

MODUL 4 : SURVEY TOPOGRAFI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
SURVEY TOPOGRAFI.....	2
1 PENDAHULUAN.....	2
1.1 Umum	2
1.2 Standar Kompetensi.....	2
1.3 Kompetensi Dasar.....	2
1.4 Ruang Lingkup Modul.....	3
2 PENGERTIAN DAN ISTILAH.....	3
3 SURVEY TOPOGRAFI	5
3.1 Alat dan Bahan	5
3.1.1 Alat.....	5
3.1.2 Bahan.....	9
3.2 Methode Pengukuran	10
3.2.1 Pengukuran Pengikatan.....	10
3.2.2 Pemasangan BM.....	10
3.2.3 Pengamatan Azimuth Matahari.....	11
3.2.4 Pengukuran Poligon	11
3.2.5 Pengukuran Waterpass (sipat datar).....	13
3.2.6 Pengukuran Detail Situasi	15
3.2.7 Pengukuran Penampang Melintang.....	16
3.3 Pengolaan data	17
3.3.1 Pengendalian data.....	17
3.3.2 Penghitungan.....	17
3.4 PENGAMBARAN	18
4 STUDI KASUS	19
5 SUMBER PUSTAKA.....	22
6 LAMPIRAN.....	24

MODUL 4 : SURVEY TOPOGRAFI

1 PENDAHULUAN

1.1 Umum

Topografi (berasal dari kata “topos” yang berarti tempat dan “grapho” yang berarti menulis) adalah studi tentang bentuk permukaan bumi dan benda langit lain, seperti planet, satelit (alami, seperti bulan), dan asteroid. Hal itu juga termasuk penggambarannya di peta. Ada dua teknik yang dapat membantu studi topografi ini, yaitu survey secara langsung dan penginderaan jarak jauh (*remote sensing*). Kali ini, kita akan membahas tentang survey secara langsung atau lebih dikenal dengan nama survey topografi.

Survei topografi adalah suatu metode untuk menentukan posisi tanda-tanda (*features*) buatan manusia maupun alamiah diatas permukaan tanah. Survei topografi juga digunakan untuk menentukan konfigurasi medan (*terrain*). Kegunaan survei topografi adalah untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk gambar peta topografi. Gambar peta dari gabungan data akan membentuk suatu peta topografi. Sebuah topografi memperlihatkan karakter vegetasi dengan memakai tanda-tanda yang sama seperti halnya jarak horizontal diantara beberapa features dan elevasinya masing-masing diatas datum tertentu.

Proses pemetaan topografi sendiri adalah proses pemetaan yang pengukurannya langsung dilakukan di permukaan bumi dengan peralatan survei teristris. Teknik pemetaan mengalami perkembangan sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Dengan perkembangan peralatan ukur tanah secara elektronis, maka proses pengukuran menjadi semakin cepat dengan tingkat ketelitian yang tinggi, dan dengan dukungan teknologi GIS maka langkah dan proses perhitungan menjadi semakin mudah dan cepat serta penggambarannya dapat dilakukan secara otomatis.

1.2 Standar Kompetensi

Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan para peserta pelatihan mampu menjelaskan cara survey topografi dan membaca gambar hasil pengukuran topografi yang terkait dengan pekerjaan keteknik sipilan.

1.3 Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran diharapkan peserta pelatihan akan mampu:

- 1) menjelaskan tentang berbagai istilah dan definisi dalam pekerjaan pengukuran
- 2) menjelaskan berbagai jenis survey topografi
- 3) menjelaskan pelaksanaan survey topografi
- 4) membaca gambar hasil survey topografi.

1.4 Ruang Lingkup Modul

Materi pada modul ini dibatasi hanya pada survey pemetaan detail situasi dan survey penampang melintang dan emmanjang.

2 PENGERTIAN DAN ISTILAH

- Azimuth : Sudut yang dibentuk dari garis arah utara terhadap garis arah suatu titik yang besarnya diukur searah jarum jam.
- BM : titik ikat di lapangan yang ditandai oleh patok yang dibuat dari beton dan besi dan telah diketahui koordinatnya hasil pengukuran sebelumnya.
- Datum : titik perpotongan antara ellipsoid referensi dengan geoid (datum relatif). Pusat ellipsoid referensi berimpit dengan pusat bumi (datum absolut).
- Fotogrametri : ilmu pengetahuan dan teknologi yang mempelajari mengenai geometris foto-foto udara yang diperoleh dari pemotretan menggunakan pesawat terbang.
- Geodesi : ilmu pengetahuan dan teknologi yang mempelajari dan menyajikan informasi bentuk permukaan bumi dengan memperhatikan kelengkungan bumi.
- Geodesic : kurva terpendek yang menghubungkan dua titik pada permukaan ellipsoida.
- Geometri : ilmu yang mempelajari bentuk matematis di atas permukaan bumi.
- Gradien : besarnya nilai perbandingan sisi muka terhadap sisi samping yang membentuk sudut tegak lurus (90°).
- Horisontal : garis atau bidang yang tegak lurus terhadap garis atau bidang yang menjauhi pusat bumi.
- Interpolasi : metode perhitungan ketinggian suatu titik di antara dua titik yang dihubungkan oleh garis lurus.
- Intersection : nama lain dari pengikatan ke muka, yaitu pengukuran titik tunggal dari dua buah titik yang telah diketahui koordinatnya dengan menempatkan alat theodolite di atas titik-titik yang telah diketahui koordinatnya.
- Galat : selisih antara nilai pengamatan dengan nilai sesungguhnya.
- GIS : (*Geographical Information System*) suatu sistem informasi yang mampu mengaitkan database grafis dengan data base tekstualnya yang sesuai.
- GPS : (*Global Positioning System*) : sistem penentuan posisi global menggunakan satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan gelombang mikro ke bumi, lalu diterima oleh GPS yang ada di bumi.
- Gravitasi : gaya tarik bumi yang mengarah ke pusat bumi dengan nilai $\pm 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Interpolasi : suatu rumusan untuk mencari ketinggian suatu titik yang diapit oleh dua titik lain dengan konsep segitiga sebangun.
- Jalon : batang besi seperti lembing berwarna merah dan putih dengan panjang \pm 1,5 meter sebagai target bidikan arah horizontal.
- Kompas : alat yang digunakan untuk menunjukkan arah suatu garis terhadap utara magnet yang dipengaruhi magnet bumi.
- Kontur : garis khayal di permukaan bumi yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama dari permukaan air laut rata-rata (MSL). Garis di atas peta yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama dari permukaan air laut rata-rata dan kerapatannya bergantung pada ukuran lembar penyajian (skala
- Koordinat : posisi titik yang dihitung dari posisi nol sumbu X dan posisi nol sumbu Y.
- Polygon : serangkaian garis-garis yang membentuk kurva terbuka atau tertutup untuk menentukan koordinat titik-titik di atas permukaan bumi.
- Profil : potongan gambaran turun dan naiknya permukaan tanah baik memanjang atau melintang.
- Topografi : peta yang menyajikan informasi di atas permukaan bumi baik unsur alam maupun unsur buatan manusia dengan skala sedang dan kecil.
- Total Station : alat ukur theodolite yang dilengkapi dengan perangkat elektronik untuk menentukan koordinat dan ketinggian titik detail secara otomatis digital menggunakan gelombang elektromagnetis.
- Trace : serangkaian garis yang merupakan garis tengah suatu bangunan (jalan, saluran, jalur lintasan).
- Transversal : proyeksi peta yang sumbu putar buminya tegak lurus (membentuk sudut 90°) dengan garis normal bidang perantara (datar, kerucut, silinder).
- Triangulasi : serangkaian segitiga yang diukur sudut-sudutnya untuk menentukan koordinat titik-titik di lapangan.
- Trivet : bagian terbawah dari alat sipat datar dan theodolite yang dapat dikuncikan pada statif.
- Unting-unting : bentuk silinder-kerucut terbuat dari kuningan yang digantung di bawah alat waterpass atau theodolite sebagai penunjuk arah titik nadir atau pusat bumi yang mewakili titik patok.
- UTM : (Universal Transverse Mercator) sistem proyeksi peta global yang memiliki lebar zona 60 sehingga jumlah zona UTM seluruh dunia: 60 zona. Bidang perantara yang digunakan : silinder dengan posisi transversal (sumbu putar bumi tegak lurus terhadap garis normal silinder), informasi geometrik yang dipertahankan sama : sudut (konform) dan secant.

