notasi, ukuran, dan satuan. Pembahasan ini adalah bagian yang sangat penting bagi mahasiswa teknik sipil khususnya surveyor mengingat hal ini adalah bagian dasar dari pengukuran untuk selanjutnya dapat melangkah pada bab berikutnya.

Untuk mengetahui pemahaman tersebut, beberapa pertanyaan atas apa yang telah dibahas agar dijawab untuk meyakinkan.

1. Mengapa anda mempelajari ilmu ukur tanah dan apa fungsi dari ilmu ukur tanah untuk berbagai bidang sipil
2. Uraikan jenis-jenis pengukuran yang anda ketahui
3. Jelaskan ruang lingkup pemetaan secara sistematis
4. Jelaskan defenisi, alat, dan satuan yang digunakan dalam pengukuran tanah dan pemetaan

Contoh soal

1. Ubahlah sudut $63^{\circ}21'45''$ kedalam bentuk grid:

$63^{\circ} = 70.00000^{g}$
$21' = 0.38889^{g}$
$45'' = 0.01389^{g}$ +
$63^{\circ}21'45'' = 70.40278^{g} = 70^{g}\,40^{cg}\,27.9^{ccg}$

2. Ubahlah sudut 125.2192^{g} kedalam bentuk derajat:

$100^{g} = 90^{\circ}\,00'\,00.00''$
$25^{g} = 22^{\circ}\,30'\,00.00''$
$21^{cg} = 0^{\circ}\,11'\,20.40''$
$92^{ccg} = 0^{\circ}\,00'\,29.8''$ +
$125.2192^{g} = 112^{\circ}\,41'\,50.2''$

Soal-soal

1. Diketahui susut-sudut sebagai berikut:
   a. $78^{\circ}\ 49'\ 40''$ d. $315^{\circ}\ 51'\ 16''$
   b. $129^{\circ}\ 14'\ 28''$ e. $177^{\circ}\ 02'\ 08''$
   c. $241^{\circ}\ 09'\ 33''$

   Ubahlah sudut-sudut tersebut kedalam bentuk grid.

2. Diketahui susut-sudut sebagai berikut:
   a. 46.2846^{g} d. 309.1658^{g}
   b. 117.0491^{g} e. 297.2563^{g}
   c. 267.7634^{g}

   Ubahlah sudut-sudut tersebut kedalam bentuk derajat

Pertanyaan Kunci

1. Apa arti dan tujuan pengukuran tanah
2. Jelaskan ruang lingkup pemetaan
3. jelaskan defenisi, ukuran dan satuan dalam ukur tanah

BAB III
PENGUKURAN SEDERHANA

A. Pendahuluan

Pada bab 2 telah dipelajari mengenai dasar-dasar survey dan pemetaan dalam arti bahwa dalam survey dan pemetaan dibutuhkan berbagai data lapangan yang cukup banyak, namun pengambilan data tersebut harus secara akurat sesuai standar, khususnya pada pengukuran jarak dan pengukuran sudut apalagi dengan dijumpainya berbagai macam rintangan di lapangan.

Pada bab ini membicarakan tentang pengukuran sederhana dilapangan dalam arti bahwa teknik pengukuran dilapangan menggunakan alat-alat sederhana seperti pengukuran jarak dan sudut, demikian pula bila dalam pengukuran jarak lurus dijumpai rintangan-rintangan yang sulit untuk dielakkan seperti gedung, kolam, sungai dan lain-lain, pengukuran lengkung mendatar sederhana, pengukuran situasi. Dalam pengukuran sederhana ini surveyor harus membuat suatu keputusan untuk mendapatkan data hasil pengukuran yang akurat sesuai dengan yang sebenarnya. Dengan menggunakan ilmu-ilmu dasar dapat membuat rumusan yang terkait dengan kasus yang ditemui, selanjutnya dapat membuat gambar kerja dengan data yang didapat dilapangan.

Setelah menyelesaiakan bab ini, diharapkan mahasiswa akan dapat mengetahui dan menggunakan alat-alat sederhana, pengukuran jarak dan sudut dilapangan, membuat garis lurus dilapangan dengan rintangan, membuat situasi dengan persegi panjang, dan melakukan perhitungan lengkung mendatar sederhana dengan titik perantara serta dapat mengambil keputusan dilapangan sesuai

dengan prinsip keilmuan, selanjutnya dapat membuat gambar kerja dari hasil analisis data lapangan.

B. Pengukuran Sederhana

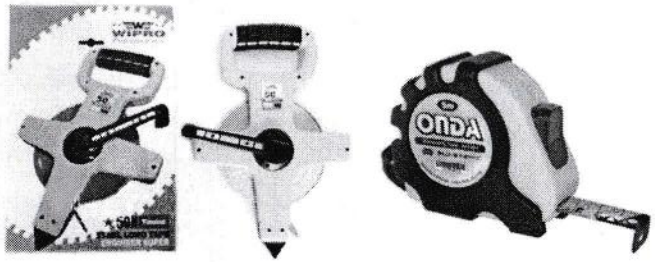
1. Peralatan yang digunakan

Alat Pengukur Jarak

Peralatan pengukuran jarak akan mempunyai tingkatan-tingkatan yang langsung dapat dibaca dengan jelas sehingga tidak mendua artikan gambaran. Peralatan-peralatan yang dikehendaki pada suatu pengukuran jarak mulai dari mistar ukur kayu sederhana sampai kepada pita ukur baja/sintetik yang panjangnya mencapai 30 meter atau 50 meter

Tabel 3.1 panjang dan tingkatan dari alat ukur jarak

Jenis alat ukur jarak	Panjang (meter)	Tingkatan (mm)		
		Besar	Menengah	Kecil
Mistar	0,30-2	10	5	1
Pita baja saku (metrol)	2-5	10	5	1
Pita baja	10,20,30	10	5	1
Pita sintetik (rol meter)	10,20,30,50	50	50	10



Gambar 3.1 Jenis alat ukur jarak

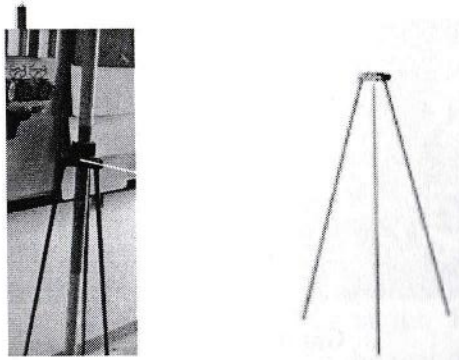
Jalon dan statip

Pada pekerjaan ukur tanah, sebagian besar dari garis yang akan diukur biasanya sangat panjang dan lebih panjang dari panjang pita ukur itu sendiri.

Untuk pengukuran seperti ini, diperlukan peralatan tambahan yaitu jalon yang dilengkapi satatif (kaki tiga) dan nivo jalon untuk ketegakan jalon

Jalon mempunyai panjang 2(dua) meter, bulat terbuat dari tongkatkayu atau besi dan mempunyai tingkatan sampai 200 mm yang di cat selang seling berwarna

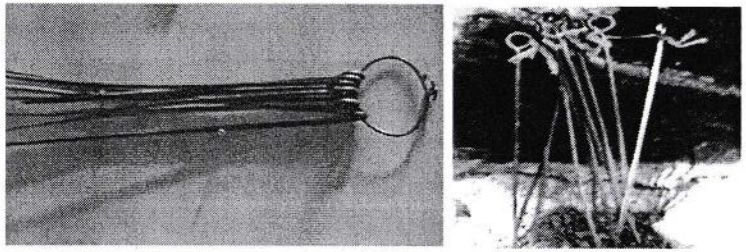
Pada jalon yang terbuat dari kayu mempunyai ujung yang lancip dari besi agar supaya mudah ditancapkan kedalam tanah



Gambar 3.2. Jalon dan statip

Pen

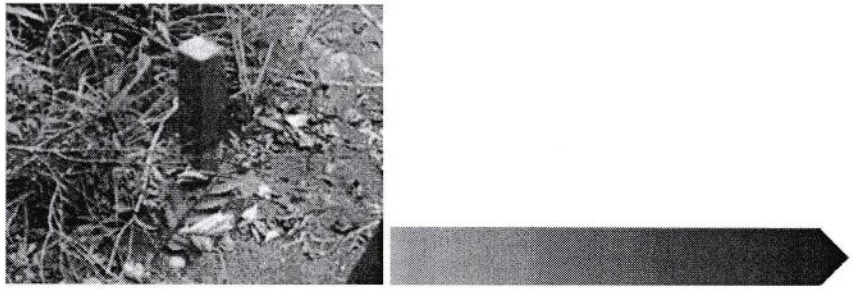
Pen sebagai peralatan tambahan dibuat dari besi bulat sepanjang 300 mm, runcing pada salah satu ujungnya dan ujung lainnya dilingkarkan untuk tempat mengikatkan pita berwarna sehingga mudah terlihat dari kejauhan.



Gambar 3.3. Pen

Patok

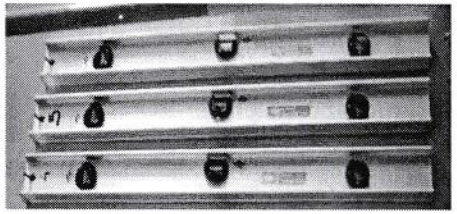
Patok terbuat dari kayu/balok segi empat (3/5, 5/7) dengan panjang 40 cm-50 cm (disesuaikan kebutuhan), salah satu ujungnya lancip agar mudah ditancapkan kedalam tanah. Bagian kepala biasanya di cat berwarna merah agar mudah dikenali sebagai titik.



Gambar 3.4. Patok

Waterpass tukang

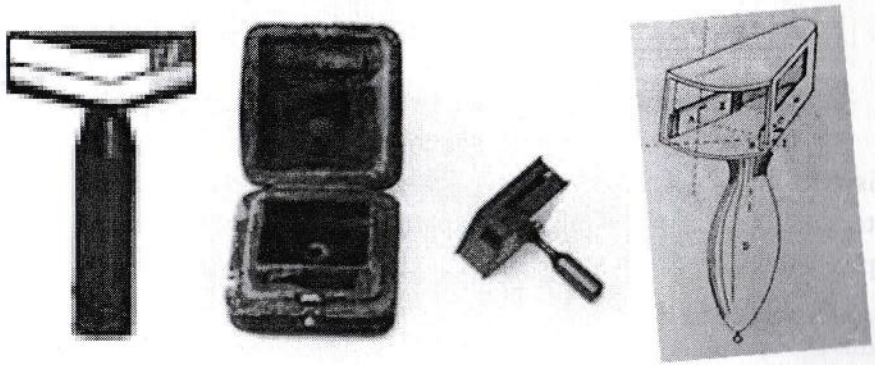
Waterpass tukang digunakan untuk mendatarkan hasil pengukuran jarak melalui rol meter yang digunakan



Gambar 3.5. Waterpass tukang

Cermin sudut

Cermin sudut digunakan untuk mengukur sudut terdiri atas dua cermin yang ditempatkan dalam suaut kotak dengan satu sisinya terbuka. Bidang kotak di atas kedua cermin ini diberi lubang. Kotak ini ditempatkan diatas pegangan, pada pegangan disebelah bawahnya diberi gelangan untuk mengikatkan benang unting-unting, sehingga kotak itu dapat ditempatkan tegak lurus diatas suatu titik pada tanah.



Gambar 3.6. Cermin sudut

Prisma

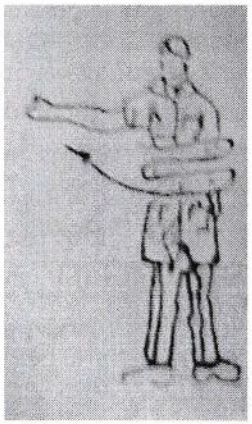
Prisma digunakan untuk mengukur sudut. Berbagai macam bentuk prisma yang digunakan dan mudah didapat dipasaran namun pada prinsipnya hampir sama dalam hal pengoperasian misalnya prisma ganda, tidak hanya dapat membuat sudut siku-siku, tetapi dapat pula dibuat sudut 180°. Dengan maju mundur satu orang dapat menentukan suatu titik yang terletak pada garis lurus yang telah ditentukan dilapangan. Bentuknya sama dengan cermin sudut, bila terdapat kesalahan prisma tidak dapat diperbaiki, karena prisma merupakan benda bulat dengan bagian-bagiannya yang tidak dapat dirobah. Perbaikan hanya dapat dilakukan oleh pabrik sendiri.

Gambar 3.7. Prisma

2. Isyarat Tangan yang digunakan

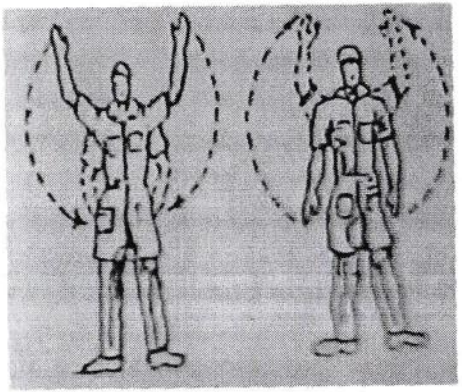
Untuk mempercepat pekerjaan pengukuran, penggunaan isyarat tangan adalah penting sekali. Sebab perintah dengan cara teriak-teriak pada jarak yang panjang akan menimbulkan salah pengertian.

Ingat dan hapalkan isyarat-isyarat tangan. Semuanya harus dilakukan dengan jelas, sehingga tidak diperlukan teriakan-teriakan dalam memberi perintah, seperti gambar berikut:



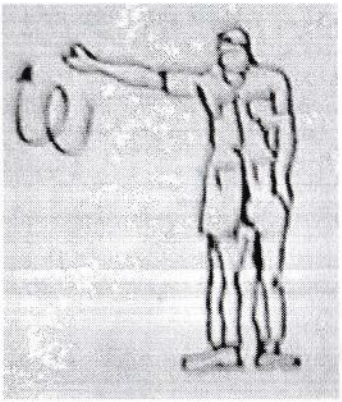
Jalan kea rah yang di tunjuk

Tidak baik

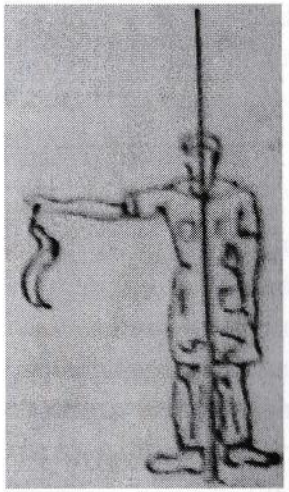


Tancapkan jalon

Jalon di cabut



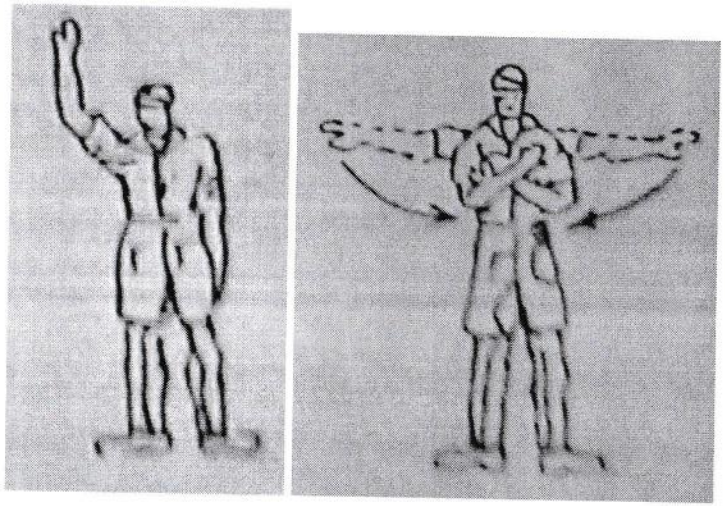
pergi kearah yang di tunjuk



Koreksi jalon

Jalon OK

Pindahkan jalon



Perhatikan Kumpulkan jalon

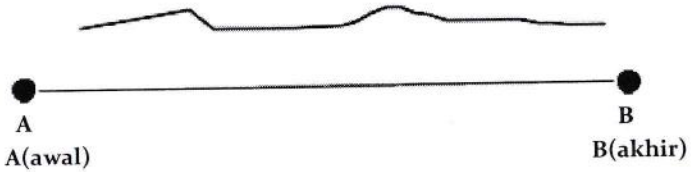
Gambar 3.8 Isyarat tangan

3. Pengukuran Jarak

Pada uraian pengukuran jarak ini akan dibahas masalah pengukuran jarak dan pembuatan garis lurus yaitu segala sesuatu yang menyangkut aspek lapangan yang berpengaruh pada hasil ukuran itu sendiri. Selain itu diuraikan pengertian dasar dan teknik pengukuran yang diperlukan dalam mengatasi medan pengukuran yang berbagai ragam rupa. Pengukuran jarak dan pembuatan garis lurus ini terlihat sangat sederhana, namun pada pelaksanaannya selalu terjadi kesalahan yang fatal dan berakibat pengukuran ulang yang sia-sia. Adapun jenis dan teknik pengukuran jarak yang umumnya dilakukan dilapangan diuraikan sebagai berikut:

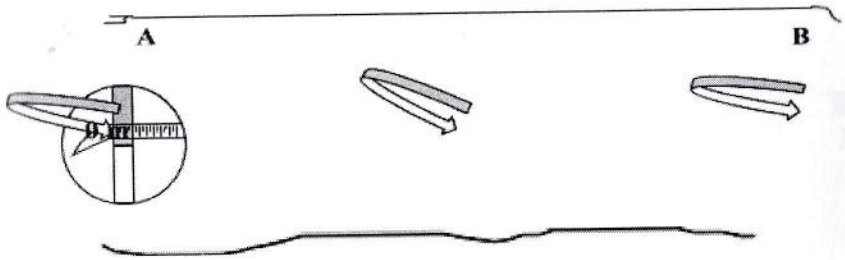
a. Pengukuran jarak pendek (rol meter terjangkau)

Patok/jalon ditempatkan di titik A dan B pada titik yang telah ditentukan.



Gambar 3.9. Posisi titik A dan B

Selanjutnya pengukuran dilakukan, dengan cara: Orang pertama di titik A(awal) memegang rol meter pada angka nol yang dihimpitkan pada as patok/jalon kemudian orang kedua berjalan ke titik B (akhir) sambil membawa rol meter kemudian rol meter dikencangkan dan didatarkan dengan menggunakan waterpass tukang diantara titik A dan titik B (usahakan agar rol meter tidak kendor/melendut, tidak dihalangi/tersentuh oleh benda apapun terutama tiupan angin yang mempengaruhi kedataran pengukuran, selanjutnya pembacaan jarak di titik B diambil dari as jalon.



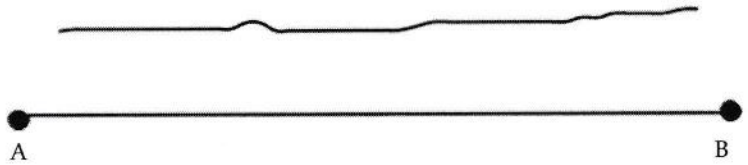
Gambar 3.10 Cara pengukuran jarak dilapangan

Pengukuran yang sama tersebut diulangi minimal tiga kali untuk mendapatkan ukuran yang akurat

b. Pengukuran jarak yang panjang (rol meter tidak terjangkau)

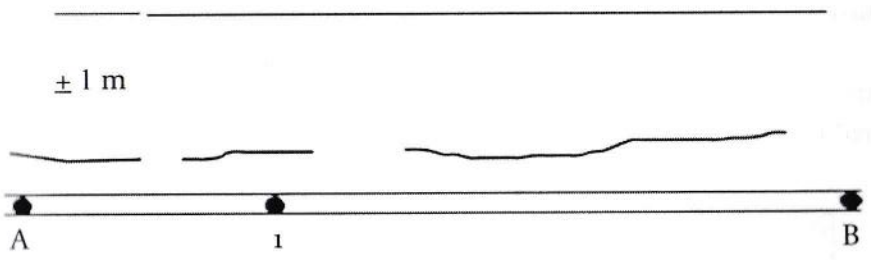
Pada pengukuran jarak yang panjang atau rol meter tidak terjangkau dari kedua titik yang saling terlihat, maka teknik pengukuran jarak dilakukan dengan dua langka. Langkah pertama yaitu meluruskan titik titik terlebih dahulu. Membuat garis lurus dilapangan adalah bagian penting pada pengukuran suatu bidang tanah, membuat garis lurus dilapangan tidak dapat dibuat seperti menarik garis lurus di atas kertas, setelah dinyatakan garis lurus antara dua titik yang telah ditentukan, lalu dilakukan pengukuran jarak datar, mengingat relif permukaan bumi tidak datar. Untuk teknik pengukuran tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

Membuat garis lurus: jalon di pasang pada titik A dan B pada titik yang telah ditentukan. sambil mengontrol ketegakan jalon dengan menggunakan nivo jalon.



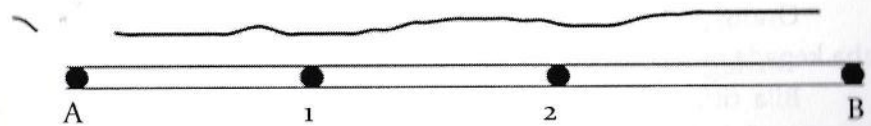
Gambar 3.11 Posisi titik A dan titik B

Orang pertama berdiri dibelakang jalon A (±1 m) memandang kearah jalon B sambil memberi aba-aba. salah seorang memegang jalon 1 (di titik 1) diantara titik A & B sambil mengikuti aba-aba dari orang pertama (di titik A) sehingga jalon 1 berada segaris dengan jalon AB (A-1-B segaris) kemudian menancapkan jalon tersebut pada titik 1 yang telah didapat.



Gambar 3.12. Posisi Pembidikan jalon pada titik 1

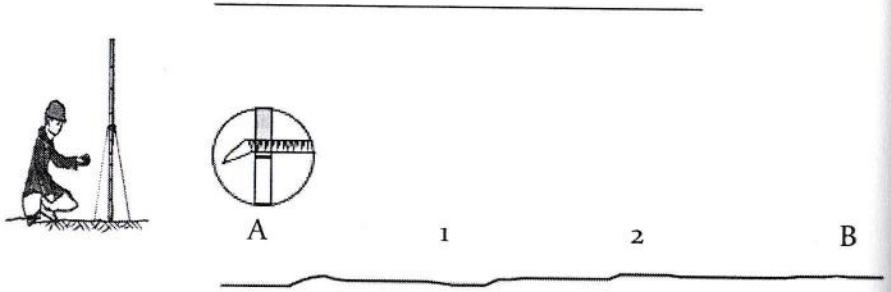
Berikutnya, orang pertama kembali membidik dibelakang jalon A dan salah seorang memegang jalon di titik 2 sambil memperhatikan instruksi dari orang pertama, sampai membentuk garis lurus antar jalon A,1,2 dan B sehingga titik 2 didapat (A-1-2-B segaris).



