



ILMU UKUR TANAH

PENULIS :

- Andi Ibrahim Yunus
- Yogi Nirwanto
- Sanny Edinov
- Putu Doddy Heka Ardana
- Nurul Azmi Ridha
- Okma Yendri
- Erniati Bachtiar
- Abdul Gaus
- Erdawaty



ISBN 978-623-198-406-7



9 786231 984067

ILMU UKUR TANAH

**Andi Ibrahim Yunus
Yogi Nirwanto
Sanny Edinov
Putu Doddy Heka Ardana
Nurul Azmi Ridha
Okma Yendri
Erniati Bachtiar
Abdul Gaus
Erdawaty**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

ILMU UKUR TANAH

Penulis :

Andi Ibrahim Yunus
Yogi Nirwanto
Sanny Edinov
Putu Doddy Heka Ardana
Nurul Azmi Ridha
Okma Yendri
Erniati Bachtiar
Abdul Gaus
Erdawaty

ISBN : 978-623-198-406-7

Editor : Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns., M.Kes.

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah
Padang Sumatera Barat

Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id

Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, Juni 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Ilmu Ukur Tanah ini.

Buku Ini Membahas Konsep ukur tanah, Perkembangan alat survei, Kompetensi surveyor, Sudut dan asimut, Pengukuran jarak, Tacimetri, Poligon tertutup, Waterpassing, Pengukuran dan pemetaan situasi.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 KONSEP UKUR TANAH	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pengertian.....	1
1.3 Ruang Cakupan Ukur Tanah.....	1
1.4 Tujuan Ukur Tanah.....	2
1.5 Jenis, Fungsi, dan Aturan Pemakaian Alat Ukur Tanah ...	2
1.6 Tachimetri.....	13
1.6.1 Pengukuran Titik Detil Tachimetri	13
1.6.2 Survei Tachimetri.....	13
1.6.3 Langkah Pengukuran Tachimetri	13
1.7 Trigonometrical Leveling.....	14
1.8 Sudut Azimut.....	16
1.9 Pengertian dan Jenis Poligon	16
1.10 Alat Planimeter.....	17
1.10.1 Menggunakan Alat Planimeter	17
1.10.2 Membagi Gambar	20
1.11 Perhitungan dan Penggambaran	22
1.11.1 Profil Melintang.....	22
1.11.2 Profil Memanjang	26
DAFTAR PUSTAKA.....	32
BAB 2 PERKEMBANGAN ALAT SURVEI	35
2.1 Pendahuluan.....	35
2.2 Perkembangan Alat - Alat Survei.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	50
BAB 3 KOMPETENSI SURVEYOR.....	51
3.1 Pendahuluan.....	51
3.2 Definisi	52

3.3 Standar Kompetensi.....	54
3.4 Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia.....	56
3.5 Kompetensi Surveyor.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	61
BAB 4 SUDUT DAN AZIMUTH.....	63
4.1 Pendahuluan.....	63
4.2 Sudut	64
4.3 Azimuth	68
4.3.1 Perhitungan Sudut Jurusan (Azimuth)	71
DAFTAR PUSTAKA.....	77
BAB 5 PENGUKURAN JARAK	79
5.1 Pendahuluan.....	79
5.2 Konsep Dasar Jarak.....	80
5.2.1 Jenis – jenis jarak	80
5.2.2 Satuan Jarak.....	81
5.2.3 Ketelitian	82
5.2.4 Keterbasan	82
5.3 Metode Pengukuran Jarak.....	83
5.3.1 Metode Pengukuran langsung.....	83
5.3.2 Metode tidak langsung	83
5.4 Alat Ukur Jarak	84
5.4.1 Pita ukur kain	85
5.4.2 Pita ukur fiber glass	85
5.4.3 Pita ukur baja.....	86
5.4.4 Laser Distance Meter.....	87
5.4.5 Teodolite.....	88
5.4.6 Total Station	88
5.4.7 GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	91
BAB 6 TACIMETRI.....	93
6.1 Tujuan Pengukuran Titik-titik Detail Metode	
Tachymetritl	93
6.1.1 Histori Tachymetri	94

6.1.2 Pemahaman Tachymetri.....	95
6.1.3 Pencacahan Tachymetri Untuk Titik Bidik	
Horizontal.....	95
6.1.4 Perhitungan Tachymetri Dalam Bidikan Miring.....	99
6.1.5 Rambu Tachymetri.....	102
6.1.6 Busur Beaman.....	102
6.1.7 Tachymetri.Swa-Reduksi.....	103
6.1.8 Pedoman Lapangan	104
6.1.9 Poligon Tachymetri.....	105
6.1.10 Topografi.....	106
6.1.11 Sipat.Datar Tachymetri	106
6.1.12 Keserupaan (Precision).....	106
6.1.13 Sumber-sumber galat dalam Aktivitas	
Tachymetri	107
6.1.14 Kelalain– Kelalain besar	108
6.1.15 Pengukuran/survey untuk Pembuatan Peta	
Topografi Cara Tachymetri.....	108
6.1.16 Keseluruhan data survey dicatat dalam satu	
buku ukur.....	109
6.1.17 Kekeliruan Pengukuran Cara Tachymetri	
dengan Theodolite Berkompas Kesalahan alat....	110
6.1.18 Evaluasi Tachymetri Untuk Pembuatan Peta	
Topografi Cara Polar.....	110
6.1.19 Metode Polygon Kompas Penilaian Tachymetric	
untuk Membuat Peta Topografi	112
6.1.20 Prosedur pengukuran polygon kompas:.....	113
6.1.21 Prosedur hitungan dan penggambaran poligon	
kompas:	113
6.2 Peralatan, bahan dan Cara pengukuran titik titik	
detail metode tachymetri.....	114
6.2.1 Peralatan Alat yang dibutuhkan	114
6.2.2 Bahan dan alat yang dipakai	122
6.2.3 Blagko Pengukuran	124

6.2.4 Proses pengukuran	124
6.2.5 Penurunan Persamaan Titik Detail Tachymetri.....	127
6.3 Analisis Data Pengukuran Tachymetri.....	129
6.4 Penggambaran hasil Survey dan pengukuran tachymetri.....	130
DAFTAR PUSTAKA.....	146
BAB 7 POLIGON TERTUTUP	147
7.1 Pendahuluan.....	147
7.2 Peralatan Pengukuran Polygon	148
7.3 Jenis-jenis Polygon	148
7.4 Bentuk Poligon Tertutup	150
7.5 Toleransi Sudut.....	155
DAFTAR PUSTAKA.....	158
BAB 8 PENGUKURAN WATERPASS.....	159
8.1 Pendahuluan.....	159
8.2 Fungsi Pengukuran Waterpass.....	159
8.3 Bagian alat ukur waterpass.....	160
8.4 Penentuan beda tinggi antara dua titik.....	161
8.5 Pengukuran profil memanjang dan melintang.....	164
8.5.1 Penyajian data pengukuran profil memanjang	167
8.5.2 Perhitungan beda tinggi	167
8.5.3 Koreksi beda tinggi.....	169
8.5.4 Beda tinggi rata-rata.....	171
8.5.5 Tinggi patok.....	171
DAFTAR PUSTAKA.....	173
BAB 9 PENGUKURAN DAN PEMETAAN SITUASI	175
9.1 Pendahuluan.....	175
9.2 Pengukuran.....	177
9.3 Pemetaan Situasi.....	180
9.3.1 Tujuan Pemetaan Situasi	183
DAFTAR PUSTAKA.....	186
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Meteran	3
Gambar 1.2. Kompas.....	4
Gambar 1.3. Klinometer.....	5
Gambar 1.4. <i>Theodolit</i>	6
Gambar 1.5. <i>Waterpass</i>	8
Gambar 1.6. GPS.....	9
Gambar 1.7. Total Station.....	10
Gambar 1.8. <i>Trigonometrikal Levelling</i> Segitiga.....	15
Gambar 1.9. <i>Trigonometrikal Levelling</i> Memanjang.....	15
Gambar 1.10. Sudut Azimut	16
Gambar 1.11. Planimeter Kutub	18
Gambar 1.12(a). Planimeter Kutub dengan Ujung Jarum di Dalam Peta.....	19
Gambar 1.12(b). Planimeter Kutub dengan Ujung Jarum di Luar Peta.....	19
Gambar 1.13. Planimeter Kutub dengan Pengukuran Dua Kali.....	20
Gambar 1.14. Pengukuran Luas dengan Membagi Gambar.....	21
Gambar 1.15. Pengukuran Luas dengan Metode Kisi-Kisi	21
Gambar 1.16. Pengukuran Luas dengan Metode Lajur	22
Gambar 1.17. Penempatan Titik Profil Melintang.....	23
Gambar 1.18. Profil Melintang	26
Gambar 1.19. Profil Memanjang.....	26
Gambar 1.20. Penempatan Pesawat dan Rambu.....	30
Gambar 1.21. Hasil Perhitungan Profil Memanjang.....	31
Gambar 2.1. Contoh Peralatan Survey dan Alat Ukur Tanah	36
Gambar 2.2. Perkembangan teknologi dalam <i>surveying</i>	37
Gambar 2.3. Survey pengukuran dengan alat	

theodolit digital	39
Gambar 2.4. Kompas di awal kemunculannya	43
Gambar 2.5. Kompas bidik menentukan derajat posisi sasaran	44
Gambar 2.6. berbagai macam waterpass.....	46
Gambar 2.7. Macam alat survei GPS	48
Gambar 3.1. Surveyor pada medan kesulitan sangat tinggi	53
Gambar 4.1. Ilustrasi sudut horizontal.....	64
Gambar 4.2. Ilustrasi sudut vertical.....	64
Gambar 4.3. Persyaratan dasar dalam penentuan sudut.....	65
Gambar 4.4. Jenis sudut	66
Gambar 4.5. Azimuth.....	69
Gambar 4.6. Azimuth α_{ab}	69
Gambar 4.7. Azimuth α_{ab} , α_{ac} , dan β	70
Gambar 4.8. Prinsip trigonometri.....	71
Gambar 4.9. Prinsip perhitungan sudut jurusan.....	72
Gambar 5.1. Sket Ilustrasi Jarak	80
Gambar 5.2. Pita ukur kain.....	84
Gambar 5.3. Pita ukur serat kaca.....	85
Gambar 5.4. Pita ukur baja	86
Gambar 5.5. Laser Distance Meter	86
Gambar 5.6. Teodolit	87
Gambar 5.7. Total Station.....	88
Gambar 5.7. Tipe receiver GPS (a) Tipe navigasi (b) Tipe pemetaan (c) Tipe Geodetik	89
Gambar 6.1. Prinsip Tachymetri.....	95
Gambar 6.2. Jarak dan Beda Tinggi Pengamatan Tacimetri	95
Gambar 6.3. Sipat Datar Optis Luas	98
Gambar 6.4. Pengukuran Sipat Datar Luas	110
Gambar 6.5. Tripod Pengukuran Vertikal.....	111

Gambar 6.6.	Theodolite Topcon.....	114
Gambar 6.7.	Waterpas	115
Gambar 6.8.	Statif	116
Gambar 6.9.	Unting-Unting/Jumbai	117
Gambar 6.10.	Jalon di atas patok.....	118
Gambar 6.11.	Pita Ukur dan Metera.....	119
Gambar 6.12.	Rambu Bak Ukur.....	120
Gambar 6.13.	Payung atau Pelindung	121
Gambar 6.14.	Formulir ukur	121
Gambar 6.15.	Cat dan Kuas.....	122
Gambar 6.16.	Tali	123
Gambar 6.17.	Segitiga O BT O'	127
Gambar 6.18.	Survey Titik Detail Tachymetri.....	128
Gambar 6.19.	Theodolitee O BT O'	130
Gambar 6.20.	Peta Pengukuran Titik-Titik Detail Tachymetri.....	131
Gambar 6.21.	Kontur 3D tempat pengukuran titik detail tachymetry	132
Gambar 6.22.	Pengukuran titik detail tachymetry dengan garis kontur 1.....	133
Gambar 6.23.	Pengukuran titik detail tachymetri dengan garis kontur 2	134
Gambar 6.24.	Bagan alir Pengukuran titik-titik detail metode tachymetry	144
Gambar 7.1.	Jenis-jenis Polygon.....	148
Gambar 7.2.	Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik: arah pengukuran berlawanan jarum jam.....	150
Gambar 7.3.	Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik: arah pengukuran searah jarum jam	151
Gambar 8.1.	Alat Waterpass	159
Gambar 8.2.	Lensa Bidik (Lensa Okuler)	160
Gambar 8.3.	Posisi gelembung dalam nivo saat	

seimbang.....	160
Gambar 8.4. Penentuan beda tinggi Metode 1.....	161
Gambar 8.5. Penentuan beda tinggi Metode 2.....	162
Gambar 8.6. Bacaan rambu ukur.....	164
Gambar 8.7. Tahapan pengukuran.....	165
Gambar 9.1. Titik Koordinat.....	181
Gambar 9.2. Titik Ukur Surveyor.....	183

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil Pengukuran <i>Waterpassing</i> Melintang.....	25
Tabel 1.2. Hasil Pengukuran <i>Waterpassing</i> Memanjang.....	29
Tabel 3.1. Peta Kompetensi.....	58
Tabel 3.2. Daftar Unit Kompetensi.....	59
Tabel 4.1. Prinsip kuadran dalam sudut jurusan.....	73
Tabel 5.1. Konversi satuan Panjang	81
Tabel 6.1. Blangko pengukuran titik detail.....	135
Tabel 6.2. Blangko pengukuran titik detail posisi 1	136
Tabel 6.3. Blangko pengukuran titik detail posisi 2	137
Tabel 6.4. Blangko pengukuran titik detail posisi 3	138
Tabel 6.5. Blangko pengukuran titik detail posisi 4	138
Tabel 6.6. Blangko pengukuran titik detail posisi 5	140
Tabel 6.7. Blangko pengukuran titik detail posisi 6	141
Tabel 6.8. Blangko pengukuran titik detail posisi 7	142
Tabel 6.9. Blangko pengukuran titik detail posisi 8	143
Tabel 8.1. Data pengukuran waterpass.....	166
Tabel 8.2. Beda tinggi pengukuran pergi	167
Tabel 8.3. Beda tinggi pengukuran pulang.....	168
Tabel 8.4. Koreksi beda elevasi.....	169
Tabel 8.5. Beda tinggi rata-rata.....	170
Tabel 8.6. Tinggi patok.....	171

BAB 1

KONSEP UKUR TANAH

Oleh Andi Ibrahim Yunus

1.1 Pendahuluan

Ilmu ukur tanah mempelajari langkah pengukuran di atas dan di bawah permukaan bumi yang merupakan bagian dari ilmu geodesi untuk perencanaan pembangunan dalam pengukuran dalam memenuhi penentuan posisi relatif dan kebutuhan pemetaan (Muhammad Hidayat, 2016 dan Sosrodarsono, 1983).

