

Ir. Atut Widhi Karono

**APA PERANAN
GEODESI
DI AREA OILFIELD-
ONSHORE PROJECT**

Penerbit

Ganesha Ilmu Persada

Daftar Isi

BAGIAN I PENGENALAN

LAND SURVEY	7
Pemakaian Alat Survey Dan Pengukuran	8
A. Perbedaan Umum Dua Jenis Alat Survey	8
1. Theodolit	8
2. Alat Waterpas	19
B. Alat Survey Yang Banyak Dipakai	22
1. Total Station WILD TC-1100	25
2. Automatic Level WILD NAK-2	44
3. Alat GPS (Global Positioning System) TRIMBLE Series 4000 Ssi	56
4. WILD LNA 30	61
5. WILD T-0	61
C. Survey Pengukuran Situasi /Topografi	70
1. Koordinat Peta	71
2. Menentukan Arah Utara Peta	73
3. Nilai Skala	74
4. Kwadran	75

5. Grid Koordinat	79
6. Sistim Koordinat UTM	80
D. Kalibrasi Alat Survey	89

Kegiatan Land Survey Diarea

Perminyakan.	103
E. Safety Diarea Perminyakan	103
F. Kegiatan Pengeboran/Drilling	113
G. Survey Dalam Team Seismic	119
H. Orientasi Survey Untuk Keperluan Yang Berbeda	121

BAGIAN II SURVEY MEMAKAI

SPESIFIKASI PERMINYAKAN	127
--------------------------------	-----

Pengukuran Teliti Dalam Konstruksi Pipa Serta Kestabilan Posisi Tangki Minyak.	128
I. Stake Out Untuk Suport Pipa Berbagai	

Diameter Pipe Support	128
J. Tanda Untuk Pengelasan Suport Pipa (Cutting Elevation Marker)	135
K. Survey Untuk Memonitor Adanya Pergeseran Obyek	143
L. Survey Untuk Memonitor Adanya Penurunan Obyek	150
M. Kerjasama Departemen Survey Dengan Kontraktor Terkait	172
1. Survey Department.	173
2. Earth Work Department.	184
3. Civil Department.	186
4. Tank Contractor.	185
5. Crane Department.	191
6. Quality Control.	194
7. Safety Department.	196
Bantuan Survey Pada Konstruksi Pondasi Pompa Injeksi Dan Pengukuran Luas Tanah.	200
N. Bantuan Survey Untuk Team QC-ROTEQ (Rotary Equipment)	200
O. Bantuan Survey Untuk Team	

Pembebasan Tanah (Land-Matter)	206
DAFTAR PUSTAKA	214

BAGIAN I Pengenalan Land Survey

Bagian ini menerangkan secara umum apakah itu kegiatan Land Survey beserta peralatan survey yang dipakai.

Pembahasan diutamakan pada kegiatan pengukuran didaerah proyek perminyakan onshore/daratan. Dimana pada dasarnya setiap kegiatan detail konstruksi akan membutuhkan jenis kegiatan survey yang bersifat khusus.

Pemakaian Alat Survey Dan Pengukuran

A. PERBEDAAN UMUM DUA JENIS ALAT SURVEY

Secara umum dapat dijelaskan bahwa alat survey pada awalnya terdiri atas dua jenis penggunaan yaitu alat theodolit atau biasa disebut juga alat transit serta alat waterpas atau level / alat penyipat datar.

Jika kita menjumpai salah satu jenis alat ini sedang ditegakkan diareal proyek pada kaki tiga (tripod) maka dengan memperhatikan casing alat dapat dengan segera ditentukan jenis alat survey tersebut.

1. Theodolit

Alat ini terdiri dari piringan skala sudut horisontal dan piringan skala sudut vertikal dan teropong dapat diarahkan keatas maupun kebawah pada saat mengukur sudut tegak / vetikal serta dapat diarahkan kekiri maupun kekanan pada saat mengukur sudut horisontal.

Dalam penjelasan secara umum, skala piringan yang menunjukkan sudut vertikal pembacaannya selalu dimulai dari angka nol derajat,

dimana posisinya dipuncak piringan. Posisi pada arah tegak lurus keatas pada titik pengamatan ini dinamakan titik zenith.

Jadi sebutannya yaitu; skala nol derajat terletak pada titik zenith.

Dengan mendatarkan posisi teropong maka akan terbaca sudut 90° dan pada posisi bidikan teropong kearah lebih rendah, akan terbaca sudut vertikal lebih besar dari 90° . Sistim ini akan menghindari angka bacaan sudut tegak yang bernilai negatif.

