



STAKE OUT PEKERJAAN KONSTRUKSI PELATIHAN PENGUKURAN BIDANG SDA TINGKAT DASAR



PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN SUMBER DAYA AIR DAN KONSTRUKSI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
2019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Modul Stacking Out Pekerjaan Konstruksi sebagai salah satu materi substansi dalam Pelatihan Pengukuran Bidang SDA Tingkat Dasar. Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan kompetensi Aparatur Sipil Negara (ASN) di bidang Sumber Daya Air.

Modul Stacking Out Pekerjaan Konstruksi ini disusun dalam 3 materi pokok yang terbagi atas Materi Pokok 1: Umum, Materi Pokok 2: Pengukuran Lapangan, Materi Pokok 3: Pengukuran Situasi Rencana Bangunan. Penyusunan modul yang sistematis diharapkan mampu mempermudah peserta pelatihan dalam memahami Stacking Out Pekerjaan Konstruksi. Penekanan orientasi pembelajaran pada modul ini menonjolkan partisipasi aktif dari para peserta.

Ucapan terimakasih dan penghargaan kami sampaikan kepada Tim Penyusun, sehingga modul ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyempurnaan maupun perubahan modul di masa mendatang senantiasa terbuka dimungkinkan mengingat akan perkembangan situasi, kebijakan dan peraturan yang terus menerus terjadi. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat dalam peningkatan kompetensi ASN di bidang Sumber Daya Air.

Bandung, September 2019
Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan
Sumber Daya Air dan Konstruksi

Ir. Herman Suroyo, M.T.
NIP. 196307141992031010

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
PENDAHULUAN	1
MATERI POKOK 1 UMUM.....	3
1.1 Indikator Keberhasilan.....	3
1.2 Pengertian Uitzet/Stacking Out	3
1.2.1 Pemeriksaan Bersama (MC-0).....	6
1.2.2 Pemeriksaan Bersama Kemampuan Infrastruktur Penunjang Pelaksanaan Pekerjaan.....	6
1.3 Maksud dan Tujuan Uitzet/Stacking Out.....	7
1.4 Alat-Alat Survey.....	7
1.4.1 Alat Ukur Theodolite	7
1.4.2 Alat ukur Sipat Datar (Waterpas)	8
1.5 Latihan	11
1.6 Rangkuman	11
MATERI POKOK 2 PENGUKURAN LAPANGAN	12
2.1 Indikator Keberhasilan.....	12
2.2 Umum	12
2.3 Pemasangan Patok	12
2.4 Pengukuran Lapangan, Perhitungan dan Penggambaran	13
2.4.1 Pengukuran Lapangan.....	13
2.4.2 Perhitungan	24
2.4.3 Penggambaran.....	27
2.5 Latihan	30
2.6 Rangkuman	30
MATERI POKOK 3 PENGUKURAN SITUASI RENCANA BANGUNAN	32
3.1 Indikator Keberhasilan.....	32
3.2 Umum	32
3.3 Pengukuran di Lapangan	32
3.4 Pengukuran Situasi Rencana Lokasi Bangunan Irigasi.....	33

3.4.1 Pengukuran situasi rencana bangunan	33
3.4.2 Pengukuran situasi detail	33
3.5 Latihan	34
3.6 Rangkuman	34
PENUTUP	36
DAFTAR PUSTAKA	39
GLOSARIUM	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan alir kegiatan uitzet/stacking out	5
Gambar 1.2 Theodolite	7
Gambar 1.3 Waterpas/ sipat datar	9
Gambar 1.4 Contoh pembacaan garis berkala	10
Gambar 2.1 Bentuk konstruksi pilar BM dan CP	14
Gambar 2.2 Pengamatan azimuth astronomis	16
Gambar 2.3 Pengukuran jarak pada permukaan miring	17
Gambar 2.4 Pengukuran sudut antar dua patok	18
Gambar 2.5 Pengecekan koreksi garis bidik	20
Gambar 2.6 Pengukuran sipat datar memanjang	21
Gambar 2.7 Pengukuran situasi dan trase saluran	23

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengukuran Stacking Out Pekerjaan Konstruksi diperlukan dalam rangka perhitungan Mutual Check 0% (MC-0) yaitu melakukan pengukuran ulang sesuai gambar perencanaan berdasarkan kondisi existing lapangan. Cara pengukuran dan alat yang digunakan sedapat mungkin sama dengan yang sudah dilaksanakan sebelumnya.

Perbedaan volume yang signifikan antara perencanaan dengan volume pada saat pelaksanaan kerap terjadi, hal ini terjadi karena selang waktu yang cukup lama antara masa perencanaan dengan pelaksanaan. Dengan melaksanakan Pengukuran Stacking Out Pekerjaan Konstruksi, diharapkan adanya kesepakatan dan kesepahaman antara penyedia dan pengguna jasa. Titik referensi (BM) harus mengikuti yang sudah ada, bila diperlukan maka dilakukan pemasangan BM tambahan. Selain sebagai pengukuran ulang pada MC-0, uitzet juga bermanfaat untuk memperbaiki/koreksi terhadap peta yang sudah ada.

B. Deskripsi Singkat

Pembuatan modul ini dilakukan guna meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang uitzet/stacking out yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku pada saat ini.

Dalam suatu pelaksanaan/pengawasan konstruksi tentu tidak terlepas kaitannya dengan uitzet/stacking out. Seorang pengawas harus mengerti uitzet/stacking out agar kegiatan pelaksanaan/pengawasan konstruksi khususnya dalam Jaringan Irigasi Air Tanah ini berjalan sesuai rencana.

Modul Pengukuran Stacking Out Pekerjaan Konstruksi ini disusun berdasarkan kebutuhan setiap unsur dan strategi. Modul ini dapat dipakai sebagai pegangan bahan ajar bagi *trainer/fasilitator*, maupun bahan belajar bagi peserta pelatihan.

C. Tujuan Pembelajaran

Pengaturan tentang air tanah dan pekerjaan jaringan irigasi air tanah sudah terdapat di dalam Undang - Undang No.11 Tahun 1974 tentang Pengairan, Permen ESDM No. 2 tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah, Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Irigasi Tahun 2011, dan Rancangan Pedoman Konstruksi Air Tanah dan Air Baku tahun 2016. Maka guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang pelaksanaan/pengawasan pekerjaan jaringan irigasi air tanah bagi petugas pelaksana sumber daya air, diperlukan juga

pemahaman tentang Pengukuran Stacking Out Pekerjaan Konstruksi.

Setelah mempelajari modul dan mengikuti pelatihan ini, maka para peserta pelatihan diharapkan peserta pelatihan dapat:

- a) Memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang tinjauan umum;
- b) Memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang pengukuran lapangan;
- c) Memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang pengukuran situasi rencana bangunan.

D. Sub Materi dan Materi Pokok

Modul ini berisi beberapa materi yang diuraikan sebagai berikut:

Tinjauan Umum, berisi tentang indikator keberhasilan, pengertian uitset/stacking out, maksud dan tujuan uitset, alat-alat survey, latihan, dan rangkuman materi tinjauan umum.

Pengukuran Lapangan berisi indikator keberhasilan, tinjauan umum pengukuran lapangan, pemasangan patok, pengukuran lapangan, perhitungan dan penggambaran, latihan, dan rangkuman pengukuran lapangan.

Pengukuran Situasi Rencana Bangunan, berisi indikator keberhasilan, tinjauan umum pengukuran situasi rencana bangunan, pengukuran di lapangan, pengukuran situasi rencana lokasi, latihan, dan rangkuman pelaporan.

MATERI POKOK 1

UMUM

1.1 Indikator Keberhasilan

Setelah mempelajari materi ini, peserta pelatihan diharapkan mampu memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang tinjauan umum uitzet/stacking out.

1.2 Pengertian Uitzet/Stacking Out

Uitzet/Stacking Out adalah pengukuran ulang lapangan di awal suatu pekerjaan untuk memastikan besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan.

Suatu perencanaan masih bisa terjadi kekeliruan maupun perbedaan bila diaplikasikan di lapangan. Pengguna Jasa, Penyedia Jasa Konstruksi maupun Konsultan Pengawas harus memastikan lagi terhadap hasil perencanaan di lapangan. Pengukuran ulang ini menghasilkan Laporan MC-0 yang dilampiri Gambar Rencana Pelaksanaan Kerja, Kurva S, Foto Pekerjaan 0%, dan Lampiran-lampiran yang diperlukan. Semua dokumen yang dihasilkan dalam Pengukuran Ulang ini wajib disetujui oleh para pihak.

Besarnya perubahan yang ditemukan dibuatkan Dokumen Perubahan. Dokumen perubahan bisa berbentuk Dokumen Tambah Kurang (CCO/*Change Contract Order*) atau Dokumen Tambahan (Addendum). Jika perubahan yang ditemukan besar bahkan berpengaruh terhadap pasal-pasal dalam kontrak, maka harus melibatkan Bidang Hukum, Perencanaan, dan lain-lain. Bila terjadi perubahan kontrak yang cukup besar, diperlukan justifikasi teknis dan tim negosiasi harga.

Uitzet dan Staking out merupakan kegiatan survey detail dan pematokan dimana posisi (X,Y) dan tinggi/elevasi (Z) di ukur dan di tentukan.

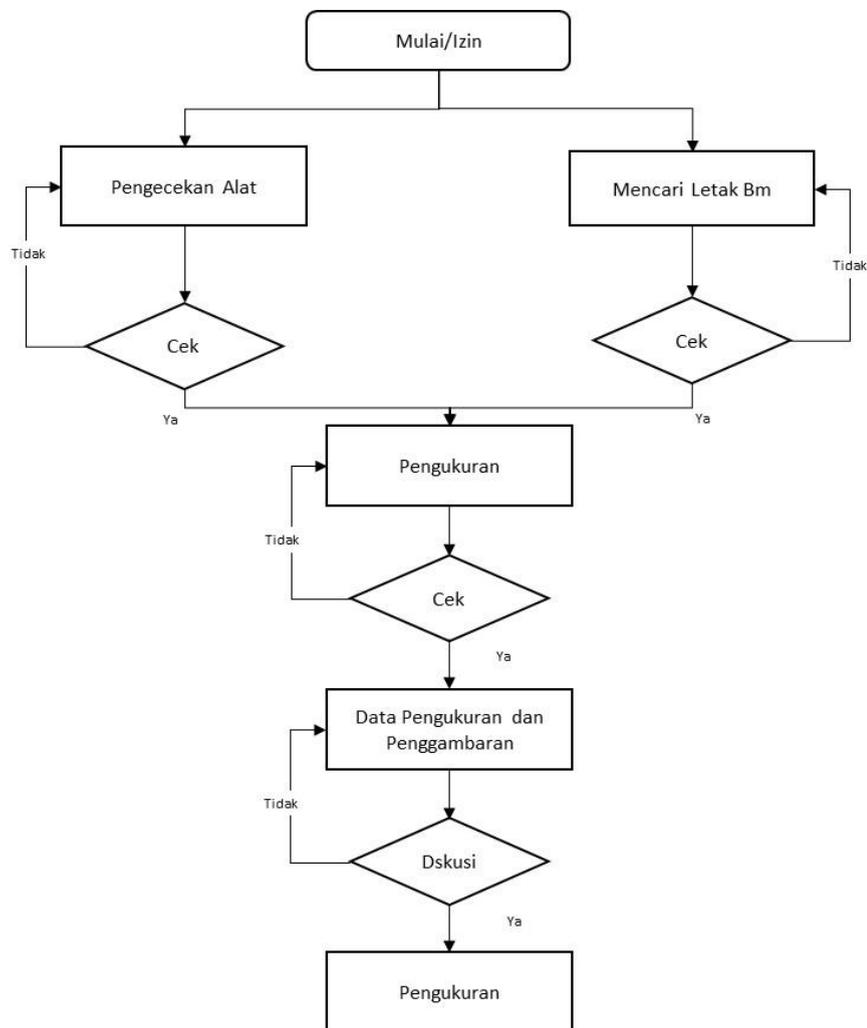
Ada 3 proses yang dilakukan dalam kegiatan ini yaitu:

- Kontrol horizontal (X,Y), pada saluran dan bangunan harus tepat pada posisi planimetrisnya
- Kontrol Vertikal (Z), saluran dan bangunan harus benar elevasinya
- Kontrol Pelaksanaan Pekerjaan, Monitoring konstruksi (*cut and fill*)

Langkah-langkah dalam kegiatan uitzet adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam waktu satu/dua minggu, setelah terbit SPMK, kontraktor harus memberitahukan kepada direksi secara tertulis bahwa kontraktor sudah siap melaksanakan uitzet.
- 2) Direksi kemudian menyusun suatu tim untuk mengadakan pengawasan pekerjaan uitzet, yang terdiri dari Petugas proyek yang berpengalaman dalam survey pengukuran.
- 3) Pekerjaan uitzet dilakukan oleh surveyor dari kontraktor dan diperiksa oleh tim pengawas.
- 4) Peralatan yang diperlukan akan disediakan oleh kontraktor. Banyaknya maupun tipenya akan dicantumkan dalam spesifikasi khusus.
- 5) Patok-patok titik tetap (BM) yang direferensikan dipergunakan untuk uitzet, dicantumkan pada gambar. Lokasi dan elevasi dari patok-patok referensi tersebut juga diuraikan dalam spesifikasi khusus sebagai tambahan.
- 6) Penyedia Jasa (kontraktor) harus memberikan keterangan tentang lokasi dan detail dari BM lain yang dipasangnya.
 - Patok dipasang sesuai jarak profil pada gambar, elevasi berpedoman dari BM yang telah ditetapkan/ditentukan.
 - Uitzet dilaksanakan juga untuk menentukan posisi/letak pondasi bangunan.
 - Pada awalnya Penyedia Jasa dan Direksi mengadakan pemeriksaan bersama ke letak/lokasi Titik Tetap (BM=*Bench Mark*) yang ditetapkan sebagai pedoman elevasi yang akan dibawa ke lokasi pekerjaan. Dalam hal misalnya untuk pekerjaan konstruksi irigasi, bisa saja terjadi lokasi awal pengambilan jauh dari lokasi pekerjaan. Adapun yang dekat dengan lokasi pembuatan bangunan, bisa mengambil BM awal dari daerah sekitar yang telah ditentukan.
 - Setelah ditentukan bersama berdasarkan kesepakatan letak pengambilan BM, kemudian dipindahkan ke lokasi pekerjaan secara bertahap:
 - Pengukuran dengan alat water pass. Dimulai pengambilan elevasi dari BM awal, dipindahkan secara bertahap/berurutan dengan alat bak ukur dan patok-patok pembantu.
 - Demikian seterusnya setiap jarak 50 m sampai dengan lokasi pekerjaan.
 - Pada lokasi pekerjaan untuk TBM kedua setelah dari BM awal, diukur ulang menuju ke BM awal dengan melalui bantuan-bantuan patok yang telah ada.
 - Setelah elevasi cocok, kemudian dibuat Berita Acara antara Penyedia Jasa dan Direksi, bahwa TBM kedua dilokasi pekerjaan dinyatakan sah.
 - TBM kedua dan seterusnya diamankan dan diberi tanda/pagar agar tidak terganggu elevasinya.

- Untuk bangunan irigasi biasanya dibuat setiap jarak 200 m sepanjang saluran irigasi, dan ditempatkan dilokasi yang paling aman. Karena apabila terjadi TBM yang terganggu, maka hal ini akan sangat mempengaruhi elevasi/debit aliran air irigasi.
- Patok-patok beton tersebut ditanam secara permanen dan vertikal. Patok beton diusahakan kurang lebih 20-30cm diatas permukaan tanah.
- Baut dipasang sebagai titik elevasi, yang kelihatan hanya kepala bautnya saja.
- Letak BM betul-betul harus aman dari gangguan orang, hewan, dan gangguan lainnya (diberi pagar agar aman).
- Penulisan elevasi pada tiap-tiap BM/TBM harus jelas, dibuat daftar untuk dibuat Berita Acara.



Gambar 1.1 Bagan alir kegiatan uitzet/stacking out

1.2.1 Pemeriksaan Bersama (MC-0)

Kegiatan pemeriksaan bersama/*mutual check* 0% (MC-0) adalah untuk mencapai kesepakatan antara direksi dan kontraktor tentang kuantitas pekerjaan yang masuk dalam kontrak harga satuan sebelum kontrak dimulai.

Ketentuan dalam kegiatan MC-0 antara lain sebagai berikut:

- PPK dapat membentuk Tim *Mutual Check* (Panitia/Pejabat Peneliti Pelaksanaan Kontrak/PPPK).
- Tugas Tim MC atau Panitia Peneliti, berakhir pada akhir Tahun Anggaran. Untuk Proyek *Multi Years*, tugas Tim/Panitia ini berakhir setelah diterbitkan *Final Certificate*.
- Jika Tim/Panitia tersebut tidak dibentuk, maka untuk melakukan pemeriksaan bersama dan melaksanakan kegiatan penelitian terhadap kontrak, dapat dilaksanakan oleh PPK masing-masing dibantu oleh para staf terkait pekerjaan.
- Pada tahap awal periode mobilisasi, tim/panitia dengan kontraktor melakukan pemeriksaan bersama di lapangan (MC Awal = MC 0 %), yaitu penerapan gambar rencana di lapangan serta mengecek kembali volume tiap-tiap kegiatan yang tercantum dalam dokumen daftar kuantitas dan harga.
- Sasaran pelaksanaan pemeriksaan bersama di lapangan, diantaranya adalah untuk :
 - o Menentukan lokasi (kondisi).
 - o Mengukur dan memeriksa volume pekerjaan yang termuat dalam daftar kuantitas pekerjaan.
 - o Mengambil foto lokasi pekerjaan, setiap 100 meter.
 - o Melakukan suatu review desain (desain ulang).
 - o Menyiapkan Gambar kerja (Work-Shop Drawing).
 - o Mengadakan evaluasi volume dan harga.
- Dari hasil pemeriksaan bersama, dibuat Berita Acara Pemeriksaan Pekerjaan yang melampirkan daftar rekapitulasi harga yang ditanda-tangani oleh pengawas lapangan & pelaksana dari kontraktor, kontraktor harus menyerahkan Laporan Lengkap dan Detail dari hasil Survei ini kepada PPK, selambat-lambatnya 20 (dua puluh) hari setelah Serah Terima Lapangan (*Site Hand Over*) dan PPK supaya segera melaporkan kepada atasan langsungnya sebelum dimulai pelaksanaan.

1.2.2 Pemeriksaan Bersama Kemampuan Infrastruktur Penunjang Pelaksanaan Pekerjaan

Selain dilakukan pemeriksaan bersama proyek utama, juga dilakukan pemeriksaan bersama atas kemampuan bangunan-bangunan infrastruktur seperti Jalan, Jembatan, Gorong-

gorong, dan sebagainya yang akan digunakan dan dilalui/dibebani oleh kendaraan/peralatan berat sewaktu mobilisasi maupun selama pelaksanaan pekerjaan. Bila diperkirakan bangunan infrastruktur tsb. tidak memadai, maka harus dilakukan upaya untuk meningkatkan kemampuannya dengan melakukan perkuatan konstruksinya.

1.3 Maksud dan Tujuan *Uitzet/Stacking Out*

Maksud dan tujuan dilaksanakannya *uitzet/stacking out* adalah untuk mengetahui besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan yaitu dengan mengukur dan memasang tanda-tanda patok yang merupakan pemindahan gambar rencana ke lapangan yang menggambarkan lokasi, arah, jarak dan elevasi/ketinggian bangunan. *Uitzet/stacking out* akan menghasilkan laporan MC-0 yang dilampiri dengan rencana pelaksanaan kerja, kurva s, foto pekerjaan 0%, dan lampiran lain yang diperlukan.

1.4 Alat-Alat Survey

1.4.1 Alat Ukur Theodolite

Theodolite adalah alat ukur digital yang memiliki fungsi untuk membantu pengukuran kontur tanah, menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Survey dengan menggunakan theodolite dilakukan bila situs yang akan dipetakan luas dan atau cukup sulit untuk diukur dengan meteran, dan terutama bila situs tersebut memiliki relief atau perbedaan ketinggian yang besar. Dengan menggunakan alat ini, keseluruhan kenampakan atau gejala akan dapat dipetakan dengan cepat dan efisien.



Gambar 1.2 Theodolite

Langkah-langkah penggunaan theodolite adalah sebagai berikut:

- 1) Putar sekrup pengunci perpanjangan berlawanan arah jarum jam untuk mengendurkannya. Lalu tarik ke atas perpanjangan tersebut dengan ketinggian setara dada posisi dada agar mudah dioperasikan. Jangan lupa kencangkan kembali sekrup pengunci perpanjangan tersebut setelah ditemukan posisi yang pas.
- 2) Sebagai penahan posisi theodolit agar tidak mudah goyah, buatlah kaki statif berbentuk segitiga sama sisi. Kemudian injak pedal kaki statif tersebut agar lebih kuat. Cobalah atur kembali ketinggian statif supaya posisi tribar plat mendatar sesuai.
- 3) Taruh theodolit di atas tribar plat. Setelah itu, kencangkan sekrup pengunci centering ke theodolit.
- 4) Setel level nivo kotak agar posisi sumbu kesatu benar-benar tegak dengan menggerakkan sekrup kiap di ketiga sisi alat ukur tersebut secara beraturan.
- 5) Setel nivo tabung supaya posisi sumbu kedua benar-benar mendatar dengan menggerakkan sekrup kiap di ketiga sisi alat ukur tersebut secara beraturan.
- 6) Atur posisi theodolit dengan mengendurkan kekuatan sekrup pengunci centering, lalu ubah posisinya berpindah ke kanan atau kiri hingga berada tepat di tengah-tengah titik ikat (BM) jika dilihat dari centering optic.
- 7) Periksa kembali kedudukan garis bidik menggunakan bantuan tanda T yang dibuat di dinding.
- 8) Cek sekali lagi kebenaran nilai indeks pada sistem skala lingkaran dengan membaca sudut biasa dan sudut luar biasa untuk mengetahui nilai kesalahan dari indeks tersebut.
- 9) Untuk tata cara pembacaannya, perhatikan pada rambut ukur akan tampak huruf E serta beberapa kotak kecil berwarna hitam dan merah. Setiap jarak antara huruf E mewakili jarak sejauh 5 cm. Sedangkan setiap jarak antara kotak kecil mewakili jarak sepanjang 1 cm.

1.4.2 Alat ukur Sipat Datar (Waterpas)

Waterpas (sipat datar) adalah alat ukur tanah yang berfungsi untuk mengukur perbedaan ketinggian antara dua titik atau lebih. Waterpas biasanya digunakan ketika seseorang hendak menentukan beda tinggi antara titik-titik di atas permukaan bumi. Sedangkan sebagai patokannya dipakai perbandingan terhadap bidang referensi alias bidang geoid yaitu bidang equipotensial/nivo yang berhimpitan langsung dengan permukaan air laut rata-rata dan bersifat tegak lurus dengan gaya berat.