Dalam ilmu ukur tanah salah satu komponen terpenting, yakni pengukuran beda tinggi di atas permukaan tanah antara dua titik dengan berbagai macam sifat datar dengan memastikan beda tinggi ini. Sifat datar (*levelling*) adalah suatu operasi sebuah permukaan datar menetapkan acuan atau agenda dan mengukur elevasi terhadap permukaan tersebut untuk memastikan antara dua titik terjadi beda tinggi di permukaan tanah (Muhammad Hidayat, 2016 dan Nurjati, 2004).

1.2 Pengertian

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan satuan yang memanfaatkan alat ukur dengan suatu besaran yang diukur (Brainly. 2014).

Tanah adalah kelompok benda alam di atas permukaan bumi yang telah tersusun dalam kaki langit terjadi atas paduan bahan organik dan bahan mineral, merupakan wadah terutama jika cukup tersedia air dan udara untuk tumbuhnya tanaman (Christanti Agustina, 2011).

Ukur tanah adalah aturan-aturan pengukuran pada daerah yang relatif sempit untuk berbagai keperluan seperti penentuan

dan pemetaan posisi relatif di atas permukaan bumi dan di bawah tanah sehingga bisa mengabaikan komponen kelengkungan permukaan buminya (Arif Darmawan dan Cecikinia Tika Laura. 2020).

1.3 Ruang Cakupan Ukur Tanah

Ruang cakupan ilmu ukur tanah, meliputi: (Spada UNS)

1. Penentuan posisi suatu titik seaturan mendatar yang merupakan pengukuran mendatar (melintang).
2. Pengukuran tinggi (tegak).
3. Analisis penelitian dan pengambilan keputusan.
4. Pengumpulan data atau pekerjaan lapangan.
5. Pemrosesan dan menghitung data.
6. Pemetaan atau penyajian data.
7. Pemancangan/pematokan.

1.4 Tujuan Ukur Tanah

Ukur tanah bertujuan mengalihkan kondisi permukaan bumi yang melengkung dan tidak beraturan ke permukaan peta yang datar (Haryono Putro).

1.5 Jenis, Fungsi, dan Aturan Pemakaian Alat Ukur Tanah

Beberapa alat yang menunjang diperlukan untuk melakukan pengukuran tanah supaya mendapatkan kalkulasi yang tepat. Hasil kalkulasi tersebut akan bisa bermanfaat untuk keperluan seperti survai pemetaan pada permukaan bumi. Alat-alat yang sesuai untuk menghitung dan mengetahui besar pada permukaan bumi sudut dan jarak sudah sewajarnya jika kita perlukan. Bentuk kontur permukaan bumi tidak rata (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Alat teknologi modern dan alat sederhana yang terpakai termasuk beberapa alat ukur tanah. Tingkat kesulitan aturan pemakaian dan unsur alat yang ada tergantung dari yang memanfaatkan alat tersebut. Alat ukur tanah bisa dikelompokkan berdasarkan model alat menjadi 3 (tiga) macam alat ukur yakni alat sederhana, alat elektronik, dan alat optic (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Alat ukur sederhana bisa dipakai untuk mengukur semacam ukuran, alat ukur optik memanfaatkan peranan lensa optik untuk memperoleh hasil pengukuran, sedangkan alat ukur elektronik yang mempunyai unsur berupa infra merah merupakan alat ukur tanah yang memiliki ketepatan ketelitian paling tinggi dalam pemakaian alat ukur. Berikut ini nama-nama beserta aturan pemakaian alat ukur tanah untuk memahami alat ukur tanah lebih mendalam (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

1. Alat Ukur Sederhana

Pemakaian alat mudah dan simpel sehingga alat ini dikatakan sederhana, serta untuk mengukur 1 (satu) macam ukuran saja hanya memanfaatkan pemakaian alat ukur ini. Adapun alat-alat tersebut yakni: (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022)

a. Meteran



Gambar 1.1. Meteran

Meteran atau pita ukur (*tape*) yang memiliki panjang tertentu berbentuk seperti pita. Meteran juga bisa disebut

dengan rol meter, karena, meteran dalam bentuk gulungan atau rol ketika tidak dipakai atau tersimpan. Meteran terdiri dari 3 (tiga) jenis, yakni: (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022)

- 1) Meteran yang berasal dari bahan kain (*metallic cloth*) berupa kain yang terbentuk dari linen dan anyaman kawat halus yang berasal dari tembaga atau kuningan.
- 2) Meteran yang terbentuk dari bahan baja.
- 3) Meteran yang terbentuk dari bahan baja alloy (*steel alloy*) berupa paduan baja dan nikel.

Meteran berperan mengukur panjang dan jarak. Satuan ukuran yang dipakai, yakni ukuran satuan metrik (mm, cm, atau m) dan ukuran satuan inggris (*inch, feet, atau yard*). Pembacaan angka 0 (nol) ada yang terbaca tepat di ujung meteran atau pada jarak tertentu di ujung meteran (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Aturan memanfaatkan meteran cukup dengan merentangkan meteran pada suatu objek permukaan yang akan diukur dari suatu titik ke titik lainnya. Untuk hasil valid yang diperoleh, sebaiknya dilakukan oleh 2 (dua) orang di mana salah satu orang berada pada titik awal atau angka 0 (nol) dan orang yang lain beranjak menuju titik akhir kalkulasi sekaligus pada meteran terbaca angka pada titik tersebut (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

b. Kompas



Gambar 1.2. Kompas

Alat ukur kompas mempunyai unsur utama yang ada, yakni lingkaran berskala dan jarum yang ujung jarum tersebut salah satunya terbentuk dari magnet atau besi berani yang di tengah jarum terpasang pada suatu sumbu sehingga dalam kondisi mendatar jarum magnet bisa beranjak bebas ke arah melintang sesuai dengan arah medan magnet bumi atau mendatar menuju ke arah utara (U) atau selatan (S). Kompas yang dipakai sebaiknya memiliki cairan nivo yang berperan menstabilkan alat pembidik atau visir akan gerakan jarum (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Kompas berperan untuk memastikan arah dari mata angin dan penunjuk arah terutama utara dan selatan dan pada besaran azimuth (arah utara ke selatan yang dimulai dari besarnya sudut) yang menunjukkan juga sebagai penentu arah dari satu titik ke titik yang lain, serta mengukur sudut melintang dan membuat siku-siku (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Dalam kondisi mendatar aturan memegang dan mengatur pemakaian kompas sehingga jarum bisa

beranjak dengan bebas. Gelembung cairan nivo usahakan supaya tepat berada di tengah(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

c. Klinometer



Gambar 1.3. Klinometer

Klinometer adalah alat dalam mengukur tinggi suatu objek yang berperan memastikan besar sudut elevasi secara tidak langsung. Panjang atau tinggi benda bisa diketahui dengan memanfaatkan klinometer. Asas kerja klinometer yakni dengan memanfaatkan sudut elevasi antara titik puncak sebuah objek dengan suatu garis datar dan garis yang terhubung pada titik garis tersebut(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Pengukuran sudut elevasi memakai alat ukur sederhana ini untuk yang menghubungkan sebuah titik antara garis datar dengan garis yang ada di garis datar dengan titik puncak sebuah objek(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Secara keseluruhan klinometer memanfaatkan dengan aturan memanfaatkan sudut elevasi untuk mengukur ketinggian atau panjang sebuah objek(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Klinometer berperan untuk memastikan besaran sudut elevasi secara tidak langsung saat pengukuran tinggi objek.

Pemakaian alat ini sebaiknya dilakukan oleh 2 (dua) orang. Ada 1 (satu) orang memegang dan mengukur objek yang dibidik atau melakukan pengamatan dan 1 (satu) orang lainnya mencatat hasil pengamatan dan membaca sudut(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

2. Alat Ukur Optik

Alat ukur optik yang dilengkapi dengan memanfaatkan perlengkapan optik dengan membandingkan alat ukur sederhana untuk memperoleh hasil kalkulasi yang sesuai dan lengkap. Alat ukur optik ini terdiri dari beberapa rangkaian alat untuk bisa mengukur lebih dari 1 (satu) pengukuran dalam 1 (satu) buah alat(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

a. *Theodolit*



Gambar 1.4. *Theodolit*

Theodolit adalah alat ukur sudut datar atau sudut tegak sehingga pada dua lingkaran berskala alat teropong ini harus bisa berputar, yakni lingkaran berskala tegak dan mendatar. Pada penerapan alat ini tergolong alat berkaki tiga yang harus terpasang statif atau berkaki tiga(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Alat ukur optik ini berperan untuk memastikan tinggi dari tanah pengukuran sudut yang berupa sudut mendatar (sudut melintang) dan sudut tegak (sudut tegak). *Theodolit* terdiri dari 3 (tiga) macam, yakni: (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022)

- 1) *Theodolit* reterasi, yakni alat ukur optik yang mempunyai plat lingkaran nonius yang menyatu dengan plat lingkaran skala (horizontal) dan tabung sumbu pada kiap. *Theodolit* ini memiliki sekrup pengunci plat nonius.
- 2) *Theodolit* repetisi, yakni alat ukur optik yang mempunyai tabung poros sebagai sumbu putar bisa memutar sendiri dengan plat lingkaran skala horizontal. Ada sekrup nonius dan sekrup pengunci lingkaran horizontal.
- 3) *Theodolit* elektro optis, yakni alat ukur optik yang mempunyai persamaan dengan sistem pengoperasian *theodolit* optis tetapi mikroskop pada pembacaan skala lingkaran memanfaatkan sistem sensor sebagai alat penerima gelombang elektromagnetis, yaitu elektro optis model.

Theodolit berperan untuk pemetaan situasi pemetaan situasi, pengamatan matahari, dan pemetaan situasi. Tidak hanya itu, jika sudut tegak *theodolit* diubah menjadi 90° berperan seperti PPD. *Theodolit* bisa dibuat membidik ke segala arah memanfaatkan teropong yang ada (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Theodolit pada konstruksi bangunan bisa berperan untuk mengukur ketinggian bangunan bertingkat dan memastikan sudut siku-siku pada pondasi (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Ruang lingkup yang dimiliki pekerjaan proyek konstruksi bangunan yaitu penyatuan wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi dengan tempat kedudukan di atas atau di bawah tanah atau di air (Andi Ibrahim Yunus, 104:2022 dan Andi Ibrahim Yunus, 238:2023).

Posisi *tripod* atau penyangga panjang harus pada tempat yang datar dan ketinggian *tripod* diatur sekitar tinggi dada ketika memanfaatkan *Theodolit*. Sekrup pengunci dikencangkan pada kaki penyangga panjang (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Plat *tribar* (untuk memposisikan *Theodolit*) harus dalam kondisi datar. Posisikan sekrup pengunci *theodolit* harus dikencangkan. Nivo diatur supaya sumbu I berada pada posisi tegak dan nivo pada tabung diatur supaya sumbu II berada pada posisi mendatar, *Theodolit* diatur berada pada posisi tengah titik ikat (BM, *Bench Mark*) (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

b. Waterpas



Gambar 1.5. Waterpass

Waterpas adalah alat ukur menyipat datar menggunakan nivo dan sumbu mekanis tegak yang melengkapi teropong sehingga teropong bisa berputar ke arah horizontal. Alat ini tergolong jenis alat penyipat datar

kaki tiga atau *tripod level* (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Waterpass termasuk alat ukur optik yang berperan mengukur beda tinggi dari satu titik atau lebih, pemakaian *waterpas* saat ini sangat luas. Ada beberapa syarat dalam memanfaatkan *waterpas*, yakni bersyarat dinamis bilamana sumbu I tegak, dan bersyarat statis bilamana garis yang mendatar pada bagian diafragma sejajar sumbu I, garis nivo tegak lurus sumbu I, dan posisi garis arah nivo sejajar dengan garis bidik pada teropong (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Aturan menggunakan *waterpas* ini harus menggunakan *tripod* atau kaki tiga sebagai penyangga dan menentukan posisi titik koordinat sebelumnya. Posisi *tripod* harus stabil dan kuat dan plat tempat dudukan *waterpas* tidak dalam kondisi miring. Posisikan *waterpas* di atas plat tersebut, Posisi *waterpass* harus stabil atau tidak berpindah tempat. Mengatur sekrup penyeimbang nivo yang digunakan sumbu I tegak dan sumbu II melintang. Menempatkan berada di tengah lingkaran gelembung nivo *waterpass* (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

3. Alat Ukur Elektronik

Alat ini sesuai namanya menggunakan sistem elektronik berupa gelombang infra merah. Sehingga penggunaan alat pengukuran ini memperoleh hasil kalkulasi yang tepat, akurat dan prestisi(Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

a. GPS (*Global Positioning System*)



Gambar 1.6. GPS

GPS merupakan suatu sistem yang terjadi atas segmen kontrol tanah dan mengelola operasi satelit yang diperankan konstelasi satelit radio navigasi dan pengguna dengan penerima khusus, menggunakan data satelit untuk memenuhi prasyarat dari posisi. Hasil yang diberikan gambar permukaan bumi dalam bentuk 3D (3 (tiga) dimensi) (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

GPS berfungsi untuk keperluan militer, survai pemetaan atau geodesi, dan penelitian geofisika (geodinamika, studi atmosfer, meteorologi dan lain sebagainya). Alat ini memiliki kekurangan yakni tidak bisa dipakai pada tempat yang berada di dalam ruang, di bawah terowongan atau di bawah air yang tidak mampu menerima sinyal GPS oleh antena alat penerima (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Aturan pemakaian GPS, langkah pertama menghidupkan perangkat GPS hingga sinyal terhubung. Atur GPS untuk menambahkan halaman hingga muncul halaman *area calculation* kemudian tekan tombol *start* lalu *enter*. GPS sudah bisa dipakai jika tombol *start* berubah

menjadi tombol *stop* (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

b. Total Station



Gambar 1.7. Total Station

Total Station merupakan alat ukur elektronik yang berasal dari pengembangan *Theodolit*. Alat ini dilengkapi oleh pengukuran sudut dan jarak secara elektronik dengan peranan dari reflektor sebagai target dan pengganti rambu ukur. Total station terhubung dengan komputer untuk mempermudah pemakaian. Total station secara elektronis berfungsi untuk menghitung jarak, arah, titik koordinat, dan beda tinggi (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Aturan menggunakan total station memastikan posisi *tripod* sudah stabil dan kuat untuk menopang total station dan terletak di titik koordinat yang telah ditentukan (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Atur nivo di kedua sumbu supaya sejajar dengan posisi kita saat berdiri dan tepat pada posisi di tengah lingkaran. Total station siap dipakai jika semua berada pada posisi yang tepat dan sudah sesuai (gelembung nivo berada di tengah) (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

Total Station merupakan alat teknologi secara elektornik yang menggabungkan antara teknologi EDM

(*Electronic Distance Measurement*) dengan teknologi *Theodolit*. EDM merupakan alat ukur jarak elektronik sebagai gelombang pembawa sinyal pengukuran yang menggunakan gelombang elektromagnetik sinar infra merah dan sebuah reflektor membantu alat ukur EDM berupa prisma sebagai target (alat pemantul sinar infra merah supaya kembali ke EDM) (Ika Lestari, 2019 dan Hendi Abdurahman, 2022).