Selanjutnya menggunakan sistim susunan lensa micro optik dan nonius, piringan skala tersebut dibagi dalam satuan sudut derajat, menit dan detik ($1^\circ = 60'$ dan $1' = 60''$). Untuk memungkinkan pembacaan nonius yang demikian teliti maka disamping teropong dilengkapi dengan lensa pembesar yaitu lensa okuler.

Karena sistim pembacaan sudut vertikal atau sudut miring yang akurat ini, maka benang silang teropong harus mengarah datar sempurna saat terbaca sudut miring ; $90^\circ 00' 00''$. Untuk membentuk arah garis jurusan yang datar sempurna maka pada permukaan datar alat theodolit dipasang alat nivo, yaitu suatu tabung gelas yang hampa udara dan diisi cairan yang stabil terhadap perubahan temperatur. Cairan ini tidak mengisi seluruh isi tabung, sehingga ada gelembung udara yang terbentuk dan akan selalu menempati bagian atas ruang tabung.

Dengan cara membentuk permukaan tabung gelas ini lengkung dengan radius lengkungan yang cukup besar, maka posisi alat didatarkan dengan memperhatikan posisi gelembung udara. Pada pelat dasar alat dilengkapi dengan sekrup ulir pada tiga titik berjarak sama satu sama lainnya, yang mudah disetel dengan jari tangan sementara mata mengawasi gerakan gelembung nivo sehingga posisinya bergeser sampai tepat ketengah tabung.

Pada keadaan ini alat sudah benar benar mendarat posisinya.

Alat theodolite/transit memiliki dua jenis nivo untuk menjamin posisi alat dapat disetel secara mendarat sempurna.

Nivo pertama disebut nivo kotak (circular niveau). Komponen ini berbentuk tabung gelas kecil berbentuk pipih dan permukaannya bundar, terlindung dalam casing metal. Pengguna dapat melihat gelembung nivonya melalui gelas pada permukaan yang terbuka.

Untuk mengetahui apakah posisi gelembung telah ditengah, tepat ditengah permukaan gelas diberi tanda lingkaran kecil.

Nivo yang kedua disebut nivo tabung (tubular niveau). Berupa tabung gelas kecil berbentuk silinder dan dipasang dalam posisi horisontal, serta dilindungi tabung metal. Gelembung nivo dapat terlihat pada celah gelas dibagian sisi atas silinder. Permukaan

gelas ini ditandai dengan beberapa garis skala untuk membantu pada saat menengahkan gelembung nivo.

Letak kedua jenis nivo tersebut mempunyai fungsi tersendiri. Nivo kotak lebih mudah ditangani karena tidak terlalu sensitive dibandingkan dengan nivo tabung.

Pada theodolite nivo kotak ini disetel lebih dulu untuk mendatarkan piringan skala pembacaan sudut horisontal.

Setelah gelembung nivo disetel sehingga posisinya tepat ditengah tanda lingkaran, barulah berikutnya dilakukan penyetelan nivo tabung.

Nivo kotak digunakan juga sebagai alat untuk mendatarkan alat pada tahap awal, artinya ada tahap berikutnya yang harus dilakukan untuk mendatarkannya secara sempurna.

Nivo tabung digunakan untuk mendatarkan secara halus, artinya disini mempunyai pengertian secara lebih teliti. Karena bentuknya maka nivo ini lebih sensitive sifatnya. Maka setiap mengarahkan teropong ketarget yang berbeda, harus dicek lagi posisi gelembungnya. Biasanya nivo akan nampak bergeser dari tanda garis tengah, meskipun pada titik berdiri alat yang tetap.

Nivo ini juga berfungsi untuk menepatkan sudut bacaan vertikal; $90^{\circ} 00' 00''$ pada saat benang silang teropong tepat mendatar. Dengan demikian nonius pembacaan sudut vertikal mencapai tingkat ketelitian sesuai spesifikasi alat.

Penampilan theodolite/transit WILD T-2 seperti pada gambar berikut ini.

Theodolite ini mempunyai ketelitian pembacaan sudut horisontal 1" (1 detik) demikian juga ketelitian pembacaan sudut miring/sudut vertikal 1".

Alat theodolite yang memiliki tingkat ketelitian sama, baik untuk pembacaan sudut horisontal maupun sudut vertikal seperti diatas, disebut juga sebagai universal-theodolite/universal-transit.