- Peta topografi : peta dengan skala tinggi dan detail, dan biasanya menggunakan garis-garis kontur dalam peta modern.
- Kompas : alat navigasi penunjuk arah sesuai dengan magnetik bumi secara akurat.
- Vertikal : garis atau bidang yang menjauhi pusat bumi.
- Waterpass : alat atau metode yang digunakan untuk mengukur tinggi garis bidik di atas permukaan bumi yang berkategori bermedan datar ($\text{slope} < 8\%$).

3 SURVEY TOPOGRAFI

Proses perpindahan bentuk bumi dan permukaannya membutuhkan sebuah keahlian khusus, yang dimiliki oleh seorang surveyor, sedangkan pekerjaan seorang surveyor biasa disebut survey topografi. Survey topografi adalah survey yang bertujuan untuk mencari informasi permukaan tanah. Informasi tersebut dapat berupa tinggi rendah hingga keadaan fisik dan posisi suatu benda, baik yang berupa alamiah maupun buatan manusia, di permukaan lahan yang akan dipetakan. Survey ini sangat berguna dalam pembuatan peta topografi.

Walaupun penginderaan jarak jauh (remote sensing) sudah menggunakan teknologi yang sangat maju, survey secara langsung masih dibutuhkan untuk mendapatkan hasil/informasi yang lebih akurat mengenai keadaan suatu permukaan lahan. Survey atau surveying didefinisikan sebagai pengumpulan data yang berhubungan dengan pengukuran permukaan bumi dan digambarkan melalui peta atau digital. Sedangkan pengukuran didefinisikan peralatan dan metode yang berhubungan dengan kelangsungan survey tersebut. Jadi, surveying adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pengumpulan data. Mulai dari pengukuran permukaan bumi hingga penggambaran bentuk bumi. Sedangkan pengukuran adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan penggunaan alat mulai dari pita ukur hingga pengukuran jarak dengan metode elektro magnetik.

Survey umumnya dilakukan pada bidang datar, yaitu dengan tidak memperhitungkan kelengkungan bumi. Dalam proyek surveying, kelengkungan buminya kecil, jadi pengaruhnya dapat diabaikan, dengan menggunakan perhitungan yang rumusnya disederhanakan. Sedangkan pada proyek yang memiliki jarak jauh, kelengkungan bumi tidak dapat diabaikan, karena keadaan ini termasuk surveying geodesi.

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada survey pengukuran meliputi:

- 1) **Peta topografi:** digunakan untuk informasi tentang keadaan, lokasi, jarak, rute perjalanan dan komunikasi. Peta topografi juga menampilkan variasi daerah, tingkat tutupan vegetasi dan perbedaan ketinggian kontur.
- 2) **Pita atau tali ukur:** digunakan untuk mengukur panjang lintasan atau ketebalan suatu lapisan. Pita ini biasanya berbentuk roll agar mudah dibawa (Gambar 3-1).

- 3) **GPS** : digunakan untuk menentukan kordinat posisi, kecepatan, arah dan waktu saat survey. GPS juga berguna untuk mengetahui medan lokasi agar kita tidak tersesatdibawa (Gambar 3-1).



Gambar 3-1. Tali ukur (roll meter) dan GPS

- 4) **Kamera**: digunakan untuk mempublikasikan hasil kegiatan lapangan yang dilakukan, mulai dari lokasi kegiatan.
- 5) **Kompas**: merupakan alat navigasi penunjuk arah sesuai dengan magnetik bumi secara akurat.



Gambar 3-2. Kompas dan Kamera

- 6) **Waterpass**: adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal .



Gambar 3-3. Waterpass

7) **Total station:** adalah instrumen optis/elektronik yang digunakan dalam pemetaan dan konstruksi bangunan. Total station merupakan teodolit terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik (electronic distance meter (EDM)) untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrumen ke titik tertentu (Gambar 3-4 dan Gambar 3-5).



Gambar 3-4. Total Station Topcon dan Sokkia



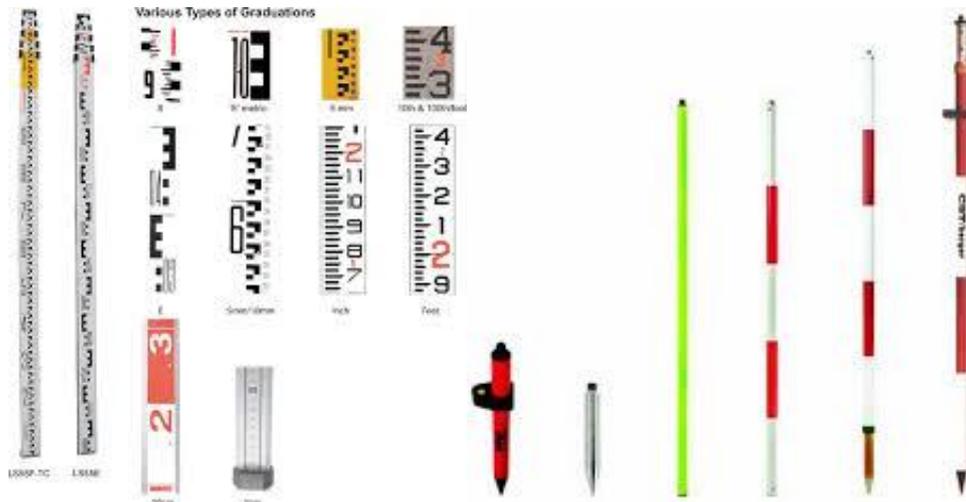
Gambar 3-5. Waterpass Topcon dan Sokkia

- 8) **Tripod:** adalah kaki tiga untuk menyangga alat total station, Digital Theodolite, waterpass, dll untuk berdiri tegaknya alat ukur dengan settingan tinggi kaki tripod yang dapat disesuaikan (Gambar 3-6).
- 9) **Rambu ukur:** adalah alat bantu dalam menentukan beda tinggi dan mengukur jarak dengan menggunakan pesawat waterpass atau total station. Rambu ukur terbuat dari kayu atau campuran logam aluminium. Ukurannya, tebal 3 cm – 4 cm, lebarnya + 10 cm dan panjang 2 m, 3 m, 4 m, dan 5 m. Pada bagian bawah diberi sepatu, agar tidak aus karena sering dipakai. Rambu ukur dibagi dalam skala, angka - angka menunjukkan ukuran dalam desimeter. Ukuran desimeter dibagi dalam sentimeter oleh E dan oleh kedua garis. Oleh karena itu, kadang disebut rambu E. Ukuran meter yang dalam rambu ditulis dalam angka romawi. Angka pada rambu ukur tertulis tegak atau terbalik. Pada bidang lebarnya ada lukisan milimeter dan diberi cat merah dan hitam dengan cat dasar putih agar saat dilihat dari jauh tidak menjadi silau. Meter teratas dan meter terbawah berwarna hitam, dan meter di tengah dibuat berwarna merah (Gambar 3-7).