Gambar 3.13 Posisi pembidikan jalon pada titik 2

Demikian dengan cara yang sama untuk jalon-jalon 3,4,.....dst.

Pekerjaan meluruskan titik selesai, bila jalon-jalon A,1,2,3.....B tampak berimpit, maka titik-titik A,1,2,3....B terletak pada satu garis lurus selajutnya dilakukan pengukuran jarak dengan cara seperti sub a. diatas



Gambar 3.14 Pengukuran jarak datar

c. Memperpanjang Garis Lurus di Lapangan

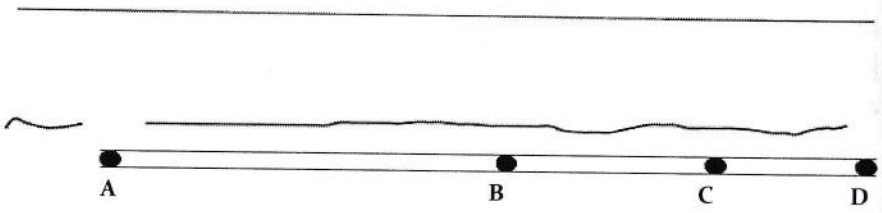
Garis lurus AB seperti sub b. diatas di buat dengan memasang jalon pada titik A dan titik B yang telah ditentukan

Orang pertama membidik dari titik A ke B untuk memberi aba-aba kepada orang kedua di titik pada perpanjangan garis AB

Bila titik-titik A,B, dan C tampak berimpit, maka A,B, dan C segaris, jalon C ditancapkan

Demikian dengan cara yang sama untuk jalon-jalon D, E ..dst

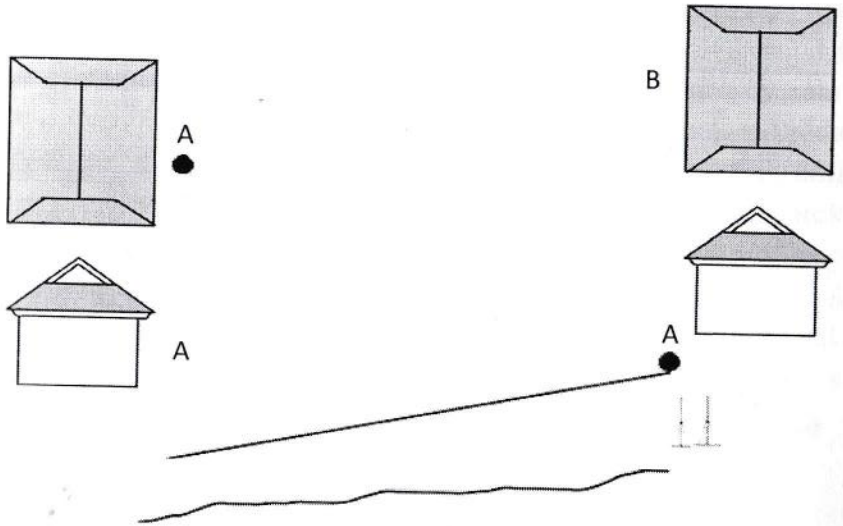
Selanjutnya dilakukan pengukuran jarak datar dengan cara seperti sub a. diatas



Gambar 3.15 Membidik dengan memperpanjang garis

d. Membuat Garis Lurus antara Dua Titik yang terletak pada Bangunan

Jalon dipasang pada titik A dan titik B yang telah ditentukan dimana letak kedua titik tersebut berada pada sisi bangunan (lihat gambar), gunakan nivo dan statif untuk ketegakan jalon.



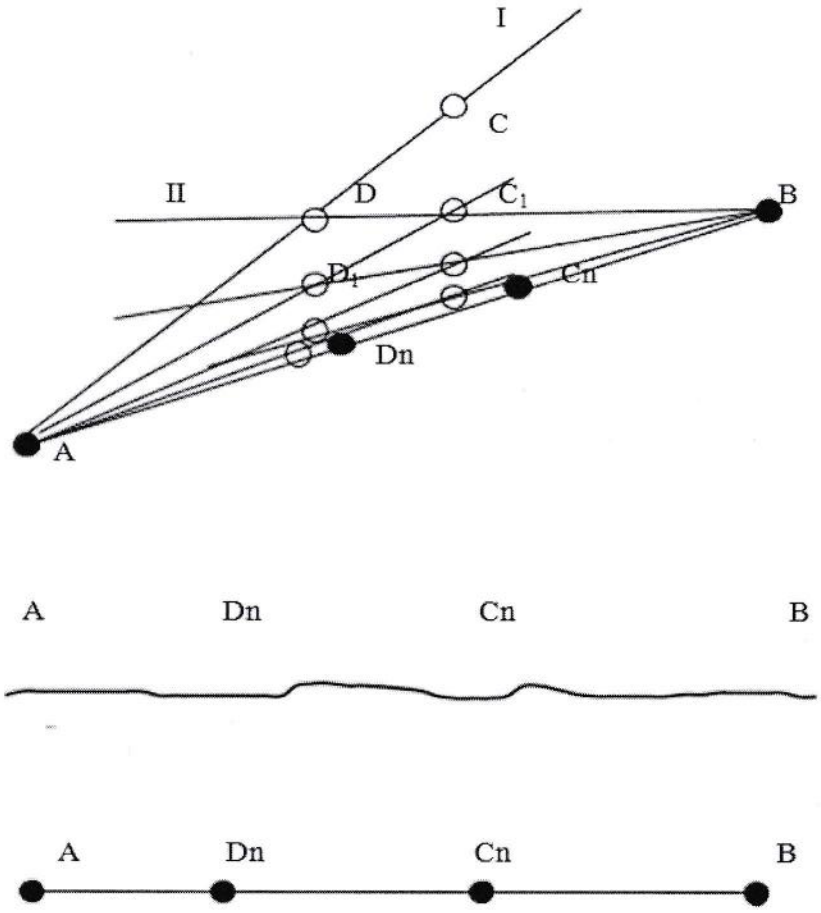
Gambar 3.16 Posisi ke dua titik diantara dua bangunan

Orang pertama (I) berada di titik C di antara jalon A dan B melihat kearah jalon A dengan sudut sekecil mungkin terhadap garis AB. Orang kedua(II) menempatkan jalon D pada garis CA (C-D-A segaris) dengan petunjuk orang pertama (I), selanjutnya orang I (C) pindah ke posisi 1 (C_1) pada garis DB sehingga DC_1B segaris dengan petunjuk orang II, kemudian orang II (D) pindah ke posisi 1 (D_1) pada garis C_1A sehingga C_1-D_1.A segaris dengan petunjuk orang I.

Demikian seterusnya sampai didapatkan titik C_n dan titik D_n tepat pada garis AB yaitu bila dibidik dari jalon C_n , jalon D_n lurus dengan garis CnA (C_n-D_n-A segaris) dan bila dibidik dari jalon D_n,

jalon C_n lurus dengan garis D_nB (DnCnB segaris), maka titik A-Dn-Cn-B segaris atau lurus (lihat gambar)

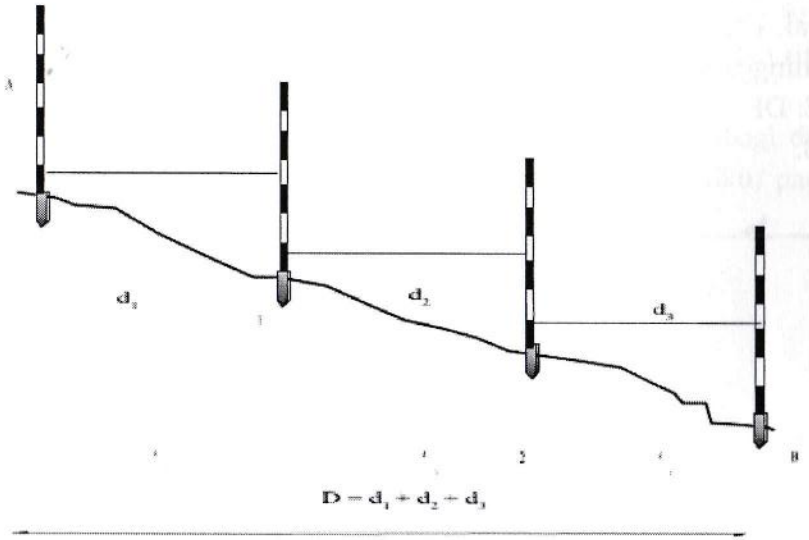
Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran jarak datar dengan cara seperti sub a. diatas.



Gambar 3.17 Garis lurus dua titik antara dua bangunan

e. Pengukuran jarak pada bidang miring

Salah satu cara untuk pengukuran jarak mendatar pada bidang miring adalah cara pengukuran bertahap. Cara ini adalah cara yang paling sederhana. Tahap pertama menentukan titik-titik patok di antara titik A dan titik B segaris (A-1-2-B lurus) dengan cara membidik, selanjutnya mengukur jarak dengan cara: salah satu ujung jalon ditempatkan diatas titik tertinggi (A) yaitu titik permukaan pengukuran, kemudian diatas jalon yaitu pada tengah-tengahnya ditempatkan alat waterpass tukang. Jika jalon sudah dalam keadaan mendatar dan ditempatkan dengan baik, sebuah unting-unting digantungkan pada ujung lainnya sampai menyentuh patok 1 kemudian jarak di ukur dan di catat. Pengukuran selanjutnya dengan cara yang sama sampai ke titik B sehingga diperoleh jarak AB. Salah satu kemungkinan lain adalah pengukuran dengan mempergunakan rol meter, tahapan pengukurannya adalah sama seperti pada pengukuran dengan menggunakan jalon.



Gambar 3.18. Pengukuran jarak bidang miring

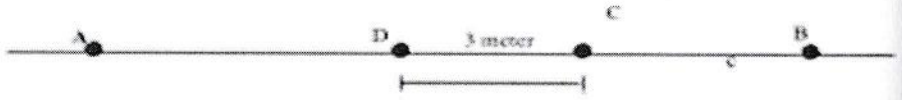
4. Pengukuran Sudut Siku-siku

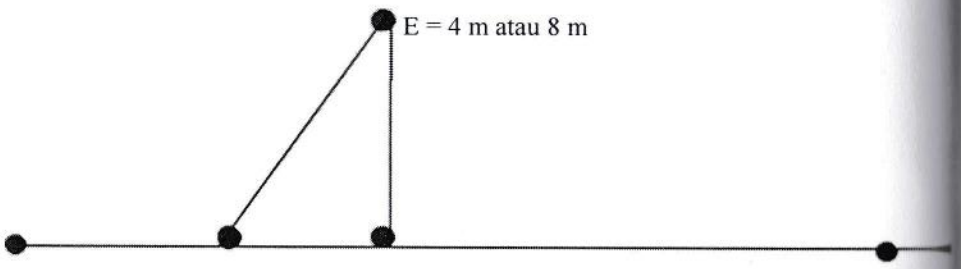
Pada pengukuran sederhana di lapangan, banyak masalah yang dijumpai, misalnya kesulitan yang disebabkan adanya rintangan-rintangan atau halangan-halangan seperti gedung, kolam, bukit, sungai dan lain-lain sebagainya.

Untuk mengatasi hal di atas ada beberapa cara untuk menanggulanginya yaitu dengan membuat sudut siku-siku dilapangan menggunakan alat sederhana.

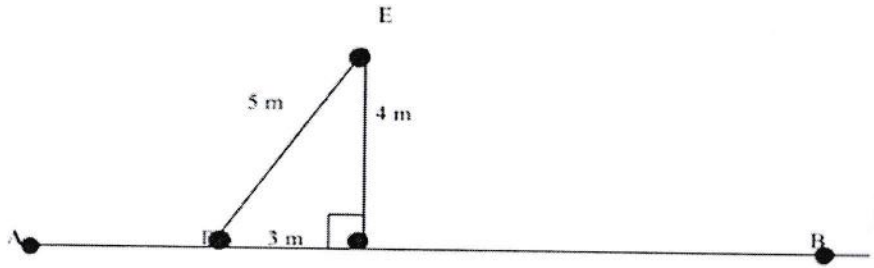
Membuat garis tegak lurus (Sudut Siku-Siku) dengan perbandingan 3: 4: 5

Tancapkan jalon dititik C yang terletak pada perpanjangan garis AB yang telah ditentukan, pegang rol meter di titik C = 0 dan 12 m. Tancapkan jalon dititik D (Buat CD = 3 m) yang terletak pada garis lurus AB dengan memegang rol meter pada angka 3 m atau 9 m. lalu tarik rol meter ke arah E dengan datar dan tidak melendut, yakinkan angka yang terbaca pada rol meter adalah 8 m atau 4 m, jarak titik C ke E = 4 m yang membentuk segitiga siku-siku CDE, Sehingga segi tiga CDE merupakan segi tiga siku-siku dimana CD: CE: DE = 3: 4: 5, maka garis CE tegak lurus pada perpanjangan garis AB.





A D= 3m atau 9 m C=0 &12 m B

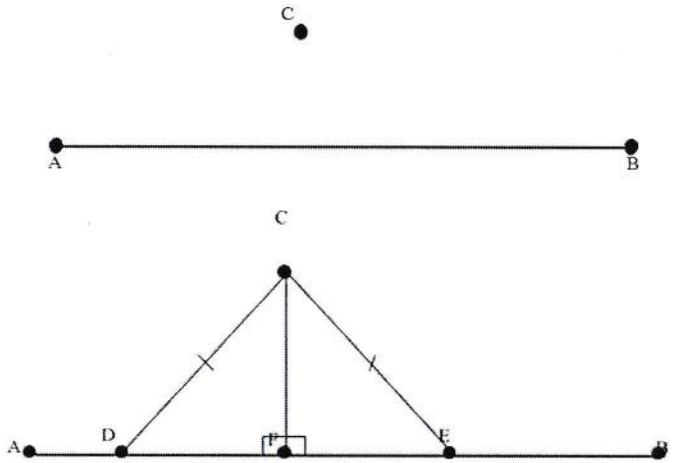


Gambar 3.19 Sudut siku-siku 3:4:5

Membuat Garis Tegak Lurus (Sudut Siku-siku) dengan menggunakan Segi Tiga Sama Kaki.

Pengukuran ini dilakukan dengan cara: tancapkan jalon C diluar garis perpanjangan AB. Melalui titik C di buat segi tiga sama kaki dengan titik C sebagai puncaknya. Dari titik C di ukur jarak ke D lalu ke E dengan jarak yang sama (CD = CE) dimana titik D dan titik E terletak pada perpanjangan garis AB.

Ukur panjang DE dan tentukan titik F dengan membagi dua jarak DE, sehingga FC merupakan garis tegak lurus (siku-siku) pada perpanjangan AB



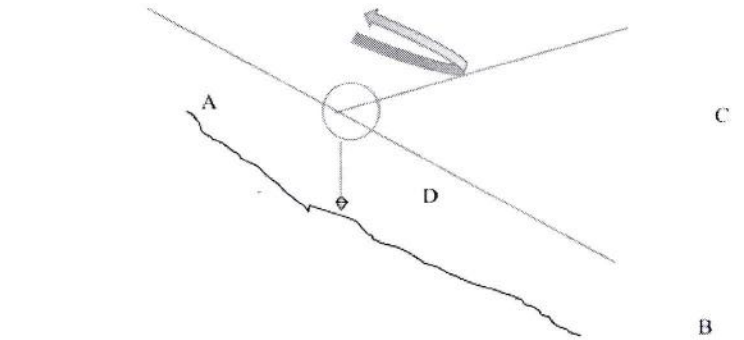
Gambar 3.20 Sudut siku-siku segitiga sama kaki

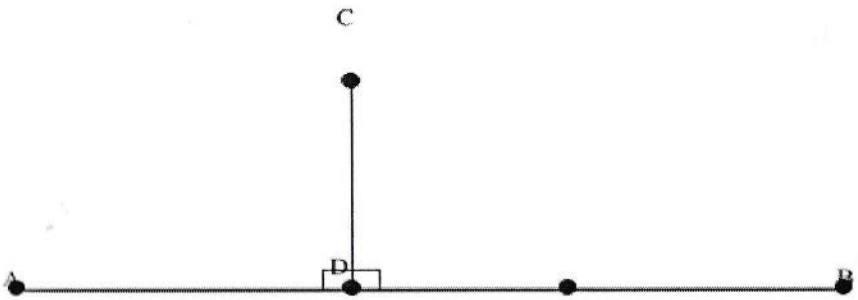
Membuat Garis Tegak Lurus (Sudut Siku-siku) dengan menggunakan Prisma.

Pengukuran ini dilakukan dengan cara: tancapkan jalon C diluar garis perpanjangan AB.

Prisma dipegang diantara titik A dan titik B sedemikian rupa sehingga berada segaris lurus dengan AB kira-kira tegak lurus kearah C. Melalui lubang pembidik prisma, cari bayangan jalon A dan jalon B kemudian himpitkan. Dengan menggeser-geser prisma sepanjang AB, di bidik jalon C dan himpitkan dengan bayangan jalon A dan jalon B. Titik D ditentukan

oleh unting-unting prisma dan di tandai dengan patok, maka didapat sudut siku-siku di titik D sehingga CD tegak lurus AB.





Gambar 3.21 Sudut Siku-siku dengan Prisma

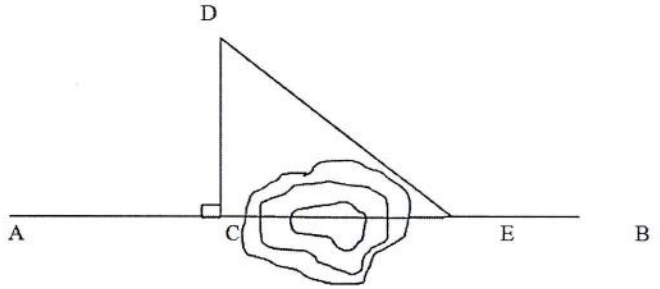
5. Membuat Garis Lurus dengan Rintangan

a. Membuat garis lurus dengan rintangan kolam (titik A dan titik B terlihat)

Pada gambar terlihat kolam terletak pada arah AB. Dalam hal ini ada bagian dari garis ukur yang tidak mungkin dapat di ukur langsung. Pada titik C dekat kolam sebuah sudut siku-siku dibuat dan menentukan titik D dengan salah satu cara pembuatan sudut siku-siku yang telah diuraikan terdahulu dan jarak C-D di ukur, jarak

dari titik D ke titik E diukur pula. Dengan menggunakan dalil Pythagoras jarak C-E dapat dihitung dari persamaan:

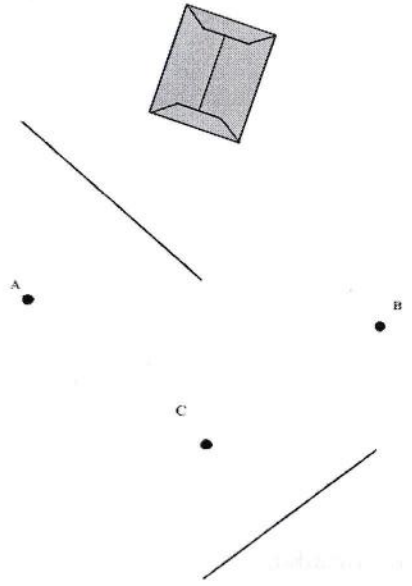
CE = $\sqrt{DE^2 - DC^2}$



Gambar 3.22 Garis lurus dengan rintangan kolam

b. Membuat garis lurus dengan rintangan bangunan (titik A dan titik B tidak terlihat)

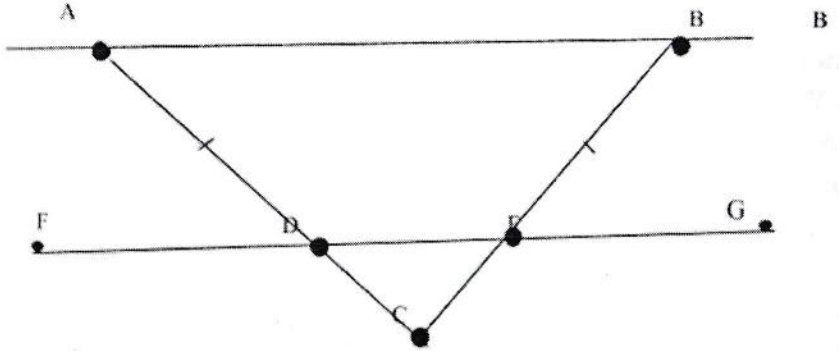
Pada gambar terlihat garis AB. yang terhalang bangunan



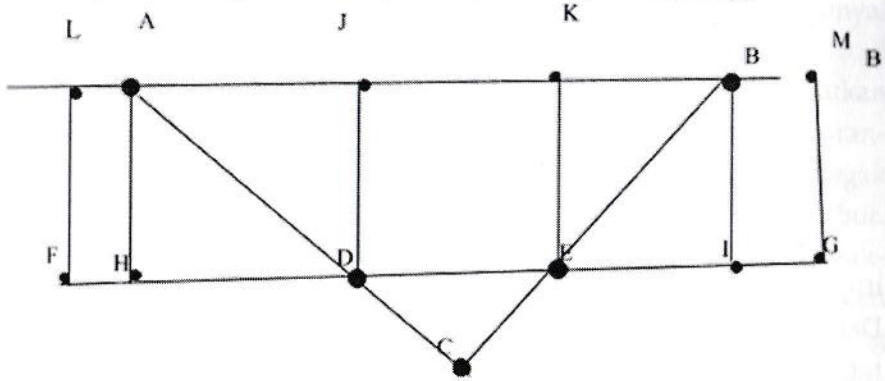
Membuat garis sejajar dengan AB

Pada gambar jalon ditancapkan di sembarang tempat yang dapat terlihat dari titik A dan titik B, misalnya titik C, lalu Ukur jarak AC dan BC,

Bagi AC dan BC manjadi bagian-bagian yang sama mis. bagi 3 bagian sehingga CD = 1/3 CA dan CE = 1/3 CB. Hubungkan DE dan perpanjang sehingga menjadi FG. Garis FG adalah garis yang sejajar dengan AB



Membuat garis tegak lurus pada perpanjangan garis FG terhadap garis AB dengan cara seperti diatas (sub.2.1, sub. 2.2, dan sub. 2.3)



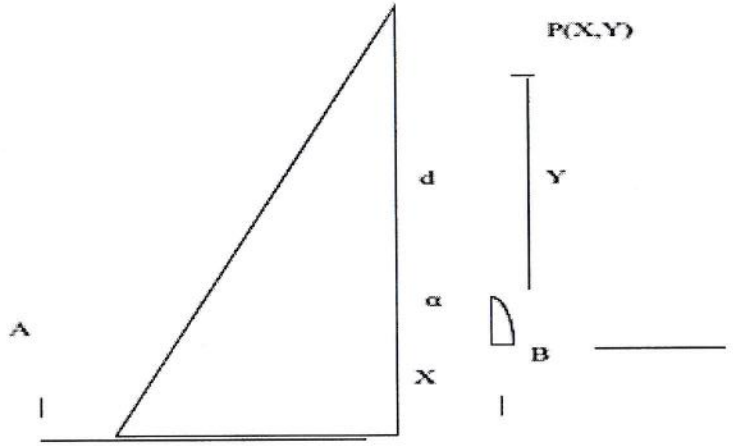
Gambar 3.23 Garis lurus dengan rintangan gedung

C. Membuat Peta Situasi dengan Koordinat Siku-siku

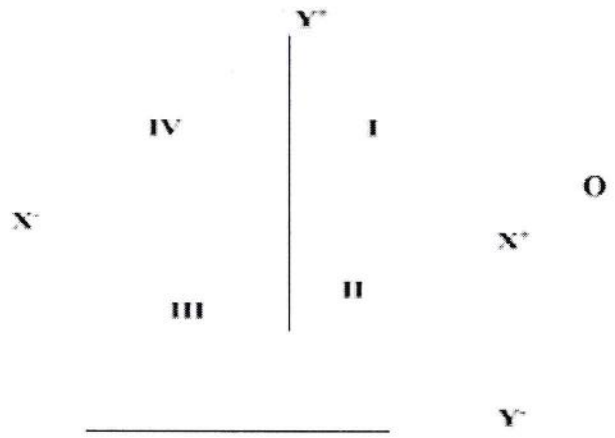
Tujuan dari pengukuran ini adalah dengan menggunakan alat-alat sederhana, dapat memecahkan persoalan dilapangan dan selanjutnya dapat menggambar situasi dari lapangan.