1.6 Tachimetri

1.6.1 Pengukuran Titik Detil Tachimetri.

Suatu pemetaan detil lengkap (situasi) yakni pengukuran dengan menggunakan asas tachimetri (*tacheo* berarti memastikan posisi dengan jarak) untuk membuat peta yang dilengkapi dengan data-data koordinat *planimetris* (sumbu X dan Y) dan koordinat tinggi (sumbu Z). Membuat peta situasi permukaan bumi secara menyeluruh (Nurull Silvia, 2015).

1.6.2 Survei Tachimetri.

Survei *tachimetri* berfungsi untuk mensurvei menggunakan jarak tegak (beda tinggi) dan metode pengukuran jarak melintang dengan *Theodolit* berteleskop khusus melakukan pengamatan rambu ukur yang dilengkapi benang-benang stadia dan lensa-lensa analitis (Nurull Silvia, 2015).

1.6.3 Langkah Pengukuran Tachimetri.

Langkah Pengukuran Tachimetri, yaitu: (Nurull Silvia, 2015)

1. Langkah persiapan.
2. Langkah memasang titik.
3. Langkah mengukur titik utama dan rincian.
4. Langkah mengolah data.
5. Langkah menyajikan data.

1.7 Trigonometrical Leveling

Beda tinggi antara 2 (dua) titik menurut Wongsotjitro, 1980, bisa ditentukan dengan 3 (tiga) aturan yakni:

1. Barometris.
2. Trigonometris.
3. Pengukuran menyipat datar.

Ketelitian yang berbeda-beda dimiliki ketiga metode tersebut. Aturan pengukuran menyipat datar mempunyai hasil ketelitian terbesar dan metode barometer mempunyai hasil ketelitian terkecil (Erika Dwic, 2014).

Metode trigonometris merupakan proses menentukan beda tinggi dari jarak dalam permukaan datar maupun jarak *geodetic* yang diketahui dengan titik-titik pengamatan dengan aturan sudut tegaknya atau mengukur sudut miring (Basuki, 2006 dan Erika Dwic, 2014). *Theodolith* atau kompas survai bisa dipakai pengukuran sudut tegak atau kemiringan.

Pada pengukuran cakupan ukur tanah menggunakan asas yakni beda tingginya tidak terlalu jauh yang akan menentukan jarak antar titik, sehingga penyimpangan dan pengaruh kelengkungan bumi bisa diabaikan atau diadakan koreksi linier dalam kalkulasinya (Sudaryatno, 2009 dan Erika Dwic, 2014).

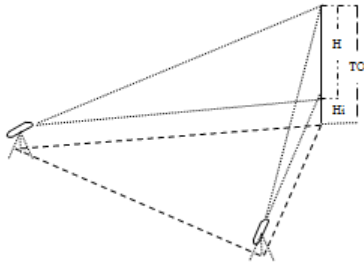
Pengukuran beda tinggi titik pengukurannya relatif jauh berbeda dengan cakupan geodesi, sehingga kelengkungan bumi harus diperhatikan (Sudaryatno, 2009 dan Erika Dwic, 2014).

Pada pengukuran beda tinggi ini tidak bisa menerapkan asas umum permukaan datar. Kelengkungan bumi dan penyimpangan harus dengan mengoreksi nilai sudut tegak dan horizontal (Sudaryatno, 2009).

Trigonometrikal atau *trigonometrikal levelling* dibagi menjadi dua yakni: (Sudaryatno, 2009 dan Erika Dwic, 2014)

1. *Trigonometrikal levelling* segitiga.

Metode trigonometri memanjang merupakan pengukuran menggunakan 2 (dua) titik yang terdapat dalam segaris lurus dengan objek.



Keterangan :

H = tinggi obyek dihitung dari kedudukan alat (dt)

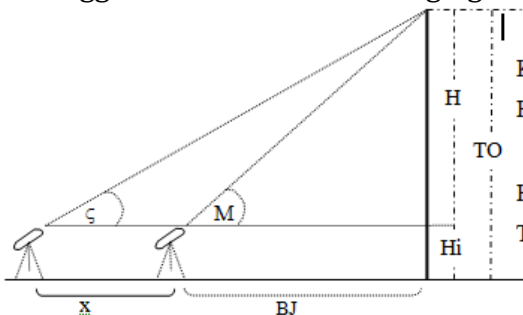
H_i = tinggi alat

TO = tinggi obyek ($H + H_i$)

Gambar 1.8. *Trigonometrikal Levelling* Segitiga

2. *Trigonometrikal levelling* memanjang.

Metode trigonometri segitiga menggunakan dua titik pengukuran yang membentuk sudut dan membentuk segitiga dengan obyek pengamatan. Kedua aturan tersebut menggunakan asas atau sifat segitiga.



Keterangan :

H = tinggi obyek dihitung dari kedudukan alat (dt)

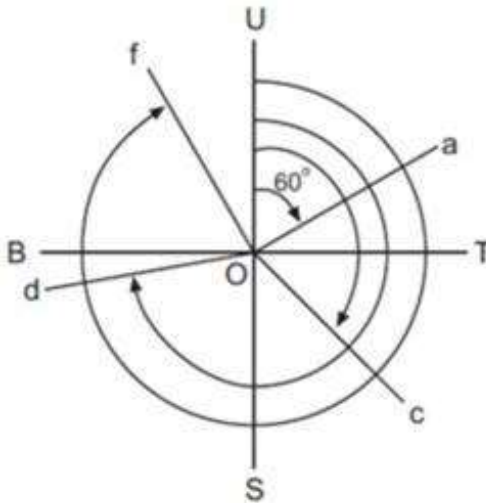
H_i = tinggi alat

TO = tinggi obyek ($H + H_i$)

Gambar 1.9. *Trigonometrikal Levelling* Memanjang

1.8 Sudut Azimut

Sudut azimut adalah arah mata angin dari mana cahaya matahari datang. Pada tengah hari, matahari selalu berada tepat di utara di belahan bumi bagian selatan dan tepat di selatan di belahan bumi bagian utara(Mas Civeng, 2015).



Gambar 1.10. Sudut Azimut

Sudut azimut terjadi perubahan sepanjang hari. Matahari terbit tepat dari timur dan terbenam tepat di barat pada saat saat matahari melintasi ekuator terlepas dari derajat lintangnya, sehingga sudut azimut sebesar 90° pada matahari terbit dan 270° pada matahari terbenam. Pada umumnya sudut azimut memiliki variasi bergantung pada derajat lintangnya dan waktu dalam tahun(Mas Civeng, 2015).

1.9 Pengertian dan Jenis Poligon

Polygon asal kata dari poligon yakni *poly* berarti banyak dan *gon* (*gone*) berarti titik. Maksudnya yakni sebagai kerangka dasar pemetaan yang menggunakan titik-titik yang dimiliki poligon. Di

mana sebuah koordinat X dan Y dimiliki titik tersebut, untuk mengerti sistem koordinat dan proyeksi peta yang tidak terlepas akan pengukuran dan penghitungan poligon (Panennungi, T., 59:2007).

Poligon terdiri dari 3 (tiga) jenis, yakni: (Panennungi, T., 59:2007)

1. Poligon tertutup (koordinat lokal).
2. Poligon terbuka tidak terikat / lepas (koordinat lokal).
3. Poligon terbuka tidak terikat sempurna.
4. Poligon terbuka terikat sempurna.

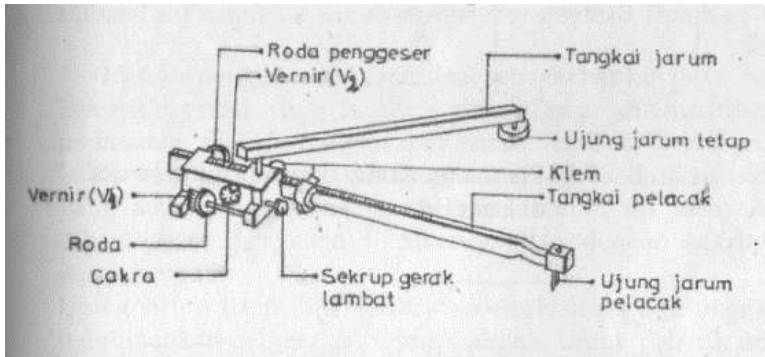
1.10 Alat Planimeter

1.10.1 Menggunakan Alat Planimeter

Planimeter adalah instrumen pengukuran luas yang dilengkapi dengan ujung pelacak untuk mengukur luas suatu daerah pada peta. Adapun aturan pemakaian alat menggunakan ujung pelacak pada perangkat dengan menelusuri garis batas daerah tersebut (Panennungi, T., 97:2007).

Ada sebuah roda yang bisa berputar pada perangkat tersebut bersamaan dengan gerakan dari ujung pelacak. Bisa diketahui luas daerah tersebut dengan mudah jika dari konstanta tertentu dikalikan dengan keseluruhan putaran yang diperoleh (Panennungi T., 97:2007).

Planimeter kutub atau planimeter tipe kutub merupakan planimeter yang banyak dipakai saat ini. Berikut ini planimeter kutub terlihat pada Gambar 1.11 (Panennungi, T., 97:2007).



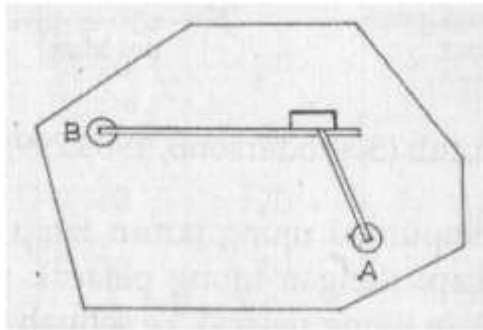
Gambar 1.11. Planimeter Kutub

Ujung pelacak yang melengkapi perangkat tipe ini mempunyai ujung jarum tetap dan tangkai pelacak yang berperan mengalihkan gerakan ujung pelacak ke sebuah roda di ujung lainnya. Pada suatu cakra membaca gerakan ujung pelacak dan pada suatu vernir (V_1) membaca gerakan halus yang lebih kecil dari graduasi roda. Roda bisa diusahakan beranjak lambat dengan menggunakan sekrup gerak lambat (Panennungi, T., 97:2007).

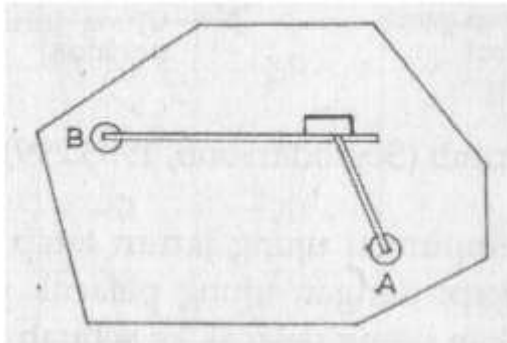
Pada tangkai pelacak akan menggelincir apabila klemnya dikendorkan dan menginginkan ke posisi yang bisa dicocokkan. Memastikan skala gambar sesuai dengan posisi vernir lainnya (V_2) untuk memastikan unit kawasan atau konstanta pengali untuk satu putaran roda (Panennungi, T., 97:2007).

Ujung lain dari tangkai jarum dengan ujung jarum tetap dihubungkan oleh suatu poros dengan ujung roda yang terjauh dan membentuk ujung tetap yang bisa berputar bebas sesuai dengan gerakan ujung pelacak (Panennungi, T., 98:2007).

Berikut ini planimeter kutub dengan ujung jarum di dalam peta dan planimeter kutub dengan ujung jarum di luar peta terlihat pada Gambar 1.12 (Panennungi, T., 98:2007).



Gambar 1.12(a). Planimeter Kutub dengan Ujung Jarum di Dalam Peta



Gambar 1.12(b). Planimeter Kutub dengan Ujung Jarum di Luar Peta

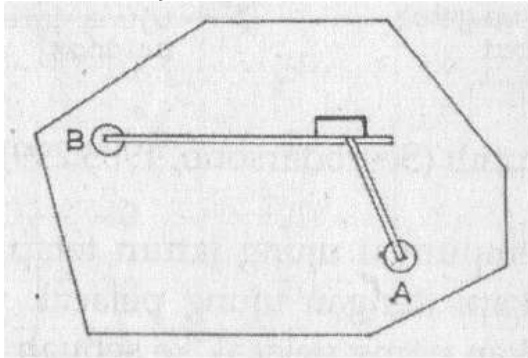
Keterangan:

A = Ujung jarum tetap

B = Ujung jarum peluak

Ada petunjuk atau aturan singkat pemakaian planimeter kutub setiap planimeter pada tempatnya, terutama pada planimeter dalam memastikan unit kawasan yang akan diperkalikan dengan hasil pembacaan untuk memastikan luas daerah yang dipetakan(Panennungi, T., 98:2007).

Unit kawasan kawasan tergantung pada skala peta dan panjang tangkai pelacak. Pengukuran 2 (dua) kali menggunakan planimeter kutub terlihat pada Gambar 1.13. berikut ini (Panennungi, T., 99:2007).