Ketelitian alat yang demikian tinggi mutlak diperlukan untuk mendapatkan posisi koordinat orde pertama, misalnya diperlukan saat pembidikan target yang berjarak ratusan meter jauhnya. Ataupun bila diatas alat ditumpangkan alat EDM (Electronic Distance Measurement), sehingga dapat mengukur jarak sampai beberapa kilometer.

Dengan kekuatan perbesaran teropongnya sampai 30 x maka target dapat dibidik dengan jelas.

Jika pada suatu pengukuran sudut horisontal menyimpang sekecil 10" saja, maka target pada jarak 3.50 km akan menghasilkan kesalahan koordinat yang dapat mempengaruhi ketelitian pengukuran. Perhatikan uraian perhitungan dibawah ini.

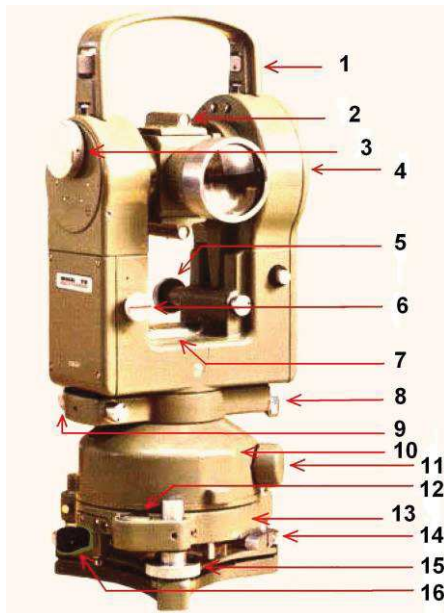
Pertama dihitung dulu satuan sudut agar menjadi satuan radian, kemudian dikalikan dengan jarak pengukuran maka akan didapatkan hubungan;

$$10''/206265'' \times 3.50 \times 1\,000 \text{ m} = 0.16968 \text{ m}$$

$$= 0.16968 \times 100 \text{ cm} = 16.97 \text{ cm}$$

Secara teoritis kesalahan tersebut akan terus terakumulasi pada kesalahan kesalahan pengukuran selanjutnya, yang dapat mengakibatkan semakin besarnya total kesalahan pada akhir pengukuran.

(dibuku ini tanda desimal ditulis dalam titik)



Gambar 1. Theodolit WILD T-2

Bagian WILD T-2 terdiri atas ;

- 1) Tangkai pemegang alat, yang dapat dilepaskan dengan cara membuka sekrup yang nampak disisi kanan alat.

Jika diperlukan, pada letak kedudukan tangkai dapat diganti dengan pemasangan alat EDM (Electronic Distance Measurement), buatan produsen yang sama.

Dengan demikian pada saat dilakukan pengukuran sudut kesuatu target, dapat diukur jaraknya pada saat yang bersamaan ketarget tersebut.

2) Alat bantu pembidikan ketarget. Karena perbesaran lensa teropong yang begitu kuat, maka akan lebih sulit jika mencari dimana letak target melalui medan pandangan teropong.

Maka untuk membantu mengarahkan teropong, diatasnya dipasang alat pembidik.

3) Tombol mikrometer untuk menepatkan skala nonius pada pembacaan sudut.

4) Teromol pelindung piringan skala sudut vertikal.

5) Tombol mikrometer gerakan halus teropong pada arah vertikal.

6) Tombol pengatur pilihan pembacaan, antara sudut horisontal/sudut datar dengan sudut vertikal/sudut miring.

Tanda garis merah pada tombol menunjukkan jenis pembacaan yang terlihat didalam teropong. Garis pada posisi datar menunjukkan pembacaan angka sudut horisontal dan garis pada posisi tegak menunjukkan pembacaan angka sudut vertikal.

7) Permukaan gelas nivo tabung. Nivo ini harus disetel lebih dulu sebelum dilakukan pembacaan sudut kejurusan target.

Nivo ini lebih teliti dibandingkan dengan nivo kotak, yang terlebih dulu disetel agar gelembung nivo berada tepat ditengah lingkaran. Setelah gelembung nivo tabung disetel sehingga tepat berada pada garis tengah tabung maka berarti sumbu piringan skala horisontal sudah tegak sempurna dan sumbu piringan skala vertikal sudah mendatar sempurna.

8) Sekrup pengunci gerakan horisontal teropong pada as piringan horisontal, jika dalam keadaan membuka berfungsi untuk menggerakkan teropong secara cepat untuk diarahkan kesuatu target.