Pada pengukuran sudut-sudut hanya dapat digunakan jika terdapat jarak yang dapat diukur secara langsung atau hasil perhitungan. Pada dasarnya posisi titik-titik di lapangan dihubungkan satu dengan lain nya oleh sudut dan jarak.

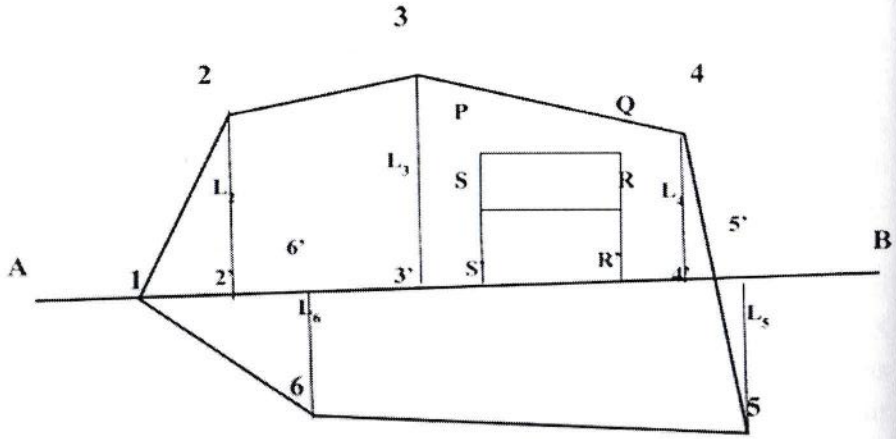
Pengukuran situasi dengan koordinat siku-siku dimana posisi suatu titik (misalnya titik P) dapat ditentukan dengan adanya jarak X dan Y, dimana X adalah sejajar dengan arah AB dan Y tegak lurus terhadap AB (gambar) kedua besaran jarak tersebut dapat diukur langsung dilapangan.



Sudut arah dapat dinyatakan dari 0° sampai 360°. oleh karena itu, perhitungan koordinat dibagi dalam 4 perhitungan kuadran. Dalam pernyataan perhitungan mungkin mempunyai perbedaan tanda (+, -) seperti gambar berikut.



Pengukuran situasi dengan koordinat siku-siku atau empat persegi panjang ini adalah suatu cara pengukuran objek empat persegi panjang yang diproyeksikan tegak lurus kepada suatu garis ukur. Dengan mempergunakan prisma sudut siku-siku dapat ditentukan sudut siku dengan teliti, ketelitian kurang lebih satu menit. Dengan jarak 100 meter maka ketidak telitiannya kurang dari 3 cm, tetapi jika digunakan untuk pengukuran-pengukuran kecil untuk maksud-maksud sederhana cukup dengan hanya mempunyai prisma sudut siku-siku, pita ukur, dan beberapa jalon. Detail detail harus diprojeksikan pada sebuah garis ukur (gambar). Tempatkan jalon tegak lurus di titik A dn titik Bdan lakukan pengukuran-pengukurannya. Biasanya pengukuran-pengukuran ditulis tegak lurus terhadap garis ukur pada titik proyeksi dari detail tersebut. Jumlah jarak dari A sampai b ditulis dalam kurung, kemudian jarak-jarak antara garis ukur dan detail dari objek di ukur sedangkan ukuran dari objek seperti ukuran dari gedung ditulis sepanjang arahpengukur. Gambar ini harus bersih tanpa pertolongan beberapa tanda-tanda

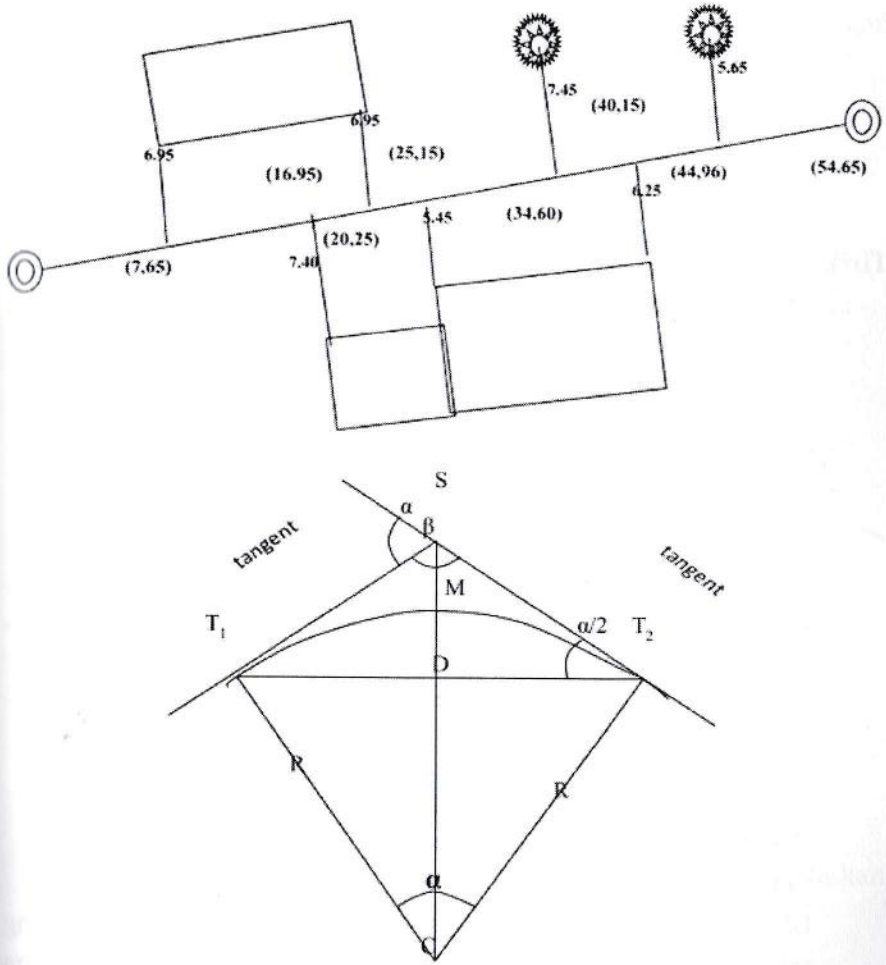


D. Lengkung Mendatar Sederhana

Dalam bidang teknik sipil lengkungan mendatar digunakan pada konstruksi bangunan jalan raya, sungai, saluran, jalan kereta api dan sebagainya.

Ada beberapa jenis lengkungan antara lain, lengkungan sederhana, lengkungan majemuk, lengkung bolak balik dan spiral.pada bagian ini hanya akan dibicarakan lengkungan sederhana saja.

Bagian-bagian dari lengkungan sederhana dapat dilihat pada gambar berikut:



R	= jari-jari	SM	= jarak luar
α	= sudut pusat	MD	= ordinat tengah
β	= sudut defleksi	T_1-M-T_2	= panjang lengkung/busur
T_1	= T_2 = titik singgung	T_1-D-T_2	= panjang tali busur
ST_1	= ST_2 = jarak singgung	ST_1	= ST_2 = R tan½ α

Gambar 3.25 Lengkung mendatar sederhana

$S\text{-}M = \frac{R}{Cos\ \alpha / 2} - R = R(\frac{1}{cos\ \alpha / 2} - 1)$

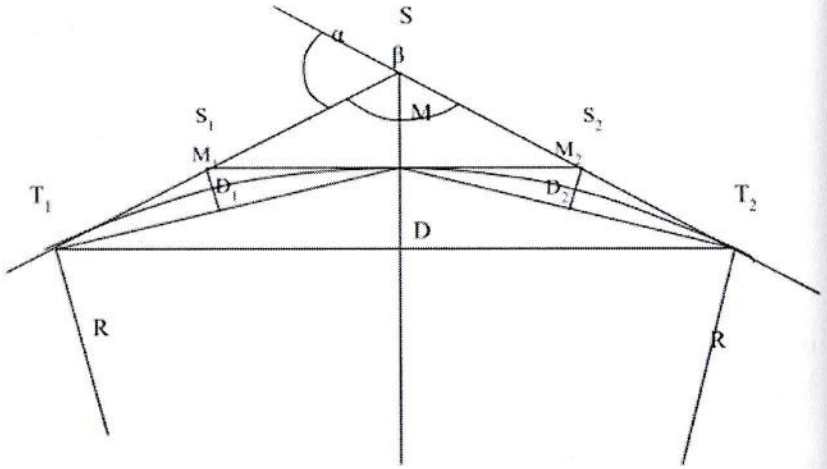
$M\text{-}D = R\ (1 - \cos ½\ \alpha)$

$T_1\text{-}D\text{-}T_2 = 2\ R \sin ½\ \alpha$

$T_1\text{-}M\text{-}T_2 = \frac{\alpha}{180}\pi R$

Titik-titik perantara dari lengkungan

a. Titik-titik perantara dengan garis singgung perantara



Diketahui titik-titik T_1, M, T_2, D, dan S

Tentukan panjang tali busur T_1 M dan T_2M

Ukur panjangnya, buat sudut siku-siku dipertengahan panjang tali busur pada titik D_1 dan D_2 (lihat gambar). Ukur panjang $D_1M_1 = D_2M_2 = R\ (1 - \cos \alpha/4)$

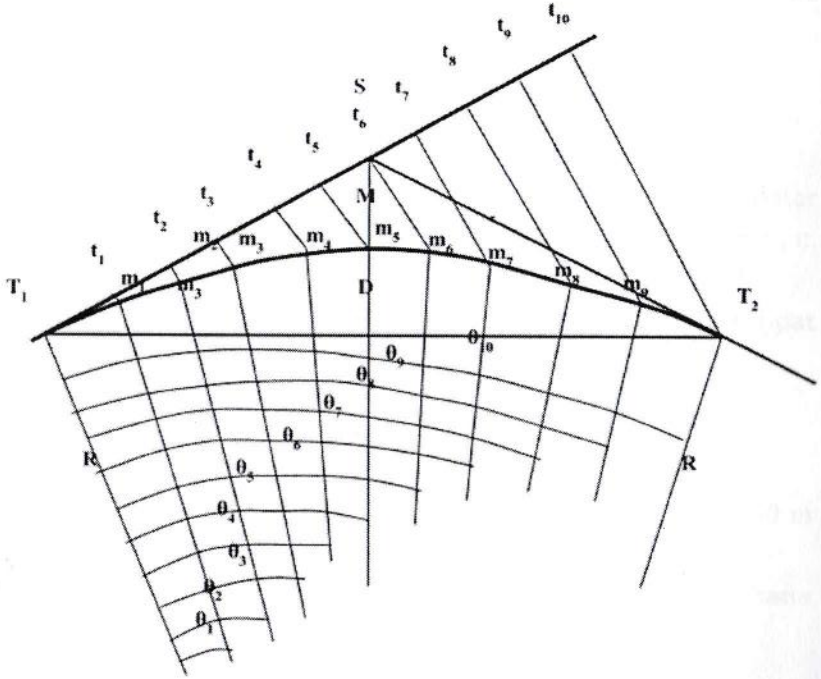
Titik-titik perantara dari garis singgung S_1 dan S_2 dapat ditentukan dengan rumus:

$S_1M_1 = S_2M_2 = \frac{R}{Cos\ \alpha / 4} - R$

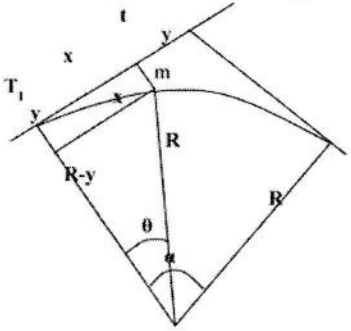
Maka titik M_1 dan M_2 merupakan titik singgung perantara dari lengkungan tersebut

Untuk titik-titik perantara lainnya dapat ditentukan dengan cara yang sama seperti diatas

b. Titik-titik perantara koordinat



Sebelum melakukan pengukuran ini, terlebih dahulu tetapkan titik-titik perantara dengan beberapa teori



$\text{Sin } \theta = x/R \rightarrow x = R \sin \theta$

$\text{Cos } \theta = \frac{R-y}{R}$ $\quad R \cos \theta = R - y$

$R \cos \theta - R = -y$

$y = R(1 - \cos \theta)$

Cara menentukan titik-titik perantara dengan koordinat harus diketahui arah dari salah satu garis tangent. Satu titik tangent (T_1 atau T_2) dari sudut pusat α. Sudut α dibagi dengan benar dalam sudut-sudut yang kecil dan sama besar (θ) lihat gambar selanjutnya dapat dihitung titik-titik perantara untuk masing-masing sudut.

c. Titik-titik perantara dengan cara seperempat bagian

Untuk pekerjaan-pekerjan yang tidak begitu penting, misalnya pembuatan jala-jalan kelas sedang atau yang barkualitas rendah, sehingga tdak diperlukan ketelitian yang tinggi, maka pembuatan garis lengkung dengan titik-titik perantaa yang menggunakan cara seperempat ini dapat digunakan atau dipakai.

Bila pada legkungan diketahui titik-titik T_1, M, dn T_2, sehingga MD dapat dihitung atau diukur. Kemudian dibuat $\mathbf{m_1d_1 = m_2d_2 = ¼MD}$, **dan** $\mathbf{m_3d_3 = ¼\ m_1d_1}$

E. Penutup

Dalam bab ini telah dibahas tentang berbagai jenis peralatan sederhana, pengukuran jarak dan sudut dengan berbagai teknik pengukuran, dengan pengukuran jarak dan sudut ini selanjutnya dapat melakukan pengukuran garis lurus dengan berbagai rintangan dilapangan. pengukuran dan penggambaran situasi dengan persegi panjang, pengukuran lengkung mendatar sederhana dengan berbagai teknik dan rumusan. Pembahasan ini adalah bagian yang sangat penting bagi mahasiswa teknik sipil khususnya surveyor mengingat

hal ini adalah bagian dasar dari pengukuran untuk selanjutnya dapat melangkah pada bab berikutnya.

Setelah selesai membaca keseluruhan bab ini, untuk meyakinkan bahwa anda telah memahami bab ini, anda harus bisa menjawab beberapa pertanyaan berikut ini:

Apa yang dimaksud dengan pengukuran sederhana

Sebut dan jelaskan jenis dan fungsi dari alat sederhana

Jelaskan ruang lingkup pengukuran dengan alat sederhana

Jelaskan teknik-teknik survey dan pengukuran jarak lurus dan datar tanpa rintangan dan dengan adanya rintangan: a. kolam, b. sungai, c. gedung, d. bukit

Gambarkan dan hitung luas bidang situasi dari data koordinat berikut ini:

a(-25,0) m, b(-15,25) m, c(0,15) m, d(12,25) m, e(25,0) m, f(15,-25) m, g(0,-25) m, h(-12,-25) m.

Diketahui arah tangensial dengan sudut defleksi $\beta = 120^\circ$; R = 40 m dan $\beta = 110^\circ$; R = 50 m

Ditanyakan: Hitung dan gambarkan lengkung mendatar sederhana dengan metode:

a. Titik singgung,
b. Koordinat
d. Seperempat MD

BAB IV

PENGUKURAN DENGAN ALAT SIPAT DATAR

A. Pendahuluan

Pada Bab 2 telah dipelajari mengenai dasar-dasar survey pemetaan dan pada bab 3 telah dipelajari pengukuran sederhana sebagai dasar dalam teknik pengambilan data lapangan. Mengingat pengambilan data bukan hanya saja dalam ruang lingkup yang kecil dimana hanya membutuhkan alat dan pengukuran sederhana namun tidak sedikit pengukuran tanah membutuhkan data lapangan yang cukup banyak, untuk itu pengambilan data tersebut tidak cukup dengan hanya menggunakan alat sederhana, khususnya dalam pengukuran jarak dan tinggi titik.

Pada bab ini membicarakan tentang pengenalan dan pengukuran dengan alat sipat datar (water pass) dalam hal ini terlebih dahulu memberikan penjelasan tentang komponen alat dan perlengkapan sipat datar, jenis-jenis alat sipat datar, aspek-aspek yang perlu diperhatikan sebelum melakukan pengukuran dilapangan, serta jenis-jenis pengukuran sipat datar yang banyak dilakukan.

Dalam pertemuan ini mahasiswa akan mempelajari berbagai jenis alat sipat datar, termasuk komponen-komponen dan alat perlengkapannya. Mempelajari mengenai aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam pengukuran sipat datar, jenis-jenis, serta kesalahan-kesalahan pengukuran sipat datar. Teknik pengukuran ini bermanfaat bagi, mahasiswa, disamping itu pula mahasiswa dapat mengetahui jenis-jenis pengukuran sipat datar yang sering dilakukan dilapangan.serta sebagai dasar untuk mengikuti perkuliahan berikutnya tentang pengukuran jarak dan elevasi (tinggi titik) dengan alat optis sipat datar (waterpass).

B. Alat Ukur Sipat Datar

Sipat datar yang terdapat pada cairan dapat dimanfaatkan sebagai alat penunjuk yang selanjutnya dikembangkan sebagai alat ukur beda tinggi antara dua buah titik. Sedangkan pengukuran beda tinggi sendiri terdiri atas beberapa teknik dan metoda, seperti cara barometris yang memanfaatkan perbedaan tekanan udara antara dua titik, ataupun cara trigonometric yang menerapkan prinsip geometri.

Dari ketiga jenis pengukuran beda tinggi tersebut ternyata, bahwa kesalahan pengukuran yang terkecil terdapat pada pengukuran sipa datar. Hal inilah yang mendorong pengembangan beberapa modifikasi alat sipat datar, sehingga muncul beberapa jenis pengukuran sipat datar.

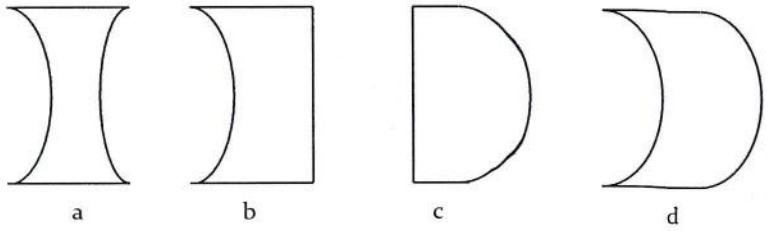
Untuk melakukan pengukuran sipat datar, selain alat sipat datar atau waterpass atau leveling beserta komponennya, juga diperlukan alat perlengkapan lainnya seperti tripod atau statip atau kaki tiga, rambu ukur atau baak ukur atau mistar ukur. Alat-alat ini umumnya dilengkapi dengan nivo yang berfungsi untuk mendapatkan sipatan mendatar bagi kedudukan alat-alat tersebut.

1. Komponen-komponen Alat Sipat Datar

a. Lensa

Lensa adalah benda yang terbuat dari gelas yang dibatasi oleh dua bidang lengkung dari bulatan (bola). Kedua bulatan ini tidak perlu mempunyai jari-jari yang sama. Garis lurus yang menghubungkan dua titik pusat kedua bidang bulatan itu dinamakan sumbu optis lensa. Titik pusat optis lensa terletak pada sumbu optis lensa.