Persyaratan waterpas yang layak digunakan antara lain :

- Syarat dinamis yaitu sumbu I vertikal

- Syarat statis yaitu
- Garis bidik teropong sejajar dengan garis arah nivo
- Garis arah nivo tegak lurus dengan sumbu I
- Garis mendatar diafragma tegak lurus dengan sumbu I

Pada dasarnya, waterpas merupakan alat ukur tanah yang bekerja dengan memanfaatkan garis sumbu teropong horisontal. Adapun bagian waterpas yang berfungsi untuk membuat kedudukan menjadi horisontal ialah bidang nivo. Bentuk bidang nivo ini berupa tabung yang berisi cairan dan gelembung di dalamnya. Untuk mengetahui datar tidaknya suatu permukaan, pastikan posisi gelembung berada di tengah. Sedangkan untuk memeriksa tingkat ketegakan suatu bidang, perhatikan posisi gelembung ada di ujung waterpas.



Gambar 1.3 Waterpas/ sipat datar

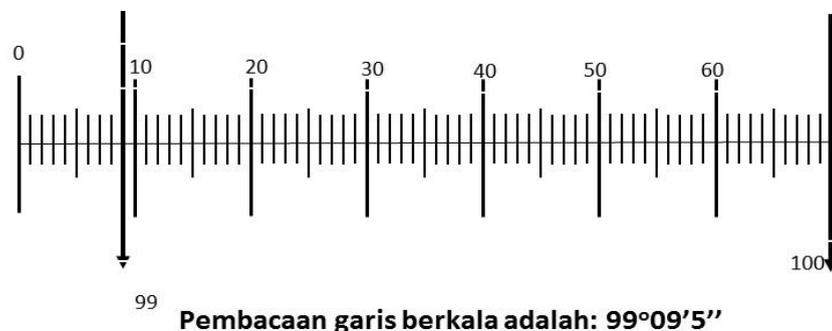
- a) Prosedur dalam penggunaan waterpas adalah sebagai berikut:
- 1) Pastikan garis mendatar diafragma pada waterpass tersebut berada dalam posisi tegak lurus terhadap sumbu I. Kebanyakan bagian yang juga disebut benang silang mendatar ini sudah dirancang sedemikian rupa oleh produsennya agar tegak lurus dengan sumbu I.
 - 2) Atur posisi garis arah nivo supaya tegak lurus terhadap sumbu I. Jika sumbu I telah diposisikan vertikal, maka gelembung nivo akan tetap seimbang walau teropong diputar-putar. Artinya tingkat kerataan garis bidik pun sudah dipastikan selalu datar.
 - 3) Buat garis bidik berada dalam posisi yang sejajar dengan garis arah nivo. Tujuannya agar kita bisa memastikan garis arah benar-benar mendatar. Perlu diketahui, yang digunakan untuk mengukur ketinggian titik-titik nantinya hanyalah garis bidik mendatar.

- 4) Garis vertikal merupakan garis yang mengarah ke bumi dan nilainya sama dengan garis menurun.
 - 5) Bidang horisontal yaitu bidang yang posisinya selalu tegak lurus terhadap garis vertikal. Bentuk bidang horisontal ini agak melengkung mengikuti bentuk permukaan air laut.
 - 6) Bidang datum ialah bidang yang berperan sebagai referensi untuk menentukan ketinggian. Sebagai contoh, misalnya yakni permukaan air laut rata-rata atau Mean Sea Level (MSL).
 - 7) Elevasi adalah jarak vertikal yang diukur terhadap bidang datum.
 - 8) Benchmark merupakan titik yang sudah diketahui elevasinya. Banchmark seringkali dipakai sebagai pedoman untuk mengukur elevasi lingkungan di sekitarnya.
 - 9) Mulailah menggunakan waterpas dengan membuat garis sumbu horisontal. Perhatikan kedudukan tingkat mendatasnya melalui tabung nivo.
 - 10) Di skala utama, ketahui besar derajat dan menit dengan memperhatikan jarum yang mengimpit pada skala. Ingat, setiap titik pada skala utama memiliki nilai sebesar 10'.
 - 11) Sementara di skala nonius, ketahui besar derajat jarum yang berhimpitan dengan skala. Ingat, besar setiap sudut pada skala nonius adalah 20".
 - 12) Cara membaca hasil pengukuran ketinggian titik-titik menggunakan waterpas yaitu dengan menjumlahkan hasil bacaan skala utama ditambah dengan skala nonius.
- b) Sistem pembacaan pada theodolite

Theodolite mempunyai sistem pembagian/skala pembacaan yang berbeda-beda, antara lain:

1) Sistem pembacaan garis lurus berskala

Pada sistem ini, indeks dilengkapi dengan garis skala dan skala utama. Garis berskala mempunyai nilai 1° yang dibagi dengan 60 bagian sehingga 1 bagian skala adalah sama dengan 1'.



Gambar 1.4 Contoh pembacaan garis berkala

2) Sistem pembacaan nonius

Sistem bacaan dengan nonius pada model theodolite baru sudah tidak dipakai lagi. Nonius adalah skala sebagai alat bantu baca pada bacaan sudut horizontal maupun sudut vertikal agar diperoleh perkiraan bacaan yang lebih teliti.

3) Sistem pembacaan mikrometer

Mikrometer digunakan untuk menentukan jarak antara indeks dengan garis terdekat pada skala lingkaran. Garis indeks pada sistem pembacaan micrometer berupa dua buah garis yang sejajar dan pembacaan bisa dilakukan apabila salah satu garis skala lingkaran telah masuk di tengah antara garis indeks tersebut. Untuk memasukkan garis skala lingkaran tersebut menggunakan skrup micrometer (tromol).

4) Sistem pembacaan koinsidensi

Sistem pembacaan koinsidensi disebut juga dengan sistem bacaan ganda dilengkapi dengan sistem optic dan micrometer yang berhadapan dengan skala utama. Pembacaan dilakukan setelah kedua skala diimpitkan dengan skala micrometer.

5) Sistem pembacaan digital

Pada sistem ini pembacaan dapat langsung dilihat di layar atau monitor pada alat.

1.5 Latihan

1. Sebutkan alat yang dapat digunakan untuk pengukuran kontur dalam pelaksanaan uitzet!
2. Apakah tujuan dilaksanakannya uitzet/stacking out!

1.6 Rangkuman

Uitzet/stacking out adalah kegiatan persiapan pelaksanaan konstruksi, yaitu pengukuran ulang lapangan untuk memastikan besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan.

Maksud dilaksanakannya *uitzet/stacking out* adalah untuk mengetahui besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan yaitu dengan mengukur dan memasang tanda-tanda patok yang merupakan pemindahan gambar rencana ke lapangan yang menggambarkan lokasi, arah, jarak dan elevasi/ketinggian bangunan. Tujuan uitzet/stacking out adalah menghasilkan laporan MC-0 yang dilampiri dengan rencana pelaksanaan kerja, kurva s, foto pekerjaan 0%, dan lampiran lain yang diperlukan.

Alat yang digunakan dalam kegiatan uitzet/stacking out umumnya adalah theodolite dan waterpass. Theodolite adalah alat ukur digital yang memiliki fungsi untuk membantu pengukuran kontur tanah, menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak.

MATERI POKOK 2

PENGUKURAN LAPANGAN

2.1 Indikator Keberhasilan

Setelah mempelajari bab ini, peserta pelatihan diharapkan mampu memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang pengukuran lapangan.

2.2 Umum

Didalam pengukuran lapangan, klasifikasi alat maupun metode yang akan dipakai harus dipenuhi agar diperoleh akurasi hasil pengukuran topografi sehingga dapat dipergunakan untuk sesuai dengan kebutuhan.

Seluruh peralatan yang akan dipergunakan, harus terlebih dahulu dikalibrasi dan dibuktikan dengan adanya sertifikasi dari badan yang berwenang, sedangkan mutu alat haruslah bahan yang berkualitas baik, sesuai yang tercantum dalam spesifikasi teknis.

Personil yang ditugaskan harus personil yang memenuhi kualifikasi yang telah ditetapkan dalam dokumen teknis serta dokumen lainnya, baik personil dalam tim utama maupun tim penunjang. Untuk memperoleh hasil pekerjaan yang disyaratkan, penyedia jasa harus terlebih dahulu menyusun rencana mutu mengacu kepada *Terms Of References* (TOR)/Kerangka Acuan Kerja. Apabila dalam penyusunannya menjumpai hal-hal yang belum jelas, harus segera mungkin meminta penjelasan kepada pengguna jasa/*owner*. Rencana mutu tersebut kemudian dibahas dengan pengguna jasa untuk disetujui oleh pengguna jasa. Rencana mutu digunakan sebagai alat kendali bersama oleh kedua belah pihak dalam melaksanakan serta mengawasi jalannya kegiatan tersebut.

2.3 Pemasangan Patok

Benchmark-benchmark baru akan ditetapkan sebagai kontrol untuk keperluan pemetaan dan digunakan untuk keperluan proyek yang akan datang, satu benchmark di ujung hulu daerah itu dan satu di tengah-tengah dan satu di ujung hilir.

Masing-masing benchmark akan ditandai dengan sebuah patok beton sebagai tambahan, akan dibuat 2 penanda azimuth dari beton, satu untuk masing-masing benchmark, kecuali jika benchmark berikutnya dapat dilihat dengan mudah. Konstruksi penanda azimuth akan dibuat pada titik pertama di sepanjang jalur polygon dari benchmark. Bila memungkinkan, benchmark-benchmark tersebut harus ditempatkan pada tanah keras (hindarkan pemasangan di daerah rawa atau sawah). Patok beton dan tanda lapangan dipasang paling sedikit 10 meter dari pinggir jalan dan di daerah yang tidak akan terkena perubahan.

Patok beton ini akan ditempatkan di sekitar jalur saluran irigasi dan pembuang yang sudah ada, dalam hal ini di dekat sungai. Semua patok beton harus dijelaskan selengkap mungkin pada saat pemasangan, dibuat sketsa ukuran (penampang melintang), dua foto untuk setiap patok beton yang sudah jadi, satu dilengkapi dengan pelat nomor dan baut kuningannya, dan satunya lagi dengan daerah sekitarnya, dibuat sketsa lokasi lengkap dengan jarak-jarak titik detail yang ada di sekitar patok beton dan lokasi patok beton dan lokasi patok beton penanda azimuth (azimuth mark), dibuat sketsa gambaran umum lokasi, lengkap dengan deskripsi pendekatan ke sekitar titik tetap. Koordinat-koordinat titik akan ditambahkan pada deskripsi apabila perhitungannya sudut tuntas.

Titik-titik polygon, selain benchmark dan penanda azimuth, dibuat dari patok kayu yang kuat. Ukuran panjang sekurang-kurangnya 30 cm dengan penampang melintang 5 x 5 cm, dipasang sedemikian rupa sehingga patok-patok tersebut dapat bertahan selama pengukuran (sekurang-kurangnya 6 bulan). Tanah yang lebih lunak membutuhkan patok-patok yang lebih panjang. Patok-patok tersebut rata atau hampir rata dengan permukaan tanah, dan pada ujungnya diberi paku agar titik yang tepat mudah ditemukan. Letak titik itu harus diperlihatkan dengan patok lain atau pohon yang mudah dilihat yang jaraknya tidak lebih dari 3,0 meter. Nomor titik diperlihatkan pada patok titik dan/atau penanda yang lain. Patok kayu dipasang sebelah kiri dan kanan sungai dan dilalui polygon. Beberapa titik dapat di seislak.