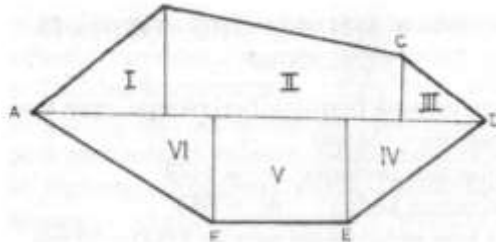
Gambar 1.13. Planimeter Kutub dengan Pengukuran Dua Kali

1.10.2 Membagi Gambar

1. Menggunakan Alat Planimeter

Membagi gambar menjadi bentuk geometris dengan aturan ini dilakukan pengukuran luas, misalnya segitiga, segiempat, trapesium, atau jajaran genjang (Panennungi, T., 101:2007).

Pada gambar mengukur ukuran, lalu setiap bagian dihitung terus mengkeseluruhkan hasil hitungan. Aturan membagi gambar menggunakan pengukuran luas terlihat pada Gambar 1.14. berikut ini (Panennungi, T., 101:2007).



Gambar 1.14. Pengukuran Luas dengan Membagi Gambar

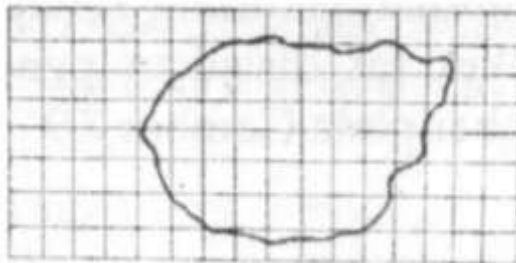
Luas gambar = Luas bagian I + Luas bagian II + Luas bagian III
+ Luas bagian IV + Luas bagian V + Luas bagian VI

Menghitung luas daerah yang dipetakan dengan mengetahui luas gambar, sebagai berikut: (Panennungi, T., 102:2007)

Luas daerah = Luas gambar x (skala)²

2. Metode Kisi-Kisi

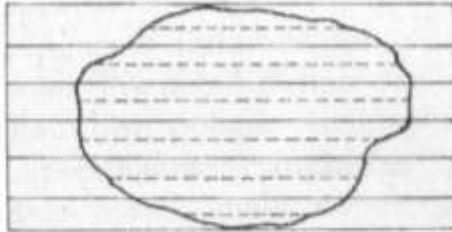
Garis garis memanjang dan melintang (kisi-kisi) pada interval tertentu digambarkan Pada lembar kertas kalkir atau plastik transparan dan di atas gambar ditempatkan untuk menghitung keseluruhan peta yang berada di dalam garis batas. Apabila garis batas memotong peta secara proporsional bagian peta harus terbaca. Pengukuran luas menggunakan metode kisi-kisi terlihat pada Gambar 1.15. berikut ini (Panennungi, T., 102:2007).



Gambar 1.15. Pengukuran Luas dengan Metode Kisi-Kisi

3. Metode Lajur

Garis-garis dengan interval tertentu (d) digambarkan pada lembar kertas kalkir atau plastik transparan dan terus mengukur luasnya yang akan ditempatkan di atas kertas gambar untuk menghitung panjang garis di tengah (L) dari garis-garis batas yang mengelilingi panjang masing-masing lajur. Luas total gambar merupakan merupakan keseluruhan dari masing-masing luas, di mana luas tiap lajur sama dengan garis interval (d) x panjang garis (L). Metode lajur menggunakan pengukuran luas terlihat pada Gambar 1.16. berikut ini (Panennungi, T., 103:2007)..



Gambar 1.16. Pengukuran Luas dengan Metode Lajur

1.11 Perhitungan dan Penggambaran

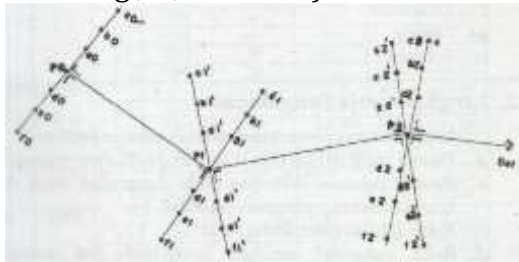
1.11.1 Profil Melintang

Tujuan melaksanakan pengukuran profil melintang untuk mendapatkan gambaran kondisi ketinggian permukaan tanah di sebelah kiri dan di sebelah kanan pada tiap-tiap patok yang dipasang pada profil memanjang (Panennungi, T., 125:2005).

Pertama-tama perlu dilakukan setting dari garis potongan melintang tersebut dengan dengan peranan cermin sudut atau sudut datar yang ada pada pesawat *waterpass* sehingga garisnya tegak lurus terhadap arah datang dari potongan melintang (Panennungi, T., 125:2005).

Potongan melintang perlu dibuatkan dua arah seandainya terjadi belokan pada titik profil memanjang (titik ikat) tersebut.

Penempatan titik profil melintang terlihat pada Gambar 1.17. berikut ini (Panennungi, T., 125:2005).



Gambar 1.17. Penempatan Titik Profil Melintang

Keterangan:

Profil memanjang,, yakni: P_0, P_1, P_2 , dan seterusnya.

Profil melintang, yakni: $P_0, a_0, b_0, c_0, d_0, e_0, f_0$, dan seterusnya.

Kemudian melakukan pengukuran beda tinggi yang dianggap perlu untuk setiap perubahan sepanjang garis potongan tersebut dengan bertitik awal tinggi pada titik ikat yang dibuat oleh potongan memanjang (Panennungi, T., 126:2005)..

Pada pengukuran beda tinggi menggunakan peralatan sebagai berikut: (Panennungi, T., 126:2005).

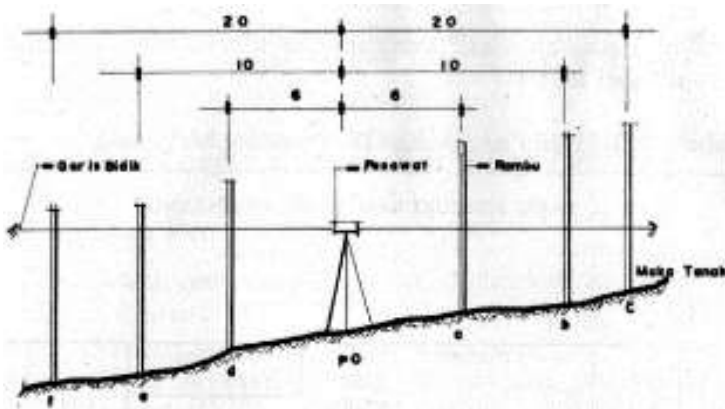
1. Alat ukur dan statif *waterpass*.
2. Nivo tabungnya beserta dua buah bak (rambu) pembacaan
3. Patok-patok secukupnya
4. Daftar ukur *waterpas* dan alat tulis
5. Papan (*hand board*) untuk menulis
6. Kalkulator
7. Payung
8. Rol meter

Langkah kerja pengukuran beda tinggi sebagai berikut: (Panennungi, T., 126:2005).

1. Memasang statif di atas titik ikat (titik profil memanjang).
2. Memasang pesawat *waterpas* pada dasar atas statif dan keraskan sekrup pengeras pesawat.
3. Menetengahkan gelembung nivo.
4. Membuka pengunci gerakan melintang dan arahkan teropong pada patok detail a, b, c, dan membaca benang tengahnya
5. Memutar teropong dan arahkan ke patok d, e, f, dan membaca benang tengahnya.
6. Mengukur jarak patok-patok detail dari tempat pesawat.
7. Mengukur tinggi pesawat (dari garis bidik ke muka tanah).

Tabel 1.1. Hasil Pengukuran *Waterpassing* Melintang

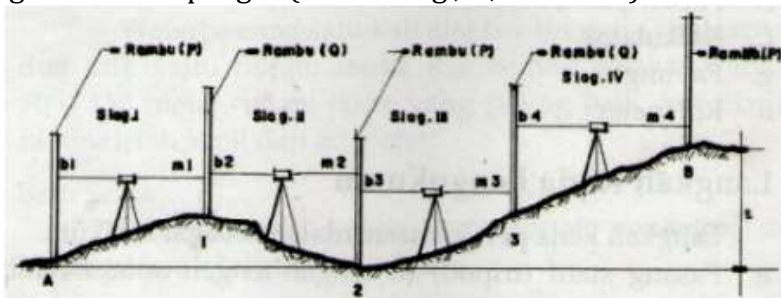
TABEL PENGUKURAN PROFIL MELINTANG							
Nama Alat				Lokasi			
No. Alat				Dipetakan			
Catatan							
Tinggi Pondasi	Tinggi Pemasang (TP)	Tinggi Asah	Pondasi atau Kantong (m)	Jarak Tinggi Terhadap Pemasang	Beda Tinggi Tp - ts		Tinggi Tinggi
					+	-	
P ₁	1,280						+ 10,905
		a	1100	0	0,173		+ 11,173
		b	1150	10	0,140		+ 11,140
		c	0070	20	0,120		+ 11,120
		d	1190	0	0,130		+ 11,130
		e	1770	40		0,124	+ 10,924
P ₂	1,320	f	2100	30		0,140	+ 10,140
							+ 11,091
		a	1200	0	0,052		+ 11,112
		b	1200	10	0,025		+ 11,100
		c	1900	20	0,777		+ 11,877
		d	1270	0	0,041		+ 11,121
P ₃	1,330	e	1917	10		0,197	+ 10,664
		f	2300	20		1,104	+ 9,207
							+ 10,992
		a	1200	0	0,030		+ 11,022
		b	0007	10	0,017		+ 11,009
		c	0220	20	0,090		+ 11,000
P ₄	1,330	d	1220	0	0,090		+ 11,090
		e	1900	10		0,070	+ 10,710
		f	2070	20		1,120	+ 9,000



Gambar 1.18. Profil Melintang

1.11.2 Profil Memanjang

Mistar tidak bisa dilihat dengan terang dan pembacaan menjadi kurang teliti jika beda tinggi titik A dan B harus memastikan dari titik mana bila jarak antara kedua menjadi begitu besar. Garis bidik tidak memotong mistar dengan kondisi lapangan sedemikian rupa karena jatuh di bawah atau di atas mistar, pengukuran bisa dilakukan dengan baik dan mudah jika dalam jarak yang lebih kecil membagi jarak antara titik A dan B. Jarak penglihatan diambil sejarak antara 30 atau 60 meter disesuaikan dengan kondisi lapangan (Panennungi, T., 115:2005).



Gambar 1.19. Profil Memanjang

Keterangan:

$$t_{A-1} = b_1 - m_1$$

$$t_{1-2} = b_2 - m_2$$

$$t_{2-3} = b_3 - m_3$$

$$t_{3-B} = b_4 - m_4$$

$$t_n = b_n - m_n$$

$$t = \sum b - \sum m$$

1. Beda Tinggi ('t)

Beda tinggi adalah keseluruhan pembacaan benang tengah belakang dikurangi keseluruhan pembacaan benang tengah. Rambu yang ditinggalkan yakni rambu belakang. Rambu yang dituju yakni rambu muka (Panennungi, T., 116:2005).

2. Peralatan Pengukuran

Pada pengukuran menggunakan peralatan sebagai berikut: (Panennungi, T., 116:2005)

- a. Alat ukur dan statif *waterpass*.
- b. Nivo tabung *waterpass* beserta 2 (dua) buah baak (rambu) pembacaan.
- c. Patok-patok secukupnya.
- d. Daftar ukur *waterpas* dan alat tulis.
- e. Papan (hand board) untuk menulis.
- f. Kalkulator.
- g. Payung.
- h. Rol meter.

3. Langkah Kerja Pengukuran

Langkah kerja pengukuran sebagai berikut: (Panennungi, T., 116:2005).

- a. Memasang statif (tripod) di tengah-tengah antara rambu belakang dan rambu muka.
- b. Memasang pesawat *waterpass* pada dasar atas statif dan keraskan sekrup pengeras pesawat.
- c. Menetengahkan gelembung nivo.

- d. Membuka pengunci gerakan horizontal dan arahkan teropong pada rambu.
- e. Melakukan pembacaan rambu belakang.
- f. Memutar teropong ke rambu muka dan lakukan pembacaan.
- g. Mengalihkan pesawat ke slag berikutnya (slag. II) dan lakukan pengukuran.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada langkah kerja pengukuran sebagai berikut : (Panennungi, T., 117:2005)

- a. Tiap seksi pengukuran diatur dan keseluruhan slag genap (Wongsotjitro: 188).
- b. Alat *waterpas* usahakan ditempatkan di tengah-tengah antara titik (Wongsotjitro: 186).
- c. Alat harus dipayungi selama pengukuran.
- d. Saat terbaik untuk pengukuran, yakni:

Pagi : Jam 06.00 – 11.00

Sore : Jam 15.00 – 18.00

4. Pengukuran *waterpassing*.

Beberapa istilah dalam pengukuran *waterpassing* (profil memanjang) sebagai berikut: (Panennungi, T., 117:2005)

- a. Satu Slag
Waterpassing satu kali alat berdiri pada jarak antara dua titik yakni rambu muka dan rambu belakang antara 90 – 150 meter, tetapi jarak yang paling baik dari alat ke rambu lebih kecil dari 80 meter.
- b. Satu Seksi
Waterpassing sejauh kemampuan pengukur dan biasanya jarak satu seksi 1 – 2 km.
- c. Satu Trayek
Waterpassing dari satu titik tetap ke titik tetap lainnya (BM satu ke BM lainnya) dan biasanya berjarak 2 – 4 km.