Beberapa jenis dan bentuk lensa dapat dibedakan sebagai berikut,



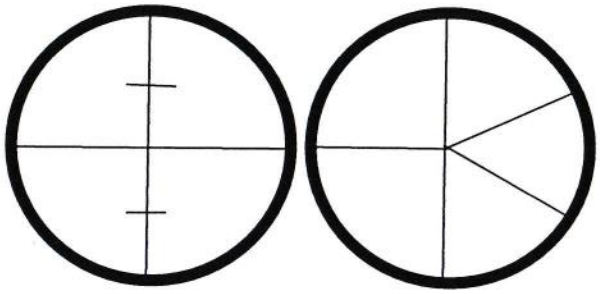
Gambar 4.1 Jenis lensa

- Jika lengkungannya menghadap kemuka, maka disebut sebagai lensa konkaf dengan kemungkinan konkaf ganda (gambar a)
- Jika hanya satu muka yang melengkung dan muka lainnya datar, maka disebut plano-konkaf (gambar b)
- Jika satu muka cekung dan muka lainnya datar disebut plano konveks (gambar c)
- Jika muka pertama konveks dan muka lainnya -konkaf, maka lensa tersebut dinamakan soncavo-conveks (gambar d)

Keempat jenis lensa ini dipasang didalam teropong alat ukur dengan masing-masing fungsi, seperti lensa konkaf ganda akan bertugas untuk menyebarkan sinar yang melalui teropong tersebut, dan dua buah plano konkaf yang saling bertolak belakang akan menghasilkan pembesaran bayangan. Perlu diperhatikan, apabila sinar masuk melalui sumbu lensa, maka berkas sinar tersebut bebas dari pengaruh refleksi (pemantulan) dan refraksi (penyerapan).

b. Benang silang dan eyepiece

Reticule adalah sekeping gelas datar dan bundar, dan merupakan tempat untuk memfokuskan bayangan yang timbul. Gelas ini diberi guratan yang dikenal dengan benang silang (*crosshair)* atau benang diafragma. Beberapa bentuk dari benang tersebut terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 Jenis benang silang (cross hair)

c. Teropong

Sebagaimana telah dijelaskan, dimana lensa dan kelompok lensa akan berfungsi sasuai dengan susunan yang dibentuk oleh pembuat alat. Demikian pula halnya pada alat survey yang memakai teropong, maka susunan lensanya juga diatur sedemikian rupa agar dapat memenuhi keinginan pembuat lensa tersebut.

d. Nivo

Pada waktu melakukan pengukuran dengan alat-alat ilmu ukur tanah, baik baik pengukuran mendatar maupun pengukuran tegak, sumbu satu harus tegak lurus, dan sumbu dua harus tegak lurus sumbu satu. Untuk mencapai keadaan dua sumbu tesebut, digunakan suatu alat yang dinamakan **nivo.** Menurut bentuk nivo terdiri atas **nivo kotak, nivo tabung, nivo cincin(lingkaran).**

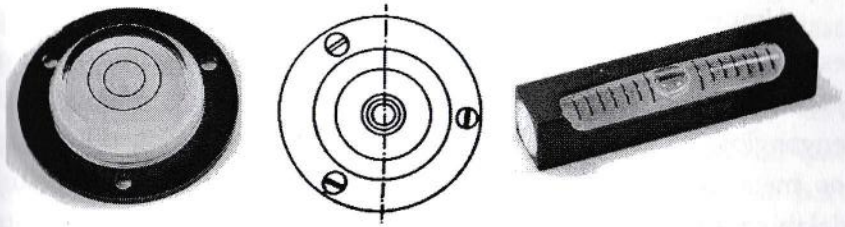
Nivo kotak, terdiri atas kotak dari gelas yang dimasukkan dalam logam sedemikian, hingga bagian atas tidak tertutup, kotas dari gelas itu diisi dengan eter atau alcohol dan diatas bagian dalam tutup kotak diberi bentuk bidang lengkung dari bulatan dengan jari-jari yang besar. Bagian kecil kotak itu tidak berisi zat cair, sehinga bagian ini terlihat dari atas sebagai gelembung. Tengah-tengah tutup dinyatakan dengan satu atau lebih lingkaran yang konsentris.

Nivo kotak akan teratur, bila bidang singgung di titik tengah bidang lengkung atas dalam nivo mendatar atau letak tegak lurus pada garis tegak (vertical).

Biasanya nivo kotak diletakkan diatas pelat yang berdiri di atas tiga sekrup yang dinamakan sekrup penyetel, nivo kotak letaknya diatas pelat dengan tiga sekrup pula dinamakan koreksi nivo.

Untuk mengatur nivo, letakkan lebih dahulu gelembung nivo ditengah-tengah dengan memutar sekrup penyetel. Nivo diputar pelan-pelan 180°. bila setelah pemutaran ini, gelembung nivo tidak lagi ditengah-tengah, kembalikan gelembung nivo setengahnya ketengah-tengah dengan memutar sekrup penyetel, dan setelah itu gelembung diketengahkan lagi dengan memutar sekrup koreksi nivo.

Dengan nivo kotak yang teratur dapatlah dengan mudah membuat sebuah bidang mendatar atau suatu sumbu (garis lurus) tegak lurus dengan hanya menempatkan gelembung ditengah-tengah dengan memutar ke tiga sekrup pemyetel. Untuk bentuk nivo lainnya (nivo tabung, nivo cincin) pada perinsipnya penyetelannya sama dengan penyetelan nivo kotak.



Gambar 4.3. Jenis bentuk nivo

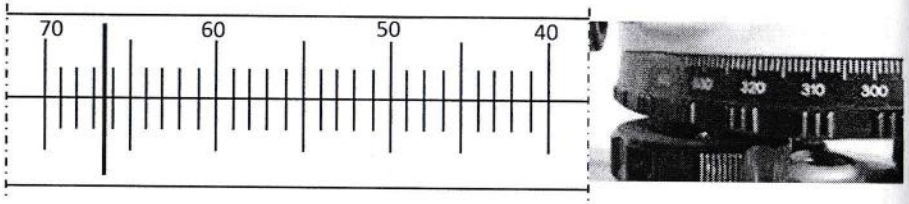
e. Alat pembaca pada skala lingkaran

Pada pengukuran ilmu ukur tanah diperlukan cara untuk menentukan keadaan garis bidik teropong. Keadaan garis bidik teropong selalu diambil terhadap suatu lingkaran yang diberi skala dengan membagi lingkaran dalam 360° atau 400^g dan bagian-

bagiannya. Keadaan garis bidik teropong terhadap skala lingkaran dinyatakan dengan tempat suatu alat pembaca pada skala lingkaran, sedang alat pembaca turut berputar dengan garis bidik.

Alat pembaca dapat mempunyai bentuk sebagai berikut:

1) Garis lurus
2) Garis lurus yang dilengkapi dengan skala
3) Nonius
4) Garis lurus yang digeserkan dengan menggunakan micrometer.



Gambar 4.4 Bentuk pembacaan skala lingkaran

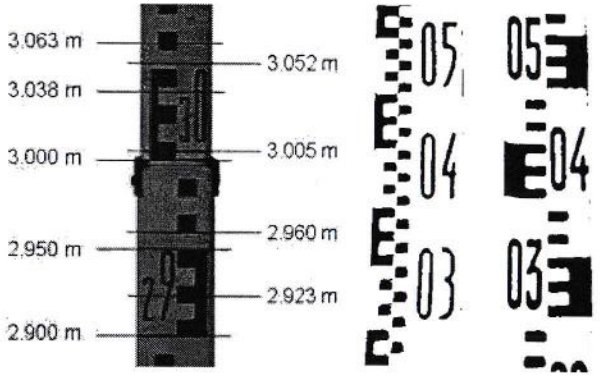
2. Perlengkapan Alat Sipat Datar

a. Rambu Ukur

Umumnya alat ukur ini terbentuk sebuah mistar ukur yang besar, terbuat dari kayu, aluminium yang panjangnya 3 meter sampai dengan 5 meter. Karena panjangnya ini untuk memudahkan pengangkutan, maka mistar-mistar dapat dipendekkan, dilipat dari 1.00 meter, 1,5 meter, atau 2.00 meter. Satuan panjang terkecilnya adalah centimeter (cm), tiap-tiap cm adalah blok merah, hitam atau putih. Tiap-tiap meter diberi warna yang berlainan, merah-putih, hitam-putih untuk memudahkan pembacaan meter. Untuk pengukuran sipat datar teliti juga dipakai rambu ukur yang satuan skalanya 0,5 centimeter.

Beberapa contoh skala mistar seperti pada gambar, tiap-tiap blok diberi dua bagian a'5 cm yang berbentuk E, satu dengan latar merah atau latar hitam, sesuai dengan warna meternya, dan lainnya

dengan latar putih. Pada mistar kelihatan bentuk E yang berwarna putih, merah atau hitam dan kombinasi sebagai E merah- E putih, dan E hitam – E putih .

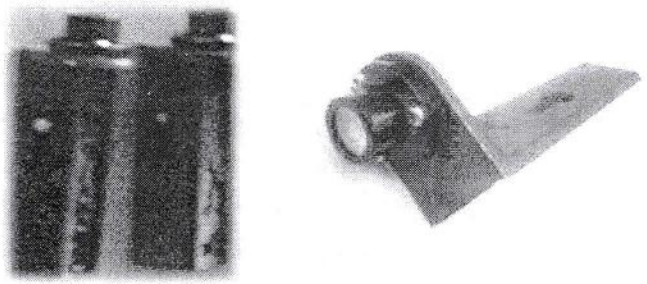


Gambar 4.5. Bentuk pembacaan rambu ukur

Alat penegak rambu ukur (nivo rambu ukur)

Alat ini digunakan untuk mengatur rambu ukur sipat datar ataupun tiang pengukur dalam posisi tegak. Alat tersebut terdiri atas beberapa bagian antara lain: Nivo kotak, nivo cincing yang dilekatkan pada sebuah potongan besi atau aluminium atau plastic yang tegak lurus.

Besi atau aluminium ataupun plastic dimana nivo kotak/cincing dilekatkan secara tegak lurus harus ditekan pada rambu ukur ataupun tiang pengukur.rambu ukur tersebut harus digerakkan sedemikian sehingga gelembung nivo tersebut berada ditengah. Bila gelembung nivo tersebut dalam keadaan demikian artinya rambu ukur berada dalam posisi tegak

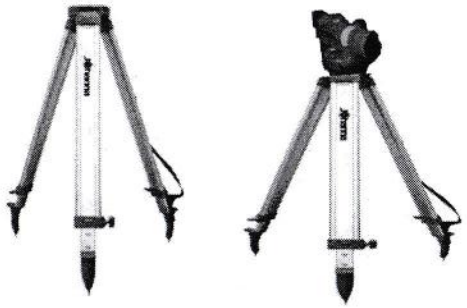


Gambar 4.6. nivo rambu ukur

b. Tripod/Kaki tiga/Statif

Pada waktu penggunaan alat-alat ukur tanah selalu ditempatkan di atas tropod/statif atau kaki tiga. Statif terdiri atas kaki, dibuat dari kayu atau aluminium yang dibagian atasnya ditahan oleh kepala statif. Tiap-tiap kaki dapat dipanjang pendekkan sedemikian rupa dan bagian bawah meruncing yang diperkuat dengan lapisan logam. Ketiga kaki diatas dipasang pada kepala statif dengan perantaraan baut dengan mur dan dilengkapi dengan engsel untuk menggerakkan kaki dengan arah yang tegak lurus pada kepala statif.

Alat ukur berdiri diatas pelat dikunci dengan perantaraan skerup pengunci berulir pada kepala statif



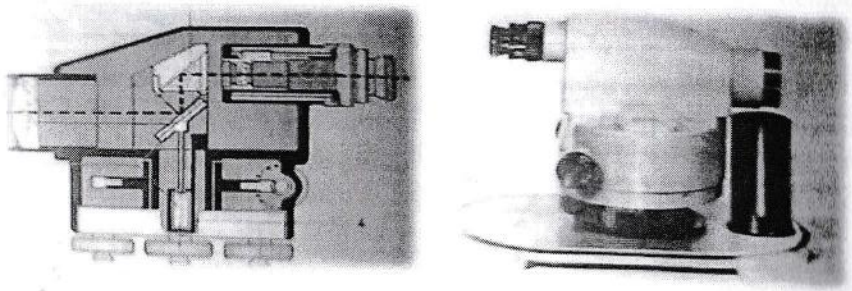
Gambar 4.7. Tripod/Kaki tiga

3. Jenis-jenis Alat Ukur Sipat Datar

Sampai saat ini dikenal tiga jenis alat ukur sipat datar yang umum dipakai pada pengukurannya, yaitu dumpy level, tilting level, dan automatic level. Ketiga jenis alat ini mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

a. Dumpy level

Alat ukur ini mempunyai lima bagian utama, yaitu **landasan alat ukur, skrup penyetel, tribrach, teropong dengan lensa dan nivo** pengatur mendatarnya alat tersebut. Kelima bagian ini perlu pengaturan sebelum dilakukannya pengukuran dilapangan.



Gambar 4.8. Dumpy level

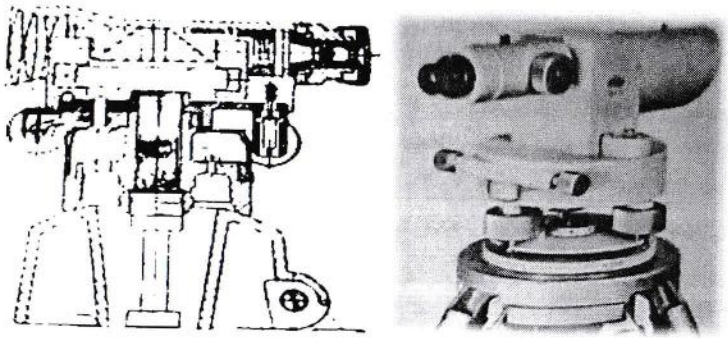
1) Landasan alat. Landasan alat ini terletak diatas tripod (statip) dan merupakan landasan yang datar tempat alat ukur tersebut diletakkan dan diatur sebelum melakukan pengukuran.
2) Sekrup penyetel. Pada umumnya semua alat ukur mempunyai tiga sekrup penyetel, yang berfungsi untuk mendatarkan alat ukur diatas landasan alat tesebut.
   Perlu diperhatikan, bahwa yang harus didatarkan bukan hanya garis jurusan nivo, dalam kaitannya untuk mendtarkan garis bidik tersebut, namun yang perlu didatarkan adalah sebuah bidang nivo yaitu bidang yang

tegak lurus terhadap garis gaya gravitasi, sehingga apabila teropong diarahkan kesemua jurusan, maka garis bidik juga selalu mendatar.

3) Tribrach. Platform ataupun penghubung statip dan alat sipat datar ini dinamakan tribrach, dan bagian ini termasuk ketiga sekrup penyetel diatas.
4) Teropong. Sebagaimana yang telah dibicarakn diatas, maka teropong pada alat ukur sipat datar ini juga dilengkapai sengan sekumpulan peralatan optis dan peralatan untuk dapat memperbesar bayangan, reticule dengan benang diafragma, serta peralatan penyetel lainnya. Teropong ini duduk diatas tribrach dan kedudukan mendatarnya diatur oleh ketiga sekrup penyetel yang terdapat pada tribrach diatas.
5) Nivo. Pada alat ukur sipat datar ini umumnya terdapat dua buah nivo, dari jenis kotak yang terletak paa tribrach dan jenis tabung yang terletak diatas teropong.
   Nivo kotak tersebut digunakan untuk mendatarkan bidang nivo dari alat tersebut, yaitu agar tegak lurus pada garis gravitasi dan nivo tabung digunakan untuk mendatarkan teropong pada jurusan bidikan.

b. Tilting level

Alat ukur sipat datar ini mempunyai bagian utama sebanyak tiga bagian, yaitu **dudukan alat, teropong, dan nivo utama.**

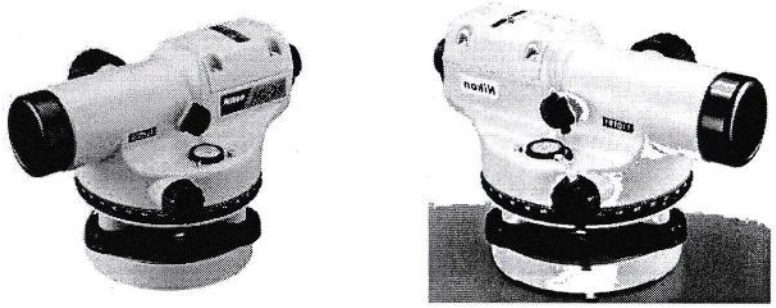


Gambar 4.9. Tilting level

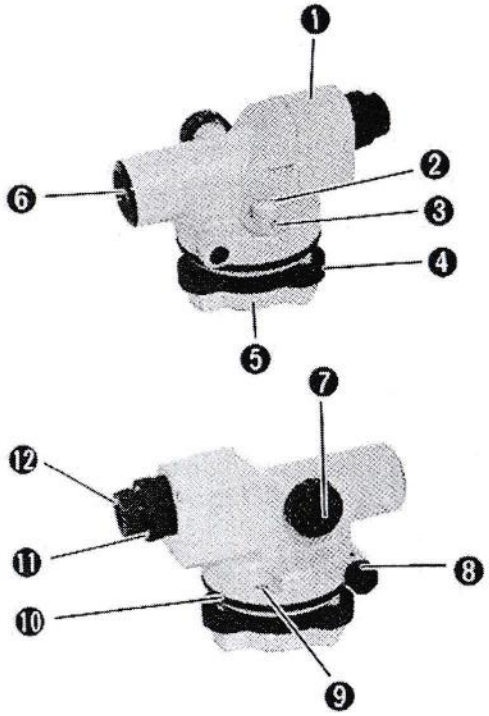
1) Dudukan alat. Bagian ini sesungguhnya adalah sama dengan kesatuan dari tiga bagian utama yang terdapat pada Dumpy level, yaitu landasan statip, sekrup penyetel, dan tribrach. Pada bagian ini alat tersebut dapat berputar terhadap sumbu vertical alat. Yaitu dengan tersedianya bola dan soket diantara landasan statip dan tribrach tersebut.
2) Teropong. Teropong yang terdapat pada alat ukur ini sama dengan pada alat ukur Dumpy level ataupun teropong pada umumnya.
3) Nivo. Demikian pula nivo yang terletak diatas teropong tersebut mempunyai fungsi yang sama dengan yang terdapat pada alat-alat lainnya.

c. Automatic level

Jenis alat ukur ini termasuk baru, dalam jajaran alat ukur survey dan pemetaan. Yang diotomatiskan dalam alat ini adalah system pengaturan alat melalui nivo yang terletak diatas teropong. Maksudnya dengan mendatarkan bidang nivo melalui ketiga sekrup penyetel, maka sekaligus sebuah bandul (pendulum) menggantikan fungsi nivo dalam mendatarkan garis jurusan nivo ke target yang dikehendaki, dan untuk sembarang arah.



Gambar 4.10 Automatic level



Gambar 4.11 Bagian-bagian Alat Sipat Datar

Keterangan:

1. Alat bidik kasar (vizier)
2. Nivo
3. Penggerak halus
4. Skrub penyetel
5. Plat dasar
6. Lensa Objektif
7. Penyetel Fokus
8. Skrub pengunci
9. Pembacaan sudut horizon
10. Lingkaran sudut
11. Mempertajam benda
12. Lensa pembidikan

4. Pengukuran Sipat Datar

Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran sipat datar, yaitu

a. Route pengukuran,

Pada setiap pengukuran selalu diusahakan agar hasil pengukuran tersebut dapat mencapai yang diharapkan dan tanpa melakukan pengulangan pengukuran. Untuk maksud tersebut selalu dilakukan **pengukuran pulang pergi,** sehingga dapat dibandingkan kedua hasil akhir pengukuran tesebut, yaitu harus sama besar dan berlawanan tanda. Namun sering dilakukan route perjalanan kedua pengukuran tersebut tidak pada satu jalur, khususnya untuk daerah yang profilnya berbeda dengan akstrim, maka dengan sendirinya medan potensial grafitasi juga akan sangat berbeda, dan hal ini akan sangat berpengaruh pada hasil pengukuran tersebut. Jadi harus selalu diusahakan pengukuran pulang dan pergi berada pada satu jalur saja.

b. Buku ukur

Penyediaan buku ukur (tabel pengukuran) yang mudah dievaluasi sangat berpengaruh pada keberhasilan pengukuran itu sendiri. Disamping itu setiap selesai pengukuan per seksi, maka hasil pengukuran tersebut haruslah segera dievaluasi, agar kesalahan yang terjadi pada seksi yang bersangkutan dapat segera diketahui, untuk selanjutnya dilakukan perbaikan pada kesempatan pengukuran berikutnya.

c. Kalibrasi alat

Setiap alat ukur akan mengalami penurunan ketelitian sejalan dengan usia dan jumlah pemakaian alat tersbut. Sehingga patutlah setiap alat ukur diperiksa dengan teliti sebelum dilaksanakan pengukuran tersebut.

Berdasarkan aspek-aspek tersebut diatas selanjutnya dapat dilakukan pengukuran dengan memperhatikan berikut,

d. Persiapan pengukuran

Sebagaimana telah disinggung diatas maka persiapan pengukuran ini termasuk pekerjaan kalibrasi alat dan pemasangan pilar ukur yang diperlukan.

1) Kalibrasi alat ukur sipat datar

Dari ketiga alat ukur sipat datar yang telah diuraikan pada bagian terdahulu, dapat disarikan beberapa bagian yang perlu mendapat perhatian yang serius, agar tidak terjadi kesalahan ukur yang tidak diinginkan dari alat tersebut. Beberapa diataranya adalah sebagai berikut,

a) Kesalahan benang diafragma

Setelah alat ukur diatur dengan baik, artinya sumbu pertama sudah tegak dengan sempurna, demikian pula rambu ukur sudah didirikan dengan baik, maka dari eyepiece terlihat bahwa benang silang tidak mendatar, yaitu berimpitnya benang mendatar dengan kotak petunjuk pada rambu ukur tersebut.

b) Kesalahan garis bidik

Umumnya garis bidik tidak selalu sejajar dengan garis jurusan nivo, disebabkan pemakaian yang bertahun-tahun dan benturan yang terjadi selama penggunaan alat tersebut.

c) Kesalahan garis nivo

Kesalahan ini terjadi karena garis jurusan nivo tidak sejajar engan sumbu mekanis teropong, atau dengan perkataan lain tidak sejajar dengan sumbu lensa yang tedapat pada teropong tersebut, sehingga terjadi kesalahan pembacaan rambu.

2) Pemasangan pilar

Beberapa masalah yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pilar tesebut adalah kesalahan pemilihan lokasi, dan pengatuarna jarak yang baik.

a) Kesalahan pemilihan lokasi

Selain dilakukannya pengukuran pulang-pergi, juga untuk pengukuran yang besar sering dilakukan kring sipat datar agar satu kelompok pengukuran tersebut tidak terlalu besar, karena akan berpengaruh dengan penumpukan kesalahan, ini berarti pula, bahwa pemilihan tempat pilar, khususnya pilar yang dipakai untuk beberapa arah haruslah diusahakan memiliki sebaran dan tingkat kestabilan yang tinggi.

b) Kesalahan pengaturan jarak pilar

Pilar-pilar pada suatu daerah pengukuran umumnya diatur jaraknya agar selalu sama panjang, hal ini berkaitan dengan perhitungan yang dilakukan apabila diikut sertakan hitungan statistic yang mengharapkan ketelitian (salah menengah) yang memadai.

Dengan jarak yang hampir sama, maka bobot dari seksi pengukuran tersebut juga dianggap sama besar, sehingga perhitungan ketelitiannya dapat dilakukan dengan mudah disamping kesalahan pada suatu seksi dinilai seimbang dengan seksi lainnya.

e. Jenis-jenis pengukuran sipat datar

Terdapat empat jenis pengukuran sipat datar yang umum dilakukan dengan masing-masing tujuan yang berbeda. Keempat jenis pengukuran tersebut akan diuraikan secara panjang lebar pada bagian dibawah ini.

1) Sipat datar memanjang

Tujuan pengukuran ini umumnya untuk mengetahui ketinggian dari titik-titik yang dilewatinya dan biasanya diperlukan sebagai kerangka vertical bagi sebuah daerah pemetaan. Hasil akhir dari pengukuran ini adalah data ketinggian dari pilar-pilar sepanjang jalur pengukuran yang bersangkutan. Yaitu semua titik-titik yang ditempati oleh rambu ukur tersebut.