2.4 Pengukuran Lapangan, Perhitungan dan Penggambaran

2.4.1 Pengukuran Lapangan

Langkah-langkah dalam pengukuran lapangan terdiri dari:

- a) Pemasangan pilar beton (Bench Mark) dan Control Point.
- b) Penentuan Titik referensi
- c) Pengamatan Azimuth Matahari
- d) Pengukuran Kontrol Horizontal
- e) Pengukuran Kontrol Vertikal
- f) Pengukuran Situasi dan Trase Saluran
- g) Pengolahan Data

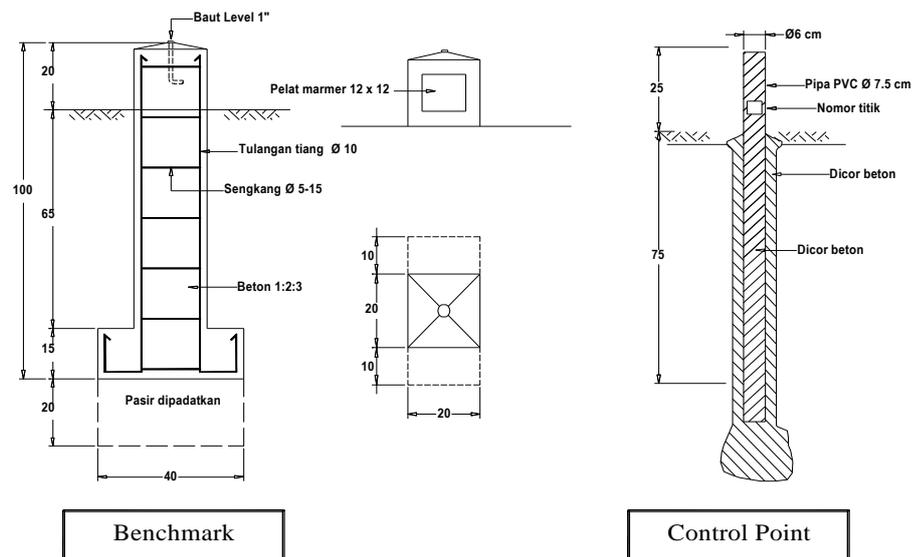
A. Pemasangan Pilar *Bench Mark & Control Point*

Pilar yang dipasang terdiri dari pilar BM (Bench Mark), pilar CP (Control Point). Pilar BM dipasang tiap $\pm 1,0$ km dan dipasang juga pilar CP (Control Point) yang terbuat dari paralon sebagai penanda azimuth yang dipasang saling kelihatan.

Prosedur pemasangan pilar BM (Benchmark) dan CP (Control Point) antara lain sebagai berikut:

Pilar BM dan CP dipasang didalam kerangka dasar horizontal dan vertikal, ditanam pada tempat-tempat yang cukup aman dari gangguan manusia atau binatang. Pilar BM dipasang sebelum dilaksanakan pengukuran poligon dan sipat datar.

Bentuk dan ukuran konstruksi pilar BM dan CP mengikuti standar pengairan, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Bentuk konstruksi pilar BM dan CP

Kerangka pilar dan cetakan BM/CP dilakukan di Base Camp, sedang pengecoran pilar dilakukan dilokasi pemasangan.

Setiap pilar BM dan CP dibuat diskripsi berupa sketsa sekitar dan sketsa detail, berikut catatan/keterangan,

Kemudian dilakukan pengecatan pilar BM/CP warna biru dan pemotretan setiap pilar (nomor kelihatan) untuk melengkapi Deskripsi Bench Mark.

Semua deskripsi bench mark yang telah dilengkapi dengan data koordinat dan foto dijilid tersendiri merupakan sebuah buku yang berjudul Deskripsi Bench Mark.

B. Penentuan Titik Referensi

Sebagai titik awal atau referensi koordinat (X,Y) diambil/diikatkan dari stasiun triangulasi yang ada dan referensi elevasi ditarik dari BM. TTG terdekat.

Bila tidak ditemukan titik-titik tersebut dilapangan, dilakukan pengamatan data GPS di pilar bench mark yang dipasang. Sedangkan untuk referensi elevasi di *perkiraan* dari elevasi muka air laut rata-rata. Sedangkan di pilar lainnya juga dilakukan pengamatan data GPS yang dijadikan sebagai pembanding hasil pengukuran.

Sistem grid yang digunakan adalah sistem grid proyeksi UTM, WGS-84.

C. Pengamatan Azimuth Matahari

Pengamatan matahari dilakukan untuk mengetahui arah/azimuth awal pada hitungan poligon, disamping itu berfungsi juga:

- Sebagai koreksi azimuth guna menghilangkan kesalahan akumulatif pada sudut-sudut terukur dalam jaringan poligon.
- Untuk menentukan azimuth/arah titik-titik kontrol/poligon yang tidak terlihat satu dengan yang lainnya.
- Penentuan sumbu X-Y untuk koordinat bidang datar pada pekerjaan pengukuran yang bersifat lokal/koordinat lokal.
- Alat ukur yang digunakan Theodolite.
- Jumlah seri pengamatan 1 seri (B, LB, LB, B).
- Tempat pengamatan, salah satu titik sepanjang jalur poligon utama, cabang atau titik simpul.
- Ketelitian azimuth matahari adalah 30".

Dengan melihat metoda pengamatan azimuth astronomis pada Gambar 3.2.

Azimuth Target (α_T) adalah :

$$\alpha_T = \alpha_M + \beta \quad \text{atau} \quad \alpha_T = \alpha_M + (\iota_T - \iota_M)$$

dimana :

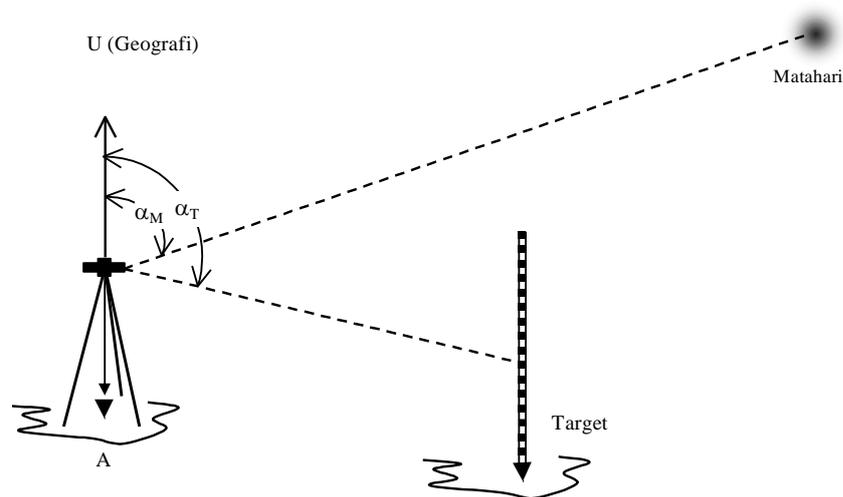
α_T = Azimuth ke target

α_M = Azimuth pusat matahari

(ι_T) = Bacaan jurusan mendatar ke target

(ι_M) = Bacaan jurusan mendatar ke matahari

β = Sudut mendatar antara jurusan ke matahari dengan jurusan ke target



Gambar 2.2 Pengamatan azimuth astronomis

D. Pengukuran Kontrol Horizontal

Pada dasarnya ada beberapa macam cara untuk melakukan pengukuran kerangka dasar (kontrol) horizontal, salah satunya dengan pengukuran poligon.

Pengukuran titik kontrol horizontal yang dilakukan dalam bentuk poligon, harus terikat pada ujung-ujungnya. Dalam pengukuran poligon ada dua unsur penting yang perlu diperhatikan yaitu:

- Pengukuran Jarak
- Pengukuran Sudut Jurusan.

Pengukuran titik kontrol horizontal (titik poligon) dilaksanakan dengan cara mengukur jarak dan sudut menurut lintasan tertutup (kring) dan melingkupi daerah yang dipetakan dan terdiri dari beberapa kring disesuaikan dengan keadaan lapangan. Pada pengukuran poligon ini, titik akhir pengukuran berada pada titik awal pengukuran.

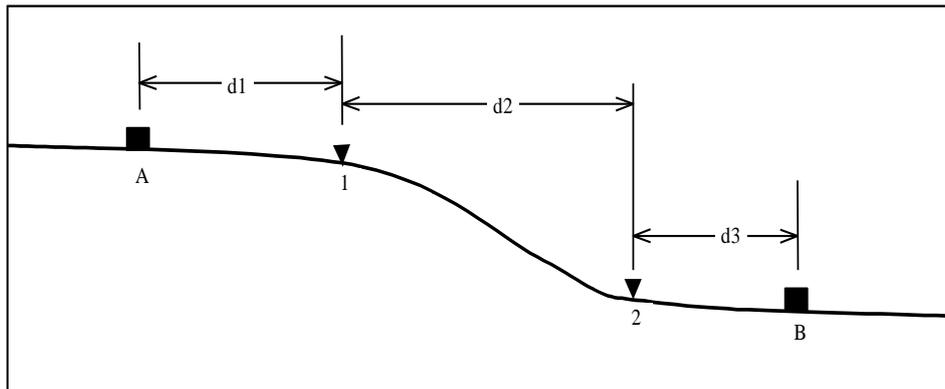
Panjang sisi-sisi poligon diusahakan sama, poligon cabang harus terikat pada poligon utama. Jarak poligon utama diukur dengan EDM sedangkan poligon cabang diukur dengan pita ukur dan dikontrol dengan pembacaan jarak optis.

Pengukuran sudut dilakukan dengan pembacaan double seri, dimana besar sudut yang akan dipakai adalah harga rata-rata dari pembacaan tersebut. Azimut awal akan ditetapkan dari pengamatan matahari dan semua pengukuran sudut harus mengacu pada azimut tersebut.

E. Pengukuran Jarak

Pada pengukuran jarak dilakukan dengan menggunakan pita ukur baja 50 meter, dilakukan beberapa kali tarikan dan diambil rata-ratanya. Tingkat ketelitian hasil pengukuran jarak dengan menggunakan pita ukur, sangat tergantung kepada cara pengukuran itu sendiri dan keadaan permukaan tanah.

Khusus untuk pengukuran jarak pada daerah yang miring dilakukan dengan cara seperti di Gambar 3.3.



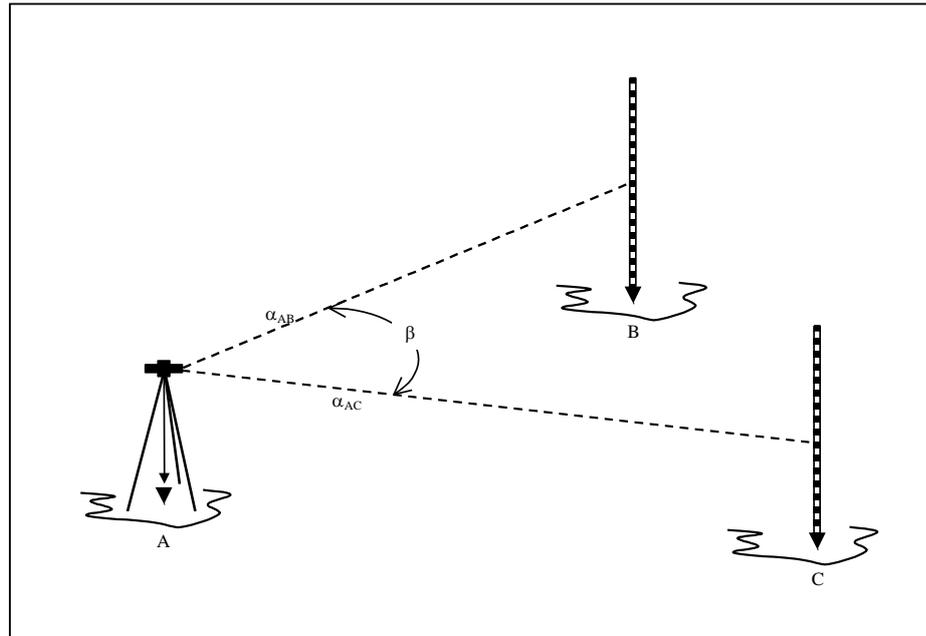
Gambar 2.3 Pengukuran jarak pada permukaan miring.