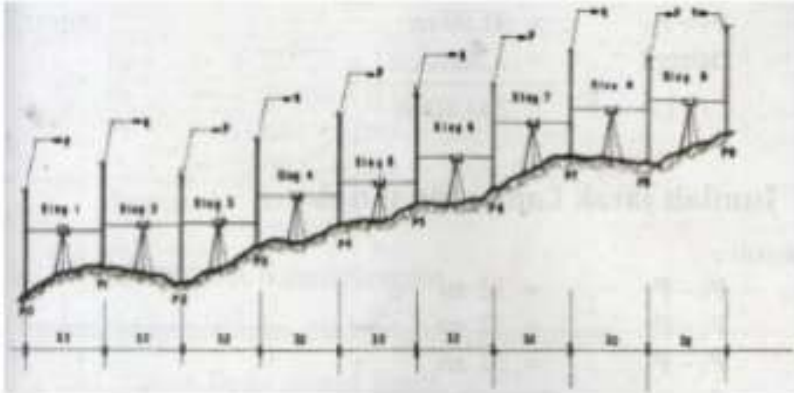
5. Aturan Perhitungan

Pada satu proyek perencanaan trace jalan diminta untuk melakukan pengukuran awal berupa profil memanjang dengan keseluruhan titik atau patok sebanyak 10 (sepuluh) buah, yaitu patok P_0 sampai patok P_9 dan rol meter sepanjang 32 meter dengan mengukur jarak masing-masing patok. Hasil pengukuran *waterpassing* memanjang terlihat pada Tabel 1.2 (Panennung, T., 117:2005)

Tabel 1.2. Hasil Pengukuran *Waterpassing* Memanjang

Titik	Pembacaan Rambu				Jarak (m)	Beda Tinggi		Tinggi Titik	Ket.
	Bt Bk	Ba Bb	Bt Mb	Ba Bb		+	-		
P_0	1530	1620 1440	-	-				+10,900	Diketahui
					32	0,181			
P_1	1279	1347 1193	1349	1419 1279				+11,081	
					32		0,089		
P_2	1353	1433 1283	1359	1441 1277				+10,992	
					32		0,089		
P_3	1290	1370 1210	1447	1533 1361				+10,933	
					32		0,099		
P_4	1279	1360 1198	1389	1469 1309				+10,804	
					32		0,112		
P_5	1362	1443 1281	1391	1471 1311				+10,692	
					32		0,101		
P_6	1306	1473 1319	1463	1543 1383				+10,591	
					32		0,044		
P_7	1425	1505 1345	1352	1432 1272				+10,635	
					32	0,174			
P_8	1081	1133 0969	1251	1329 1173				+10,899	
					32		0,175		
P_9	-	-	1226	1299 1153				+10,634	

Selanjutnya, penempatan pesawat dan rambu diperlihatkan pada pengukuran *waterpassing* memanjang dalam Gambar 1.20 (Panennungi, T., 119:2005).



Gambar 1.20. Penempatan Pesawat dan Rambu

6. Penggambaran Hasil Pengukuran

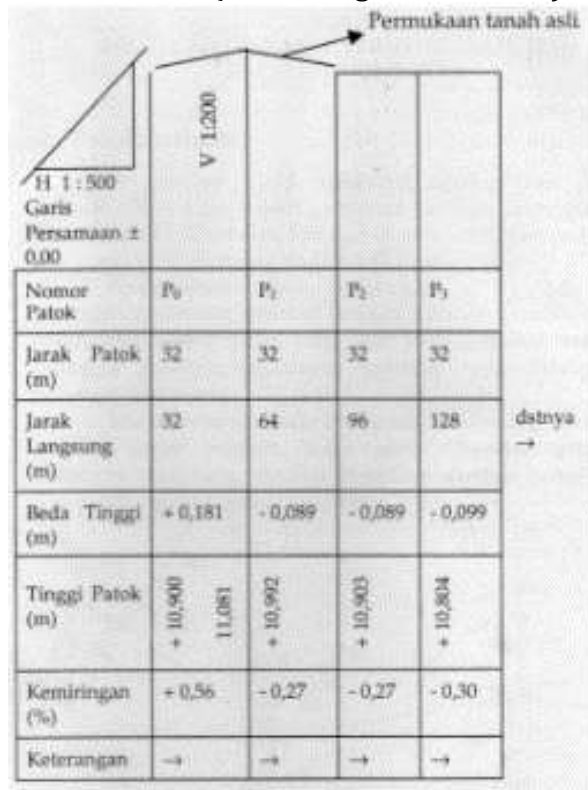
Penggambaran hasil pengukuran bisa dilakukan sebagai berikut: (Panennungi, T., 121:2005)

- Menyiapkan tabel hasil perhitungan tinggi titik dan beda tinggi.
- Menentukan garis mendatar (garis persamaan $\pm 0,00$) dan mengukur jarak patok dengan skala tertentu.
- Membuat garis-garis mendatar sejajar dengan garis persamaan sebagai kolom tempat menulis, nomor patok, jarak patok, jarak langsung, dan sebagainya. Menuliskan semua data-data yang didapat atau diperoleh pada kolom-kolom yang tersedia.
- Membuat garis tegak lurus terhadap garis persamaan pada jarak-jarak patok yang telah diukur tadi. Mengukur skala yang dipakai dan tingginya sesuai dengan ketinggian titik.

- e. Menghubungkan titik-titik ketinggian patok yang sudah tergambar secara berurutan, maka permukaan tanah yang diukur akan didapatkan (profil memanjang).

Catatan:

Kondisi jarak dan ketinggian berpengaruh terhadap skala jarak bisa ataupun tidak disamakan dengan skala tinggi. Garis persamaan bisa saja di awal tidak pada angka +5,00 m, +10,00 m, dan seterusnya. Berikut hasil perhitungan profil memanjang terlihat pada Gambar 1.21 (Panennungi, T., 122:2005).



Gambar 1.21. Hasil Perhitungan Profil Memanjang

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, H. 2022. Macam-Macam Alat Ukur Tanah dan Fungsinya, Dilengkapi Cara Penggunaan. Kamu Harus Tahu! 99.co
- Agustina, C. 2011. Tentang Tanah. Definisi Tanah. Universitas Brawijaya.
- Brainly. 2014. Fisika Kelas: X - 1 SMA. Pengukuran.
- Darmawan, A. dan Cecikinia Tika Laura. 2020. Buku Panduan Praktikum Pemetaan Hutan dan SIG 2020. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Civeng, M. 2015. Pengertian Sudut Azimuth, Jurusan, Koordinat Poligon. Ilmu Teknik Sipil Indonesia.
- Hidayat, M. 2016. Pengukuran dan Penggambaran Profil Memanjang Melintang dengan *Autodesk Land Dekstop 2004* Untuk Perencanaan Jalan Sadapan Getah di Daerah Lengkong Kabupaten Sukabumi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lestari, I. 2019. 7 Jenis Alat Ukur Tanah serta Fungsi dan Cara Penggunaannya. Ilmu Geografi.
- Nurjati, C. 2004. Modul Ajar: Ilmu Ukur Tanah I. Surabaya: Program Studi Teknik Geodesi ITS.
- Panennungi, T. dan Nur Anny Suryaningsih Taufieq. 2005. Ilmu Ukur Tanah I. *State University of Makassar Prees*.
- Panennungi, T. dkk. 2007. Ilmu Ukur Tanah II. Badan Penerbit UNM.
- Putro, H. Ilmu Ukur Tanah. Gunadarma.
- Silvia, N. 2015. *Tachimetri*. Pengukuran Titik Detil *Tachimetri* Adalah Suatu Pemetaan Detil Lengkap (Situasi) Yaitu Pengukuran dengan Menggunakan Prinsip *Tachimetri* (*Tacheo*). Slide Player.
- Spada UNS. Ilmu Ukur Tanah (*Surveying*). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

- Sunyono, S. dan Nakazawa, K. 1983. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Yunus, A. I. dkk. 2022. Manajemen Operasional. Manajemen Proyek. Cetakan Pertama. Desember 2022. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Yunus, A. I. dkk. 2023. Sistem Informasi. Manajemen Proyek. Cetakan Pertama. Januari 2023. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.

BAB 2

PERKEMBANGAN ALAT SURVEI

Oleh Yogi Nirwanto

2.1 Pendahuluan

Ilmu ukur tanah merupakan salah satu ilmu yang digunakan dalam kegiatan survei, selain mempelajari metode atau cara melakukan pengukuran unsur atau suatu objek dipermukaan bumi, baik untuk arah vertikal maupun horizontal dalam rangka menentukan kepastian posisi atau letak relatif dari suatu objek serta menyajikan suatu informasi pada suatu bidang proyek atau bidang datar dengan menggunakan skala dan aturan yang berlaku dalam pengukuran.

Pengukuran tanah sendiri berasal dari terjemahan dari bahasa Inggris yang artinya *surveying*, Pengukuran tanah bila dilihat secara konvensional dapat didefinisikan menjadi suatu ilmu dan seni dalam menentukan posisi relatif atau letak dari suatu titik ataupun objek di permukaan bumi. Bila dilihat dari perkembangannya, secara umum pengukuran tanah merupakan bagian dari suatu ilmu yang mempelajari metode dalam pengumpulan data dan proses data pengukuran tentang suatu objek dan posisinya. Adapun istilah dari objek di permukaan bumi yaitu merupakan semua objek yang ada dipermukaan bumi, baik yang berada dibawah permukaan bumi dan diatas permukaan bumi serta termasuk juga pada dasar laut sesuai dengan pengambilan data yang diperlukannya.

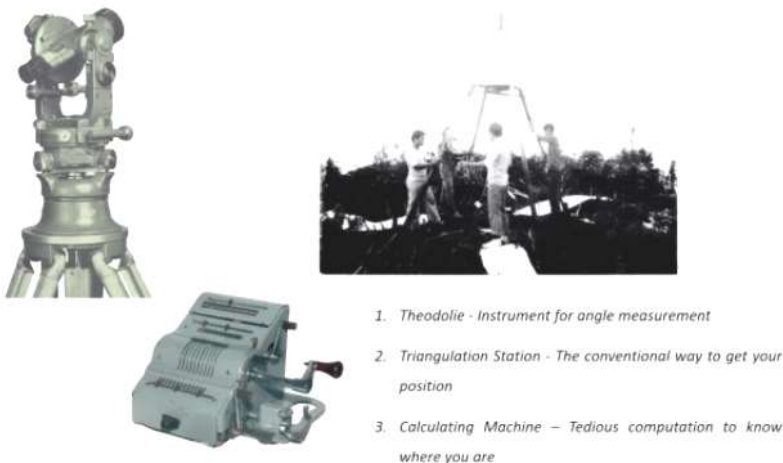
Penentuan pengukuran dalam menentukaan kordinat atau posisi horizontal pada titik dilapangan dinamakan pengukuran horizontal. Sedangkan pengukuran guna menentukan suatu ketinggian atau posisi vertikal pada titik di lapangan dinamakan

dengan pengukuran tinggi. Maka dapat didefinisikan berdasarkan pengertian diatas yaitu surveying yang bermakna sebagai suatu metode guna menentukan posisi - posisi dari suatu objek di permukaan bumi atau disekitar permukaan bumi. Oleh karena itu unsur utama yang berkaitan dengan aktifitas dalam pengukuran tanah yang meliputi pengukuran pada jarak dan pengukuran pada suatu sudut. Adapun beberapa tujuan dari aktifitas tersebut, antara lain dapat menentukan posisi horizontal pada titik tetap maupun objek di permukaan bumi, menentukan posisi secara vertikal atau elevasi titik tetap maupun objek dipermukaan bumi serta di atas maupun dibawah bidang referensi atau datum ketinggian, menentukan juga arah dari suatu garis atau jalur, menentukan panjang garis, menentukan garis batas, ada juga tujuannya untuk menentukan luar wilayah yang telah dibatasi garis tertentu dan pembuatan peta rupa bumi suatu wilayah.

Dilihat dari ruang lingkupnya, maka surveying dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu surveying pengukuran tanah datar atau *Plane Surveying* (ukur tanah) dan surveying untuk pengukuran geodesi tinggi atau *Geodetic Surveying*. Batasan pada kelas ukur tanah dengan prinsip bahwa segala macam data ukuran dalam kegiatan survei tidak memperhitungkan adanya faktor - faktor kelengkungan bumi, dikarenakan ruang lingkup hanya dalam batasan luas maksimal 55 km².

Pada prinsipnya bahwa batasan kelas pengukuran geodesi dari segala macam data ukuran lapangan dalam prosesnya harus memperhitungkan adanya faktor kelengkuan bumi, maka dengan demikian dapat dikatakan untuk ilmu ukur tanah yaitu bagian dari cabang ilmu geodesi. Dilihat dari beberapa literatur yang menuliskan peranan ilmu geodesi yang mempunyai tujuan ilmiah dan tujuan praktis dalam pengukuran tanah.

Maka tujuan secara ilmiah dapat menentukan bentuk dan ukuran bumi atau dimensi matematis bumi, yang nantinya dapat digunakan dalam pekerjaan praktis pada geodesi, tujuan



Gambar 2.2. Perkembangan teknologi dalam *surveying*
 Sumber : Doc. Saifudin Aman

Alat lain yang mempunyai peranan penting dan berteknologi yang umum digunakan pada saat surveying antara lain *theodolit, total station, kompas, GPS dan calculating machine*. Perkembangan teknologi mendukung dalam kemajuan disetiap sektor salah satunya dalam perkembangan alat - alat survei dari yang manual awal kemunculannya menjadi digital yang terintegrasi antar sistemnya, seperti GPS yang ditanam dalam aplikasi mobile phone android dengan mendownload aplikasi pengukuran, sehingga mobile phone tersebut dapat digunakan sebagai alat ukur lapangan.

2.2 Perkembangan Alat - Alat Survei

Ilmu Pengetahuan terus mengalami perkembangan yang begitu cepat, perkembangan dengan didukung oleh pola pikir manusia yang semakin maju sehingga dapat menciptakan suatu alat yang berguna serta memudahkan dalam setiap proses pekerjaan, perkembangan ini mulai dapat dirasakan dilihat

makin banyaknya teknologi dalam pengaplikasian suatu sistem atau model agar dapat mempercepat pekerjaan, terutama survei dilapangan, Perkembangan teknologi sendiri tumbuh secara universal baik dalam dilihat bukti sejarah menunjukan perkembangan teknologi yang intensif terjadi dari tahun sebelumnya, perkembangan teknologi dan saint akan mengikuti evolusi struktur. Pada alat - alat survei pun terjadi beberapa pengembangan baik dari sistem maupun dari fungsinya, antara lain :

A. Theodolite

Theodolite merupakan alat survei dalam pengukuran sudut guna sebagai penentu dari suatu jarak dan beda elevasi titik. Kehadiran theodolite sebagai pendukung dalam pengukuran bidang ilmu ukur tanah dapat berperan sebagai aktivitas yang membantu mengukur, adapun pengukuran tersebut bisa dilakukan baik secara horizontal maupun secara vertikal yang berdasarkan prinsip optik. Adakalanya juga theodolite dipakai dalam kegiatan survei suatu lokasi dan dengan pengukuran yang akurat sehingga pekerjaan menjadi lebih mudah.