Gambar 3-6. Tripod

10) Jalon (pole stick)

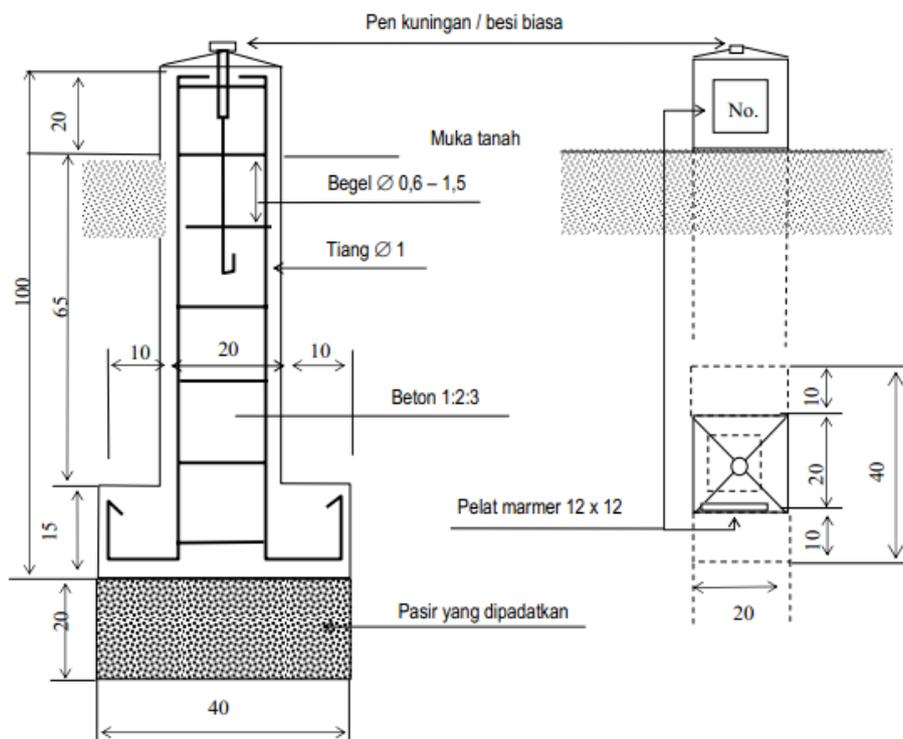


Gambar 3-7. Bak ukur dan Jalon (*Pole stick*)

3.1.2 Bahan

Bahan yang diperlukan pada survey topografi antara lain:

- 1) **Benck Mrk (BM):** adalah patok beton yang dibuat dan ditanam ada dua jenis, yang pertama patok beton yang berukuran 20 cm x 20 cm x 100 cm



Gambar 3-8. Patok Benck Mark (BM)

- 2) **Control Point (CP):** adalah patok beton yang mempunyai ukuran 10 cm x 10 cm x 80 cm atau yang lebih sering disebut dengan Control Point (CP).

3.2 Metode Pengukuran

3.2.1 Pengukuran Pengikatan

Salah satu kegiatan survei topografi adalah pengukuran pengikatan yaitu pengukuran untuk mendapatkan titik-titik referensi posisi horisontal dan posisi vertikal.

1) Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk kegiatan survei pengukuran pengikatan adalah:

- 1 unit Theodolite T2 (untuk posisi horisontal)
- 1 unit waterpass NAK (untuk posisi vertikal)
- 1 buah pita baja 50 m
- 2 set bak ukur

2) Metoda Pelaksanaan

(1) Titik Referensi Posisi Horisontal/Koordinat (X,Y)

Untuk pekerjaan ini dibuat dua buah BM. Dalam proses pemetaan BM.1 dipakai sebagai referensi horisontal (X,Y). BM ini harus diikatkan terlebih dahulu terhadap BM yang ada di lapangan (milik PT Timah) yang sudah memiliki nilai koordinat global. BM yang lain diikatkan terhadap BM.1 ini. Titik-titik referensi ini dilalui atau termasuk dalam jaringan pengukuran poligon, sehingga merupakan salah satu titik poligon.

(2) Titik Referensi Posisi Vertikal (Z)

Sebagai referensi ketinggian digunakan elevasi yang sudah tersimpan pada BM di lapangan, yang juga digunakan pada pekerjaan terdahulu, yang mempunyai datum (elevasi 0.00 m) pada Lowest Low Water Level (LLWL) pasang surut.

3.2.2 Pemasangan BM

Sebagai titik pengikatan dalam pengukuran topografi perlu dibuat bench mark (BM) dibantu dengan control point (CP) yang dipasang secara teratur dan mewakili kawasan secara merata. Kedua jenis titik ikat ini mempunyai fungsi yang sama, yaitu untuk menyimpan data koordinat, baik koordinat (X,Y) maupun elevasi (Z).

Mengingat fungsinya tersebut maka patok-patok beton ini usahakan ditanam pada kondisi tanah yang stabil dan aman. Kedua jenis titik ikat ini diberi nomenklatur atau kode, untuk memudahkan pembacaan peta yang dihasilkan. Disamping itu perlu pula dibuat deskripsi dari kedua jenis titik ikat yang memuat sketsa lokasi dimana titik ikat

tersebut dipasang dan nilai koordinat maupun elevasinya. Bentuk bench mark yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 3-8.

3.2.3 Pengamatan Azimuth Matahari

Tujuan pengamatan azimuth matahari adalah menentukan lintang dan bujur suatu titik (tempat) di bumi, yaitu koordinat astronomis titik tersebut, serta menentukan azimuth arah antara dua titik di permukaan bumi.

Pada khususnya penentuan azimuth suatu arah di permukaan bumi sangat diperlukan dalam pekerjaan-pekerjaan pengadaan titik dasar untuk pekerjaan pemetaan, baik pemetaan cara terestris maupun pemetaan cara fotogrametris.

Azimuth diperlukan bukan saja untuk pemberian orientasi utara kepada peta, tetapi lebih penting untuk mengontrol ukuran-ukuran sudut pada pengukuran poligon dan triangulasi.

3.2.4 Pengukuran Poligon

Pengukuran kerangka kontrol horisontal dilakukan dengan menggunakan system pengukuran metode poligon, atau lebih dikenal dengan nama pengukuran poligon.

1) Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk kegiatan survei ini adalah:

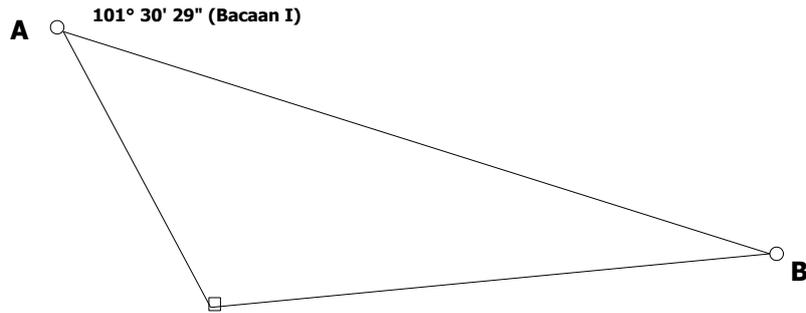
- 1 Unit Theodolite T2 atau Total Station Sokkia Set 2C
- 1 buah pita baja 50 m
- 1 set bak ukur.

2) Metoda Pelaksanaan

Dalam rangka penyelenggaraan kerangka dasar peta, dalam hal ini kerangka dasar horisontal/posisi horisontal (X,Y) digunakan metoda poligon. Dalam pengukuran poligon ada dua unsur penting yang perlu diperhatikan yaitu jarak dan sudut jurusan yang akan diuraikan dalam penjelasan di bawah ini. Dalam pembuatan titik dalam jaringan pengukuran poligon, titik-titik poligon tersebut berjarak sekitar 50 meter.

Pengukuran Sudut

Sudut diukur dengan menggunakan alat ukur Total Station Sokkia Set 2C. Pengukuran sudut dapat dijelaskan dengan Gambar 3-9 berikut ini :



Gambar 3-9. Pengukuran Sudut Poligon

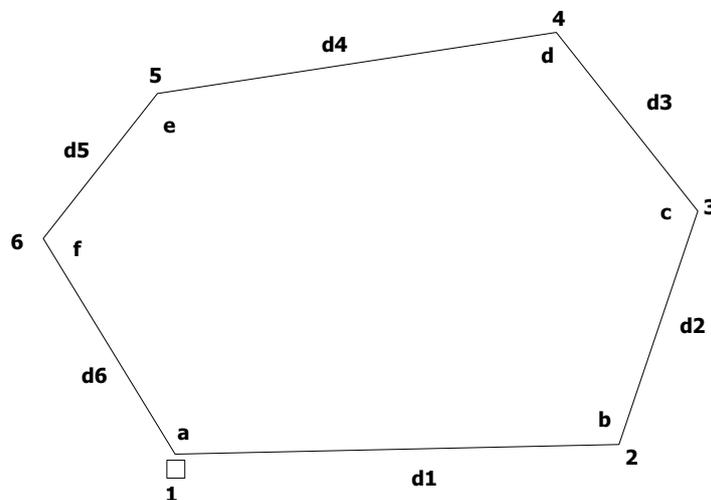
Sudut yang dipakai adalah sudut dalam yang merupakan hasil rata-rata dari pengukuran I dan II.