2) Sipat datar profil

Tujuan dari pengukuran ini umumnya untuk mengetahui profil dari suatu trace baik jalan ataupun saluran, sehingga selanjutnya dapat diperhitungkan banyaknya galian dan timbunan yang perlu dilakukan pada pekerjaan konstruksi. Pelaksanaan pada pengukuran ini umumnya dilakukan dalam 2 bagian yang disebut sebagai sipat datar profil memanjang dan sipat datar profil melintang. Hasil akhir dari pengukuran ini adalah gambaran (profil) dari kedua jenis pengukuran tersebut dalam arah potongan tegaknya (vertical).

3) Sipat datar luas.

Pada jenis pengukuran sipat atar luas ini yang paling diperlukan adalah penggambarn profil dari suatu daerah pemetaan yang dilakukan dengan mengambil ketinggian dari titik-titik detail di daerah tersebut dan dinyatakan sebagai wakil dari ketinggiannya. Sehingga dengan

melakukan interpolasi diantara ketinggian yang ada, maka dapat ditarik garis konturnya diatas peta daerah pengukuran tersebut.

4) Sipat datar resiprokal

Kelainan pada sipat datar ini adalah pemanfaatan konstruksi serta tugas nivo yang dilengkapi dengan skala pembaca bagi pengungkitan yang dilakukan terhadap nivo tersebut. Sehingga dapat dilakukan beda tinggi antara dua titik yang tidak dapat dilewati pengukur. Seperti halnya sipat datar memanjang, maka hasil akhir dari pengukuran ini adalah data ketinggian dari kedua titik tersebut.

f. Kesalahan-kesalahan pengukuran sipat datar

Semua pengukuran termasuk pengukuran jarak garis lurus, pasti mengandung kesalahan. Beberapa kesalahan tersebut adalah keslahan ukur (*gross erros, blunder)*, kesalahan sistematis, dan keslahan manusia serta lingkungan. Untuk itu sumber-sumber dan pengaruh-pengaruh dari kesalahan harus dikenal dan kemudian dihilangkan atau diperkecil.

Kesalahan-kesalahan dalam pengukuran sipat datar dapat dikelompokkan dalam beberapa kelompok besar;

1) **Kesalahan besar**

Kesalahan-kesalahan yang muncul akibat kesalahan pengamat. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh kelalaian, kurangnya pengalaman atau kelelahan.

a) Kesalahan membaca rambu

Kesalahan ini mungkin merupakan kesalahan yang paling umum terdapat dalam semua pengukuran sipat datar. Contoh-contoh kesalahan bacaan rambu adalah: salah penempatan titik decimal, kesalahan membaca harga meter, membaca rambu dengan cara yang salah.

b) Menggunakan benang silang yang salah
Pengamat seharusnya membaca rambu ukur berdasar atas garis sumbu dan bukan membaca berdasar kepada salah satu garis arah pengamatan. Kesalahan ini biasa terjadi akibat lemahnya penglihatan.

c) Salah mencatat
Bacaan dicatat dengan angka tertukar, misalnya 3.020 dicatat 3.002.

d) Tidak tercatat atau salah memasukkan
Bacaan rambu dapat dengan mdah tertulis dalam kolom yang salah atau bahkan hilang atau tidak tertulis sama sekali

e) Nivo tidak ditengah
Rambu dibaca tanpa mengetengahkan gelembung nivo.

Semua kesalahan-kesalahan tersebut dapat sangat kecil atau sangat besar dan setiap saat harus dilakukan koreksi untuk menghilangkan kesalahan tersebut.

Satu-satunya jalan untuk menghilangkan kesalahan besar adalah melakukan pengukuran ganda, yakni bahwa mengukur dari A ke B kemudian kembali dari B ke A. secara teoritis pengukuran sipat datar harus tepat tanpa adanya kesalahan, tetapi hal itu sangat jarang terjadi. Tetapi kesalahan tersebut harus didalam batasan yang dapat diterima, biasanya tidak lebih dari 1 mm per jarak 50 m, untuk sipat datar yang kurang dari 1 km.

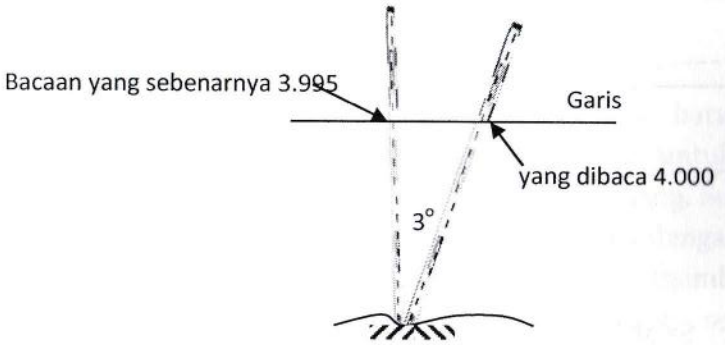
2) Kesalahan tetap

Kesalahan-kesalahan ini dikarenakan kelemahan/kekurangan alat dan akan selalu terjadi dalam tanda yang sama.

a) Tidak tegaknya rambu ukur

Kesalahan ini merupakan sumber kesalahan yang perlu mendapat perhatian. Seharusnya rambu ukur dipasang tegak, kenyataannya mungkin rambu miring arah kedepan atau arah kebelakang dari pengamat. Pada gambar 4.11. rambu ukur membentuk sudut sebesar 3° dengan arah tegak. Jika bacaan 4000 m diamati, akan terdapat kesalahan sebesar 5 mm. bacaan yang benar adalah: $4 \times \cos 3^{\circ} = 3.995$ m.

Kesalahaan tersebut dapat dihilangkan dengan menempatkan sebuah nivo pada rambu ukur. Pemegang rambu harus menjamin bahwa gelembung nivo tetap ditengah pada saat rambu ukur dibaca. Metode kedua dalam menghilang-kan kesalahan ini adalah pemegang rambu merubah rambu secara perlahan dalam arah kemuka dan kebelakang mele-wati posisi tegak selama pengamatan. Pengamat kemudian membaca bacaan terkecil.

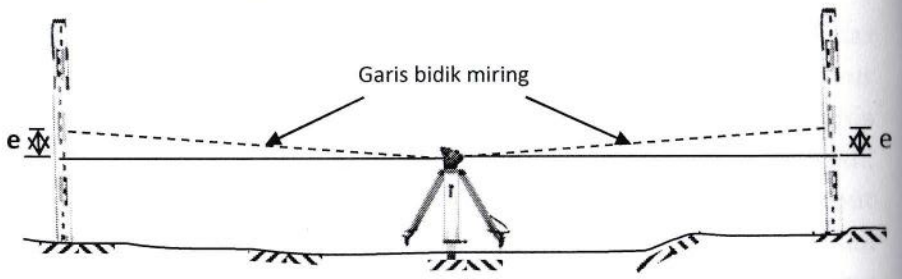


Gambar 4.12 Akibat rambu miring

b) Salah kolimasi dari alat

Pada pengaturan alat sipat datar yang baik, garis bidik harus betul-betul mendatar bila gelembung nivo berada di tengah. jika keadaan tersebut tidak dapat dipenuhi sebelumnya maka akan terdapat kesalahan dalam pembacaaan rambu ukur. Pada gambar 4.12 garis bidik miring dan kesalahan sisa adalah sebesar "e" dan akan bertambah sebanding dengan jarak pengamatan. Kesalahan tesebut dapat dihilangkan secara lengkap dengan pengamatan rambu muka dan rambu belakang pada jarak yang sama. Kesalahan "e" akan sama untuk setiap kali pengamatan dan beda tinggi yang benar akan merupakan beda tinggi dari bacaan.

Boleh dikatakan kesalahan kolimasi pada alat adalah biasa terdapat dalam penetapan bangunan. Sejak kesalahan pada hasil dapat sepenuhnya dihilangkan dengan pengam-bilan jarak muka sama dengan jarak belakang maka peraktek seperti itu selalu bisa diterima.



Gambar 4.13 Salah kolimasi

c) Salah pembagian bacaan pada rambu ukur

Kesalahan ini lebih umum terdapat dari pada yang sering dibayangkan, khususnya pada tahapan pemindahan bila rambu ukur dalam satuan inchi akan diubah kedalam system metric

dengan menempelkan pembagian system metric terhadap system bacaan aslinya dalam system lama.

Perhatian harus diberikan untuk menjamin bahwa titik nol yang ditempelkan betul-betul berimpit dengan dasar dari rambu ukur dan bahwa macam-macam pembagian rambu benar-benar baik.

3) Kesalahan acak

Kesalahan-kesalahan ini disebabkan oleh keadaan fisik dan iklim. Kesalahan yang diperoleh umumnya sangat kecil dan dapat diabaikan.

a) Pengaruh angin dan suhu

Stabilitas dari alat mungkin terganggu sehingga menyebabkan tinggi garis kolimasi sedikit berubah.

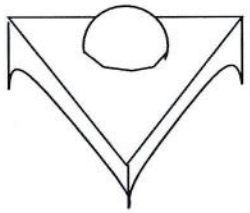
b) Tanah yang lembek dan keras

Bila alat dipasang pada tanah yang lembek, hal tersebut akan menyebabkan alat turun perlahan pada saat pengamat bergerak disekitarnya. Bila dipasang pada tanah yang tertutup tumbuh-tumbuhan alat akan berubah naik dari muka tanah, dalam hal ini juga merubah kolimasi secara perlahan.

c) Perpindahan titik

Pada setiap perpindahan titik, rambu ukur harus dijaga betul-betul pada ketinggian yang sama untuk kedua pengamatan rambu muka dan rambu belakang. Suatu titik yang kuat/stabil harus dipilih dan ditandai dengan kapur. Jika tanahnya lembek, suatu pengukuran (gambar 4.14) harus digunakan. Pelat tersebut sangat sederhana berbentuk segitiga yang terbuat dari metal dengan bagian melengkung pada setiap titik segitiga yang berfungsi sebagai paku yang diruncingkan agar dapat menancap dengan baik. Suatu bentuk permukaan lengkung setengah

bola ditempatkan ditengah lempengan tadi yang berfungsi untuk tempat rambu diletakkan pada setiap kali pengamatan.



Gambar 4.14 landasan rambu

d) Ketidak telitian pengamat

Kesalahan yang terjadi dalam penafsiran bacaan millimeter, terutama bila penglihatan kurang baik atau pengamatan terlalu jauh.

Semua kesalahan dalam kelompok ini merupakan kesalahan kecil dan mudah diatasi serta tidak begitu penting untuk keperluan survey bangunan.

4) Mengoreksi kesalahan alat

Pada pembahasan tentang kesalahan-kesalahan, dijelaskan bahwa garis bidik dapat tidak sejajar dengan garis arah nivo. Pengukuran beda tinggi akan benar bila jarak antara alat ke rambu muka sama dengan jarak ke rambu belakang.

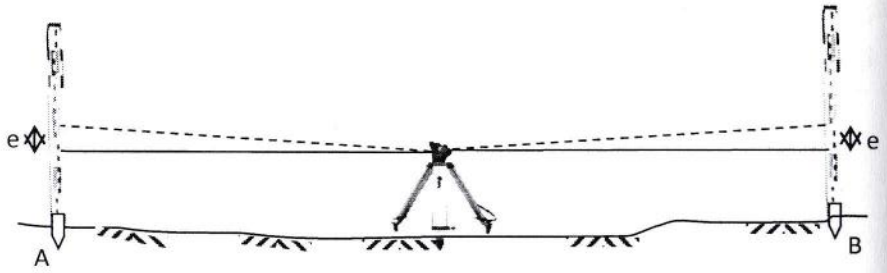
Namun keadaan ini tidak dapat selalu dipenuhi oleh karena keadaan lapangan yang tidak memungkinkan. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah terlebih dahulu mengoreksi alat ukur tersebut sehingga alat yang dipakai benar-benar dalam keadaan baik.

Cara pembetulan alat akan berbeda satu sama lainnya tergantung dari jenis dan konstruksi alat yang bersangkutan. Misalnya Alat Sipat Datar Otomatis

Pada alat ini sumbu tegak hanya diperlukan kira-kira sumbu I dalam keadaan mendekati vertikal. Sekali lagi keadaan seperti itu cukup dipenuhi dengan menggunakan nivo yang kecil. Garis bidik harus mendatar bila nivo yang kecil pada posisi ditengah. Pengujian dengan dua patok dilakukan:

- Pilih dua titik A dan B yang terpisah sejarak 60 m dan pasanglah kedua patok kuat-kuat pada tanah,
- Pasang alat betul-betul ditengah antara kedua patok tersebut kemudian ukurlah beda tingginya dengan hati-hati.
- Amati rambu ukur pada A dan catat bacaannya.
- Pindahkan rambu ukur ke B. bacalah rambu dan ratakan tinggi patok B sehingga bacaannya sama seperti yang diperoleh pada A.
- Kedua patok A dan B akan berada pada ketinggian yang sama tanpa dipengaruhi apakah garis bidik mendatar atau tidak. Pada gambar terlihat garis bidik miring arah keatas sebesar sudut α dan menyebabkan bacaan pada rambu di A memiliki kesalahan sebesar "e". karena patok B berada pada jarak yang sama dari alat seperti patok A maka pada A pun akan terbaca dengan memiliki kesalahan sebesar "e".
- Pasang rambu ukur pada B dan bacalah rambu ukur terhadap posisi lempeng pengamat dari alat.
- Pasang rambu ukur pada A dan baca, bacaan harus sama, maka hal tersebut menunjukkan adanya kesalahan kolimasi yang disebabkan oleh bergesernya diafragma dalam arah tegak.

Bila garis bidik diketahui salah, maka diafragma biasanya dapat diatur. Jika hal tersebut tidak memungkinkan maka unit kompensator dapat diatur, tetapi hal itu sebenarnya bukan merupakan tugas seorang surveyor, dan alat tersebut harus dikembalikan kepembuatnya.



Gambar 4.15 Kesalahan Garis Bidik

C. Penutup

Dalam bab ini telah dibahas tentang pengukuran dengan alat sipat datar dalam hal ini membahas mengenai jenis alat sipat datar, komponen-komponen dan perlengkapan alat sipat datar, aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pengukuran, dan jenis-jenis pengukuran dengan alat sipat datar, serta jenis kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran sipat datar. Pembahasan ini adalah bagian yang sangat penting bagi mahasiswa teknik sipil khususnya surveyor mengingat hal ini adalah bagian dasar dari pengukuran untuk selanjutnya dapat melangkah pada bab berikutnya yaitu pengukuran tinggi titik dan jarak optis berdasarkan jenis-jenis pengukuran dengan sipat datar tersebut diatas.

Setelah selesai membaca keseluruhan bab ini, untuk meyakinkan bahwa anda telah memahami bab ini, anda harus bisa menjawab beberapa pertanyaan berikut:

1. Apa yang dimaksud dengan pengukuran sipat datar
2. Sebut dan jelaskan jenis–jenis alat sipat datar
3. Jelaskan komponen-komponen alat sipat datar dan perlengkapannya serta fungsinya masing-masing
4. Aspek-aspek apa saja yang yang harus diperhatikan dalam pengukuran sipat datar dilapangan
5. Sebut dan jelaskan jenis-jenis pengukuran dengan sipat datar
6. Sebut dan jelaskan jenis-jenis kesalahan dalam pengukuran sipat datar.

BAB V

PENGUKURAN JARAK DAN ELEVASI

A. Pendahuluan

Pada Bab 4 telah dipelajari mengenai alat dan jenis pengukuran sipat datar sebagai dasar dalam teknik pengukuran dan pengambilan data lapangan. Mengingat pengambilan data lapangan masih berupa data mentah yang belum merupakan tujuan yang akan dicapai dalam penggunaan sipat datar yaitu menentukan elevasi/tinggi titik dan jarak optis. Untuk itu masih dibutuhkan pengolahan terhadap data tersebut.

Pada bab ini membicarakan tentang pengambilan data dari alat sipat datar dan pengolahan data. Prngolahan data dengan sipat datar anatara lain, pengukuran tinggi titik/elevasi dan jarak optis dari berbagai jenis pengukuran sipat datar, untuk itu pada bab ini juga khusus menjelaskan metode yang digunakan untuk melakukan analisis dalam menentukan tinggi titik/elevasi dan jarak optis dengan menggunakan rumus sesuai dengan metode pengambilan data tersebut.

Setelah menyelesaikan bab ini, mahasiswa diharapkan akan dapat menjelaskan dan melakukan pengukuran dengan berbagai jenis pengukuran sipat datar, hasil pengukuan selanjutnya diolah dan dianalisis untuk menentukan elevasi/tinggi titik dan jarak optis, serta dapat mengoreksi kebenaran hasil analisis tersebut.

Hasil olahan dan analisis data tersebut selanjutnya dilakukan penggambaran untuk melihat bentuk profil/ relief permukaan tanah berdasarkan elevasi dan jarak. Hasil penggambaran tersebut selanjutnya dapat dihitung besarnya volume galian dan timbunan pada setiap pekerjaan pengukuran, dalam hal ini banyak membicarakan

pengukuran tambang nikel. Penggambaran ini akan dibahas secara detail pada bab 6 berikutnya.

B. Materi Pengukuran Sipat Datar

1. Pengukuran Elevasi dan Jarak Optis

a. Pengukuran Tingi Titik/Elevasi

Pengukuran tinggi titik/elevasi dapat ditentukan dengan menggunakan analisis perhitungan dengan dua metode sebagai berikut:

1) Metode Beda Tinggi (Δh)

Maksud pengukuran dengan metode beda tinggi adalah menghitung elevasi/tinggi titik dengan menentukan beda tinggi antara dua titik. Bila beda tinggi Δh diketahui antara dua titik A dan B, sedang tinggi titik A diketahui sama dengan Ha dan titik B letaknya lebih tinggi dari pada titik A, maka tinggi titik B (Hb) adalah,

$$\mathbf{Hb = Ha + \Delta h}$$

Defenisi dari beda tinggi antara dua titik yaitu, titik A dan titik B adalah jarak antara dua bidang nivo yang melalui titik A dan B. umumnya bidang nivo adalah bidang yang lengkung, tetapi bila jarak antara titik-titik A dan B kecil, maka kedua bidang nivo yang melalui titk-titik A dan B dapat dianggap sebagai bidang yang mendatar.

Beda tinggi antara dua titik dapat ditentukan dengan tiga cara:

1. Dengan cara barometris,
2. Dengan cara trigonometric,
3. Dengan cara pengukuran menyipat datar

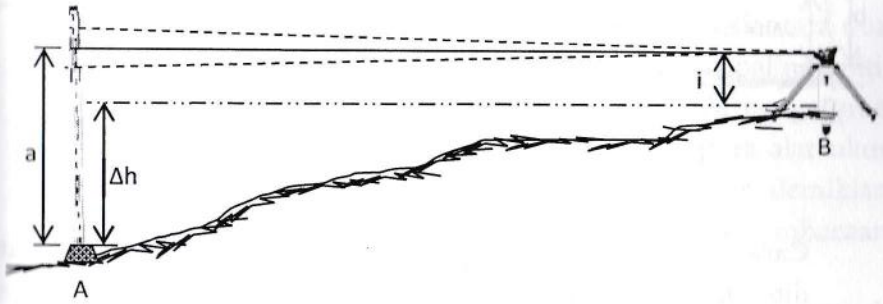
Ketiga cara ini disusun sedemikian, hingga ketelitian dari atas kebawah akan menjadi besar. Cara yang memberi

ketelitian yang terbesar adalah cara ke tiga dengan pengukuran menyipat datar, sedang cara 1 adalah cara yang terkasar untuk menentukan beda tinggi antara dua titik.

Penentuan beda tinggi antara dua titik dapat dilakukan dengan tiga cara penempatan alat ukur penyipat datar, tergantung pada keadaan lapangan berikut.

Cara pertama, yaitu dengan menempatkan alat ukur penyipat datar diatas salah satu titik, misalnya pada gambar 5.1 dibawah ini, alat ditempatkan diatas titik/patok B, diukur tinggi alat (i) disebut juga sebasgai garis bidik (titik tengah teropong alat) yaitu diukur dengan mistar/rol meter dari permukaan tanah/patok. Garis bidik ini diarahkan ke mistar ukur/rambu ukur yang diletakkan diatas titik lainnya yaitu titik A, selanjutnya pembacaan pada rambu ukur diambil benang tengah yang dimisalkan a, maka angka a ini menyatakan jarak angka a dengan dasar/alas mistar ukur/rambu ukur, maka untuk mengitung beda tinggi (Δh) antara titik A dan titik B menggunakan rumus berikut:

$$\mathbf{\Delta h_{ab} = a - i}$$

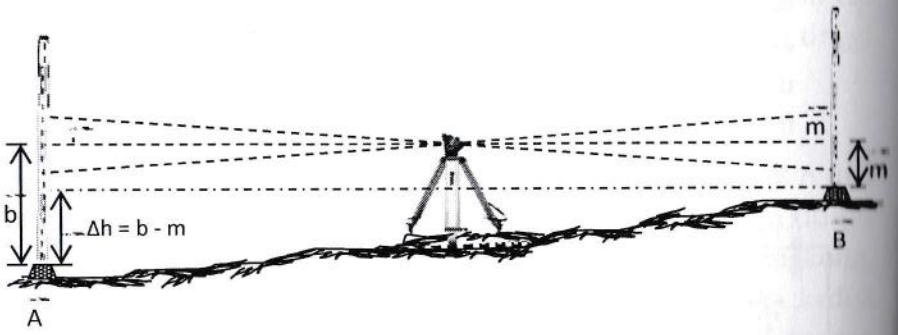


Gambar 5.1 Alat berada diatas titik (B)

Cara kedua yaitu, alat sipat datar ditempatkan diantara titik A dan titik B, sedang dititik A dan titik B ditempatkan dua rambu

ukur/mistar ukur (gambar 5.2). Jarak dari alat ukur penyipat datar ke kedua mistar dibuat sama, dimana alat sipat datar tersebut terletak pada garis lurus yang menghubungkan dua titik A dan B, selanjutnya arahkan garis bidik ke mistar A sebagai pembacaan belakang lalu putar ke mistar ukur/baak ukur ke titik B sebagai pembacaan muka, dimisalkan pembacaan pada dua mistar berturut-turut adalah b sebagai pembacaan belakang dan m sebagai pembacaan muka. Perlu di ingat bahwa angka-angka yang terbaca pada rambu ukur/baak ukur selalu menyatakan jarak antara angka dan alas/dasar rambu ukur/baak ukur/mistar ukur, maka dengan mudah dapat dimengerti, bahwa beda tinggi antara titik-titik A dan B menggunakan rumus berikut;

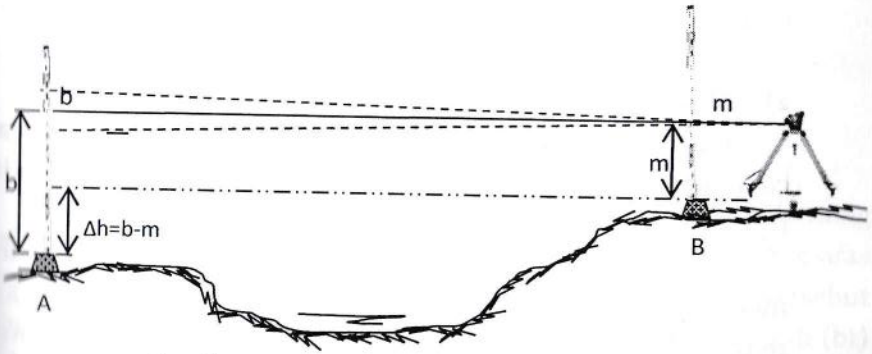
$$\Delta h = b - m$$



Gambar 5.2 Alat berada diatara dua titik

Cara ke tiga, yaitu apabila alat sipat datar tidak dapat ditempatkan di antara dua titik A dan titik B, misalnya karena antara titik A dan titik B ada saluran atau kolam/danau, maka dapa digunakan cara ini yaitu, alat sipat datar ditempatkan tidak diantara titik A dan titik B, tidak pula diantara satu titik atau titik B, tetapi disebelah kiri titik A atau di sebelah kanan titik B, jadi diluar garis AB. Seperti pada gambar 5.3, alat ukur penyipat datar diletakkan sebelah kanan titik B pembacaan yang dlakukan pada mistar diletakkan diatas titik A dan titik B secara berturut-turut dibaca benang tengah yaitu b dan m, sehingga dari gambar 5.3 didapat dengan mudah menghitung beda tinggi titik A dan titik B dengan menggunakan rumus:

$$\Delta h = b - m$$



Gambar 5.3 Alat ditempatakan diluar titik

Dari tiga cara pengukuran menyipat datar diatas, cara dengan alat ukur penyipat datar yang diletakkan diantara dua rambu/baak/mistar ukur yang memberi hasil yang paling teliti, karena kesalahan yang mungkin masih ada pada pengaturan dapat saling memperkecil, apalagi bila jarak antara alat ukur penyipat datar dengan kedua mistar sama. Dengan demikian beda antara pembacaan mistar belakang dengan pembacaan mistar muka akan menjadi beda tinggi.