Keterangan: Jarak AB = $d1 + d2 + d3$

Untuk menjamin ketelitian pengukuran jarak, maka dilakukan juga pengukuran jarak optis pada saat pembacaan rambu ukur sebagai koreksi.

F. Pengukuran Sudut Jurusan

Sudut jurusan sisi-sisi poligon adalah besarnya bacaan lingkaran horizontal alat ukur sudut pada waktu pembacaan ke suatu titik. Besarnya sudut jurusan dihitung berdasarkan hasil pengukuran sudut mendatar di masing-masing titik poligon. Penjelasan pengukuran sudut jurusan seperti terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 2.4 Pengukuran sudut antar dua patok.

Keterangan:

- β = Sudut mendatar
- α_{AB} = Bacaan skala horizontal ke target kiri
- α_{AC} = Bacaan skala horizontal ke target kanan

Pembacaan sudut jurusan poligon dilakukan dalam posisi teropong biasa (B) dan luar biasa (LB).

Ketentuan dari poligon utama adalah sebagai berikut:

Pengukuran poligon harus diikatkan ke titik tetap yang telah ada (titik triangulasi, benchmark yang sudah ada). Jarak antara titik-titik poligon adalah maksimal 100 m, untuk poligon utama (kerangka) diukur dengan alat ukur elektronik (EDM), sedangkan untuk poligon cabang diukur dengan pita ukur baja yang dikontrol secara optis dengan teodolit dan dilakukan pulang pergi masing-masing 2 kali bacaan untuk muka dan belakang.

Sudut vertikal dibaca dalam satu seri. Alat ukur sudut yang digunakan adalah jenis Theodolite. Jumlah seri pengukuran sudut 2 seri (B1, B2, LB1, LB2). Selisih sudut antara dua pembacaan $\leq 10''$ (sepuluh detik).

Ketelitian jarak linier (KI) ditentukan dengan rumus berikut:

$$KI = \frac{\sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}}{\sum d} \leq 1:7.500$$

Salah penutup sudut yang diperbolehkan yaitu $10''\sqrt{n}$, dimana n adalah jumlah titik polygon. Sedangkan ketentuan dari poligon cabang adalah sebagai berikut:

- Pengukuran poligon cabang harus dimulai dari salah satu titik poligon utama dan diakhiri pada salah satu titik poligon utama.
- Poligon cabang dibagi atas seksi dengan panjang maksimum 2,5 km.
- Pengukuran sudut poligon dilakukan satu seri dengan ketelitian sudut $20''$.
- Alat ukur sudut yang digunakan Theodolite.
- Pengukuran jarak dilakukan dengan pita ukur yang dikontrol secara optis, dilakukan pulang pergi masing-masing minimal 1 (satu) kali bacaan
- Sudut vertikal dibaca satu seri yang akan digunakan untuk mereduksi jarak horizontal.

Patok-patok poligon dibuat dari kayu bulat atau persegi yang kuat dengan diameter ± 5 cm, panjang ± 50 cm, bila tanahnya becek lebih panjang lagi dan ditanam kedalam tanah, sehingga hanya muncul 15 sampai 20 cm, dan di atasnya dipasang paku payung/paku seng untuk centring alat ukur.

Semua patok kayu di cat warna merah dan diberi nomor urut yang teratur,

Pengukuran poligon melalui pilar BM/CP dan patok kayu yang telah terpasang. Untuk menentukan orientasi arah Utara, maka dilakukan dengan pengamatan azimuth matahari.

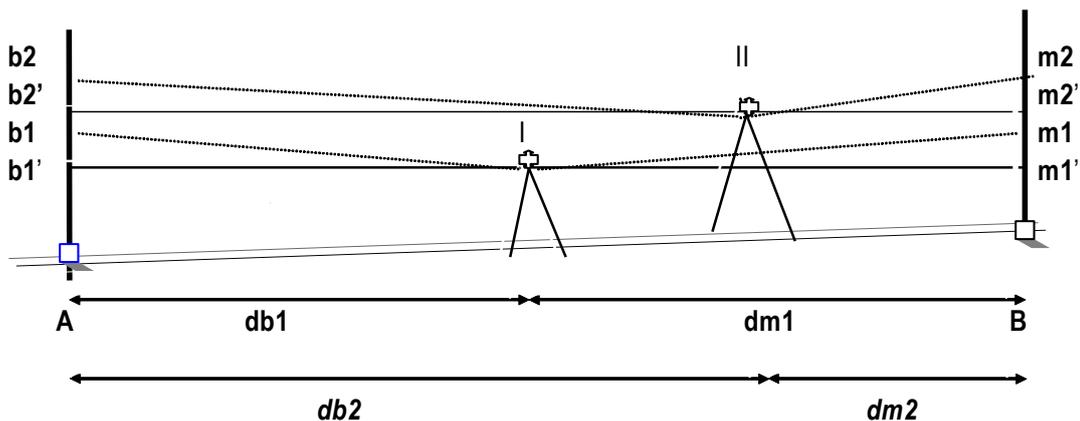
G. Pengukuran Kontrol Vertikal

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

Ketentuan dalam pengukuran kontrol vertikal adalah sebagai berikut:

- Sebelum melaksanakan pengukuran sipat datar dilakukan pengecekan garis bidik pada alat waterpas lihat Gambar 3-5..
- Dalam setiap seksi pembidikan jarak rambu muka diusahakan sama dengan jarak rambu belakang atau jumlah jarak muka sama dengan jumlah jarak belakang.
- Jarak bidikan dari alat waterpas ke rambu ukur maksimum 50 meter dan jarak terdekat dari alat ke rambu minimum 5 meter.
- Untuk rambu panjang 3 m, pembidikan rambu antara 0,250 m dan 2,750 m.
- Untuk menghilangkan kesalahan titik nol rambu, maka waktu perpindahan alat ukur rambu belakang menjadi rambu muka dan rambu muka menjadi rambu belakang demikian seterusnya.

- Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu Automatic Level (*waterpas*) dan sepasang rambu ukur.
- Sebelum pengukuran dilakukan pengecekan garis bidik alat ukur *waterpas* seperti diperlihatkan dibawah ini, yaitu :
- Alat berdiri ditengah antara patok A dan B (posisi 1) dengan jarak $db_1=dm_1$
- Alat berdiri di posisi II, dengan jarak db_2 dan dm_2 ,
- Data-data pengecekan dicatat sebagai data ukur.



Gambar 2.5 Pengecekan koreksi garis bidik

Keterangan

Pengecekan garis bidik:

Beda tinggi yang benar : $\Delta h' = b_1' - m_1'$

Beda tinggi ukuran : $\Delta h = b_1 - m_1$

Rumus koreksi garis bidik sebagai berikut :

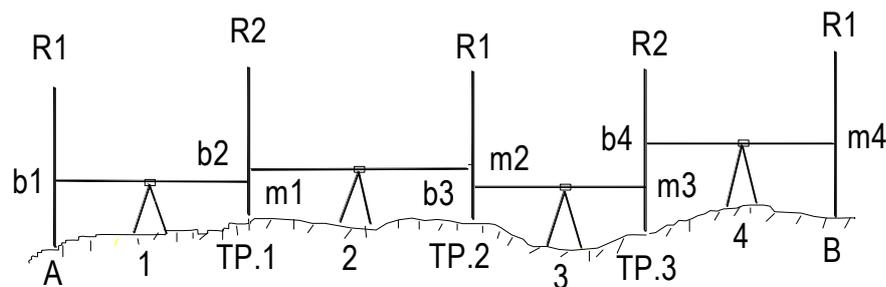
$$C = \frac{(b_1 - m_1) - (b_2 - m_2)}{(db_1 - dm_1) - (db_2 - dm_2)}$$

Jika alat *waterpas* tidak mempunyai kesalahan, maka $\Delta h_1 = \Delta h_2$.

Pengukuran sipat datar dilakukan sebagai berikut :

- Pengukuran sipat datar dengan cara sipat datar memanjang, dan diikatkan ke titik tetap yang ada dan disetujui pengawas pekerjaan.
- Bila antara titik poligon/*waterpas* tidak terbaca karena perbedaan beda tinggi yang ekstrim, maka dipasang patok bantu HP.

- Jalur pengukuran dibagi menjadi beberapa seksi, tiap seksi dibagi menjadi slaag yang genap.
- Pembacaan pada rambu ukur dilakukan pertama kali ke rambu belakang kemudian ke rambu muka dan demikian seterusnya, alat waterpas diusahakan berdiri di tengah-tengah untuk menghilangkan kesalahan garis bidik.
- Waktu perpindahan alat ukur dan rambu ukur, posisi rambu belakang menjadi rambu muka dan rambu muka menjadi rambu belakang demikian seterusnya, ini dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan titik nol rambu.



Gambar 2.6 Pengukuran sipat datar memanjang

Untuk menghindari cuaca panas dari matahari dan cepat berubahnya gelembung nivo, maka selama pengukuran alat waterpas selalu dipayungi. Pembacaan benang diafragma dibaca lengkap, benang atas, tengah dan bawah.

Beda tinggi yang didapat adalah selisih hasil pembacaan benang tengah muka dikurangi bacaan benang tengah belakang.

Pengukuran sipat datar dilakukan dengan cara double stand pergi pulang, dengan pembacaan benang diafragma lengkap (BA, BT, BB).

Kontrol pembacaan benang atas (BA), benang tengah (BT) dan benang bawah (BB), yaitu:

$$BT = BA + BB$$

Selisih pembacaan stand 1 dengan stand 2 < 2 mm.

Toleransi salah penutup beda tinggi (T):

$$T = 10\sqrt{D} \text{ mm,}$$

dimana :

D = jumlah jarak dalam kilometer.

H. Pengukuran Situasi dan Trase Saluran

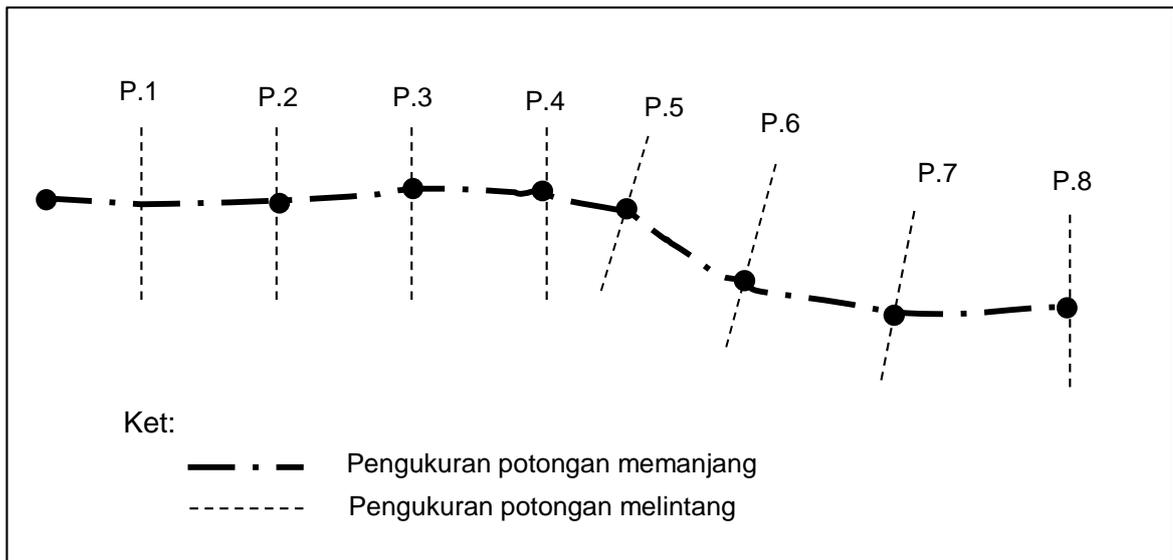
Pengukuran Situasi dan Trase Saluran meliputi situasi detail, penampang memanjang, dan penampang melintang. Dimaksudkan untuk mendapatkan data situasi dan detail lokasi pengukuran serta bentuk penampang sungai atau saluran baik yang alam maupun buatan.