- Bacaan I = 101° 30' 29"
- Bacaan II = 101° 30' 28"
- Rata-rata = 101° 30' 28,5"

Sedangkan untuk pengukuran jarak dilakukan dengan cara optis dan dicek dengan menggunakan meetband.

Hitungan Poligon

Poligon dihitung dengan cara sebagai **Gambar 3-10** berikut :



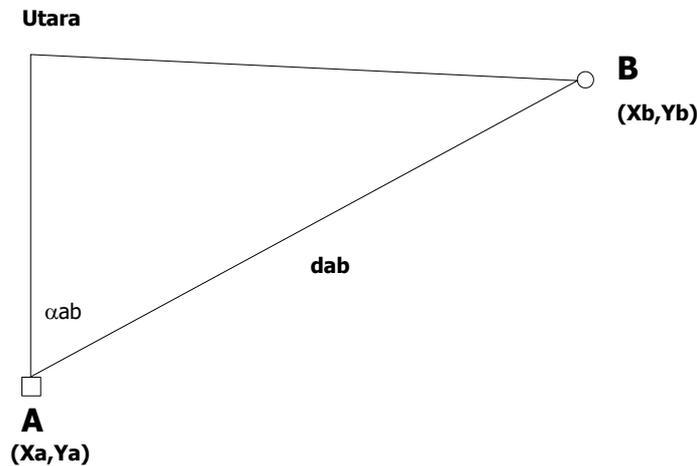
Gambar 3-10. Poligon

- Σ Sudut = $(n-2) \times 360^\circ \pm f\beta$
- dimana :
- Σ Sudut = jumlah sudut dalam
- n = jumlah titik poligon
- a,b,c,d....f = besar sudut

d_1, d_2, \dots, d_6 = jarak antar titik poligon
 $f\beta$ = kesalahan sudut yang besarnya sudut ditentukan $(104\sqrt{n})$

Hitungan Koordinat

Koordinat masing-masing titik poligon dihitung dengan persamaan dari Gambar 3-11 berikut :



Gambar 3-11. Model Matematis Hitungan Koordinat

$$X_b = X_a + d_{ab} \sin a_{ab} \pm f_x$$

$$Y_b = Y_a + d_{ab} \cos a_{ab} \pm f_y$$

dimana :

X_a, Y_a = Koordinat titik A

X_b, Y_b = Koordinat titik B

d_{ab} = Jarak datar antara titik A ke titik B

a_{ab} = Azimuth sisi titik A ke titik B

f_x, f_y = Koreksi

Sedangkan untuk koreksi absis dan ordinat digunakan metode Bowditch berikut ini :

$$f_{xi} = \frac{d_i \cdot f_x}{\sum d} \quad ; \quad f_{yi} = \frac{d_i \cdot f_y}{\sum d}$$

dimana :

f_{xi}, f_{yi} = Koreksi absis dan ordinat masing-masing koordinat

f_x, f_y = Koreksi absis dan ordinat keseluruhan

d_i = Jarak sisi-i

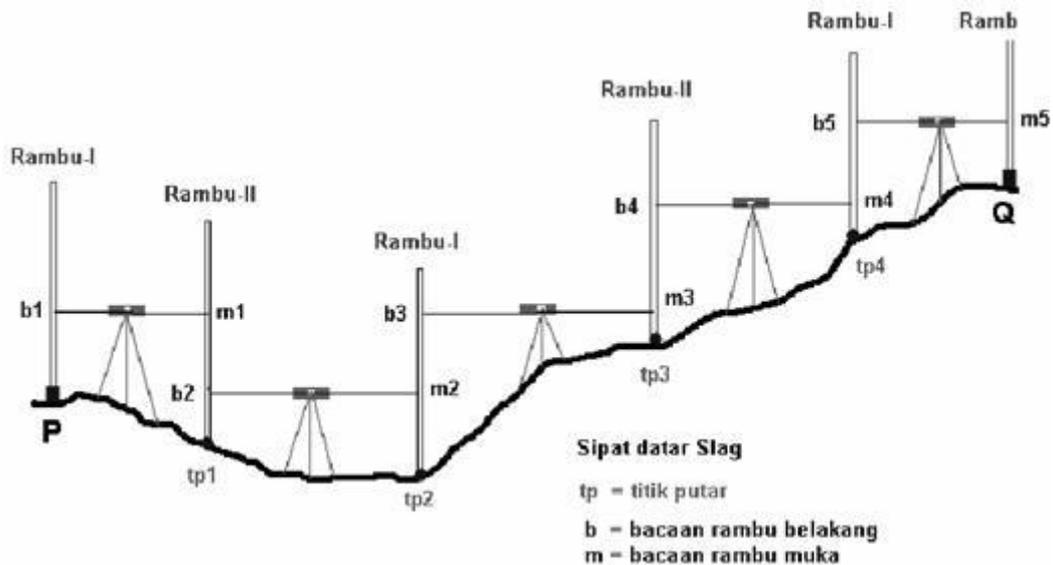
$\sum d$ = Jumlah jarak keseluruhan

3.2.5 Pengukuran Waterpass (sipat datar)

Kerangka dasar vertikal diperoleh dengan melakukan pengukuran sipat datar pada titik-titik jalur poligon. Jalur pengukuran dilakukan tertutup (loop), yaitu pengukuran dimulai dan

diakhiri pada titik yang sama. Pengukuran beda tinggi dilakukan double stand dan pergi pulang. Seluruh ketinggian ditransfer net (titik-titik kerangka pengukuran) telah diikatkan terhadap BM.

Penentuan posisi vertikal titik-titik kerangka dasar dilakukan dengan melakukan pengukuran beda tinggi antara dua titik terhadap bidang referensi seperti diilustrasikan pada



Gambar 3-12. Pengukuran sipat datar

Spesifikasi teknis pengukuran sipat datar adalah sebagai berikut:

- Jalur pengukuran dibagi menjadi beberapa seksi.
- Tiap seksi dibagi menjadi slag yang genap.
- Setiap pindah slag rambu muka menjadi rambu belakang dan rambu belakang menjadi rambu muka.
- Pengukuran dilakukan double stand pergi pulang pembacaan rambu lengkap benang atas, benang tengah, dan benang bawah.
- Selisih pembacaan stand 1 dengan stand 2 lebih kecil atau sama dengan 2 mm.
- Jarak rambu ke alat maksimum 75 m.
- Setiap awal dan akhir pengukuran dilakukan pengecekan garis bidik.
- Toleransi salah penutup beda tinggi (T) ditentukan dengan rumus berikut:

$$T = (8\sqrt{D}) \text{ mm}$$

dimana D = Jarak antara 2 titik kerangka dasar vertikal dalam satuan km.

Hasil pengukuran lapangan terhadap kerangka dasar vertikal diolah dengan menggunakan spreadsheet sebagaimana kerangka horisontalnya. Dari hasil pengolahan tersebut didapatkan data ketinggian relatif pada titik-titik patok terhadap bench mark acuan.

Ketinggian relatif tersebut pada proses selanjutnya akan dikoreksi dengan pengikatan terhadap elevasi muka air laut paling surut (*Lowest Low Water Level - LLWL*) yang dihitung sebagai titik ketinggian nol (+0.00).