Alat theodolite digunakan *sebagai* alat pengukuran dengan memanfaatkan dasar ilmu geodesi. Tujuan alat pengukuran, sebagai penentu dari penentuan seberapa ketinggian tanah yang akan diukur dengan menggunakan sudut tegak maupun sudut datar beserta jarak optis. Hal tersebut menjadikan banyak anggapan bahwa fungsi dari theodolite sama dengan waterpass, tetapi kenyataannya dari kedua alat tersebut sangatlah berbeda. Meskipun alat tersebut sama berguna sebagai pengukuran elevasi pada suatu bidang, namun biasanya alat yang banyak digunakan dalam survei yaitu theodolite untuk suveyor dilapangan. Hal tersebut dikarenakan oleh kemampuan dari pembacaan elevasi serta penentuan koordinat pada titik di theodolite lebih akurat

dibandingkan dengan penggunaan waterpass. Bila pada theodolite sudut dapat dibaca hingga satuan sekon atau detik.

Dilihat dari fungsinya theodolite dibedakan menjadi 2 macam dengan fungsi yang sama, tetapi disamping itu terdapat beberapa hal yang membedakannya. Awal kemunculannya penggunaannya masih dijalankan secara manual namun lambat laun dikemudian muncul juga versi digitalnya, yang dapat mempermudah pengambilan data lapangan. Tetapi sebenarnya dilihat dari perbedaan dari kedua alat tersebut halnya terlihat pada pembacaan data pada sudutnya.



Gambar 2.3. Survey pengukuran dengan alat theodolit digital Sumber : kumpulengineer.com

Theodolite dengan penggunaan secara manual akan mendapatkan data sudut dengan pembacaan garis atau skala, hal tersebut berbeda dengan versi yang digital karena pada versi ini data langsung dapat ditampilkan seperti data sudut pada layar display dengan secara lengkap. Walaupun dalam perbedaannya sangatlah sedikit namun banyak juga yang

menganggap bahwa pada pemakaian versi digital akan lebih menguntungkan dalam pengambilan data maupun pada saat dilakukannya pekerjaan dilapangan. Dikarenakan pemetaan survei akan menjadi cepat dan data sudatnya dapat langsung dicatat tanpa perlu dilakukannya pembacaan pada skala dan meminimalisir suatu kesalahan. Sistem baca theodolit dibagi menjadi 5 macam yaitu theodolit indeks garis, nonius, mikrometer, koinsidensi, dan digital. Lain lagi bila dilihat dari skala ketelitian terdapat 5 macam theodolit antara lain theodolit presisi, satu detik, sepuluh detik, satu menit, dan sepuluh menit. Setiap ragam dari theodolit ini mempunyai fungsi khusus yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya sehingga harus digunakan dengan tepat.

B. *Total Station*

Pada perancangannya total station dirancang guna mengukur jarak horizontal dan kemiringan suatu permukaan tanah, dengan sudut dan ketinggian horizontal dan vertikal dalam survei topografi serta pekerjaan geodetik sebagaimana solusi dalam suatu survei. Kemudian dari hasil pengukuran tersebut dapat direkam ke dalam memori internal dalam total station serta data tersebut dapat ditransfer ke dalam komputer. Dilihat dari kemampuan dasarnya yaitu dapat melakukan pengukuran dengan rentang jarak yang cukup jauh, cepat serta akurat. Total station disebut juga sebagai kombinasi dari theodolite elektronik, EMD atau *Electronic Distance Measurement* dan mikroprosesor dalam unit memory. Theodolite digital elektronik pertama kali mulai diperkenalkan sekitar tahun 1960-an oleh Carl Zeiss Inc, pertama kali digunakan untuk mengatur penggunaan dalam pengumpulan maupun pemrosesan data lapangan dengan hasil secara moderen.

Tahapan teknis total station pada saat dilakukannya pekerjaan lapangan, dipasang pada tripod dan diratakan pada saat sebelum digunakan. Selain itu komponen prisma dipasang pada tiang yang sebelumnya untuk ketinggian sudah diketahui, pada braket pun pemasangannya termasuk alat bantu untuk mengarahkan instrumen. Prisma akan dipasangkan sehingga titik pantulannya sejajar dengan pusat kutub tempat terpasangnya.

Adapun kelebihan dari total station, antara lain pengaturan pada instrumen yang cepat seperti tripod yang menggunakan laser, program perhitungan area on-board berfungsi untuk menghitung area bidang, akurasi yang lebih besar dalam perhitungan area, kemungkinan mengambil lengkungan dalam perhitungan area. Adapun kelebihan lainnya, yaitu tampilan grafik pada plot dan tanah untuk visualisasi yang lebih cepat, pengkodean dapat dilakukan melalui pemetaan secara otomatis, segera setelah pekerjaan lapangan selesai, peta area dengan dimensi dapat dikirim atau ditrasfer datanya, akurasi pengukuran tinggi, serta kesalahan manual yang terkibat dalam proses pembacaan data dan perekaman dapat dihilangkan, hitungan koordinat lebih cepat dan akurat, kemudian pekerjaan yang dilakukan juga akan lebih cepat diselesaikan dalam waktu yang singkat, pengumpulan informasi data akan relatif cepat dan yang terakhir data pada desain digital dapat diunggah ke total station untuk pengaturan struktur yang akan dibangun.

Disamping banyaknya kelebihan yang dimiliki pada total station, tidak menutup kemungkinan juga akan kelemahan yang dimilikinya, adapun beberapa kelemahan pada penggunaan total station antara lain penggunaanya tidak memberikan hard copy pada saat pencatatan data lapangan oleh karena itu, mungkin akan sulit bagi surveyor dalam melihat dan memeriksa hasil pekerjaan saat survei, kemudian

pemeriksaan survei secara keseluruhan harus dikombinasikan dengan penyiapan gambar dengan menggunakan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan, total station tidak boleh digunakan untuk pengamatan matahari tanpa filter khusus dikarenakan ditakutkan bagian EDM dari instrumen akan mengalami kerusakan, serta instrumen dianggap sangat mahal dan untuk melakukan survei menggunakan total station memerlukan tenaga yang terampil dan kompeten pada bidangnya.

Pengaplikasian dalam penggunaan total station seringkali dipakai dalam pekerjaan *sertifikat Laik Fungsi* (SLF) dan *Forensic Engineering*.

C. Kompas

Kompas yaitu alat yang dipakai untuk navigasi yang berfungsi guna menentukan suatu arah. Pada kompas didalamnya berisi arah penunjuk arah berupa panah yang akan menunjukkan arah medan magnet bumi. Dari penunjuk magnetis yang dapat menyesuaikan dengan medan magnet bumi. Perkembangan dunia terutama pada navigasi, peran kompas sangatlah berperan penting dan berguna sekali dalam navigasi. Dilihat dari sejarah pada zaman dahulu untuk penggunaan kompas banyak digunakan oleh para pelaut dunia dan penjajah dalam penentuan arah untuk mendukung kepentingannya.

Awal kemunculannya untuk kompas magnetik, pertama kali diketemukan oleh orang berkebangsaan tionghoa kuno. Awalnya kompas pertama terbuat dari bahan bijih besi pada masa dinasti Han sekitar tahun 200 s/d 300 SM. Pada masa tersebut mereka menggunakan kompas dalam bidang peramalan dan belum diketemukannya sebuah navigasi didalamnya, dari sini

awal kompos digunakan dan mulai dimanfaatkan akan fungsinya oleh sebagian masyarakat.



Gambar 2.4. Kompas di awal kemunculannya
Sumber : situspenemu.co

Pada kompas magnetik menunjukkan arah utara, timur, selatan dan barat menggunakan tanda panah yang penunjuk medan magnet. Bila dilihat untuk arah utara dan selatan pada kompas magnetik akan sejajar dengan arah utara dan selatan bumi. Penggunaan kompas magnetik dikenalkan oleh bangsa cina sekitar abad ke 11, setelah mulai banyak dikenal akan fungsi dan manfaatnya, maka kompas magnetik mulai dikenalkan ke bangsa eropa, india dan bangsa Arab, kemudian pada tahun 1269 kompas kering diketemukan oleh bangsa mesir pada sekitar tahun 1300 an, kemudian setelah itu diketemukan kembali kompas jenis lain seperti oleh Flavio Gioja pada sekitar tahun 1302 an.

Seiring berjalannya waktu dan mulai berkembangnya kemampuan dalam keilmuan, maka dari situlah kompas mulai semakin berkembang ke berbagai negara. Pada tahun 1690, awal kompas magnetik yang didalamnya berisi cairan pertama ditemukan oleh Sir Edmund Halley, dilanjutkan oleh Francis

Crow seorang pria berkebangsaan inggris juga sama menemukan kompas laut pada tahun 1813. sekitar abad ke 20 sebuah kompas non magnetik kemudian ditemukan guna untuk menunjukan arah utara yang sebenarnya bukan utara magnet. Setelah banyaknya penemuan tersebut maka ditemukanlah GPSR (*Global Positioning Satellite Receivers*) yang dianggap bahwa awal kemunculannya kompas elektronik yang dapat mendeteksi posisi dengan menggunakan satelit.

Manfaat dan fungsi dari kompas itu sendiri, yaitu sebagai penentu arah mata angin terutama untuk arah utara serta arah selatan yang menjadi tolak ukur sebagai tempat medan magnetis bumi. Kemudian selain itu kompas juga dapat berguna untuk mengukur besar sudut kompas, besar sudut peta, menentukan letak orientasi serta mempermudah dalam perhitungan serta pembacaan peta. Adapun prinsip kerja dari kompas yaitu dengan adanya daya tarik menarik antara magnet pada jarum kompas dengan kutub magnet bumi. Contoh Kompas yang dipakai saat kegiatan survei antara lain kompas gidital, kompas GPS/satelit, kompas dan kompas bidik/prisma.



Gambar 2.5. Kompas bidik menentukan derajat posisi sasaran

Sumber : rimbakita.pixabay

D. *Calculating machine*

Calculating machine berhubungan dengan sejarah alat hitung, peristiwa tersebut terjadi pada perkembangan media yang digunakan dalam menghitung dimasa lampau. Perkembangan alat hitung mulai ada sejak manusia membutuhkan alat media guna membantu dalam menjalankan dan mempermudah aktifitas serta dengan mempraktikkan fungsi dari aritmatika dasar antara lain seperti penjumlahan, pengurangan, pembagian dan perkalian untuk segala benda ataupun hal lain yang dapat dihitung. Seiring dengan berjalannya waktu mesin penghitungpun berubah dari asalnya manual dengan menggunakan digital yang dapat dengan mudah menghasilkan hasil dari angka yang dihitungnya.

Dilihat dari berbagai macam bentuk alat hitung maka masing - masing akan memiliki manfaat yang sesuai dengan masanya. Adapun manfaat dari berbagai bentuk alat hitung itu antara lain dengan adanya alat hitung maka pekerjaan akan menjadi lebih mudah dan dapat diselesaikan dengan lebih cepat, menghemat waktu serta tenaga dan biaya pun akan lebih efisien, kemudian akan meminimalisir terjadinya kesalahan dalam perhitungan atau hasil data yang diperoleh menjadi lebih akurat.

E. *Waterpass*

Waterpass merupakan salah satu alat yang juga dipakai dalam suatu kegiatan survei, waterpass dipakai dalam pengukuran untuk mengetahui perbedaan tinggi dari satu titik acuan ke titik lainnya. Automatic level atau waterpass didalamnya terdapat atau dilengkapi dengan gelembung kecil dan kaca, gelembung kecil tersebut digunakan sebagai dasar penentuan titik rata suatu bidang yang akan dilakukan

pengukuran dengan cara melihat dan perhatikan gelembung tersebut agar berada pada titik tengah bidang.

Cara kerja waterpass sangatlah mudah, pertama bila pengamatan dilakukan dilapangan, amati pembacaan pada bentang tengah (BT), kemudian bentang bawah (BB) serta bentang atas (BA). pada sudut horizontal kasar angka BT, BA, BB menunjukan rambu yang ditegakan pada strat patok kayu yang diberi paku payung melalui waterpass.



Gambar 2.6. berbagai macam waterpass

Sumber : www.Indotrading.com

Adapun beberapa jenis dari waterpass antara lain waterpass manual, waterpass digital dan waterpass auto level. Dilihat dari jenisnya waterpass memiliki beberapa ukuran sesuai dengan kebutuhan, ukuran terpendek 0,5 m, 1m, dan 2m, dan terpanjang 3. Pemilihan sensitivitas gelembung akan menentukan hasil dari pengambilan data dan dapat menentukan dengan cepat suatu permukaan. Jika gelembung terlalu sensitif maka akan semakin akurat

pekerjaan yang sedang dikerjakan, dalam penggunaan alat waterpass tidaklah terlalu sulit dan juga tidak terlalu mudah. Waterpass termasuk alat yang wajib ada dalam pengukuran suatu objek, hal tersebut diartikan sebagai penyelarasan suatu objek dan membuatnya menjadi indah dilihat.

F. ***Global Positioning system (GPS)***

Global positioning system merupakan suatu alat yang didalamnya berisi sistem satelit navigasi global guna menentukan lokasi, arah kecepatan dan waktu yang telah beroperasi secara penuh. GPS dikatakan sebagai sebuah alat atau suatu sistem navigasi berbasis satelit. GPS mulanya merupakan *Navigation Satelit Timming and Ranging Global Positioning system (NAVSTAR GPS)*. GPS mempunyai tiga komponen utama, yaitu: satelit, pengendali, dan penerima/pengguna. Adapun fungsi dari ketiga komponen utama dalam GPS yaitu :

1. Sebagai pengontrol hyang berfungsi dalam mengendalikan dan mengontrol satelit dari muka bumi baik untuk mengecek kesehatan satelit, penentuan orbit serta sinkronisasa dalam bentuk.
2. Fungsi dari satelit sendiri yangitu untuk menerima dan menyiapkan data yang akan ditranmisikan oleh stasiun - stasiun pengontrol, selain itu dapat memancarkan suatu objek.
3. Menu penerima dalam GPS berfungsi untuk menerima data dari satelit dan kemudian memprosesnya guna menentukan arah, posisi, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna.