Pengukuran Situasi dan Trase Saluran dilaksanakan sebagai berikut :

- Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran Situasi dan Trase Saluran adalah theodolit Wild T0. Metode pengukuran yang digunakan cara tachimetri.
- Jarak profil melintang ke profil melintang berikutnya adalah 100 meter dan titik detail antara profil melintang ke profil melintang dilakukan rincikan sebagai data tambahan.
- Setiap titik detail, pembacaan sudut mengacu kepada salah satu sisi poligon.
- Jarak antara titik detail/spot height bervariasi tergantung kepada kecuraman dan ketidak teraturan terrain untuk skala 1:2000, atau ± 40 m.
- Setiap kenampakan perubahan tanah diukur dan kenampakan yang ada seperti sungai, jalan desa, jalan setapak, batas kampung, saluran dan lain sebagainya diukur dan pada data ukur dilengkapi dengan sket pengukuran.
- Semua data ukur dicatat dalam formulir pengukuran situasi titik detail dengan ballpoint warna hitam dan dilengkapi dengan sket pengukuran.
- Pengukuran situasi titik detail menggunakan metode *Tachimetri*, untuk menentukan arah pengukuran dibaca sudut mendatar dan untuk memperoleh elevasi titik detail yaitu dengan pembacaan sudut miring/zenith dan jarak optis, selain itu diukur tinggi alat dan tinggi patok dari atas tanah.
- Untuk memperoleh sudut yang benar dan mempermudah dalam perhitungan, diusahakan bacaan Benang Tengah pada rambu setinggi alat.
- Pengukuran pemampang sungai dan saluran harus diambil detail selengkap mungkin, misalnya elevasi as, tepi dan lebar sungai, bukit di sekitar sungai tersebut.

Dengan cara tachymetri ini diperoleh data-data sebagai berikut:

- Azimuth magnetis, yang dikoreksikan terhadap asimut matahari
- Pembacaan benang diafragma (benang atas, benang tengah, dan benang bawah)
- Sudut zenith atau sudut miring
- Tinggi alat ukur



Gambar 2.7 Pengukuran situasi dan trase saluran

Berdasarkan besaran-besaran tersebut diatas selanjutnya melalui proses hitungan, diperoleh Jarak datar dan beda tinggi antara dua titik yang telah diketahui koordinatnya (X, Y, Z). Untuk menentukan tinggi titik B dari tinggi A yang telah diketahui koordinat (X, Y, Z), digunakan rumus sebagai berikut:

$$T_B = T_A + \Delta H$$

$$\Delta H = \left[\frac{1}{2} 100 (Ba - Bb) \sin 2m \right] + TA - Bt$$

$$D_d = D_o \cos^2 m$$

$$D_d = 100 (B_a - B_b) \cos^2 m$$

Dimana :

T_A = Titik tinggi A yang telah diketahui

T_B = Titik tinggi B yang akan ditentukan

ΔH = Beda tinggi antara titik A dan B

Ba = Bacaan benang diafragma atas

Bb = Bacaan benang diafragma bawah

Bt = Bacaan benang diafragma tengah

TA = Tinggi alat

Do = Jarak optis [100(Ba-Bb)]

m = sudut miring

Mengingat akan banyaknya titik-titik detail yang diukur, serta terbatasnya kemampuan jarak yang dapat diukur dengan alat tersebut, maka akan diperlukan titik-titik bantu yang membentuk jaringan poligon kompas terikat sempurna. Sebagai konsekuensinya pada jalur poligon kompas akan terjadi perbedaan arah orientasi utara magnetis dengan arah orientasi utara peta sehingga sebelum dilakukan hitungan, data azimuth magnetis diberi koreksi Boussole supaya menjadi azimuth geografis. Hubungan matematik koreksi boussole (C) adalah:

$$C = \alpha g - \alpha m$$

dimana:

αg = Azimuth geografis.

αm = Azimuth Magnetis.

Pada pelaksanaannya kerapatan titik detail akan sangat tergantung pada skala peta yang akan dibuat, selain itu keadaan tanah yang mempunyai perbedaan tinggi yang ekstrim dilakukan pengukuran lebih rapat.

2.4.2 Perhitungan

Metode perhitungan dalam pengukuran lapangan terdiri dari perhitungan polygon, perhitungan sipat datar, perhitungan titik detail dan hitungan azimuth matahari.

A. Perhitungan Poligon

Hitungan koordinat dilakukan dengan metode Bowditch, pemberian koreksi diberikan kepada sudut dan jarak setelah memenuhi syarat geometris kring tertutup.

Hitungan poligon selanjutnya adalah :

- Hitungan azimuth untuk setiap sisi poligon dilakukan setelah sudut-sudut disetiap titik diberi koreksi.
- Jarak setiap sisi yang dipergunakan adalah jarak datar.
- Hitungan poligon sementara dikerjakan dilapangan dengan program kalkulator Fx-3600P, supaya apabila terjadi kesalahan dapat diperbaiki saat itu juga dan hitungan difinitif dikerjakan di kantor dengan program komputer.
- Apabila salah penutup sudut, absis dan ordinat tidak memenuhi toleransi yang ditetapkan, dilakukan pengecekan kembali hasil perhitungan pertama terutama pada sudut dan jarak.

Cara perhitungan poligon.

1) Hitungan poligon kring tertutup:

a. Bila yang diukur sudut dalam (β), maka syarat geometrisnya adalah:

$$\Sigma(\beta \text{ ukuran}) - \{(N - 2).180^\circ\} - f\beta = 0$$

- b. Bila yang diukur sudut luar (β), maka syarat geometrisnya adalah:

$$\Sigma(\beta \text{ ukuran}) - \{(N + 2).180^\circ\} - f\beta = 0$$

dimana :

N = banyak titik poligon

$f\beta$ = salah penutup sudut

Salah penutup sudut maksimum toleransi $10'' \sqrt{N}$

- 2) Syarat geometris hitungan koordinat (X,Y) terikat sempurna yaitu :

$$X \text{ akhir} - X \text{ awal} = \Sigma D. \sin (A) \pm kx$$

$$Y \text{ akhir} - Y \text{ awal} = \Sigma D. \cos (A) \pm ky$$

dimana :

X akhir & X awal harga absis yang diketahui

Y akhir & Y awal harga ordinat yang diketahui

$\Sigma D. \sin (A)$ = jumlah D sin (A)

$\Sigma D. \cos (A)$ = jumlah D cos (A)

kx = koreksi absis

ky = koreksi ordinat

B. Perhitungan Sipat Datar

Hitungan sipat datar dilakukan dengan cara -cara sebagai berikut :

- Beda tinggi yang didapat dari hitungan adalah hasil rata-rata stand I dan stand II bila pengukuran stand ganda dan rata-rata ukuran pergi - pulang, serta tanda yang dipergunakan adalah tanda ukuran pergi.
- Untuk kring tertutup jumlah beda tinggi sama dengan nol atau $\Sigma dh = 0$, bila tidak sama dengan nol terdapat kesalahan penutup beda tinggi (fh), maka hitungan dikoreksi.
- Pemberian koreksi dilakukan bila salah penutup ukuran tinggi sudah memenuhi toleransi yang diisyaratkan yaitu $10mm \sqrt{Dkm}$.
- Ketinggian difinitif tiap-tiap seksi didapat dari perhitungan cara konvensional atau perataan sederhana.

C. Hitungan Titik Detail

Perhitungan tinggi titik–titik detail menggunakan metode Tachimetri dan hitungan koordinat titik detail menggunakan koordinat sistem hitungan poligon.

Perhitungan dilakukan sebagai berikut :

- Jarak datar diperoleh dari unsur pembacaan sudut miring/zenith dan pembacaan jarak optis.
- Elevasi awal dari ketinggian patok poligon/waterpas.
- Persamaan tachimetri yang digunakan sebagai berikut :

Untuk menentukan tinggi titik B dari tinggi A yang telah diketahui koordinat (X, Y, Z), digunakan rumus sebagai berikut:

Untuk menghitung jarak datar (Dd):

$$T_B = T_A + \Delta H$$

$$\Delta H = \left[\frac{1}{2} 100 (B_a - B_b) \sin 2m \right] + T_A - B_t$$

$$D_d = D_o \cos^2 m$$

$$D_d = 100 (B_a - B_b) \cos^2 m$$

Dimana :

- T_A = Titik tinggi A yang telah diketahui
- T_B = Titik tinggi B yang akan ditentukan
- ΔH = Beda tinggi antara titik A dan B
- B_a = Bacaan benang diafragma atas
- B_b = Bacaan benang diafragma bawah
- B_t = Bacaan benang diafragma tengah
- T_A = Tinggi alat
- D_o = Jarak optis [100(B_a-B_b)]
- m = sudut miring

D. Hitungan Azimuth Matahari.

Azimuth matahari dihitung dengan metode tinggi matahari. Untuk dapat menghitung diperlukan :

- Formulir hitungan matahari.
- Lintang tempat pengamatan dari GPS

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam metode tinggi matahari adalah sebagai berikut:

Azimuth matahari dihitung dengan segitiga bola astronomis, Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin \phi \cdot \sin h}{\cos \phi \cdot \cos h}$$

Keterangan :

A = Azimuth matahari

ϕ = Lintang pengamatan

δ = Deklinasi matahari

h = Sudut miring ke matahari

Hitungan deklinasi dari tabel kalender matahari, berdasarkan tanggal dan waktu pengamatan. Koreksi refraksi (r), menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$r = rm \cdot cp \cdot ct$$

dimana :

rm = refraksi normal pada tekanan udara 760 mm Hg, temperatur 10° C dan kelembaban nisbi 60%.

cp = $p/760$

ct = $283/(273+t)$,

p = tekanan yang diukur dalam mm Hg

t = temperatur yang diukur dalam °C

rm , cp dan ct dapat dicari dari tabel VI, VIIa dan VIIb buku almanak matahari.

Hasil pengamatan direduksi terhadap paralaks, besarnya paralaks (p), bila sudut miring (h) didapat $p = ph \cos h$ dimana ph adalah berkisar antara 8',66 sampai 8',95 dan dipakai rata-ratanya yaitu 8',8. Setelah melalui proses hitungan, maka didapat azimuth matahari (AM) Bila matahari diamati sebelah Timur (pagi hari) $AM = A$. Bila matahari diamati sebelah Barat (sore hari) $AM = 360^\circ - A$

2.4.3 Penggambaran

Sebelum dilaksanakan penggambaran, semua data ukuran dan hitungan akan diperiksa oleh Direksi Pekerjaan dan penggambaran baru dilaksanakan setelah semua data tersebut mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan. Kegiatan penggambaran dilakukan di lapangan dan di kantor.

Adapun persyaratan dalam penggambaran adalah sebagai berikut :

- Penggambaran draft dilakukan di lapangan pada kertas milimeter setelah hasil perhitungan di lapangan disetujui.

- Penggambaran akhir dilakukan dengan menggunakan program AutoCad di kertas kalkir dilaksanakan setelah perhitungan pengukuran definitif selesai diperiksa dan mendapat persetujuan Direksi.
- Skala dan tata cara penggambaran akan dibuat sesuai dengan ketentuan dalam Kerangka Acuan Kerja (KAK).
- Format kertas gambar disesuaikan dengan standar Irigasi atau atas petunjuk Direksi.
- Informasi tentang legenda dan symbol untuk penggambaran bangunan dan lain-lain mengacu kepada standar Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Standar Penggambaran (KP-07) yang diterbitkan oleh Subdit. Perencanaan Teknis Direktorat Irigasi Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum.
- Tiap titik tetap (BM) yang diplotkan akan dilengkapi dengan koordinat planimetris dan ketinggiannya.