3.2.6 Pengukuran Detail Situasi

Pengukuran detail situasi dilaksanakan untuk memperoleh dan mengetahui keadaan topografi daerah yang akan dipetakan. Pelaksanaan pengukuran detail situasi dapat dilakukan dengan Sistem Raai dan Sistem Voorsall.

Pelaksanaan pengukuran situasi detail dengan sistem raai dilakukan dengan merajang daerah yang akan dipetakan menjadi poligon-poligon cabang yang lebih kecil. Dengan merajang meng “array” daerah yang akan dipetakan maka akan didapat jalur-jalur poligon yang saling sejajar satu sama lain. Perhitungan poligon raai dilakukan dengan menggunakan sistem hitungan poligon terbuka terikat sempurna, detail situasi diukur dengan metode sudut kutub. Detail-detail tersebut diukur dengan menggunakan alat Total Station dan Theodolith Wild TO. Jarak dan beda masing-masing sisi dan titik detail diukur dengan metode Tachimetry.

Pengukuran situasi dilakukan dengan metode tachymetri, yaitu sebagai berikut.

- a) Teodolit yang digunakan sebaiknya dilengkapi dengan osole.
- b) Setiap akan melakukan pengukuran harus terlebih dahulu dilakukan kalibrasi teodolit.
- c) Rambu ukur yang digunakan harus memiliki interval skala yang benar.
- d) Batas Areal di tepi kiri dan di tepi kanan sungai yang diukur situasinya tergantung pada tujuan penggunaan peta situasi.
- e) Unsur situasi yang diukur terdiri atas
 - (1) bentuk planimetris alur sungai,
 - (2) bentuk palung sungai,
 - (3) semua drainase yang masuk ke sungai,
 - (4) bentuk planimetris alur drainase,
 - (5) bentuk palung drainase,
 - (6) bentuk planimetris tanggul,
 - (7) bentuk relief areal di sepanjang tepi kiri dan tepi kanan sungai,
 - (8) batas perubahan bentuk penggunaan lahan di areal tepi kiri dan tepi kanan sungai,
 - (9) semua bangunan yang ada di sepanjang areal di tepi kiri dan di tepi kanan sungai,
 - (10) semua bangunan yang ada di sungai, misalnya jembatan, tubuh bendung, ground
 - (11) Sill , dermaga, pelindung tebing sungai, rumah yang menjorok ke alur sungai, dan
 - (12) semua bangunan lainnya,
 - (13) catat bentuk penggunaan lahan di areal tepi kiri dan tepi kanan sungai,
- f) Jumlah detail unsur situasi yang diukur harus betul-betul representatif, oleh sebab itu kerapatan letak detail harus selalu dipertimbangkan terhadap bentuk unsur situasi serta skala dari peta yang akan dibuat,
- g) Setiap pembacaan rambu ukur harus dilakukan pada ketiga benang, yaitu benang atas, benang tengah, dan benang bawah,
- h) Semua detail situasi yang diukur harus dibuat sketsanya,
- i) Sketsa detail situasi harus dilengkapi dengan arah utara,
- j) Setiap lembar formulir data ukur detail situasi harus ditulis nomor lembarnya, nama pekerjaan, nama pengukur, alat yang digunakan, merek dan nomor seri alat yang digunakan, tanggal dan tahun pengukuran, dan keadaan cuaca pada saat melakukan pengukuran.

3.2.7 Pengukuran Penampang Melintang

Penampang melintang pada sungai dimaksudkan untuk mengetahui kondisi tampang permukaan tanah pada posisi tegak lurus terhadap as sungai penampang melintang ini diukur dengan menggunakan alat ukur Theodolite Wild-TO. Untuk daerah yang datar digunakan alat waterpass.

Pengukuran penampang melintang sungai dilakukan dengan metode tachymetri yaitu sebagai berikut.

- a) Jarak antarpemampang melintang yang diukur bergantung pada kegunaan gambar penampang melintang tersebut.
- b) Teodolit yang digunakan mempunyai ketelitian ≤ 30 detik.
- c) Setiap akan melakukan pengukuran terlebih dahulu dilakukan kalibrasi teodolit.
- d) Rambu ukur yang digunakan harus memiliki interval skala yang benar.
- e) Arah penampang melintang yang diukur diusahakan tegak lurus alur sungai.
- f) Batas pengambilan detail di areal tepi kiri dan di areal tepi kanan sungai tergantung pada kegunaan gambar penampang melintang tersebut.
- g) Detail yang ukur harus dapat mewakili bentuk irisan melintang alur sungai dan relief areal di tepi kiri serta di tepi kanan sungai setempat.
- h) Apabila di areal tepi kiri atau di areal tepi kanan sungai terdapat bangunan permanen seperti halnya rumah, maka letak batas dan ketinggian lantai rumah tersebut harus diukur, dan diperlakukan sebagai detail irisan melintang.
- i) Jumlah dan kerapatan letak detail yang diukur harus dipertimbangkan pula terhadap skala gambar penampang melintang yang akan dibuat.
- j) Apabila kondisi aliran sungai tidak memungkinkan untuk menggunakan rambu ukur, maka pengukuran detail dasar sungai dilakukan dengan cara sounding.
- k) Pelaksanaan sounding dapat dilakukan dengan menggunakan echo sounder atau dengan peralatan lainnya.
- l) Ketinggian permukaan air sungai pada tiap penampang melintang harus diukur pada saat mengukur penampang melintang .
- m) Setiap detail yang diukur harus dibuat sketsanya, dan sketsa detail penampang melintang tidak boleh terbalik antara letak tebing kiri sungai dengan letak tebing kanan sungai.
- n) Setiap pembacaan rambu ukur harus dilakukan pada ketiga benang, yaitu benang atas, benang tengah dan benang bawah.
- o) Setiap lembar formulir data ukur penampang melintang harus ditulis nomor lembarnya, nama pekerjaan, nama pengukur, alat yang digunakan, merek dan nomor seri alat yang digunakan, tanggal dan tahun pengukuran, dan keadaan cuaca pada saat melakukan pengukuran.

3.3 Pengolaan data

3.3.1 Pengendalian data

- a) Setiap lembar data ukur dan data hitungan yang telah disetujui harus diberi paraf di bagian bawah di sebelah kanan.
- b) Semua data ukur dan data hitungan harus selalu diklasifikasikan menurut acamnya, kemudian disusun secara urut, dan disimpan pada tempat yang aman.

3.3.2 Penghitungan

a) Hitungan poligon

Secara umum penghitungan poligon terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pertama adalah penghitungan koordinat sementara dan tahap yang kedua merupakan penghitungan koordinat definitif. Sistem proyeksi peta yang digunakan adalah sistem proyeksi Universal Transfer Mercator (UTM).

1) Koordinat sementara

(a). Sudut

- (1) Ratakan sudut-sudut horizontal hasil pengukuran pada tiap titik poligon utama dan tiap titik poligon cabang,
- (2) Periksa kesalahan penutup sudut pada setiap sirkuit, kemudian periksa pula kesalahan penutup sudut pada seluruh sirkuit,
- (3) Untuk membawa hitungan ke sistem proyeksi UTM, sudut hasil ukuran diberikoreksi kappa (κ) dan koreksi jurusan horizontal Ψ (Ψ).

(b). Jarak

- (1) Ratakan jarak hasil ukuran pada setiap sisi poligon utama dan poligon cabang,
- (2) Untuk membawa hitungan ke sistem proyeksi UTM, jarak hasil ukuran diberireduksi ke bidang geoid dan reduksi ke bidang proyeksi.

(c). Azimut

Jika azimut yang digunakan merupakan azimut astronomi hasil pengamatan matahari, untuk membawanya ke bidang proyeksi UTM diberi reduksi konvergensi meridian.