Cara ini dinamakan menyipat datar dari tengah-tengah dan digunakan pada pengukuran menyipat datar yang memanjang. Bila ingin mengetahui tinggi titik-titik yang terletak disekitar titik yang ditempati oleh alat ukur penyipat datar, digunakan menyipat datar pada bidang garis bidik.

Perlu diperhatikan dan di ingat, bahwa untuk mendapatkan beda tinggi antara dua titik selalu diambil **pembacaan mistar belakang dikurangi dengan pembacaan mistar muka**, sehingga **$\Delta h = b - m$.**

Bila (b-m) lebih besar/positif (+) ini berarti, bahwa titik muka lebih tinggi dari pada titik belakang (arah naik) dan bila (b–m) lebih kecil nol/negative (-), maka titik muka lebih rendah dari pada titik belakang (arah turun).

2) Metode Tinggi Garis Bidik (TGB)

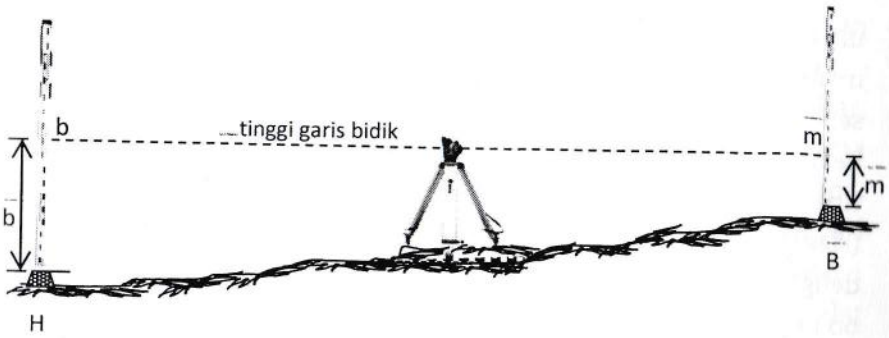
Cara lain untuk menghitung tinggi titik adalah dengan cara reduksi garis bidik atau menentukan tinggi garis bidik (tgb)

Garis bidik dapat didefenisikan sebagai suatu garis yang menghubungkan pusat optis dari obyektif dengan tengah-tengah diafragma, bila teleskop diputar maka akan terbentuk suatu bidang kolimasi (bidikan) seperti gambar 5.4.

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa alat berada diantara titik A dan titik B, maka tinggi garis bidik (tgb) adalah tinggi titik pada pembacaan benang tengah titik A yaitu b = pembacaan benang tengah belakang (di titik A) ditambahkan dengan elevasi titik A (HA) atau dapat dituliskan sebagai berikut:

tinggi garis bidik (tgb) = HA + b

Jika pembacaan benang tengah di titk B adalah m (muka), maka elevasi/tinggi titik B adalah: **HB = tgb – m**



Gambar 5.4 Tinggi Garis Bidik

b. Menghitung Jarak Optis

Untuk menghitung jarak optis dibutuhkan pembacaan benang selain pembacaan benang tengah (bt), yaitu pembacaan benang atas (ba) dan pembacaan benang bawah (bb), data pembacaan tersebut dapat digunakan sebagai control dari pembacaan benang tengah (bt) selain perhitungan jarak optis (D), koreksi pembacaan dan jarak optis tersebut dapat ditulis dengan rumus berikut:

Koreksi Pembacaan: bt =0.5 (ba +bb)

Jarak Optis: D = (ba – bb) x 100

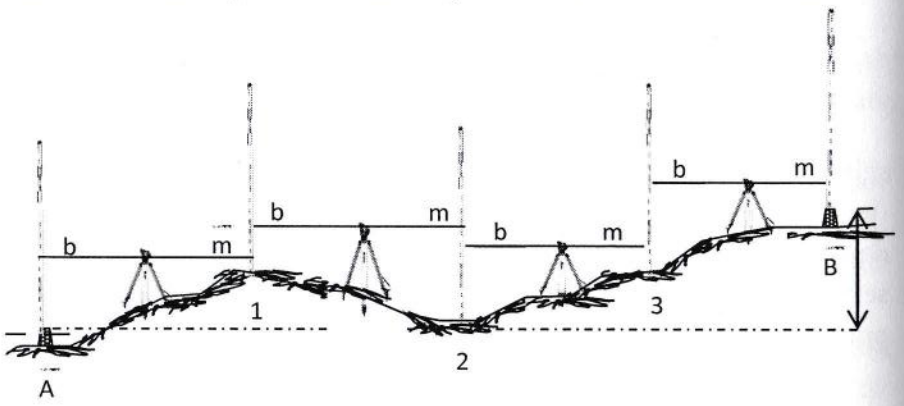
Data tersebut, tidak mutlak berpengaruh dalam menentukan kebenaran benang tengah, atau jumlah jarak pengukuran, hal ini dapat berkaitan dengan kesalahan yang mungkin terjadi pada pembacaan rambu, serta jumlah jarak tersebut bukanlah jumlah jarak yang lurus.

2. Jenis-jenis Pengukuran Sipat Datar/Water Pass

a. Sipat datar memanjang

Bila jarak antara dua titik A dan titik B, dari titik-titik dimana harus ditentukan beda tingginya sangat besar, sehingga rambu

ukur/mistar ukur tidak dapat dilihat dengan terang dan pembacaan menjadi kurang teliti atau bila keadaan lapangan sedemikian rupa, sehingga garis bidik tidak terlihat/memotong rambu/mistar karena berada diatas atau dibawah mistar, maka terpaksa jarak antara dua titik A dan titik B harus dibagi dalam jarak-jarak yang lebih kecil (slag) seperti pada gambar 5.5, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan mudah dan baik. Jarak-jarak lapangan diambil antara 30 m a' 60 m yang disesuaikan dengan keadaan lapangan atau sesuai dengan ketentuan dalam perencanaan tetapi diambil maksimum 60 meter.



Gambar 5.5 Pengukuran sipat datar memanjang

Untuk menentukan beda tinggi (Δh) antara titik A dan titik B yang jaraknya besar (gambar 5.5), maka cara pengukuran sebagai berikut:

Mistar/rambu ukur pertama ditempatkan pada titik A dan pilih tempat untuk alat penyipat datar sedemikian rupa, hingga garis bidik jangan sampai jatuh/terlihat pada titik/patok A yang terletak diatas atau dibawah mistar ukur, mistar ke dua diletakkan diatas titik 1 yang dipilih sedemikian rupa, sehingga garis bidik memotong mistar ke dua. Jarak antara alat ukur penyipat datar kedua mistar kira-kira

menjadi sama. Dilakukan pembacaan pada mistar pertama dan mistar kedua, misalkan pembacaan-pembacaan ini adalah b_1 dan m_1.

Setelah pembacaan-pembacaan ini ditulis dalam buku ukur, maka alat ukur penyipat datar dipindahkan dan mistar pertama dipindahkan ke titik 2 dan semua tempat dipilih sedemikan rupa, hingga garis bidik memotong mistar 1 dan 2 dengan jarak-jarak dari alat ukur penyipat datar ke kedua mistar sama panjangnya. Mistar 1 hanya diputar pelan-pelan hingga angka-angka mistar kearah alat ukur penyipat datar. Lakukan kembali pembacaan-pembacaan dalam buku ukur, pekerjaan ini diulangi hingga tiba di titik B.

Ada beberapa cara untuk mencatat pembacaan-pembacaan dan menghitung pengukuran-pengukuran yang tergantung pada maksud pengukuran. Pada semua cara digunakan pencatatan dan hitungan secara tabelaris. Dengan sendirinya untuk setiap kali alat berdiri, paling sedikit dilakukan dua kali pembacaan, yaitu pada rambu belakang (b) dan rambu muka (m) pada pengukuran sipat datar memanjang. Kedua seri data inilah yang selanjutnya diolah sehingga menghasilkan data beda ketinggian dan jarak antara kedua titik tersebut.

Bila hanya dicari beda tinggi antara dua titik ujungnya saja, maka dapatlah dijumlah semua pembacaan b (belakang) dan semua pembacaan m (muka), data yang dimaksud adalah data pembacaan benang tengah (BT), maka:

$\Delta h_{ab} = \sum b - \sum m$, karena:

$\Delta h_{a1} = b_1 - m_1$

$\Delta h_{12} = b_2 - m_2$

$\Delta h_{23} = b_3 - m_3$

$\Delta h_{3b} = b_4 - m_4$

$\Delta h_{a1} + \Delta h_{12} + \Delta h_{23} + \Delta h_{3b} = (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) - (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)$

Untuk menghitung tinggi titik masing-masing (1,2,3,B) adalah:

$H1 = HA + \Delta h_{a1}$

$H2 = H1 + \Delta h_{12}$

$H3 = H2 + \Delta h_{23}$

$HB = H3 + \Delta h_{3b}$

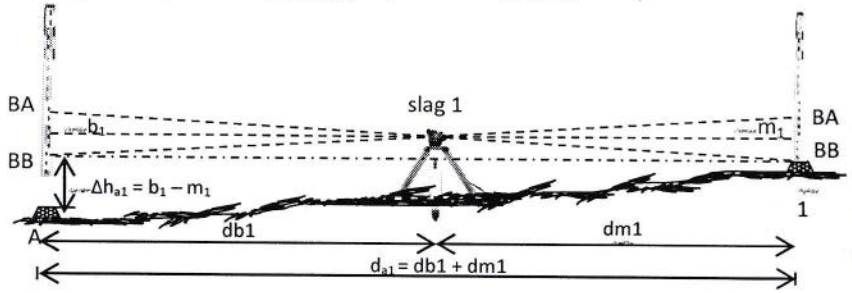
Untuk menghitung jarak optis dapat dihitung per slag (gambar 5.6) sebagai berikut:

$d_{a1} = (BA - BB)_{belakag\ A} + (BA - BB)_{muka\ 1} = db_1 + dm_1$

$d_{12} = (BA - BB)_{belakag\ 1} + (BA - BB)_{muka\ 2} = db_2 + dm_2$

$d_{23} = (BA - BB)_{belakag\ 2} + (BA - BB)_{muka\ 3} = db_3 + dm_3$

$d_{3b} = (BA - BB)_{belakag\ 3} + (BA - BB)_{muka\ B} = db_4 + dm$



Gambar 5.6 Pengukuran jarak per slag

Table 5.1 Tabel data pengukuran sipat datar memanjang

Nama Pengukuran								
Nama, jenis, type alat: Hari/tanggal: Waktu pengukuran: Keadaan cuaca:					Nama Pengukur: Kelas/Klp: Lokasi: Instruktur:			
Titik	Pembacaan Rambu (m)		Jarak (m)		Beda tinggi (m)		Elevasi (m)	keterangan
	Belakang	Muka	Uk.	Opt.	(+)	(-)		
A 1	BA BT BB	BA BT BB	d_{a1}	d_{a1}			+Ha	Slag 1
1 2 . . . dst	BA BT BB	BA BT BB	d_{12}	d_{12}				Slag 2

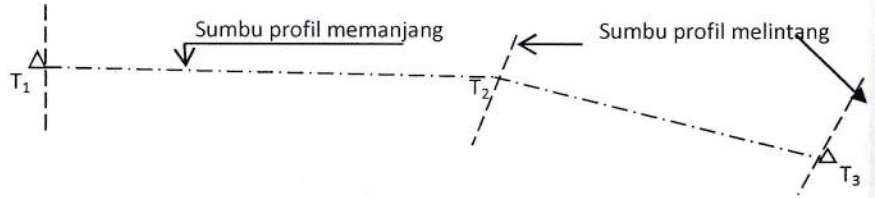
b. Profil Memanjang dan Profil Melintang

Profil memanjang diperlukan untuk membuat trace jalan raya, jalan kereta api, saluran air, pipa air minum, riool. Jarak dan beda tinggi titik-titik diatas permukaan bumi didapat irisan tegak lapangan yang dinamakan *profil memanjang* pada sumbu proyek. Di lapangan dipasang pancang-pancang/patok dari kayu yang menyatakan sumbu proyek dan pancang-pancang itu digunakan pada pengukuran penyipat datar yang memanjang untuk mendapat profil memanjang. Selain diperlukan pengetahuan kearah memanjang juga diminta informasi dalam arah melintang dari arah tersebut.

Secara terpadu kedua bagian pekerjaan sipat datar profil ini akan memberikan informasi bagi para perencana dalam menentukan:

- Penentuan gradient yang cocok bagi pekerjaan konstruksi yang dikerjakannya
- Menghitung volume pekerjaan
- Menghitung besarnya galian dan timbunan yang perlu dipersiapan

Dalam pelaksanaan pekerjaan lapangan, sipat datar profil ini terbagi dalam dua bagian, yaitu potongan memanjang dan melintang, sedangkan tahap penggambaran umumnya dilakukan penggambaran situasi sepanjang route pengukuran, potongan memanjang dan potongan melintang (gambar 5.7).



Gambar 5.7 Route pengukuran

2) Potongan/profil memanjang

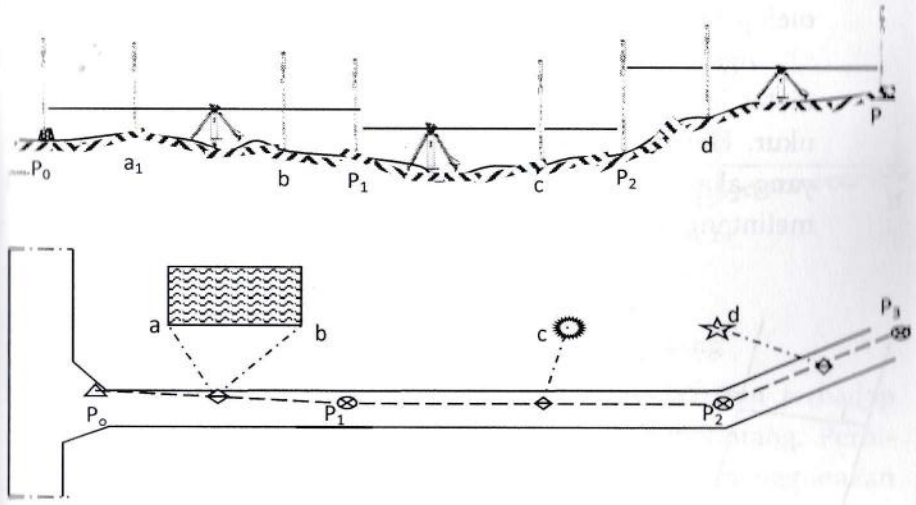
Pelaksanaan pengukuran tidak berbeda dengan pengukuran sipat datar memanjang, yaitu melalui route pilar yang merupakan titik ikat potongan melintang nantinya. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendetail, maka dilakukan juga pengambilan titik detail sepanjang route tersebut. Sehingga dapat dipenuhi syarat penggambaran yang diperlakukan.

Pelaksanaan ukurnya dapat dilakukan oleh seorang juru ukur dengan dibantu oleh 3 orang pembantu Juru ukur. Beberapa ketentuan yang diperlukan dalam pekerjaan lapangan adalah:

- Pengukuran harus dilakukan sepanjang garis tengah dari daerah pemetaan dan dilakukan pada setiap perubahan yang terdapat pada permukaan tanahnya.
- Diperlukan juga data jarak dari pita ukur (jarak ukur)
- Untuk dapat membuat garis seksi yang lurus, maka diperlukan bantuan pengukuran dengan alat ukur teodolit

Dapat melakukan pengukuran dan pencatatan, seorang pembantu selalu bergerak dengan sebuah rambu ukur, dan kedua pembantu lainnya malakukan pengukuran jarak dengan pita ukur tersebut

Sebagai contoh pengukuran profil memanjang diambil gambar 5.8. antara mistar belakang dengan mistar muka ditempatkan lagi seperlunya mistar-mistar di atas titik-titik pada sumbu proyek yang diberi tanda dengan huruf, berlainan dengan titik-titik belakang dan muka yang diberi tanda dengan angka.



Gambar 5.8 Pengukuran profil memanjang

3) Profil melintang

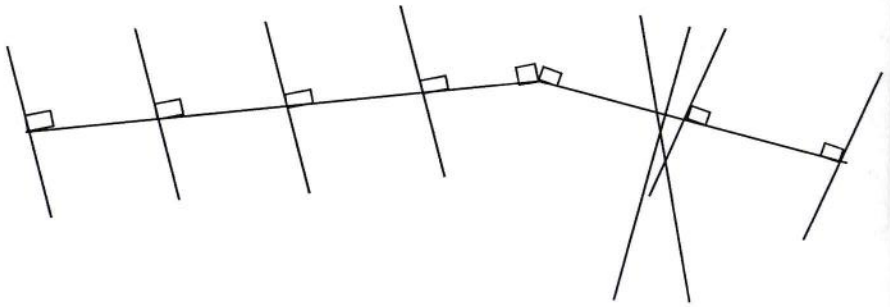
Sebagaimana telah disinggung diatas, maka pada tahap pekerjaan ini pengukuran dilakukan tegak lurus pada potongan memanjang dan melalui titik-titik ikat yang telah diukur dengan baik dan benar

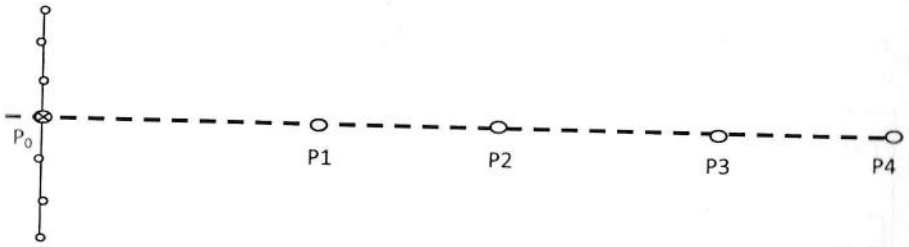
Pada pengukuran profil melintang ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

Cara pertama dilakukan setting dari garis potongan melintang tersebut, dengan bantuan prisma, sehingga garisnya tegak lurus terhadap arah dating dari potongan melintang. Seandainya pada titik ikat tersebut terjadi belokan, maka perlu dibuatkan dua buah potongan melintang, yaitu masing-masing tegak lurus pada arah dating dan arah belokan selanjunya.

Selanjutnya dilakukan pengukuran beda tinggi untuk setiap perubahan yang dianggap perlu sepanjang garis potongan tersebut dengan bertitik awal tinggi pada titik ikat yang dibuat oleh profil memanjang.

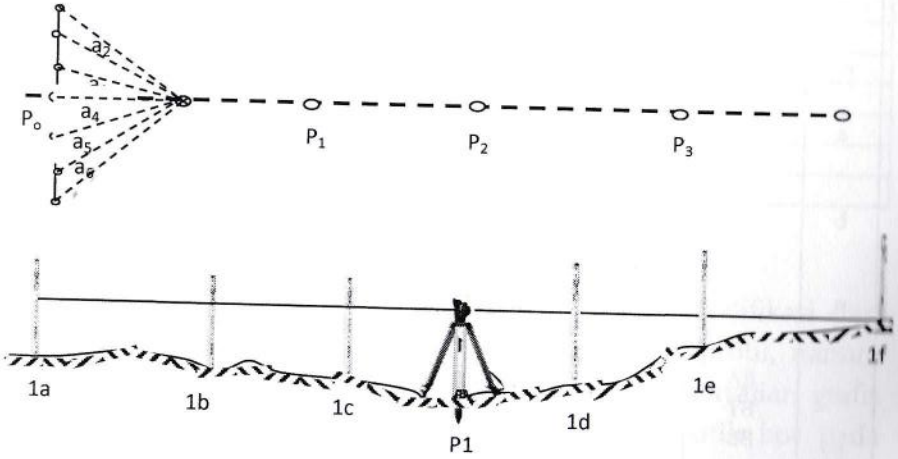
Agar didapatkan gambar yang baik, pada kesempatan diatas juga dilakukan pengukuran jarak mendatar dengan pita ukur. Hal ini membantu menentukan batas lebar dari route yang akan diukur tersebut. Pada dasarnya pelaksanaan profil melintang mirip dengan pelaksanaan profil memanjang.