9) Tombol mikrometer untuk gerakan horisontal teropong secara halus, yang dipakai pada saat menepatkan benang silang teropong secara teliti ketitik tengah target.

Sebelumnya target lebih dulu dimasukkan kedalam medan pandang teropong.

10) Teromol pelindung piringan skala horisontal.

11) Tutup pelindung sekrup penggerak piringan skala horisontal. Kegunaannya yaitu untuk menyotel pembacaan awal untuk angka sudut horisontal, pada saat benang silang teropong sudah ditepatkan serta terkunci ketarget.

Contohnya pada saat benang silang teropong sudah ditepatkan ketarget pertama, maka sudut

horizontalnya disetel sehingga terbaca $0^{\circ} 00' 00''$ dan seterusnya.

12) Gelas nivo kotak yang disekrupkan kerangka pada piringan dasar theodolite (tribrach).

13) Piringan dasar theodolite (tribrach).

Theodolite WILD T-2 dapat dilepas dari tribrach nya dengan cara membuka penguncinya.

14) Pengunci tribrach pada theodolite.

15) Sekrup tribrach. Digunakan untuk menyetel posisi gelembung nivo agar tepat ketengah.

16) Lensa okuler. posisinya berada disamping tribrach.

Melalui lensa yang dilengkapi benang silang ini, mata dapat melihat bench mark/batu koordinat/patok yang posisinya terletak diantara kaki tiga tempat berdirinya alat theodolite (tripod).

Sambil membidik benang silang dan menggeser geserkan tribrach serta theodolite yang menyatu, maka mata akan dapat menepatkan benang silang ini tepat ketitik tengah as tugu/Bench Mark/patok koordinat.

Jika sudah tepat maka dikatakan theodolite telah berada tepat pada suatu titik koordinat.

Tribrach atau pelat dasar alat (#15) merupakan bagian theodolite sebelah bawah dan dapat dilepas

dengan membuka pengunci yang terletak disampingnya.

Proses penyetelan unit theodolite sehingga tepat diatas suatu titik koordinat memerlukan waktu dan keterampilan. Maka tribrach berguna dalam suatu pengukuran poligon, dengan metoda yang diterangkan dibawah ini untuk mempercepat proses pengukuran.

Polygon berarti banyak-sudut, yaitu suatu pengukuran sudut pada deretan titik dilapangan/area survey yang digunakan untuk menghubungkan titik tertentu yang belum diketahui koordinatnya. Hasil pengukuran polygon yang dihubungkan pada titik yang telah diketahui koordinatnya, akan dapat dihitung koordinat setiap titik sudut tersebut.

Dengan menggunakan tiga unit tribrach dan tiga unit kaki tiga (tripod), maka pengukuran dimulai pada posisi theodolite di tripod pertama.

Selama pengukuran berlangsung maka tripod kedua yang sudah terpasang tribrach diatasnya, didudukkan diatas titik polygon berikutnya dimana akan merupakan posisi theodolite berikutnya.

Setel posisi tribrach kedua tersebut sehingga benang silang yang terlihat pada lensa okulernya tepat membidik titik tengah paku pada patok polygon. Setel sekrup kaki tiga alat (tripod) satu persatu untuk menurunkan atau menaikkan base plate nya, sementara mata tetap mengamati benang silang. Amati apakah benang silang yang nampak dalam

lensa okuler tribrach semakin mendekat ketengah titik polygon.

Selanjutnya jika benang silang sudah dekat ketitik polygon, maka sekrup landasan tripod, yaitu penguat tribrach pada tripod dapat dilonggarkan agar benag silang tepat ketitik tengah dengan cara menggeser perlahan kedudukannya diatas landasan tripod. Kemudian kuatkan kembali sekrup landasan tripod tersebut.

Setelah itu setel nivo kotak yang terletak disamping tribrach agar gelembung tepat ketengah. Gunakan sekrup tribrach (#15) untuk menyetelnya. Setiap alat memiliki tiga sekrup tribrach.

Ulangi urutan proses tersebut diatas jika setelan belum sempurna.

Setelah prosedur pada tripod kedua selesai, maka theodolite dapat segera dipasang diatas tribrach yang kedua dititik polygon berikutnya. Buka pengunci theodolite (#14), angkat dan pindahkan keatas tribrach kedua lalu kunci. Pengukuran dapat segera dilanjutkan.

Demikian seterusnya tripod pertama dapat dipindahkan ketitik polygon dimuka, yaitu titik polygon ketiga.