(d). Koordinat sementara

- (1) Jumlah sudut-sudut poligon, di hitung kesalahan penutupnya, lalu berikankoreksi sudut,
- (2) Hitung azimut tiap sisi poligon,
- (3) Hitung $d \sin \alpha$ dan $d \cos \alpha$,
- (4) Berikan koreksi f_x dan f_y ,
- (5) Hitung koordinat titik-titik poligon,

2) Koordinat definitif

Penghitungan koordinat definitif dilakukan dengan metode least square (kwadrat terkecil).

b) Hitungan waterpasing :

Secara umum penghitungan waterpasing terdiri dari dua tahap, untuk tahap pertama adalah penghitungan ketinggian sementara, dan tahap kedua merupakan penghitungan ketinggian definitif.

1) Ketinggian sementara :

- (a). Hitung beda tinggi tiap slag.
- (b). Periksa hasil pengukuran waterpasing dengan menselisihkan jumlah beda tinggi hasil pengukuran pergi terhadap jumlah beda tinggi hasil pengukuran pulang.
- (c). Apabila jumlah beda tinggi hasil pengukuran pergi terhadap jumlah beda tinggi hasil pengukuran pulang tidak memenuhi toleransi yang ditetapkan, maka periksa beda tinggi tiap slag dari hasil pengukuran pergi dan beda tinggi tiap slag hasil pengukuran pulang.
- (d). Apabila beda tinggi salah satu slag hasil pengukuran pergi dan hasil pengukurannya janggal, maka beda tinggi pada slag tersebut diukur ulang.
- (e). Hitung kesalahan penutup tiap sirkuit.
- (f). Berikan koreksi pada tiap slag.
- (g). Hitung ketinggian patok sementara, patok tetap bantu, dan patok tetap utama berdasarkan ketinggian titik ikat yang digunakan.

2) Ketinggian definitif :

Penghitungan ketinggian definitif dilakukan dengan metode least square (kwadrat terkecil).

c) Hitungan detail situasi

- 1) Jarak tiap detail terhadap patok merupakan jarak tidak langsung (jarak optis) yang dihitung berdasarkan fungsi goniometri sudut vertikal dan hasil bacaan rambu ukur,
- 2) Beda tinggi tiap detail terhadap patok dihitung dengan rumus tachymetri,
- 3) Hitung ketinggian tiap detail berdasarkan ketinggian definitif.

d) Hitungan detail penampang melintang :

- 1) Jarak tiap detail terhadap patok merupakan jarak tidak langsung (jarak optis) yang dihitung berdasarkan fungsi goniometri sudut vertikal dan hasil bacaan rambu ukur,
- 2) Beda tinggi tiap detail terhadap patok dihitung dengan rumus tachymetri,
- 3) Hitung ketinggian tiap detail berdasarkan ketinggian definitif.

3.4 PENGAMBARAN

Penggambaran draft dilakukan pada kertas millimeter kemudian didigitasi di atas meja digitizer sehingga menjadi data digital. Pencetakan dilakukan dengan plotter di atas kertas

kalkir ukuran A1. Gambar-gambar dilengkapi dengan petunjuk arah utara, legenda, skala, kop, judul gambar disertai dengan kelengkapan yang diperlukan lainnya.

Gambar hasil pengukuran merupakan tahap penyajian data dan merupakan tahap terakhir dari proses pengukuran. Gambar-gambar hasil pengukuran akan ditampilkan sebagai eksisting dari kondisi lapangan yang sebenarnya. Gambar-gambar hasil pengukuran tersebut yaitu :

- 1) Gambar situasi
- 2) Gambar potongan profil melintang saluran
- 3) Gambar potongan profil memanjang saluran

Pekerjaan penggambaran dilakukan di atas kertas milimeter dan obyek penggambaran sebagai berikut:

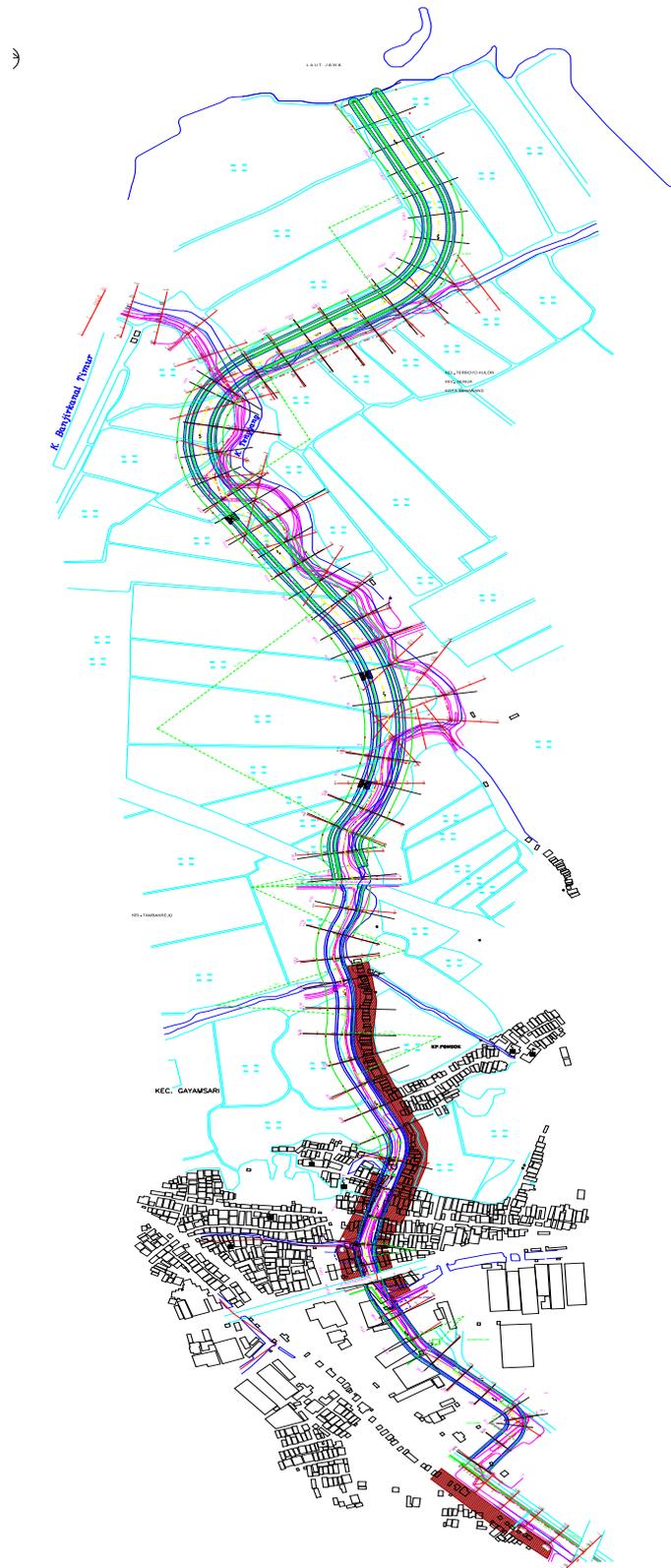
- 1) Penentuan koordinat X dan Y
- 2) Plotting semua titik poligon
- 3) Plotting tempat pengamatan situasi dan profil
- 4) Penggambaran potongan melintang dan memanjang dengan komputer dan plotter yang meliputi pengisian nama patok jarak dan tinggi.
- 5) Skala gambar, untuk penampang memanjang dengan skala 1:1.000 ke arah horizontal dan skala 1:100 ke arah vertikal yang dilengkapi gambar situasi trase saluran
- 6) Untuk penampang melintang digambar dengan skala 1:100 baik ke arah vertikal maupun horizontal
- 7) Gambar detail menggunakan skala 1:10

Aturan khusus penggambaran ukuran tanah:

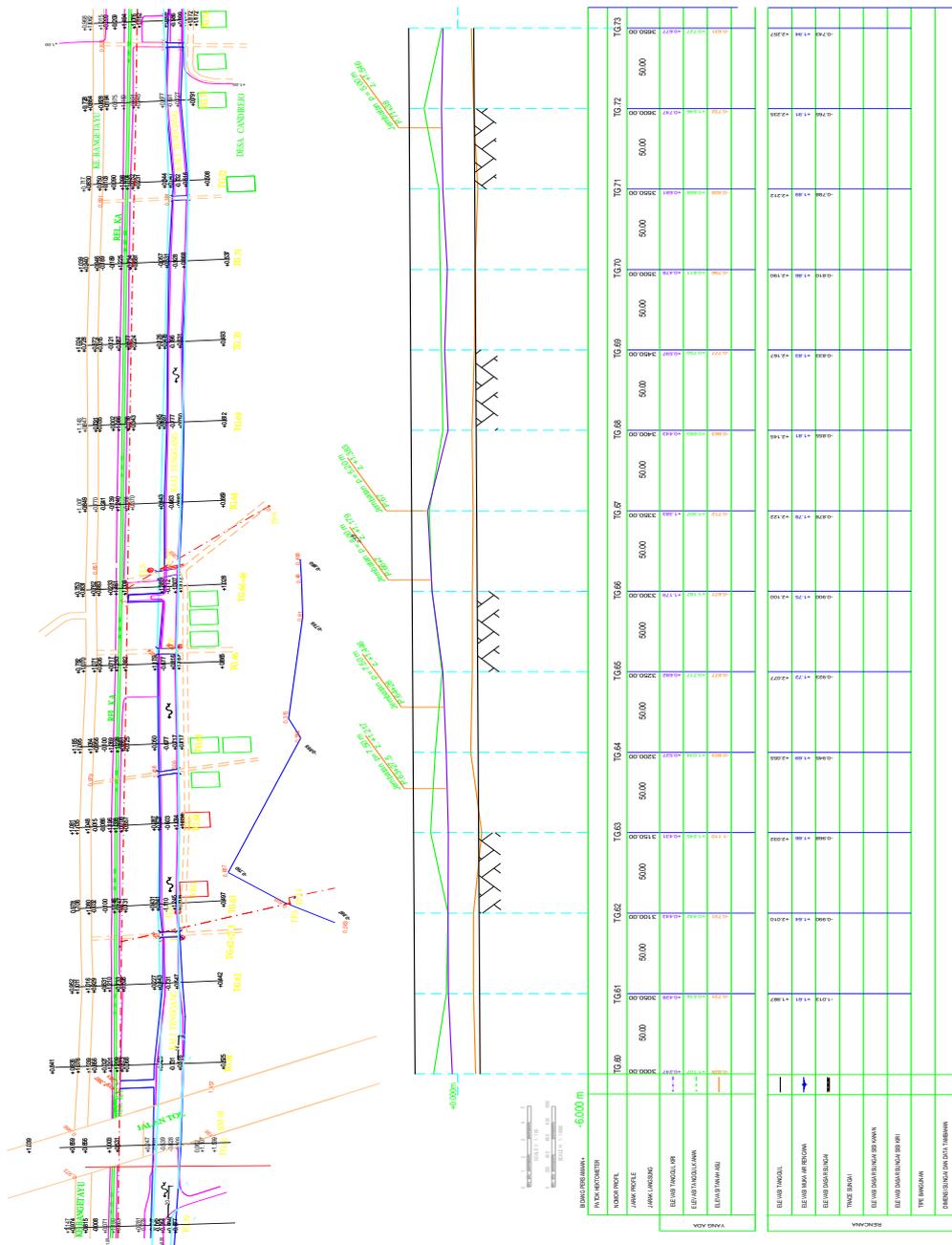
- 1) Seluruh penampang melintang harus digambar dengan melihat ke arah hilir (sesuai arah aliran).
- 2) Istilah tebing kiri dan tebing kanan juga dibuat sesuai dengan arah ke hilir tersebut (sesuai dengan aturan yang lazim).
- 3) Penampang memanjang digambar dengan arah aliran dari kiri ke kanan.

4 STUDI KASUS

Pengukuran Sungai Tenggang



Gambar 4.1. Peta situasi saluran drainase



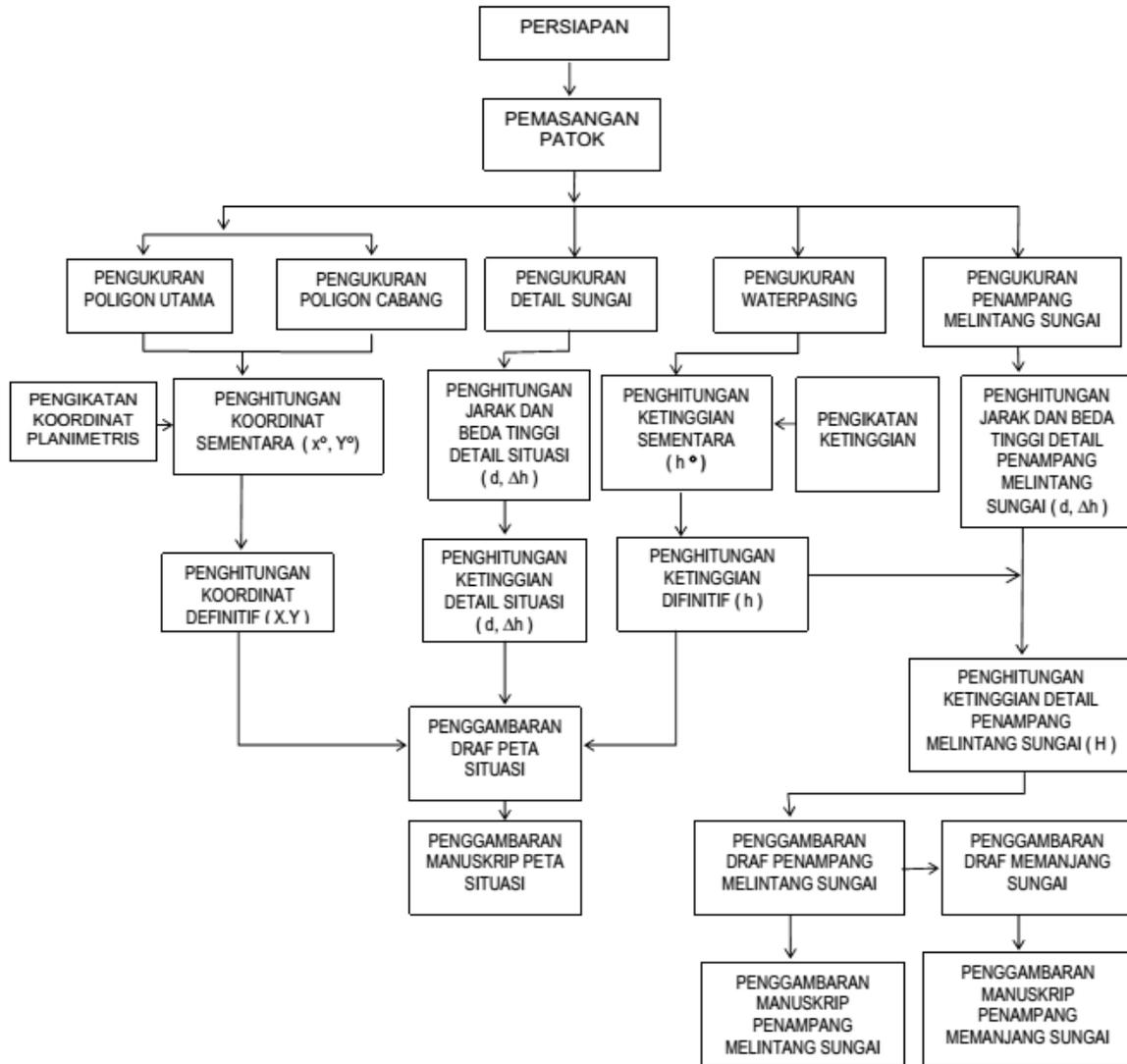
5 SUMBER PUSTAKA

1. Barus, B dan U.S. Wiradisastra. 2000. *Sistem Informasi dan Geografis*. Bogor.
2. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1986, Standar Perencanaan Irigasi, Persyaratan Teknis Bagian Pengukuran Topografi. PT-02. Cetakan 1, Jakarta.
3. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1986, Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Standar Penggambaran. KP-07. Cetakan 1, Jakarta.
4. Edward, M. Mikhail, and Gordon Gracie, 1981, *Analysis And Adjustment Of Survey Measurement*, Van Nostrand Reinhold Company Inc, New York.