Gambar 2.7. Macam alat survei GPS

Sumber : id.images.search.gps

Perkembangan pada sektor teknologi informasi sangatlah berperan penting dalam berbagai bidang, salah satunya dalam pemanfaatan penggunaan GPS yang semakin kini semakin canggih. Seperti contoh perkembangan teknologi informasi GPS dalam penggunaan mobile phone. Awal kemunculan mobile phone hanya untuk berkomunikasi yang menghasilkan suara, seiring dengan berjalannya waktu maka banyak penemuan untuk meningkatkan kecanggihan dari mobile phone. Pada mobile phone dengan menggunakan aplikasi android maka sistem operasinya akan terhubung pada aplikasi GPS, adanya GPS sangatlah mendukung dalam pengambilan keputusan karena informasi yang disajikan pada GPS akan mempercepat proses pengiputan dari data yang dibutuhkan, untuk titik koordinat sebelumnya sudah disimpan maka disinilah peran GPS dalam membantu proses pengukuran pada suatu bidang atau tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z 1995. Penentuan posisi dengan GPS dan Aplikasinya. PT Prad Paramitra, jakarta
- Abidin, H.Z 2001. Geodesi Satelit. PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Benny A Pribadi dan yuni kartini. 2004, Media Teknologi, Jakarta, Universitas Terbuka
- Berry dkk. 1996 Angkutan dan Navigasi. Ahli Bahasa : T.hermayana. Jakarta:Tira Pustaka
- Besari, Sahari, 2008, Teknologi di Nusantara, Salemba Teknika Jakarta
- Gophi, S., Sathikumar, R., dan Madhu, N. 2018. Advanced Surveying. Total Station, GPS, GIS and Remote Sensing. Pearson india education servicer Pvt. Ltd.
- Salim, Nasim. 2002. Penemu Benda-benda penting. Puspa Swara, Jakarta
- Subagio, 2003. Pengetahuan Peta. Penerbit ITB, Bandung
- Sindoro, Alexandar. 2006. 100 Penciptaan Terbesar Sepanjang Masa. Karisma, Jakarta
- William, caper. Navigator dan Penerapannya. 2008, karisma, Tangerang
- Yenne, Bill dan Morton grosser. 2003. Adikarya yang mengguncang dunia. Pustaka Delapratasa. Jakarta

BAB 3

KOMPETENSI SURVEYOR

Oleh Sanny Edinov

3.1 Pendahuluan

Teknologi pemetaan berkembang semakin pesat hingga abad ini, dimana yang semakin berperan adalah teknologi informatika dan teknologi informatika. Kecenderungan yang tampak pada perkembangan teknologi pemetaan adalah bergesernya peralatan mekanis dan optis ke peralatan elektronis. Sedangkan pemakaiannya pun bergeser dari manual ke otomatis. Perkembangan ini ditunjang oleh makin besarnya peranan teknologi elektronika dan informatika pada pemetaan. Mulai dari pengumpulan data, pengolahan, hingga penyajian data dan penyimpanannya. Adanya perubahan demi perubahan pada bidang teknologi pemetaan menuntut kompetensi yang dimiliki oleh operator sistem yang dalam pemetaan diistilahkan dengan surveyor, harus berkembang. Penggunaan teknologi baru haruslah dipahami secara benar. Jadi, untuk mengantisipasi hal tersebut, dunia pendidikan harus mampu menangkap arah perkembangan yang sedang terjadi. Khususnya surveyor, harus disiapkan agar mampu berkembang dan mengembangkan ilmunya sebagai bekal kuat dalam melakukan pemetaan.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi beserta peraturan pelaksanaannya menyatakan bahwa tenaga kerja yang melaksanakan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan konstruksi harus memiliki sertifikat keahlian dan/atau keterampilan. Keharusan memiliki sertifikat keahlian dan/atau keterampilan, mencerminkan adanya tuntutan kualitas tenaga kerja yang kompeten. Kondisi tersebut memerlukan

langkah nyata dalam mempersiapkan perangkat (standar baku) yang dibutuhkan untuk mengukur kualitas kerja jasa konstruksi.

3.2 Definisi

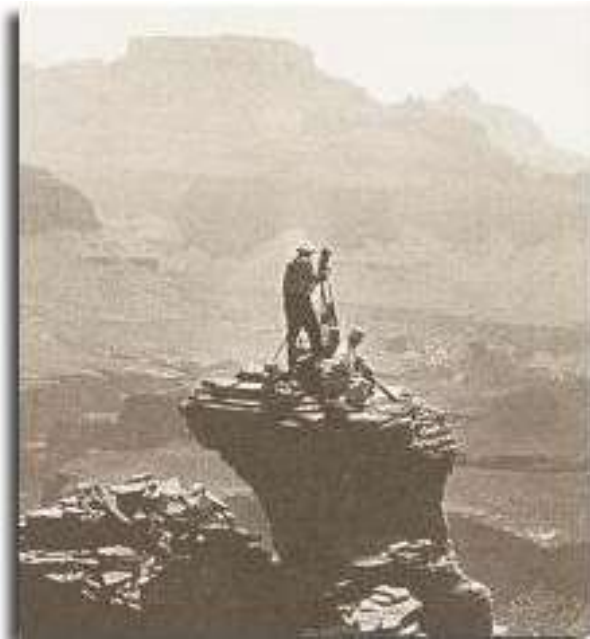
Perkembangan konstruksi gedung di dunia semakin kompleks, berteknologi tinggi, dan mempunyai tingkat resiko yang tinggi. Namun perkembangan di dunia konstruksi jika tidak diimbangi dengan peningkatan kompetensi surveyor sehingga dapat berdampak terhadap terlambatnya kinerja proyek. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1999, tentang Jasa Konstruksi beserta peraturan pelaksanaannya menyatakan bahwa tenaga kerja yang melaksanakan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan konstruksi harus memiliki sertifikat keahlian dan atau keterampilan. Keharusan memiliki Sertifikasi Keahlian dan/atau Keterampilan tersebut mencerminkan adanya tuntutan kualitas tenaga kerja yang betul-betul dapat diandalkan. Kondisi tersebut memerlukan langkah nyata dalam mempersiapkan perangkat (standar baku) yang dibutuhkan untuk mengukur kualitas tenaga kerja jasa konstruksi.

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia dan Peraturan Pemerintah menyebutkan bahwa kualitas sumber daya manusia terbentuk berdasarkan kesatuan utuh atas 3 (tiga) aspek, yaitu aspek kompetensi yang terdiri atas aspek pengetahuan (domain kognitif), aspek kemampuan (domain psikomotorik/ *skill*), dan aspek sikap kerja (domain afektif atau attitude/ *ability*).

Kompetensi dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan yang dimiliki seseorang dalam melaksanakan suatu aktivitas, yang merujuk pada beberapa karakteristik, baik yang bersifat dasar, pengetahuan, keterampilan maupun perilaku dengan tingkat kemampuan yang dapat berubah-ubah, tergantung sejauh mana pengetahuan, keterampilan, maupun perilaku tersebut diasah. Dalam melakukan suatu pekerjaan atau tugas harus sesuai dengan standar performa yang telah ditetapkan.

Surveyor dapat diartikan sebagai personal yang melakukan aktivitas pengukuran tersebut. Seorang surveyor bekerja pada luasan permukaan bumi terbatas. Meskipun demikian, ia adalah pengambil keputusan apakah bumi ini dianggap datar atau melengkung dengan mempertimbangkan sifat, volume pekerjaan, dan ketelitian yang ia kehendak. Ia adalah pekerja pengukur di lapangan untuk merencanakan suatu area agar dapat dibangun sebuah bangunan. Seorang surveyor yang berkompeten harus memiliki pengetahuan tentang teori-teori pengukuran dan keterampilan praktis. Pada pengukuran planimetris banyak digunakan geometri, aljabar, dan trigonometri. Khususnya trigonometri, wajib diberikan sejak awal kepada calon surveyor pemula. Sementara itu, pekerjaan-pekerjaan kantor pada survei geodetis memerlukan pelatihan hitungan-hitungan khusus lanjut yang lebih rumit.

Jadi, lebih spesifiknya tugas dari seorang surveyor antara lain melakukan analisa pekerjaan, membuat keputusan, melaksanakan pengukuran, memproses/ menghitung data, melakukan penggambaran/ penyajian data dan melakukan pematokan/ pemancangan. Untuk mengukur kompetensi keterampilan seseorang yang diakui secara nasional oleh berbagai pihak yang berkepentingan diperlukan perangkat uji kompetensi yang tepat (LPJK, 2019).



Gambar 3.1. Surveyor pada medan kesulitan sangat tinggi
(Sumber : Syaefullah, 2014)

3.3 Standar Kompetensi

Standar kompetensi diartikan sebagai suatu pernyataan ukuran atau patokan tentang kemampuan seseorang dalam melaksanakan suatu aktivitas merujuk pada beberapa karakteristik, baik yang bersifat dasar, pengetahuan, keterampilan maupun perilaku dengan tingkat kemampuan yang dapat berubah-ubah, tergantung sejauh mana pengetahuan, keterampilan maupun perilaku tersebut diasah. Karakteristik yang harus dimiliki seorang surveyor di antaranya adalah cukup mempunyai keahlian yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan survey, jujur dalam mengungkapkan penemuan-penemuannya, tegas dan jelas dalam membedakan opini dan fakta, serta independen.

Dinyatakan dalam Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Permenpan RB Nomor 3 Tahun 2022 Tentang Standar Kompetensi Jabatan Fungsional Surveyor Pemetaan, bahwasannya surveyor berkedudukan sebagai pelaksana teknik fungsional di bidang penyelenggaraan informasi geospasial, pembinaan penyelenggaraan informasi geospasial, dan pembangunan infrastruktur informasi geospasial pada instansi pemerintah. Kedudukan surveyor ditetapkan berdasarkan analisis tugas dan fungsi unit kerja, analisis jabatan, dan analisis beban kerja yang dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Standar kompetensi jabatan fungsional surveyor pemetaan meliputi:

- a. Identitas jabatan,
- b. Kompetensi jabatan, dan
- c. Persyaratan jabatan.

Standar kompetensi menjadi acuan untuk surveyor, pada:

- a. Perencanaan,
- b. Pengadaan,
- c. Pengembangan karier,
- d. Pengembangan kompetensi,
- e. Penempatan,
- f. Promosi dan/atau mutasi,
- g. Uji kompetensi,
- h. Sistem informasi manajemen, dan
- i. Kelompok rencana suksesi (talent pool).

Standar kompetensi berdasarkan pada:

- a. Kamus Kompetensi Teknis urusan pemerintah bidang informasi geospasial
- b. Kamus Kompetensi Manajerial Aparatur Sipil Negara, dan
- c. Kamus Kompetensi Sosial Kultural Aparatur Sipil Negara.

Apabila seseorang atau kelompok tertentu telah mempunyai kompetensi kemudian dikaitkan dengan tugas pekerjaan tertentu sesuai dengan kompetensinya, maka orang atau kelompok tersebut akan dapat menghasilkan atau mewujudkan sasaran dan tujuan tugas pekerjaan tertentu yang seharusnya dapat terukur dengan indikator sebagai berikut: dalam kondisi tertentu, mampu dan mau untuk melakukan suatu pekerjaan sesuai volume dan dimensi yang ditentukan dengan kualitas sesuai standar dan mutu/ spesifikasi metode kerja yang tepat, sistem pengendalian dan pengelolaan pekerjaan selesai dalam tempo yang ditentukan. Indikator ini penting untuk memastikan kualitas sumber daya manusia secara lugas dan terukur, serta untuk mengukur produktivitas tenaga kerja dikaitkan dengan perhitungan biaya pekerjaan yang dapat menentukan daya saing.

3.4 Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia

Pendidikan dan pelatihan kejuruan di Indonesia dirancang oleh pemerintah pusat dengan pendekatan kurikulum atau silabus yang kurang sesuai dengan kebutuhan industri. Industri kurang dilibatkan dalam mengidentifikasi kebutuhan pendidikan dan pelatihan sehingga hasilnya tidak sesuai dengan kebutuhan.

Standar kompetensi menjadi Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) pertama yang diterbitkan pada tanggal 8 Juli 2004 melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.116/MEN/VII/2004 tentang Penetapan SKKNI Sektor Otomotif Subsektor Kendaraan Ringan. Selanjutnya, dalam rangka mengurangi terjadinya kesenjangan kompetensi antara lulusan pendidikan/ pelatihan dengan kebutuhan pada sektor industri di Indonesia, maka orientasi pendidikan/ pelatihan yang selama ini supply driven perlu diubah menjadi demand driven. Para praktisi industri perlu terlibat langsung untuk menginformasikan kebutuhan kompetensi yang ada pada bidangnya masing-masing dalam bentuk SKKNI.

SKKNI tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk penyusunan program dan kurikulum pendidikan/ pelatihan berbasis kompetensi (sampai dengan modul-modul pembelajarannya), untuk proses pembelajaran pada lembaga pendidikan/ pelatihan serta digunakan pula sebagai acuan untuk penyusunan materi uji kompetensi pada lembaga sertifikasi profesi (LSP). Dengan konsep tersebut, kemampuan lulusan lembaga pendidikan/ pelatihan akan sesuai dengan kebutuhan industri dan para lulusan nantinya juga dapat memiliki sertifikat kompetensi setelah melalui uji kompetensi di LSP. Para tenaga kerja yang sudah bekerja di industri juga perlu mendapatkan sertifikat kompetensi sebagai wujud pengakuan terhadap keahlian yang dikuasainya (Kemnaker, 2018).

SKKNI diamanatkan dalam pasal 10 ayat (2) Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Kemudian dalam pasal yang sama ayat (4) disebutkan bahwa tata cara penetapan SKKNI diatur oleh menteri yang bertanggung jawab di bidang ketenagakerjaan. Tata cara penetapan SKKNI telah beberapa kali mengalami perubahan dan terakhir diatur melalui Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 3 Tahun 2016 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI. Tata cara penetapan SKKNI sebelumnya pernah diatur melalui peraturan sebagai berikut:

- a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.227/MEN/2003 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI
- b. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.69/MEN/V/2004 tentang Perubahan Lampiran Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.227/MEN/2003 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI
- c. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.21/MEN/X/2007 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI
- d. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 8 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI.

3.5 Kompetensi Surveyor

Indonesia, mematok kisaran gaji surveyor mulai dari Rp2.900.000,00 hingga Rp5.000.000,00. Bahkan, jika seorang surveyor telah mempunyai jam terbang yang tinggi, gaji yang ia peroleh dapat mencapai Rp7.500.000 sampai Rp10.000.000 (Populix, 2022).