Gambar 5.9. Route Profil Melintang

Cara kedua dilakukan setting dari arah tengah antara dua titik pada profil memanjang selanjutnya membidik kerah titik ikat yang telah ditentukan dan ketitik-titik arah melintang lainnya yang telah diukur jaraknya dan tegak lurus terhadap profil memanjang seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 5.10 Pengukuran profil melintang

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan terhadap titik-titik lainnya untuk menentukan profil melintang. Perhitungan tinggi dan jarak dilakukan dengan menggunakan rumus sama dengan perhitungan diatas

Pencatatan pengukuran dapat dilakukan dalam table 5.2 di bawah ini

Table 5.2 Tabel Data Pengukuran Profil Memanjang dan Melintang

Profil Memanjang									
Nama, jenis, type alat: Hari/tanggal: Waktu pengukuran: Keadaan cuaca:						Nama Pengukur: Kelas/Klp: Lokasi: Instruktur:			
Titik	Pembacaan Rambu (m)			Jarak (m)		Beda tinggi (m)		Elevasi (m)	keterangan
	Belakang	Tengah/ detail	Muka	Uk.	Opt.	(+)	(-)		
P_0	BA BT BB	BA BT BB							
a		BA BT BB							
b			BA BT BB						
P_1				d_{0a} d_{01}	d_{0a} d_{01}			$+H_0$	
c	BA BT BB	BA BT BB							
P_2			BA BT BB						
d	BA BT BB								
P_3									
dst..		BA BT BB	BA BT BB						

Tabel 5.3 Format Tabel Pengukuran Profil Memanjang dan Melintang

PENGUKURAN PROFIL MEMANJANG DAN MELINTANG									
Nama, jenis, type Alat: Hari/tanggalmengukur: waktu pengukuran: Keadaan Cuaca:					Nama Pengukur: Kelas/Klp: Lokasi: Instruktur:				
Titik Alat	Titik target	Pembacaan Rambu ukur (m)			Jarak(m)		beda tinggi	elevasi	Keterangan
		Belakang	tengah	muka	Optis	Ukur	(m)	(m)	

3. Sipat Datar Luas

Pengukuran sipat datar luas ini merupakan modifikasi dari pengukuran sipat datar memanjang dan sipat datar profil, namun hasil akhir yang diharapkan lebih memperhatikan penyajian grafis dalam bentuk koordinat vertikal atau elevasi titik-titik bor pada pertambangan. Selain pengukuran tersebut ditinjau dari kegunaannya yaitu pengetahuan mengenai relief dan luas dari daerah pemetaan tambang, maka jenis pengukuran ini lebih cenderung untuk membantu para surveyor serta mine survey untuk eksplorasi tambang dalam melakukan desainnya secara lebih terarah. Untuk itu pengukuran sipat datar luas lebih banyak membahas tentang **survey dan pemetaan areal tambang nikel.**

a. Survey dan Pemetaan Areal Tambang

Survey dan pemetaan topografi bertujuan untuk menggambarkan permukaan bumi, yang digambarkan dalam bentuk peta dengan menggunakan skala tertentu. Secara umum tujuan dari kegiatan survey dan pemetaan topografi untuk keperluan eksplorasi nikel adalah untuk menyediakan informasi topografi yang berkaitan dengan kepentingan eksplorasi seakurat mungkin baik itu detil topografi maupun detil geologi. Dapat disimpulkan bahwa survey dan pemetaan pada areal tambang (Eksplorasi dan Eksploitasi) pada dasarnya sama dengan survey dan pemetaan yang biasa kita temui. Hal yang membedakan terletak pada pengukuran dan pemetaan daerah prospek tambang yang biasa di sebut dengan blok tambang yang menggunakan sistem grid atau line yang teratur.

Pengelolaan penambangan pada dasarnya terdiri atas dua metode yaitu pengelolaan tambang terbuka dan pengelolaan tambang dalam. Penambangan dengan metode tambang terbuka adalah suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti nikel, ore (bijih), batu dan sebagainya di mana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar.dan iklim. Tambang terbuka (*open pit mining*) juga disebut dengan *open cut mining* adalah metoda penambangan yang dipakai untuk menggali mineral deposit yang ada pada suatu batuan yang berada atau dekat dengan permukaan. Pada saat ini sebagian besar penambangan nikel dilakukan dengan metode tambang terbuka, lebih-lebih setelah digunakannya alat-alat besar yang mempunyai kapasitas muat dan angkut yang besar untuk membuang lapisan tanah penutup nikel. Dengan demikian pekerjaan pembuangan lapisan tanah penutup nikel menjadi lebih murah dan menekan biaya ekstraksi nikel. Selain itu prosentase nikel yang diambil jauh lebih besar dibanding dengan nikel yang dapat diekstraksi dengan cara tambang dalam.

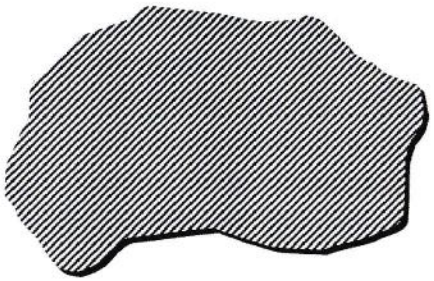
Kriteria yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penentuan pemilihan apakah suatu cadangan (lapisan nikel) akan ditambang dengan metoda tambang terbuka atau tambang dalam yaitu dengan membandingkan besarnya nilai tanah penutup (*waste*) yang harus digali dengan volume atau tonase nikel yang dapat ditambang. Perbandingan ini dikenal dengan istilah "*stripping ratio*". Apabila nilai perbandingan ini (stripping ratio) masih dalam batas-batas keuntungan, maka metoda tambang terbuka dianggap masih ekonomis. Sebaliknya apabila nilainya di luar batas keuntungan, maka metoda penambangan tambang dalam yang dipilih.

b. Metode Pengelolaan Tambang Terbuka untuk Nikel

Metode pengelolaan tambang terbuka untuk nikel terdiri atas tiga langka kegiatan yaitu; 1. Penentuan batas kawasan, 2. Pemasangan titik kontrol, dan 3. Penentuan posisi titik-titik bor (koordinat X, Y, Z).

1) Penentuan Batas Kawasan Tambang

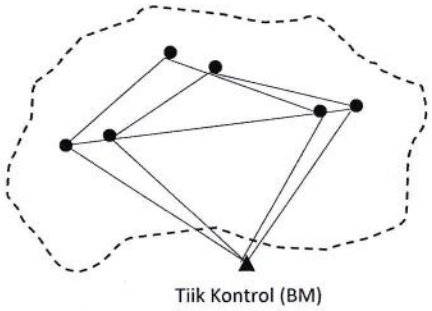
Sebelum dilakukan penentuan batas kawasan tambang, ditentukan lebih dahulu lokasi tambang yang mana pada kawasan tersebut terdapat jenis tambang yang dibutuhkan. Selanjutnya, ditentukan batas area tambang dengan cara menentukan daerah yang layak untuk diproduksi, dengan cara menentukan posisi (X,Y) batas tambang. Dalam hal ini, dibuat koordinat rencana positioning dengan metode polygon, metode polygon dipelajar pada semester dua untuk Ilmu Ukur Tanah 2



Gambar 5.11 Penentuan Batas Kawasan

2) Pemasangan Titik Kontrol

Benchmark (BM) adalah titik yang telah mempunyai koordinat fixed dan direpresentasikan dalam bentuk monumen/patok di lapangan. Benchmark memiliki fungsi penting pada kegiatan survey, yaitu sebagai titik ikat yang mereferensikan posisi obyek pada suatu sistem koordinat global



Gambar 5.12 Titik Kontrol

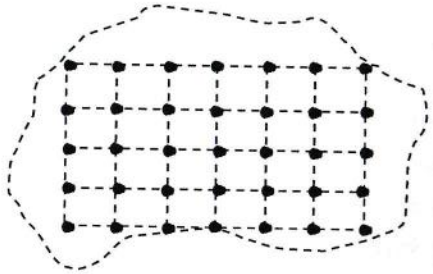
Untuk mendukung efisiensi dalam pengelolaan suatu area penambangan, maka keberadaan benchmark sangat bermanfaat untuk:

- Untuk memastikan bahwa area penambangan berada dalam wilayah konsesi yang diijinkan oleh Pemerintah.
- Mengintegrasikan area-area penambangan yang terpisah ke dalam satu sistem koordinat global.
- Efektifitas dan efisiensi kegiatan penambangan, dari tahap eksplorasi hingga tahap reklamasi

Jaring Kontrol Vertikal dengan metode Levelling

Didalam pengukuran koordinat vertikal, untuk titik-titik poligon dan titik-titik kontrol atau Control Point dipakai metode Sipat Datar dengan menggunakan instrumen water-pass. Pengukuran sipat datar atau leveling ini bereferensi pada MSL. Metode pengukuran dengan sipat datar ini sama dengan pengukuran sipat datar memanjang atau profil yang telah dijelaskan diatas.

3) Penentuan Posisi Titik-titik Bor

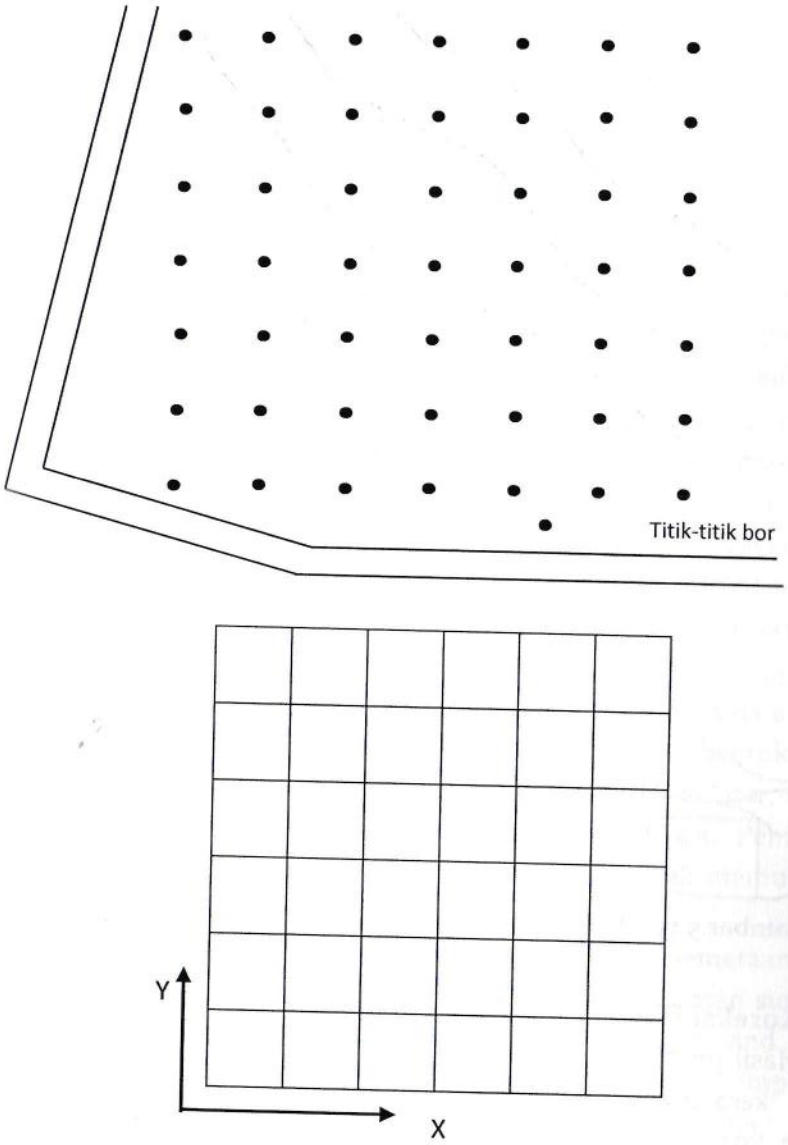


Gambar 5.13 Penentuan Posisi Titik Bor

Untuk lebih detailnya pembahasan masalah sipat datar luas, baik untuk eksplorasi tambang maupun garis kontur pada prinsipnya hampir sama, dimana pengukuran dan perhitungannya sama dengan sipat datar profil memanjang dan sipat datar profil melintang. Penentuan posisi titik bor tambang

nikel menggunakan metode grid dan koordinat.(X,Y,Z) Secara ringkas dapat dijelaskan sabagai berikut:

Dari penentuan batas kawasan areal tambang, dilakukan pema-sangan titik kontrol, sebagaimana telah dijelaskan diatas benchmark (BM) adalah titik yang telah mempunyai koordinat fixed dan direpresentasikan dalam bentuk monumen/patok di lapangan yang berfungsi sebagai titik ikat yang mereferensikan posisi obyek pada suatu sistem koordinat global. Selanjutnya dilakukan survey dan pengukuran bersama dengan mine survey dan geologis. Menentukan satu titik awal untuk pembuatan titik grid diambil dari koordinat titik kontrol, titik tersebut diyakinkan mempunyai kadar tambang (nikel) yang baik, yaitu dengan melakukan pengeboran pada titik tersebut. Dari titik awal tersebut dibuat grid line dengan jarak tertentu ke arah X dan arah Y, dengan jarak yang panjang (mis: 200 m) sampai jarak pendek (mis:12,50 m), tergantung kadar tambang pada areal tersebut. Hasil pengukuran tersebut berbentuk peta prospek tambang atau blok tambang dengan menggunakan sistem grid. Data yang diperoleh dari pengukuran ini adalah data titik-titik koordinat dan elevasi setiap titik grid. Disetiap titik-titik koordinat tersebut dilakukan pengeboran, untuk mengetahui kedalaman bahan tambang (nikel) yang baik. Hasil pengeboran setiap titik koordinat dapat digambarkan bentuk profil dalam satu arah secara memanjang (arah X), demikian pula dengan arah yang lain (arah Y), sehingga berdasarkan elevasi permukaan tanah dan elevasi kedalaman titik bor, dengan jarak yang sama dari kedua arah dapat dihitung besarnya volume galian dan volume timbunan pada setiap blok tambang (gambar 5.14)



Gambar 5.14 Peta grid koordinat dengan titik-titik bor

Berdasarkan peta grid tersebut, dimana titik-titik koordinat, elevasi permukaan tiap titik, dan elevasi kedalaman titik bor tiap titik dapat ditentukan, selanjutnya dilakukan analisis untuk menghitung volume galian dan volume timbunan. Langkah awal penggalian tersebut terlebih dahulu membersihkan bagian lapisan penutup permukaan (top soil) sampai lapisan tanah yang mengandung nikel, selanjutnya melakukan penambangan/penggalian hingga batas kadar nikel yang sudah tidak layak tambang. Hasil penambangan yang sudah digali selanjutnya ditimbun kembali dengan tanah timbunan sesuai dengan bentuk semula, selanjutnya dilakukan penanaman pohon kembali (reklamasi) untuk menjaga kelestarian lingkungan. Secara ilustrasi bentuk tiga dimensi galian blok tambang dengan elevasi permukaan dan kedalaman titik bor dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut:

Gambar 5.15 Ilustrasi bentuk volume galian dan timbunan

c. Koreksi Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan yang telah dilakukan, tanpa disadari sering terjadi kesalahan yang memungkinkan hasil hitungan berbeda dengan kondisi lapangan yang sebenarnya yang dapat berdampak pada hasil perencanaan yang salah. Untuk menghindari hal tersebut diharapkan agar setiap lembar hasil perhitungan sedapat mungkin dilakukan koreksi hasil perhitungan apalagi jika pengukuran yang

dilakukan menggunakan data yang cukup banyak, kesalahan diawal perhitungan mengakibatkan kesalahan-kesalahan pada perhitungan berikutnya.

Untuk itu koreksi dilakukan secara bertahap disetiap saat untuk menghindari kesalahan dengan menggunakan rumusan seperti berikut;

Jumlah benang tengah belakang dikurang jumlah benang tengah muka sama dengan jumlah beda tinggi positif dikurang jumlah beda tinggi negative sama dengan tinggi titik akhir dikurang tinggi titik awal

Atau

$$\Sigma b - \Sigma m = \Sigma(\Delta h+) - \Sigma(\Delta h-) = H(akhir) - H(awal)$$

C. Penutup

Dalam bab ini telah dibahas tentang pengukuran dengan alat sipat datar, dalam hal ini membahas mengenai pengukuran/ pengambilan data dengan menyipat datar, pengolahan data, analisis perhitungan tinggi titik dan jarak optis dari berbagai bentuk/metode pengukuran dan jenis pengukuran dengan alat sipat datar, selanjutnya dilakukan koreksi hasil hitungan tinggi/elevasi. Pembahasan tersebut secara detail dijelaskan sebagai dasar untuk memudahakan dalam survey dan pemetaan areal tambang nikel.

Dalam peranannya, kegiatan survey dan pemetaan sangat dibutuhkan dalam dunia pertambangan. Dalam kegiatan survey dan pemetaan pada bagian tambang bersifat support and service. Meskipun survey tambang merupakan bagian kecil dari implemetasi ilmu Geodesi, namun dengan berkembangnya teknologi saat ini peran survey dan pemetaan ditambang bisa lebih ditingkatkan.

Pembahasan ini adalah bagian yang sangat penting bagi mahasiswa teknik sipil dan merupakan bagian inti dari mata kuliah

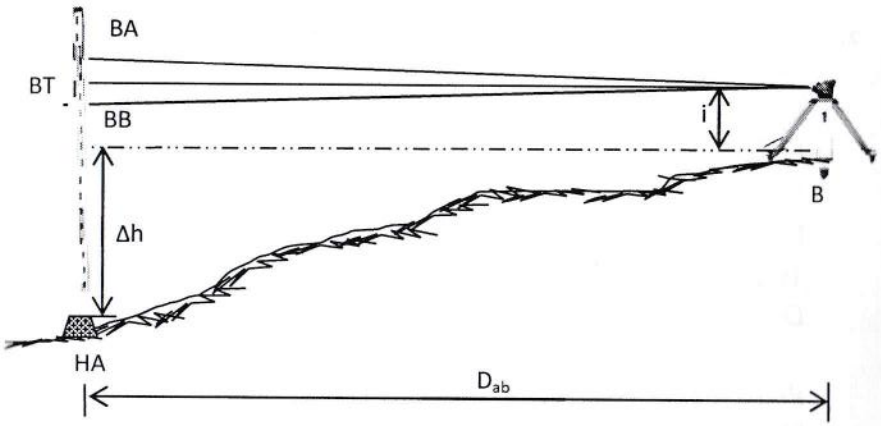
ilmu ukur tanah 1 ini, untuk selanjutnya dapat melangkah pada bab berikutnya yaitu penggambaran tinggi titik dan jarak optis berdasarkan jenis-jenis pengukuran dengan sipat datar dalam bentuk profil memanjang, profil melintang, dan luas.

Setelah selesai membaca keseluruhan bab ini, untuk meyakinkan bahwa anda telah memahami bab ini, anda harus bisa menjawab beberapa pertanyaan berikut ini:

1. Jelaskan metode yang digunakan untuk menghitung elevasi dan jarak optis
2. Sebut dan jelaskan jenis-jenis pengukuran dengan sipat datar
3. Jelasakan metode survey dan pemetaan dengan sipat datar/water pass
4. Jelaskan defenisi koreksi hasil perhitungan tinggi titik dengan menyipat datar

Contoh soal

1. Bila diketahui data lapangan sebagai berikut:
   Tinggi alat pada titik B(i) = 1.510 m,
   Tinggi titik A (HA) = +15.000 m
   Pembacaan rambu di titik A = BA (1.950)m, BT(1.800)m, BB(1.650)m
   Ditanyakan: a. jarak optis dari titik A ke titik B (D_{ab})
   b. tinggi/elevasi titik B (HB)
   Sketsa Pengukuran;

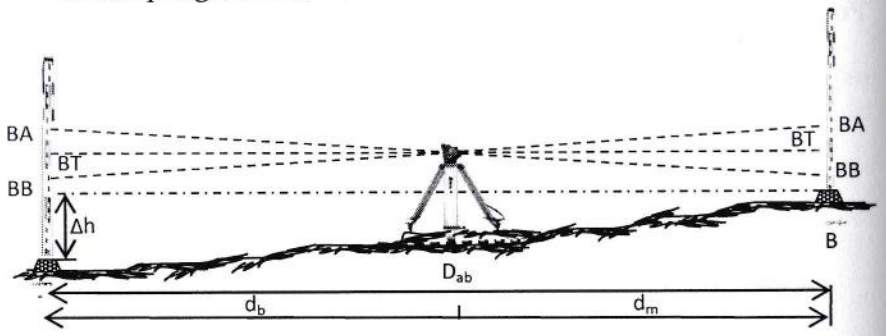


Penyelesaian:

a. Jarak AB (D_{ab}) = (BA – BB)100
   = (1.950 – 1.650)100
   = 30 meter

b. Tinggi titik B (HB)
   - Metode beda tinggi (Δh)
     Δh_{ab} = BT - i
     = 1.800 – 1.510
     = 0.29 meter
     HB = HA+ Δh_{ab}
     = + 15.000 + 0.29
     = **+ 15.290 meter**
   - Metode tinggi garis bidik (tgb)
     Tgb = HA + BT
     = + 15.000 + 1.800
     = + 16.800 meter
     HB = tgb – i
     = + 16.800 – 1.510
     = **+ 15.290 meter**

2. Bila diketahui data lapangan sebagai berikut:
   Alat berada diantara titik A dan B
   Pembacaan rambu di titik A = BA(2.050m), BT(1.925m), BB(1.800m)
   Pembacaan rambu di titik B = BA(1.625m), BT(1.500m), BB(1.375m)
   Tinggi titik A (HA) = + 15.290 meter
   Ditanyakan: a. jarak optis dari titik A ke titik B (D_{ab})
   b. tinggi/elevasi titik B (HB)
   Penyelesaian:
   Sketsa pengukuran,



a. Jarak Optis A ke B (D_{ab}) = $d_b + d_m$
   Jarak dari rambu A (belakang) ke alat, d_b = (BA – BB)100
   = (2.050 – 1.800)100
   = 25 meter

   Jarak dari rambu B (muka) ke alat, d_m = (BA – BB)100
   = (1.625 – 1.375)100
   = 25 meter

   Jadi D_{ab} = 25 m + 25 m = 50 meter

b. Elevasi titik B (HB)
   - Metode beda tingi
     Δh_{ab} = $BT_{belakang}$ - BT_{muka}
     = 1.925 – 1.500
     = + 0.425 meter

     Jadi, HB = HA + Δh_{ab}
     = +15.290 + 0.425 = **+ 15.715 meter**

   - Metode tinggi garis bidik (tgb)
     Tgb = HA + $BT_{belakang}$
     = + 15.290 + 1.925 = +17.215 meter

     Jadi, HB = tgb - BT_{muka}
     = +17.215 – 1.500 = **+ 15.715 meter**

Soal latihan

Diketahui data hasil pengukuran lapangan sebagai berikut:

No. Patok	Pembacaan Benang (m)			Tinggi Alat (m)	Tinggi Titik (m)
	Belakang	Tengah	Muka		
Po				1.515	+20.125
P1	1.975 - 1.750		2.150 2.000 1.850		
P2	2.000 1.850 1.700		1.830 - 1.580		
Pa		2.315 - 2.075			
P3				1.495	
P4			2.250 - 1.950		

Ditanyakan

a. Koreksi pembacaan dan buat sketsa jalannya
b. Hitung jarak Optis ke masing-masing titik?
c. Hitung beda tinggi dan tinggi garis bidik?
d. Hitung tinggi titik masing-masing?
e. Koreksi hasil perhitungan?