Setiap tribrach yang tidak ditempati alat theodolit, akan ditempati pelat target jika pengukuran polygon dilakukan menggunakan theodolite manual ataupun prisma target jika pengukuran polygon menggunakan alat total-station.

2. Alat Waterpas

Yaitu alat ukur survey yang digunakan untuk membentuk garis bidik yang mendatar secara sempurna.

Maka konstruksi alat ini lebih sederhana yaitu terdiri dari teropong pembesar untuk dapat membaca rambu ukur/bak ukur dengan jelas melalui benang silang teropongnya dan untuk membantu mendatarkan garis bidik. Alat ini tidak untuk membaca sudut miring atau sudut vertikal, karena itu tidak diperlukan piringan skala vertikal.

Dibagian tepi casing disekrupkan nivo seperti yang terdapat pada alat waterpas untuk mengukur datarnya lantai bangunan.

Pada waterpas otomatis hanya memiliki satu jenis nivo yaitu nivo kotak, yang berfungsi untuk mendatarkan alat secara kasaran/pendahuluan saja (tidak perlu teliti).

Selanjutnya sistim susunan prisma didalam alat akan merekonstruksi garis sinar yang melalui teropong sehingga mendatar sempurna. Prisma yang bergantung bebas pada engselnya akan selalu mendatarkan arah benang silang, karena gaya gravitasi yang vertikal pada sistim prismanya.

Pada beberapa tipe waterpas ada yang dilengkapi dengan piringan pembacaan sudut

horizontal, yang dapat digunakan untuk penentuan sudut jurusan secara sederhana saja.

Penampilan alat waterpas/penyipat datar secara umum dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Waterpas Otomatik WILD NAK2

Bagian WILD NAK2 auto level terdiri atas ;

- 1) Pembidik
- 2) Lensa okuler tempat mata membidik rambu ukur.

- 3) Tombol putar untuk menyetel fokus target/rambu ukur.
- 4) Nivo kotak disekrupkan dilubang casing teropong.
- 5) Tombol putar untuk gerakan halus arah teropong kekiri atau kekanan.
- 6) Sekrup kaki tiga untuk mendatarkan teropong.

Karena faktor perbesaran teropong yang besarnya sampai 30 x, maka saat mencari posisi target melalui teropong bila jaraknya cukup jauh akan memerlukan waktu. Untuk mempermudah maka dipasang alat bidik yang terletak diatas teropong, yang dipakai untuk membidik target.

Teropong dapat diarahkan kerambu ukur secara cepat dengan cara memutar arah teropong menggunakan tangan, tanpa perlu memutar tombol gerakan halus. Cara ini dapat dilakukan karena adanya sistim kopling pada piringan lingkaran horisontalnya.

Setelah rambu ukur sudah masuk dalam area pandangan teropong, langkah berikutnya baru melihat melalui teropong untuk menepatkan benang silang secara tepat ketitik tengah target. Gunakan tombol putar (#5) untuk mengarahkan teropong dengan gerakan halus, kearah kiri atau kanan.

Pada alat waterpas yang tidak otomatis dilengkapi dengan dua jenis nivo. Sebelum pembacaan alat dilakukan, gelembung nivo kotak harus ditepatkan

ketengah yaitu ketanda lingkaran yang nampak dipermukaan gelas sebagai titik tengah nivo.

Gunakan sekrup kaki tiga - nampak digambar pada bagian bawah teropong, untuk menyetel letak gelembung.

Setelah teropong diarahkan kerambu ukur, gelembung pada nivo kedua (nivo tabung) disetel agar tepat ketengah.

Gunakan sekrup kaki tiga juga, tetapi putar dengan lebih hati hati karena nivo ini lebih sensitif sifatnya.

Pada gambar level otomatis diatas, alat hanya memiliki satu jenis nivo yaitu nivo kotak (4). Fungsinya hanya untuk membantu mendatarkan garis bidik secara pendekatan saja.

Selanjutnya sistim otomatis pada alat akan mendatarkan garis bidik secara akurat.

B. ALAT SURVEY YANG BANYAK DIPAKAI

Pekerjaan survey yang dilaksanakan diareal oil-field (onshore) memerlukan alat survey orde pertama yang bertipe Total Station ataupun Automatic Level, dapat juga diperlukan pemakaian GPS Alat. Semua type alat survey ini harus selalu dalam keadaan terkalibrasi secara periodik.

Dapat dimengerti jika semua alat survey harus terkalibrasi setiap akan digunakan untuk pengambilan