Jenis pekerjaan penggambaran sebagai berikut :

A. Peta situasi topografi

Semua kenampakan yang ada baik alami maupun buatan manusia diplotkan pada gambar peta situasi dan diberi keterangan atau simbol sesuai dengan yang ditentukan dalam buku standar Kriteria Perencanaan Irigasi (KP-07).

Penggambaran titik-titik detail dengan skala 1:2.000 menggunakan unsur koordinat dan dilengkapi dengan data tinggi detail.

Kontur digambar apa adanya tetapi teliti, dan bagian luar daerah pantai kontur diplot hanya berdasarkan titik-titik spot height, efek artististik tidak diperlukan.

Interval kontur ditarik berdasarkan kemiringan tanah, untuk kemiringan tanah kurang dari 2% interval kontur 0,25 m sedang untuk kemiringan tanah 2% sampai 5% interval kontur 0,5 m.

Pemberian angka kontur jelas terlihat, dimana setiap interval kontur 2,5 m digambarkan lebih tebal.

Semua legenda lapangan ditampilkan, terutama:

- Seluruh alur, drainase, sungai (dasar terendah dan lebar jelas terlihat),
- Jalan-jalan provinsi, kabupaten, desa, dan jalan setapak,
- Bangunan tambak dan drainase (eksisting), batas kampung, rumah-rumah terpencil diluar kampung, jembatan dan saluran,
- Tiang telepon, tiang listrik, dll.,
- Daerah rawa,
- Batas-batas tataguna tanah (misalnya pohon bakau, belukar, alang-alang, sawah, ladang, hutan, kebun, kampung, dll.)

- Tiap detail topografi setempat (seperti tanggul curam, bukit kacil, dll)
- Batas pemerintahan (kecamatan, desa dan lain-lain), nama kampung, kecamatan, nama-nama jalan, sungai dan lain-lain yang diperlukan.
- Petak-petak sawah (kecuali bila luas petak kurang dari 50 x 50 m). Petak sawah diperoleh dari titik-titik spot height dan diukur dari batas pertemuan sawah (di tanah yang lapang, bukan di atas tanggul). Gambar memperlihatkan ketinggian petak-petak sawa dan lay out titik-titik detail.
- Jaringan kerangka dasar

Pencetakan gambar final dilakukan dengan menggunakan program AutoCad pada kertas kalkir dengan ukuran/format A1 (berlaku bagi seluruh lembar peta).

Seluruh hasil pengukuran 1:5.000 direkam pada peta indeks berkoordinat penuh. Seluruh peta mempunyai tanda-tanda sebagai berikut:

- i) Garis kontur
- ii) Seluruh titik spot heigt
- iii) Skala, arah utara dan legenda
- iv) Grid berkoordinat pada interval 10 cm (200 m pada skala 1:5.000)
- v) Kop gambar dan kotak revisi
- vi) Catatan kaki pada peta
- vii) Bila penggambaran dilakukan pada beberapa lembar peta, diagram dari layout lembar disertakan untuk menunjukkan hubungan antara satu lembar dengan lembar berikutnya (*overlay*).

B. Peta situasi dan potongan memanjang.

Peta situasi pada potongan memanjang dapat diperoleh dari tracing hasil reduksi pada kompilasi peta situasi skala 1:5000, atau dapat diperoleh dari dari pengeplotan kembali hasil pengukuran.

Penggambaran potongan memanjang dengan skala horizontal 1:2000 dan skala vertikal 1:100 dilakukan dengan program AutoCad.

Ukuran lembar peta dibuat dalam ukuran kertas format A1 (59,4 x 84,1) cm.

Bilamana pengeplotan dilakukan pada beberapa lembar ukuran A1 maka layout dari peta 1:5.000 diperlihatkan.

C. Potongan melintang.

Penggambaran potongan melintang dilakukan dengan program AutoCad, dengan skala vertikal 1 : 100 dan skala horizontal 1: 100

Gambar diploter pada kertas kalkir ukuran A1. (59,4 x 84,1) cm.

D. Peta Ikhtisar

Dengan tidak mengabaikan pengeplotan data hanya pada satu lembar atau beberapa lembar A1 pada skala 1:5.000, maka peta indeks/ikhtisar pada skala 1:10.000 atau skala 1:20.000 tetap dibutuhkan untuk menunjukkan:

- Daerah kerja (garis besar)
- Kontur indeks interval 2,5 m (10 m pada daerah curam, atau seperti yang disepakati direksi.
- Spot height yang dipilih.
- Grid penuh dan berkoordinat, interval 10 cm pada peta.
- Nama kampung dan batas-batas administrasi.
- Lokasi BM dan CP dilengkapi koordinat (X,Y,Z).

Informasi ini dapat diperoleh dari tracing hasil reduksi pada kompilasi peta situasi skala 1:2000, atau dapat diperoleh dari dari pengeplotan kembali hasil pengukuran.

2.5 Latihan

1. Sebutkan salah satu metode dalam pengukuran lapangan!
2. Apakah fungsi dari pemasangan benchmark baru dalam kegiatan pengukuran lapangan?

2.6 Rangkuman

Didalam pengukuran lapangan, klasifikasi alat maupun metode yang akan dipakai harus dipenuhi agar diperoleh akurasi hasil pengukuran topografi sehingga dapat dipergunakan untuk sesuai dengan kebutuhan. Langkah-langkah dalam pengukuran lapangan terdiri dari pemasangan pilar beton (Bench Mark) dan Control Point, penentuan titik referensi, pengamatan azimuth matahari, pengukuran kontrol horizontal, pengukuran kontrol vertikal, pengukuran situasi dan trase saluran, dan pengolahan data.

Metode perhitungan dalam pengukuran lapangan terdiri dari perhitungan polygon, perhitungan sipat datar, perhitungan titik detail dan hitungan azimuth matahari.

Persyaratan dalam penggambaran adalah sebagai berikut :

- Penggambaran draft dilakukan di lapangan pada kertas milimeter setelah hasil perhitungan di lapangan disetujui.

- Penggambaran akhir dilakukan dengan menggunakan program AutoCad di kertas kalkir dilaksanakan setelah perhitungan pengukuran definitif selesai diperiksa dan mendapat persetujuan Direksi.
- Skala dan tata cara penggambaran akan dibuat sesuai dengan ketentuan dalam Kerangka Acuan Kerja (KAK).
- Format kertas gambar disesuaikan dengan standar Irigasi atau atas petunjuk Direksi.
- Informasi tentang legenda dan symbol untuk penggambaran bangunan dan lain-lain mengacu kepada standar Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Standar Penggambaran (KP-07) yang diterbitkan oleh Subdit. Perencanaan Teknis Direktorat Irigasi Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum.
- Tiap titik tetap (BM) yang diplotkan akan dilengkapi dengan koordinat planimetris dan ketinggiannya.

MATERI POKOK 3

PENGUKURAN SITUASI RENCANA BANGUNAN

3.1 Indikator Keberhasilan

Setelah mempelajari materi ini, peserta pelatihan diharapkan mampu memahami, mengidentifikasi, menganalisa dan menerapkan tentang pengukuran situasi rencana bangunan.

3.2 Umum

Pengukuran situasi rencana bangunan meliputi penetapan benchmark, tanda-tanda azimuth pelengkap, pengukuran sipat datar, pengukuran potongan melintang dan memanjang. Diperlukan peta tata letak/layout rencana lokasi bangunan irigasi dengan skala 1:2.000, di mana lokasi bangunan yang akan diukur sudah ditunjukkan. Koordinat-koordinat titik yang ada di sekitar lokasi rencana bangunan bisa diperoleh dari kantor PU setempat. Penentuan titik ikat sebagai titik awal pengukuran harus mendapat persetujuan Direksi. Pelaksana Pekerjaan (Kontraktor) harus mempergunakan segala peralatan dan perlengkapan serta bahan-bahan yang memenuhi syarat dan ketepatan dan standar ketelitian yang telah disetujui dalam persyaratan teknis. Semua detail (termasuk jenis-jenis peralatan dan nomor-nomor seri) harus tercantum di dalam usulan teknis yang diajukan oleh pihak Pelaksana Pekerjaan. Pelaksana pekerjaan harus mempekerjakan pegawai yang telah mendapat latihan dalam bidangnya serta cukup berpengalaman dalam berbagai pekerjaan yang diberikan. Pegawai-pegawai praktikan atau pegawai yang sedang dilatih dapat digunakan asalkan mereka berada dalam pengawasan yang sebagaimana mestinya. Manajer Proyek yang cakap harus dipekerjakan selama masa kontrak berlangsung. Pelaksana Pekerjaan harus dapat memberikan hasil yang berkualitas tinggi.

3.3 Pengukuran di Lapangan

Pengukuran di lapangan terdiri beberapa metode diantaranya dengan metode poligon, sipat datar dan metode lainnya. Penjelasan mengenai pengukuran lapangan dapat dilihat selengkapnya pada Materi Pokok 2 modul ini.

3.4 Pengukuran Situasi Rencana Lokasi Bangunan Irigasi

3.4.1 Pengukuran situasi rencana bangunan

Menentukan elevasi tanah untuk topografi saluran akan dilakukan dengan metode potongan melintang, sedangkan detail-detail khusus yang ada di antara potongan-potongan melintang akan ditentukan dengan pengukuran rincikan agar variasi dalam relief dapat digambarkan dengan tepat pada waktu dilakukan penggambaran kontur.

Ketentuan dalam pengukuran situasi rencana bangunan adalah sebagai berikut:

- Semua jarak akan diukur di lapangan dengan menggunakan jarak ukur optis. Jarak antar potongan melintang yang akan diambil tegak lurus terhadap as jalan/sungai/lembah/bukit adalah sekitar 10 meter untuk daerah lurus dan sekita 5 meter untuk daerah berbelok-belok. Letak potongan-potongan melintang akan ditetapkan dengan menggunakan patok- patok kayu.
- Poligon kerangka untuk patok melintang ini lebih baik dengan mengikuti bentuk geometris daripada as jalan/sungai/lembah/bukit yang dipotong oleh rencana trase saluran.
- Poligon harus tertutup terhadap titik terdekat yang sudah ditetapkan(benchmark atau penanda azimuth) guna mencek ketelitian.
- Potongan melintang yang akan diukur akan membentang sedikit-dikitnya 75 meter di kedua sisi jalan/sungai/lembah/bukit, atau mengikuti petunjuk dari Pemberi Pekerjaan.
- Semua jalan air, berapa pun ukurannya (saluran,pembuang,parit-parit disawah) akan diamati, termasuk lebar dasar, elevasi dan arah aliran (kalau ada)
- Semua tampakan seperti rumah-rumah, fasilitas, jalan, jembatan, gorong-gorong, pagar, patok beton dan vegetasi (jenis dan densitasnya akan dicatat).
- Bahan-bahan khusus dijumpai di permukaan tanah, seperti batuan, rawa-rawa, tanah longsor dan sebagainya, harus dicatat. Tumbuhan atau tanaman yang punya nilai tinggi
- Ketinggian-ketinggian di dalam potongan melintang akan dicatat Ketelitian titik-titik tinggi potongan melintang akan ditentukan

3.4.2 Pengukuran situasi detail

Posisi titik peralatan diidentifikasi, dan ketiga benang datar (untuk perhitungan jarak), sudut horizontal dan alat-alat pengukur ketinggian semuanya akan dicatat bersama-sama dengan penjelasan singkat mengenai posisi titik rincik, misalnya sawah, kampung, tanggul jalan (bagian atas atau bawah), dasar sungai. Jarak lihat ke titik-titik rincik tidak boleh lebih dari 100 m.