BAB VI
PENGGAMBARAN

A. Pendahuluan

Pada Bab 5 telah dipelajari mengenai pengolahan data, antara lain pengukuran dan perhitungan tinggi titik/elevasi dan jarak optis dari berbagai jenis pengukuran sipat datar, termasuk menjelaskan metode yang digunakan untuk melakukan analisis, serta cara mengatasi kesalahan baik dalam pengukuran maupun dalam perhitungan.

Mengingat hasil pengolahan data tersebut masih berupa data angka-angka yang belum merupakan tujuan yang akan dicapai dalam berbagai perencanaan bidang baik bidang sipil maupun bidang pertambangan dan bidang-bidang lain yang terkait dengan pengukuran permukaan bumi. Setiap perencanaan dibutuhkan gambar-gambar bentuk profil permukaan bumi dari hasil pengukuran lapangan, untuk itu pada bab ini membahas tentang penggambaran profil memanjang dan pofil melintang dari data hasil analisis pada bab 5, dari data yang telah digambar tersebut selanjutnya dapat digambarkan profil rencana sesuai bidang kebutuhan misalnya rencana profil jalan, saluran, dan lain-lain, namum untuk rencana tambang (nikel) data hasil pengukuran sudah dapat secara langsung dilihat gambar hasil pengukuran secata keseluruhan, karena jarak dan elevasi permukaan serta elevasi kedalaman titik bor sudah diketahui. Dari gambar profil secara keseluruhan tersebut selanjutnya dapat dihitung besarnya volume galian dan volume timbunan.

Setelah menyelesaikan bab ini, mahasiswa diharapkan akan dapat melakukan penggambaran profil memanjang dan profil

melintang dalam hal ini, dapat mengambil keputusan dalam membuat rencana pada gambar, seperti menentukan elevasi rencana, kemiringan rencana, serta dapat menghitung besarnya volume galian dan volume timbunan. Hasil gambar tersebut sesuai dengan standar penggambaran, yang dilengkapi dengan skala, arah, symbol, dan lain-lain.

B. Penggambaran

1. Penggambaran Profil Memanjang

Penggambaran dapat dilakukan setelah semua perhitungan telah selesai (hitungan jarak, hitungan elevasi titik, dan lain-lain) untuk semua titik yang telah diukur. Apabila semua data tersebut telah siap, maka penggambaran dapat dilakukan dengan menghitung skala. Umumnya skala vertical diambil lebih besar daripada skala horizontal, hal ini dimaksudkan agar perbedaan tinggi antar titik detail dapat diperjelas. Sebelum penggambaran perlu dicari titik-titik terendah dan titik tertinggi agar dapat menentukan datum ketinggian, yaitu yang akan terletak sebagai garis dasar yang mendatar disebelah bawah titik terendah sebagai bidang persamaan (BP).

Setiap hasil ketinggian yang telah dihitung diatas, selanjutnya diskalakan sepanjang garis yang tegak lurus diatas titik yang diatas (bidang persamaan), demikian juga hasil perhitungan/pengukuran jarak digambar dengan skala sepanjang bidang horizontal. Selanjutnya titik-titik ketinggian yang telah diukur dihubungkan membentuk profil memanjang dari permukaan tanah yang telah diukur (tanah asli)

Hasil penggambaran profil memanjang tanah asli selanjutnya dapat dibuat gambar rencana, misalnya rencana jalan, saluran, dan lain-lain. Selanjutnya dari gambar tersebut dapat dihitung besarnya galian dan timbunan dengan cara;

- Diambil data ketinggian/elevasi dari setiap titik yang telah dihitung
- Buat gambar rencana dan hitung elevasinya
- Hitung selisih dari masing-masing ketinggian
- Hitung luas yang berbentuk bidang (arsir) dari penggambaran tersebut

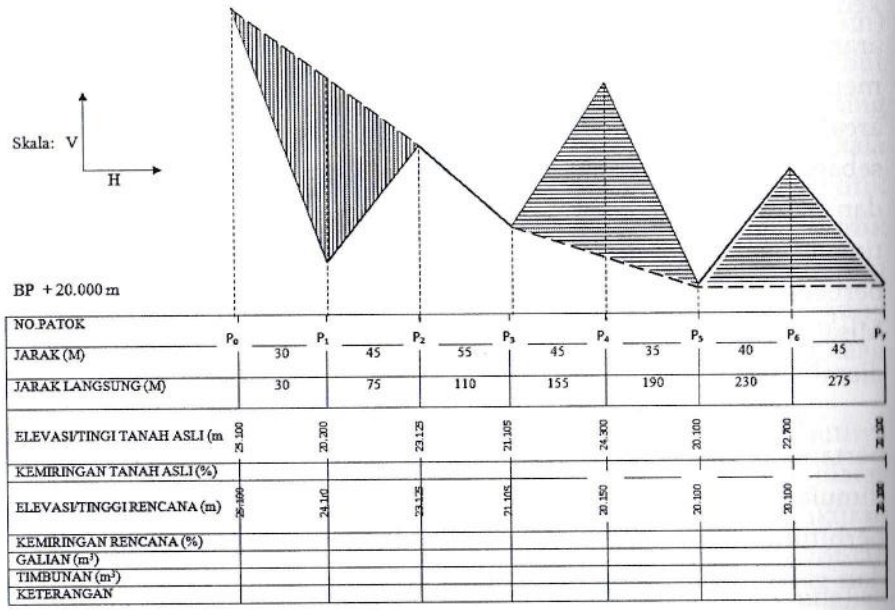
Penggambaran profil dari hasil pengukuran tambang sedikit berbeda dengan penggambaran diatas (jalan, saluran). Penggambaran untuk areal tambang berdasarkan data grid yang dilengkapi dengan data ukuran grid (x,y), elevasi permukaan, dan elevasi kedalaman titik-titik bor (gambar 5.11 dan gambar 5.12). Misalkan arah x adalah arah memanjang dan y adalah arah melintang (x dan y mempunyai jarak yang sama). Prinsip penggambaran jalan dengan areal tambang pada dasarnya sama, antara lain dapat dilakukan sebagai berikut: tentukan skala terlebih dahulu, skala untuk jarak dan elevasi/tinggi. Karena jarak jauh lebih besar/panjang daripada tinggi, maka untuk jarak dan elevasi selalu diambil skala yang berbeda, skala untuk jarak akan lebih kecil daripada skala elevasi. Misal pada contoh diambil untuk skala jarak 1: 500, dan skala tinggi diambil 1: 10.

Tentukan bidang persamaan (BP) sebagai garis mendatar pertama misalnya BP +20.000 m. Tentukan titik-titik ketinggian yang dimulai dari BP, ditarik dari garis-garis tegak hasil pengukuran/perhitungan jarak yang diletakkan diantara garis mendatar kedua dan garis mendatar ketiga. Pengukuran dimulai dari titik P_o sebagai titik awal selanjutnya dapat ditentukan titik-titik yang lain yang diletakkan pada garis vertical diantara garis mendatar pertama dan kedua, sedangkan elevasi/tinggi permukaan tanah dan elevasi kedalaman titik bor diletakkan pada garis vertical menggunakan skala vertical dapat digambar titik-titik yang diukur, selanjutnya

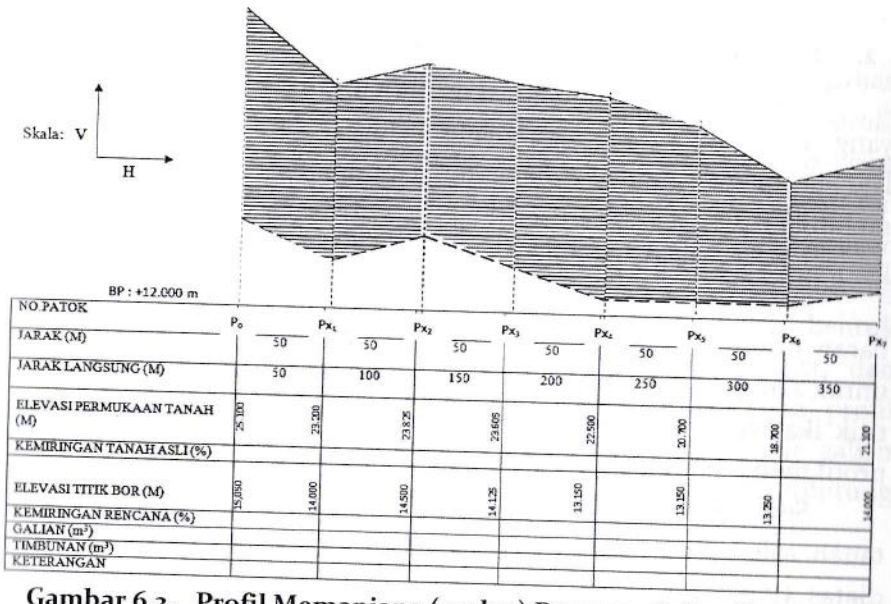
dihubungkan berturut-turut, maka didapat profil memanjang lapangan arah x dari hasil pengukuran (gambar 6.2).

Bidang-bidang yang dibatasi oleh elevasi permukaan dan elevasi titk-titik bor selanjutnya di arsir membentuk arsiran galian, perhitungan galian dan timbunan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

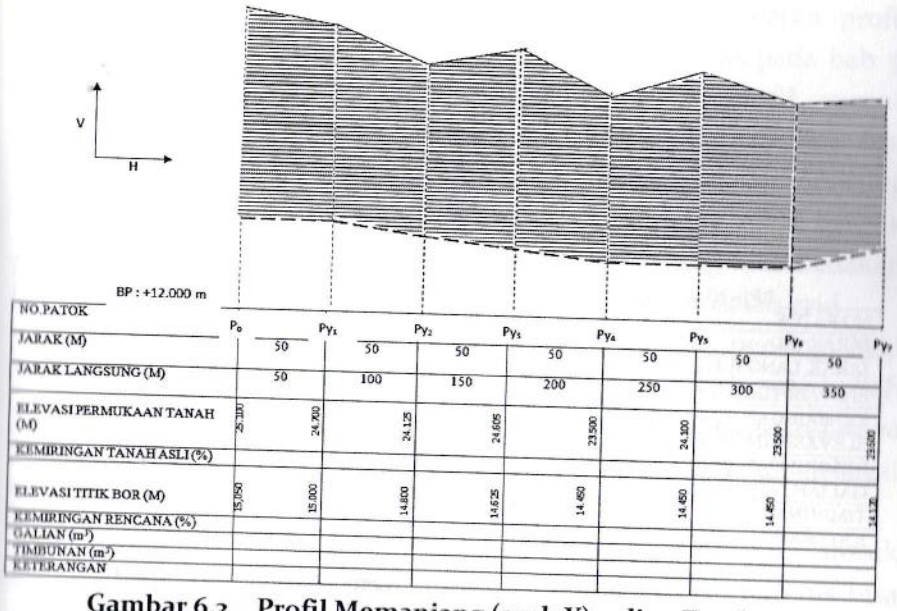
Untuk membuat profil rencana jalan atau saluran yang juga sebagai batas bidang galian dan timbunan (arsir) pada gambar 6.1, perlu diperhatikan bahwa tanah yang digali sedapat mungkin dibuat sama dengan banyaknya tanah yang diperlukan untuk menimbun.



Gambar 6.1. Profil memanjang rencana jalan atau saluran



Gambar 6.2. Profil Memanjang (arah x) Rencana Galian Tambang



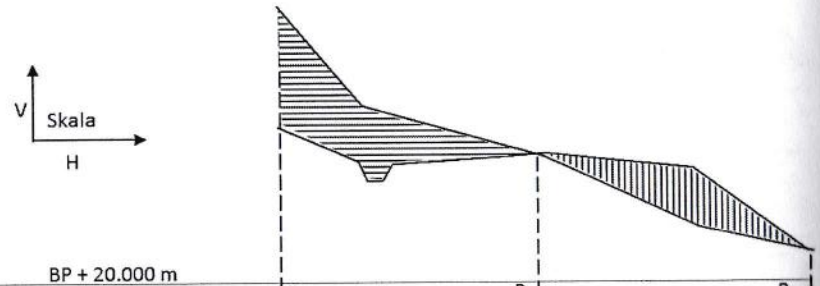
Gambar 6.3 Profil Memanjang (arah Y) galian Tambang

2. Penggambaran Profil Melintang

Untuk menghitung banyaknya tanah, baik yang digali maupun yang ditimbun, profil memanjang belum cukup, maka diperlukan lagi profil melintang pada tempat-tempat yang penting. Profil melintang dibuat dengan lebar 50 m s/d 100 m kiri kanan garis as proyek.dengan skala jarak dan beda tinggi dapat dibuat sama

Penggambaran profil melintang sangat mirip dengan penggambaran profil memanjang, hanya jumlah gambar dengan sendirinya untuk satu profil memanjang terdapat beberapa atau sebanyak setiap titik ikat yang dibuat, bahkan lebih apabila terdapat belokan pada profil memanjangnya.

Sebagai contoh gambar 6.4 profil melintang pada titik P_1, tinggi tanah asli berada dibawah (+20.100m), dan tinggi rencana berada diatas tinggi tanah asli (+24.150m), maka bidang yang terbentuk adalah bidang timbunan.



BP + 20.000 m

NO.PATOK	P_{5a}	P_5	P_{5b}
JARAK (M)			
JARAK LANGSUNG (M)			
ELEVASI/TINGI TANAH ASLI (m))		20	10
KEMIRINGAN TANAH ASLI (%)			
ELEVASI/TINGGI RENCANA (m)			
KEMIRINGAN RENCANA (%)		20	10
GALIAN (m^3)			
TIMBUNAN (m^3)			
KETERANGAN			

Gambar 6.6 Profil Melintang Rencana Jalan di titik P_5

3. Perhitungan Galian dan Timbunan

Seperti telah dijelaskan diatas bahwa, pada perhitungan galian dan timbunan ini baik pada profil memanjang maupun pada profil melintang dapat dihitung dengan melihat bentuk gambar yang diarsir, misalnya pada gambar arsir bentuk garis vertical dinyatakan sebagai **timbunan**, sedangkan pada arsir garis horizontal dinyatakan sebagai **galian**, maka bentuk bentuk arsiran tersebut dapat dihitung dari bidang yang terbentuk sesuai jarak dan tinggi patok, bentuk bidang yang dapat dihitung berupa segi tiga, segi empat, dan trapisium. Selanjutnya jumlah galian dan timbunan pada profil memanjang ditambahkan sesuai dengan bentuk arsir (arsir galian dan arsir timbunan), demikian pula untuk profil melintang, dihitung galian dan timbunan setiap gambar profil melintang.

C. Penutup

Dalam bab ini telah dibahas tentang penggambaran profil memanjang dan pofil melintang dari data hasil analisis pada bab 5, dari gambar tersebut selanjutnya dapat digambarkan profil rencana sesuai bidang kebutuhan misalnya rencan profil jalan, saluran, dan lain-lain. Dari profil rencana tersebut selanjutnya dapat dihitung besarnya galian dan timbunan. Pada galian tambang nikel bentuk profil memanjang sama dengan profil melintang, yang membedakan adalah arah X dan arah Y karena bentuk pengukuran adalah grid

Pembahasan ini adalah bagian yang sangat penting bagi mahasiswa teknik sipil dan merupakan bagian inti dari mata kuliah ilmu ukur tanah 1, dan akhir dari sesi perkuliahan. untuk selanjutnya dapat melangkah pada bab 7 pada semester berikutnya sebagai lanjutan yaitu pada mata kuliah ilmu ukur tanah 2.

Setelah selesai membaca keseluruhan bab ini, untuk meyakinkan bahwa anda telah memahami bab ini, anda harus bisa menjawab beberapa pertanyaan berikut ini:

1. Jelaskan apa fungsi dari penggambaran profil memanjang dan profil melintang
2. Apa fungsi dari kemiringan pada penggambaran profil
3. Jelaskan fungsi dari galian dan timbunan dari penggambaran profil memanjang dan melintang
4. Apa fungsi dari skala pada penggambaran profil

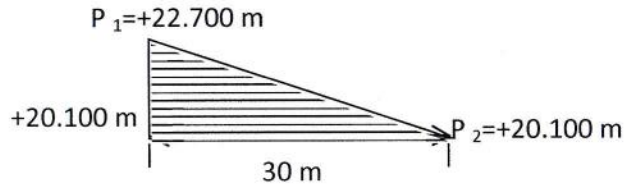
Contoh soal

1. Bila diketahui data dari penggambaran profil memanjang adalah:

- jarak patok 1 ke patok 2 = 30 m, tinggi tanah asli dan tinggi rencana pada patok 1 = +22.700m dan +20.100m, dan tinggi tanah asli dan tinggi rencana pada patok 2 = +20.100 m dan + 20.100 m. sebagai galian

ditanyakan berapa luas galian tersebut?

Penyelesaian:



Maka, luas daerah yang diarsir adalah (arsir galian):

$$L = (+22.700 - 20.100) \times 30 \times 0.5 = 39\ m^2$$

2. dari soal no. 1 diatas ditanyakan berapa kemiringan titik 1 ke titik 2

penyelesaian:

Kemiringan (K) P_1 ke P_2 = $(\Delta h/d)x100\%$

Δh = (+22.700 – 20.100)

= +2.600 m

K = (+2.600/30)x100% = 8.67 %, atau

K = 1: 12

Soal latihan:

1. Dari gambar profil memanjang diatas (gambar 5.1)
   Ditanyakan:
   a. hitung kemiringan tanah asli
   b. hitung kemiringan rencana
   c. hitung luas galian
   d. hitung luas timbunan
2. Dari gambar-gambar profil melintang diatas
   Jarak dari titik as ke kiri dan kanan = 50 m,
   Tentukan skala sesuai gambar dan data yang ada diatas
   Hitung kembali seperti pertanyaan soal no.1 diatas

Pertanyaan Kunci

1. Apa fungsi dari penggambaran profil memanjang dan profil melintang
2. Jelaskan fungsi dari perhitungan galian dan timbunan pada gambar profil memanjang dan melintang

Daftar Pustaka

Abidin, Hasanuddin Z. 2002. Survei Dengan GPS. Jakarta: Pradnya Paramita

Anderson, J. M., Mikhail, E. M. 1998. Surveying, theory and practice

Anjasmara, Ira M. 2005. Pendidikan dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota – Sistem Tinggi.Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Bomford, G.,1973 . Geodesy, Oxford Uni, Press, London

Brinker, Russell Charles, Roy Minnick. 1995. The Surveying Handbook. Springer.

Budiyanto, Eko. 2005. Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spasial 3 Dimensi Menggunakan Surfer. Yogyakarta: ANDI

Droj, Gabriela. 2008. Improving The Accuracy of Digital Terrain Model. University of Oradea, Department of Geodesy and Topography.

Frick,Heins., 1980. Alat Ukur Tanah dan Penggunaannya (terjemahan) Kanisius,Yogyakarta.

Irvine William,. 1995. Penyigian untuk Konstruksi; ITB Bandung

James R. Wirshing, B.S. & Roy H.Wirshing, B.I.E., 1995. Pengantar Pemetaan

Khomsin. 2005. Pendidikan dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota – Tachimetri. Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Nurjati, Chatarina. 2004. Modul Ajar Ilmu Ukur Tanah I. Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Paul R E, Walter S. Whyte. 1997. Basic Surveying. Butterworth Heinemann

PEDC. 1983. Ilmu Ukur Tanah, Teknik Sipil Bandung,

Purworahardjo, Umaryono, U, 1986. Ilmu Ukur Tanah Seri A – Pengukuran Horisontal. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi ITB.

_____. 1986. Ilmu Ukur Tanah Seri B –Pengukuran Tinggi. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi ITB.

_____. 1986. Ilmu Ukur Tanah Seri C –Pengukuran Topografi. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi ITB.

Russel C. Brinker. 1986. Surveying Jilid 1 dan Jilid 2 (Dasar-Dasar Pengukuran Tanah); alih bahasa, Djoko Walijatum, Erlangga,

Sinaga, Indra. 1984. Teori & Praktek Pengukuran Tanah dan Pemetaan;Pelangi Jakarta

Sosrodarsono,Suyono.,Masayoshi Takasaki. 1983. Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan.Pradnya Paramita, Jakarta

Wirshing, James R.B.S., Wirshing, Roy H. B.I.E., Teori dan Soal Soal Pengantar Pemetaan. Jakarta: Erlangga.

Wolf, Paul R, Charles D. Ghilani. 2008. Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics. Prentice Hall

Wongsotjitro, Soetomo. 1980. Ilmu Ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius.

Yuwono. 2005. Pendidikan dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota – Volume. Teknik Geodesi FTSP-ITS

http://www.scribd.com/doc/236115125/222092037-Survey dan Pemetaan dalam Pengelolaan Tambang Terbuka, diakses tgl 13/8/2014

TENTANG PENULIS

Dr. Ir. Hamzah Yusuf, M.S. Lahir di Makassar, 1 November 1958. Menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin tahun 1985. Tahun 1986 sampai sekarang bekerja sebagai dosen Politeknik Unhas/Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik Sipil. Tahun 1990 melanjutkan studi S2 di Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Geodesi bidang Survey dan Pemetaan dan meraih gelar Master tahun 1993. Tahun 2009 melanjutkan studi S3 di Universitas Hasanuddin Jurusan Teknik Sipil dan memperoleh ijazah Doktor tahun 2013. Menjabat sebagai pengelola laboratorium survey ilmu ukur tanah dan mengajar mata kuliah Ilmu Ukur Tanah sejak tahun 1997 sampai sekarang di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, juga menangani tempat unit kerja survey dan pemetaan untuk sertifikasi kompetensi, dan juga diberi mandat dari dikti untuk membuka program studi D2 survey dan pemetaan di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penelitian-penelitian tentang survey dan pengukuran telah dilakukan, juga sebagai instruktur dalam pelatihan survey dan pemetaan yang dilakukan oleh Institusi dan Balai Departemen Pekerjaan Umum, dan telah mengajar dengan mata kuliah Ilmu Ukur Tanah pada perguruan tinggi swasta.