5. Hasjimi Masidin, Ir, 1974, Hitung Pengamatan I, Bagian Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
6. Irwan Syafri dan A. Wuriyati, 1996, Kondisi Datum Ketinggian Wilayah Sungai di Pulau Jawa, Makalah, Buletin Pusair, NO. 23, Tahun VI, ISSN : 0852 – 5919, Pusat Litbang Pengairan, Bandung.
7. Irwan Syafri, Syaifuddin, dan A. Wuriyati, 1998, Penentuan Dan Pemetaan Daerah Terancam Banjir, Makalah, Buletin Pusair, No. 27 Tahun VII, ISSN : 0852 - 5919. Pusat Litbang Pengairan, Bandung
8. Irwan Syafri dan A. Wuriyati, 1998, Pengaruh Kerapatan Letak Penampang Melintang Dan Variasi Bentuk Palung Dalam Penghitungan Tinggi Muka Air Sungai, Makalah, Media Komunikasi Teknik Sipil, Edisi XII, ISSN : 0854 – 1809, Semarang.
9. Irwan Syafri, Syaifuddin, dan A. Wuriyati, 1999, Kerancuan Jarak Antar Penampang Melintang Dalam Penghitungan Tinggi Muka Air Sungai, Makalah, , Buletin Pusair, No. 32 tahun IX ISSN : 0852 – 5919, Pusat Litbang Pengairan, Bandung
10. Irwan Syafri, Sutomo Kahar dan A. Wuriyati, 1999, Teknik Pembuatan Trase Tanggul Sungai, Makalah, Media Komunikasi Teknik Sipil. Edisi XIII, ISSN : 0854 – 1809, Semarang.
11. Irwan Syafri dan A. Wuriyati, 2002, Chart Datum Muara Sungai Sambong, Makalah, Teknologi Sumber Daya Air, Volume 1 no.1, ISSN : 1411 – 5824, Balai Sungai Puslitbang SDA, Surakarta.
12. Irwan Syafri, Sutomo Kahar dan A. Wuriyati, Penentuan Bentuk Poligon Untuk Pemetaan Teritris Sungai, Makalah, Belum Terbit.
13. Irwan Syafri dan A. Wuriyati, Aplikasi Hitung Perataan Metode Kuadrat Terkecil Dengan Variasi Parameter untuk Kerangka Planimetris Peta, Makalah, Belum Terbit.
14. Irwan Syafri, Sutomo Kahar dan A. Wuriyati, 2000 Sifat Pasang Surut Di Muara Sungai Bengawan Solo, Makalah, Jurnal dan Pengembangan Keairan no. 2 Tahun 7, ISSN : 0854 – 4549, Laboratorium Pengaliran, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNDIP.
15. Irwan Syafri, Sutomo Kahar dan A. Wuriyati, 2000, Pengaruh Interpolasi Kontur Dalam Penghitungan Perubahan Dasar Sungai, Makalah, Pilar Volume 9 no. 2, ISSN : 0854– 1515, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP.
16. Irwan Syafri, 1995, Aplikasi Hitung Perataan Metode Kuadrat Terkecil dengan Perataan Bersyarat (studi Kasus pada pengukuran jaringan titik tinggi Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Jeratun Seluna), Makalah, Buletin Pusair No. 19, Tahun V, 0852 – 5919, Pusat Litbang Pengairan, Bandung.
17. Irwan Syafri, Sutomo Kahar dan A. Wuriyati, 2001, Kualifikasi Penggunaan Metode Pengukuran Tinggi Di Sepanjang Alur Sungai, Makalah, Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 9 no. 2, Edisi XX, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNDIP.
18. Jacob Rais, Prof, Ir, M.Sc, 1980, Ilmu Ukur Tanah, Jilid I, Cetakan ke II, Cipta Sari Grafika, Semarang.
19. Jacob Rais, Prof, Ir, M.Sc, 1980, Ilmu Ukur Tanah, Jilid II, Cetakan ke II, Cipta Sari Grafika, Semarang.

20. Mardjono Notodihardjo, 1980, Pengembangan Wilayah Sungai Di Indonesia, Cetakanke 1, PT. Chandy Buana Kharisma, YBPPU, Jakarta.
21. Paul R. Wolf, Ph.D, 1981, Adjustment Computations, Second Edition, P.B.L.,Publishing Co, Wisconsin.
22. Purworaharjo,U. 1986. *Ilmu Ukur Tanah Seri B Pengukuran Horisontal*. Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan nstitut Teknologi Bandung.
23. Purworaharjo,U. 1986. *Ilmu Ukur Tanah Seri C Pemetaan Topografi*. Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung.
24. Sutomo Wongsotjitro, Prof, 1980, Ilmu Ukur Tanah, Terbitan pertama dalam EYD,Yayasan Kanisius, Yogyakarta

6 LAMPIRAN



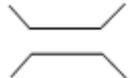
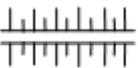
Gambar L- 1. Bagan alir tahapan kegiatan pengukuran dan pemetaan teristris sungai



No.	URAIAN	SKETSA
1.	Nama sungai :	
2.	No. PTU :	
	Ka/Ki	
3.	Koordinat planimetris dalam sistem	
	Proyeksi :	
	X =	
	Y =	
4.	Ketinggian terhadap :	
	Z =	
5.	Pemasangan	
	Oleh :	
	Tanggal :	
	Letak :	
	Desa :	
	Kecamatan :	
	Kabupaten :	
	Propinsi :	

U
↑

Gambar L- 2. Diskripsi Benck Mark (BM) atau Patok Tetap Utama

	:	Patok Tetap Utama (PT)
	:	Patok Tetap Bantu (PTE)
	:	Garis Kontur
	:	Jalan Raya
	:	Sungai
	:	Arah Aliran
	:	Jembatan
	:	Jalan Kereta Api
	:	Tanggul
	:	Permukiman
	:	Sawah
	:	Tambak

Gambar L- 4. Contoh legenda peta

DATA UKUR POLIGON

Pekerjaan :

Lokasi :

Diukur oleh :
Tanggal :

Jenis alat ukur :
No. Seri :
Keadaan cuaca :

Tempat Alat	Titik Arah	Pembacaan Pir.Horizontal		Sudut Terukur			Jarak Terukur			Sketsa
		Biasa	Luar Biasa	Biasa	Luar Biasa	Rata-rata	Pergi	Pulang	Rata-rata	

Disetujui :
Tanggal :
Tanda Tangan :

Diperiksa oleh :
Tanggal :
Tanda Tangan :

Gambar L- 5. Contoh formulir isian data ukur poligon

DATA HITUNGAN POLIGON

Pekerjaan :
Lokasi :

Dihitung oleh :
 Tanggal :

Alat hitung :

No. Titik	Sudut (β)			Kor. β "	Sudut jurusan (α)			Jarak (D) m	D sin α m	Kor. absis	D cos α m	Kor. Ord.	Absis X	Ordinat Y	No. Titik		
	o	'	"		o	'	"										

Disetujui :
 Tanggal :
 Tanda Tangan:

Diperiksa oleh :
 Tanggal :
 Tanda Tangan :

Gambar L- 6. Contoh form data hitungan poligon

DATA PENGUKURAN WATERPAS

Pekerjaan
Lokasi

Diukur oleh :
 Tanggal :
 Keterangan : Pergi / Pulang

Jenis alat ukur :
 No. Seri :
 Keadaan cuaca :

No. Titik		Pembacaan Rambu						Beda Tinggi		Sketsa
Dari	Arah	Belakang			Muka			+	-	
		BT	BA	BB	BT	BA	BB			

Disetujui :
 Tanggal :
 Tanda Tangan :

Diperiksa oleh :
 Tanggal :
 Tanda Tangan :

Gambar L- 7. Contoh form data pengukuran waterpass