Tacheometri teodolite, sebagai kebalikan dari sipat datar tacheometri, hanya dapat dipakai untuk penentuan tinggi titik rincik didaerah curam, Di daerah-daerah landai, titik-titik tinggi akan diambil dengan beda tinggi maksimum 0,25 meter, atau pada setiap 20 meter di lapangan saja yang lebih segera dapat dicapai.

Di daerah-daerah yang tidak teratur, misalnya di daerah bukit-bukit, perbatasan kampung, lembah dan semacamnya, titik-titik tinggi akan diperlukan dengan jarak yang lebih pendek agar bisa diperoleh gambar yang lebih jelas dengan topografi lengkap di daerah ini. Pada umumnya titik-titik tinggi akan diberikan di semua lokasi di mana kemiringan bisa berubah dan di tempat-tempat di mana bisa terjadi perubahan ketinggian secara mendadak. Pada daerah sawah titik rincik ketinggian harus diperlihatkan pada setiap sawah tersebut, yang kira-kira jaraknya lebih dari 50 x 50 m. Untuk daerah pengukuran yang "tidak luas" selang/jarak antara tiap titik kira-kira 75 m. Untuk daerah sawah yang kering rambu ukur harus ditempatkan tepat ditengahnya guna meningkatkan hasil identifikasi dan anotasi. Untuk daerah sawah basah, rambu ukur boleh ditempatkan di tepi sawah tersebut (tidak di pematang) Rambu ukur tidak boleh ditenggelamkan pada tanah sawah tersebut, tetapi diletakkan setinggi permukaan sawah dan harus dilakukan dengan hati-hati. Lokasi dari titik rincik tersebut harus diletakkan pada perbatasan antara kampung dan sawah, satupada sawah yang lainnya di kampung. Apabila jalan melewati sawah maka titik rincik tersebut harus ditempatkan satu pada jalan dan titik lainnya pada kedua sisi sawah. Rincik ketinggian akan diambil sepanjang dasar dari lembah-lembah baik yang memiliki anak sungai maupun yang tidak, dan pada punggung bukit serta pada titik-titik bukit yang teratas. Pelaksana Pekerjaan harus memeriksa apakah rincik ketinggian di lapangan sudah diamati secara memadai sesuai dengan perubahan-perubahan elevasi antara rincik ketinggian dan detail yang diperlihatkan dalam foto udara.

3.5 Latihan

1. Sebutkan ketentuan pengukuran potongan melintang dalam pengukuran situasi rencana bangunan!
2. Sebutkan ruang lingkup pengukuran situasi rencana bangunan!

3.6 Rangkuman

Pengukuran situasi rencana bangunan meliputi penetapan benchmark, tanda-tanda azimuth pelengkap, pengukuran sipat datar, pengukuran potongan melintang dan memanjang.

Menentukan elevasi tanah untuk topografi saluran akan dilakukan dengan metode potongan melintang, sedangkan detail-detail khusus yang ada di antara potongan-potongan melintang akan ditentukan dengan pengukuran rincikan agar variasi dalam relief dapat digambarkan dengan tepat pada waktu dilakukan penggambaran kontur.

PENUTUP

A. Rangkuman

Uitzet/Stacking Out adalah pengukuran ulang lapangan di awal suatu pekerjaan untuk memastikan besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan.

Suatu perencanaan masih bisa terjadi kekeliruan maupun perbedaan bila diaplikasikan di lapangan. Pengguna Jasa, Penyedia Jasa Konstruksi maupun Konsultan Pengawas harus memastikan lagi terhadap hasil perencanaan dilapangan. Pengukuran ulang ini menghasilkan Laporan MC-0 yang dilampiri Gambar Rencana Pelaksanaan Kerja, Kurva S, Foto Pekerjaan 0%, dan Lampiran-lampiran yang diperlukan. Semua dokumen yang dihasilkan dalam Pengukuran Ulang ini wajib disetujui oleh para pihak.

Theodolite adalah alat ukur digital yang memiliki fungsi untuk membantu pengukuran kontur tanah, menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Survei dengan menggunakan theodolite dilakukan bila situs yang akan dipetakan luas dan atau cukup sulit untuk diukur, dan terutama bila situs tersebut memiliki relief atau perbedaan ketinggian yang besar.

Alat ukur sipat datar digunakan untuk menentukan ketinggian dari sejumlah titik atau pengukuran perbedaan elevasi. Perbedaan yang dimaksud adalah perbedaan tinggi di atas air laut ke suatu titik tertentu sepanjang garis vertikal. Perbedaan tinggi antara titik - titik akan dapat ditentukan dengan garis sumbu pada pesawat yang ditunjukkan pada rambu yang vertikal. Tujuan dari pengukuran penyipat datar adalah mencari beda tinggi antara dua titik yang diukur. Permukaan tanah memiliki permukaan ketinggian yang tidak sama atau mempunyai selisih tinggi. Apabila selisih tinggi dari dua buah titik dapat diketahui maka tinggi titik kedua dan seterusnya dapat dihitung setelah titik pertama diketahui tingginya.

Didalam pengukuran lapangan, klasifikasi alat maupun metode yang akan dipakai harus dipenuhi agar diperoleh akurasi hasil pengukuran topografi sehingga dapat dipergunakan untuk sesuai dengan kebutuhan. Langkah-langkah dalam pengukuran lapangan terdiri dari pemasangan pilar beton (bench mark) dan control point, penentuan titik referensi, pengamatan azimuth matahari, pengukuran kontrol horizontal, pengukuran kontrol vertikal, pengukuran situasi dan trase saluran, dan pengolahan data.

Metode perhitungan dalam pengukuran lapangan terdiri dari perhitungan polygon, perhitungan sipat datar, perhitungan titik detail dan hitungan azimuth matahari.

Persyaratan dalam penggambaran adalah penggambaran draft dilakukan di lapangan pada kertas milimeter setelah hasil perhitungan di lapangan disetujui; penggambaran akhir

dilakukan dengan menggunakan program AutoCad di kertas kalkir dilaksanakan setelah perhitungan pengukuran definitif selesai diperiksa dan mendapat persetujuan Direksi; skala dan tata cara penggambaran akan dibuat sesuai dengan ketentuan dalam Kerangka Acuan Kerja (KAK); format kertas gambar disesuaikan dengan standar Irigasi atau atas petunjuk Direksi; informasi tentang legenda dan simbol untuk penggambaran bangunan dan lain-lain mengacu kepada standar Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Standar Penggambaran (KP-07) yang diterbitkan oleh Subdit. Perencanaan Teknis Direktorat Irigasi Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum; dan tiap titik tetap (BM) yang diplotkan akan dilengkapi dengan koordinat planimetris dan ketinggiannya.

B. Kunci Jawaban

1. Sebutkan alat yang dapat digunakan untuk pengukuran kontur dalam pelaksanaan uitzet! (Alat yang dapat digunakan dalam pengukuran lapangan adalah theodolite dan waterpass)
2. Apakah tujuan dilaksanakannya uitzet/stacking out! (Tujuan dilaksanakannya uitzet/stacking out adalah untuk mengetahui besar perbedaan/perubahan antara rencana dengan keadaan di lapangan yaitu dengan mengukur dan memasang tanda-tanda patok yang merupakan pemindahan gambar rencana ke lapangan yang menggambarkan lokasi, arah, jarak dan elevasi/ketinggian bangunan.)
3. Sebutkan salah satu metode dalam pengukuran lapangan! (Penyipatan Datar)
4. Apakah fungsi dari pemasangan benchmark baru dalam kegiatan pengukuran lapangan? (Benchmark baru berfungsi sebagai acuan dalam pengukuran disekitarnya, dan sebagai kontrol untuk keperluan pemetaan dan digunakan untuk keperluan proyek yang akan datang)
5. Sebutkan ketentuan pengukuran potongan melintang dalam pengukuran situasi rencana bangunan! (Potongan melintang yang akan diukur akan membentang sedikit-dikitnya 75 meter di kedua sisi jalan/sungai/lembah/bukit, atau mengikuti petunjuk dari Pemberi Pekerjaan)
6. Sebutkan ruang lingkup pengukuran situasi rencana bangunan! (Pengukuran situasi rencana bangunan meliputi penetapan benchmark, tanda-tanda azimuth pelengkap, pengukuran sipat datar, pengukuran potongan melintang dan memanjang.)

DAFTAR PUSTAKA

Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Irigasi Tahun 2011. Jakarta.

Peraturan Menteri ESDM No. 2 Tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 6 Tahun 2008 tentang Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi.

Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air.

Permen PUPR No. 09 tahun 2015 tentang Penggunaan Sumber Daya Air

Undang-Undang No. 11 Tahun 1974 tentang Pengairan.

Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.

Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.

GLOSARIUM

Air	: Semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.
Benchmark	: Titik yang sudah diketahui elevasinya. Benchmark seringkali dipakai sebagai pedoman untuk mengukur elevasi lingkungan di sekitarnya.
Daerah irigasi	: Kesatuan lahan yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.
Debit	: Jumlah air yang dipindahkan dalam suatu satuan waktu pada titik tertentu di sungai, terusan, saluran air
Direksi	: Pengguna Jasa
Elevasi	: Ketinggian suatu tempat terhadap daerah sekitarnya (di atas permukaan laut);
Gambar Rencana	: Gambar yang tercantum dalam dokumen kontrak dan setiap gambar perubahan atau penambahan yang telah dibuat dan disetujui secara tertulis oleh Direksi Teknik.
Interpretasi (tafsiran)	: Proses komunikasi melalui lisan atau gerakan antara dua atau lebih pembicara yang tak dapat menggunakan simbol-simbol yang sama, baik secara simultan (dikenal sebagai interpretasi simultan) atau berurutan (dikenal sebagai interpretasi berurutan).
Irigasi	: Usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.
Jaringan irigasi	: Saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.
Jasa Konstruksi	: Layanan jasa konsultasi perencanaan pekerjaan konstruksi, layanan jasa pelaksanaan pekerjaan konstruksi, dan layanan jasa konsultasi pengawasan pekerjaan konstruksi.
Kontrak	: Persetujuan yang bersanksi hukum antara dua pihak atau lebih untuk melakukan atau tidak melakukan kegiatan
Kontraktor	: Penyedia jasa/ pelaksana kegiatan
Lelang	: Proses membeli dan menjual barang atau jasa dengan cara menawarkan kepada penawar, menawarkan tawaran harga lebih tinggi, dan kemudian menjual barang kepada penawar harga

	tertinggi. Dalam teori ekonomi, lelang mengacu pada beberapa mekanisme atau peraturan perdagangan dari pasar modal.
Mobilisasi	: Tindakan pengerahan dan penggunaan secara serentak sumber daya untuk keperluan pelaksanaan pekerjaan konstruksi
Pengguna jasa	: Badan usaha atau orang perseorangan yang memerlukan/ memakai/ pemilik Barang/Pekerjaan Konstruksi/ Jasa Konsultansi/ Jasa Lainnya.
Penyedia jasa	: Penyedia barang jasa adalah istilah untuk badan usaha atau orang perseorangan yang menyediakan Barang/Pekerjaan Konstruksi/ Jasa Konsultansi/ Jasa Lainnya.
Poligon	: Segi banyak
PPK	: Pejabat pembuat kometmen, pejabat yang bertanggung jawab atas pelaksanaan pengadaan barang atau jasa.
Skala	: Perbandingan antara jarak di dalam peta dengan jarak sebenarnya
Subkontrak	: Pengaturan di mana kontrak bisnis satu pihak sebagian atau seluruh bagiannya dikontrakkan lagi ke pihak lain.
Sumber air	: Tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah.
Survei	: Peninjauan lapangan
Surveyor	: Pelaksana survei
Trase	: Sumbu utama
Volume	: Kuantitas