Besarnya gaji tersebut tentu “dibarengi” dengan kompetensi khusus yang dimiliki oleh seorang surveyor. Untuk itulah seorang surveyor wajib memiliki standar kompetensi umum yang dibutuhkan perusahaan. Pasalnya, kompetensi surveyor adalah penentu utama atas baik buruknya kinerja lapangan yang dilakukan. Untuk itu, seorang surveyor setidaknya perlu memiliki keterampilan teknis, pengetahuan akademis, serta berkarakter sebagai pondasi dalam menjalankan tanggung jawab di lapangan.

Pertama, surveyor adalah seorang ahli dan terampil mengenai berbagai permasalahan teknis. Keterampilan tersebut misalnya terkait penggunaan alat-alat ukur, seperti kompas, theodolite, total stasion, waterpass, dan sebagainya. Kedua, surveyor juga wajib memiliki kompetensi pengetahuan akademis. Hal ini sangatlah penting mengingat tugas surveyor adalah melakukan pengukuran seperti geometri, aljabar, trigonometri, hingga hitungan-hitungan khusus yang tentunya lebih rumit dari survey biasa. Ketiga, karakter surveyor adalah hal utama dan paling penting dibandingkan keterampilan teknis maupun pengetahuan akademis. Sebab, karakter diperlukan guna menunjang kesuksesan kerja, mulai dari cara bertindak, mengendalikan emosi, serta membuat keputusan tepat dan rasional. Dan tentunya, hal yang tak boleh dilewatkan dari kompetensi surveyor adalah kemampuan fisik. Surveyor harus mampu bekerja di bawah tekanan dan dapat mengatasi lelah fisik dengan segera, karena seorang surveyor harus mampu fokus untuk jangka waktu yang lama dan siap dengan faktor keselamatan kerja serta alat-alat survey yang digunakan juga

perlu diperhatikan. Pemetaan dan kemasan standar kompetensi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1. Peta Kompetensi
(Sumber : LPJK, 2019)

Tujuan Utama	Fungsi Kunci	Fungsi Utama	Fungsi Dasar
Melaksanakan pekerjaan survei dan pengukuran dalam kegiatan konstruksi	Pengembangan diri, fungsi umum dan persiapan pekerjaan	Pengembangan diri Pengembangan fungsi umum	Melakukan komunikasi dalam proses pengukuran
			Menerapkan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L) di lokasi kerja
		Persiapan pekerjaan dan peralatan	Melakukan persiapan pengukuran
			Mengoperasikan peralatan pengukuran
	Melaksanakan pekerjaan pengukuran	Persiapan pekerjaan	Melakukan pemetaan situasi
			Melakukan pengukuran <i>stake out</i>
		Evaluasi dan pelaporan	Mengevaluasi hasil pekerjaan

			pengukuran
			Membuat laporan pengukuran

Tabel 3.2. Daftar Unit Kompetensi
(Sumber : LPJK, 2019)

No.	Kode Unit	Judul Unit Kompetensi
1.	M.711000.001.01	Menerapkan Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) di Lokasi Kerja
2.	M.711000.002.01	Melakukan Komunikasi dalam Proses Pengukuran
3.	M.711000.003.01	Melakukan Persiapan Pengukuran
4.	M.711000.004.01	Mengoperasikan Peralatan Pengukuran
5.	M.711000.005.01	Melakukan Pemetaan Situasi
6.	M.711000.006.01	Melakukan Pengukuran <i>Stake Out</i>
7.	M.711000.007.01	Mengevaluasi Hasil Pekerjaan Pengukuran
8.	M.711000.008.01	Membuat Laporan Pengukuran

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pemeriksa Keuangan. 2022. *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Permenpan RB Nomor 3 Tahun 2022 Tentang Standar Kompetensi Jabatan Fungsional Surveyor Pemetaan*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/202229/permenpan-rb-no-3-tahun-2022>.
- Badan Pemeriksa Keuangan. 2022. *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Jasa Konstruksi*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/37638/uu-no-18-tahun-1999>.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. 2018. *Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI)*. <https://skkni.kemnaker.go.id/tentang-skkni>.
- Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi. 2019. *Skema Sertifikasi Profesi: Kompetensi Kerja Juru Ukur/ Teknisi Survey Pemetaan*. Jakarta.
- Populix. 2022. *Besaran Gaji Pendapatan Seorang Surveyor*. <https://info.populix.co/articles/apa-itu-surveyor>.
- Syaifulah, Arief. 2014. *Modul Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta: Yogyakarta : Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional.

BAB 4

SUDUT DAN AZIMUTH

Oleh Putu Doddy Heka Ardana

4.1 Pendahuluan

Posisi dan orientasi objek dan garis ditentukan oleh pengukuran sudut dan arah. Sudut arah dan azimuth menentukan arah dalam pengukuran tanah. Sudut yang diukur dalam pengukuran tanah dikategorikan sebagai horizontal atau vertikal. Sudut vertikal digunakan untuk menentukan sudut zenith, sedangkan sudut horizontal adalah unit pengukuran dasar untuk menentukan sudut arah dan azimuth. Hal ini dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung untuk menentukan sudut. Sudut diukur secara tepat di lapangan dengan menggunakan kompas, kompas theodolit, theodolit biasa, atau Total Station. (TS). Metode pita, yang biayanya ditentukan oleh hubungan antara kuantitas yang diketahui dalam segitiga atau bentuk geometris langsung lainnya, dapat digunakan untuk mengukur sudut secara tidak langsung. Garis awal atau garis referensi, arah rotasi, dan jarak sudut adalah tiga kondisi dasar untuk menghitung sudut. (Jaelani, 2004).

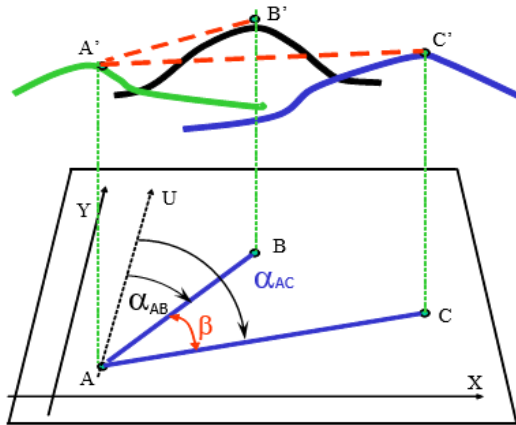
Sudut adalah area yang dibatasi oleh dua garis yang mempunyai titik dasar yang sama atau suatu area yang dibentuk oleh perbedaan arah antara dua garis konvergen. Sedangkan azimuth adalah arah dari satu titik atau objek, sehubungan dengan titik atau objek lainnya, di mana arah garis dinyatakan sebagai sudut searah jarum jam dari 0° hingga 360° , dari meridian referensi. Pengertian lain azimuth adalah sudut horizontal dihitung searah jarum jam dari utara ke arah yang dituju. Pengukuran sudut dan arah berpengaruh dalam penentuan lokasi titik dan jalur garis.

Sudut arah dan azimuth menentukan arah dalam operasi pengukuran tanah. Dalam sub-BAB selanjutnya akan dijelaskan mengenai sudut dan azimuth.

4.2 Sudut

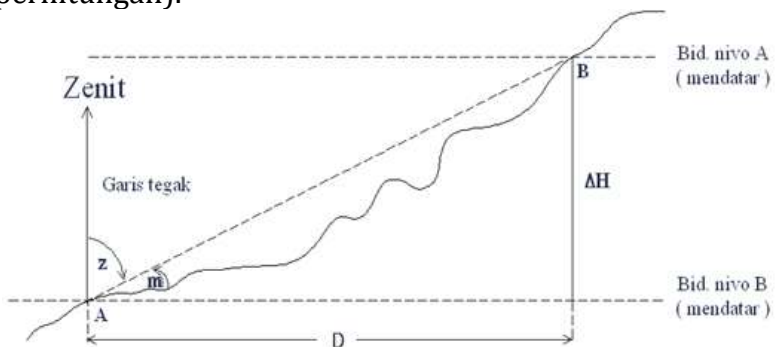
Sudut merupakan suatu area yang terbentuk dari dua garis konvergen yang memiliki titik pangkal yang sama (Purwohardjo, 1986). Posisi titik dan arah garis sangat dipengaruhi oleh sudut. Selain sudut, posisi titik dan garis juga tergantung dari arahnya. Arah didefinisikan dalam operasi pengukuran tanah dengan sudut arah dan azimuthal. Sudut yang direkam dalam pengukuran tanah diklasifikasikan sebagai sudut horisontal atau vertikal (Jaelani, 2004). Menurut Sasongko (2016), terdapat dua jenis sudut dalam pengukuran tanah yaitu:

- a. Sudut arah dan azimuthal dapat ditentukan dengan mengukur sudut horizontal. Sudut horizontal adalah sudut yang terbentuk apabila dua bidang normal bertemu pada titik sudut. Besar sudut horizontal didapat dari perbedaan antara pembacaan kedua arah yang dilakukan pada arah searah jarum jam (pembacaan akhir dikurangi pembacaan awal). Dalam hal ini, arah mengacu pada bagaimana teropong, theodolit, atau *Total Station* (alat untuk mengukur sudut di lapangan) diarahkan ke target tertentu.
- b. Sudut vertikal adalah sudut yang diukur dari titik puncak ke garis bidik teodolit. Dua pedoman dapat digunakan untuk menghitung ketinggian (elevasi) suatu titik terhadap titik lainnya, yaitu:



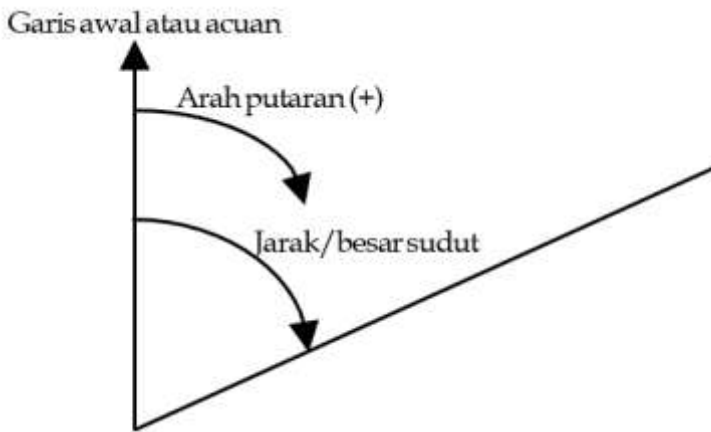
Gambar 4.10. Ilustrasi sudut horizontal
(Sumber: Sasongko, 2016)

- Sudut miring (m) atau helling diukur pada lingkaran vertikal dan dihitung dengan menggunakan arah horisontal sebagai titik awal, dengan ketentuan bertanda positif jika arah rotasi ke arah vertikal atas dan negatif jika ke arah vertikal bawah.
- Sudut zenith (z) adalah sudut lingkaran vertikal yang diukur dari arah vertikal atas (titik zenith) sebagai titik nol (awal perhitungan).



Gambar 4.11. Ilustrasi sudut vertikal
(Sumber: Sasongko, 2016)

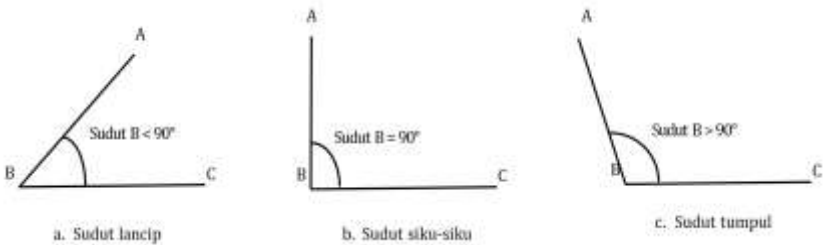
Pengukuran sudut dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Kompas, kompas teodolit, teodolit biasa, sextan, atau Total Station (TS) biasanya digunakan untuk mengukur sudut-sudut di lapangan. Metode pita sebagai salah satu metode pengukuran tidak langsung dapat menghitung harga dari kuantitas yang diketahui dalam sebuah segitiga atau bentuk geometris sederhana lainnya (Jaelani, 2004). Garis awal, arah rotasi, dan besar sudut diperlukan untuk menentukan sebuah sudut seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.12. Persyaratan dasar dalam penentuan sudut
(Sumber: Jaelani, 2004)

Berdasarkan besar sudutnya, sudut dibedakan atas (Gambar 5.4):

- Sudut Lancip jika besar sudut $< 90^\circ$
- Sudut Siku jika besar sudut $= 90^\circ$
- Sudut Tumpul jika besar sudut $> 90^\circ$



Gambar 4.13. Jenis sudut
(Sumber: Zulfa, n.d.)

Sudut dapat dinyatakan berdasarkan tiga satuan yaitu:

- Cara Seksagesimal, yaitu metode yang membagi lingkaran menjadi 360 derajat.
- Cara Sentisimal, yaitu metode yang membagi lingkaran menjadi 400 bagian yang disebut dengan *grade* dan 1 *centigrade* dibagi menjadi 100 *centi-centigrade*. Ditulis 1 lingkaran = 400g, 1g = 100cg, dan 1cg = 100cc

- Cara Radian

Sudut pusat yang menghadap jari-jari lingkaran adalah satu radian. Keliling lingkaran adalah 2 kali jari-jari sehingga 1 lingkaran = 2π rad.

Berdasarkan tiga satuan tersebut maka didapatkan suatu hubungan antara cara seksagesimal, sentisimal, dan radian sebagai berikut:

$$1 \text{ Lingkaran} = 360^\circ = 400 \text{ grade} = 2\pi \text{ radian}$$

Contoh:

- Nyatakan 1,86 radian dalam ukuran derajat

Penyelesaian :

$$2\pi \text{ radian} = 360^\circ$$

$$1 \text{ radian} = 360/2\pi$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } 1,86 \text{ radian} &= 1,86 \times 360/2\pi \\ &= 106^\circ 34' 12,5'' \end{aligned}$$

2. Nyatakan 72 derajat dalam ukuran radian!

Penyelesaian :

$$2 \pi \text{ radian} = 360^\circ$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } 72^\circ &= 2 \pi \times 72/360 \\ &= 1,2566 \text{ radian}\end{aligned}$$

3. Nyatakan $56^\circ 18' 45''$ ke dalam ukuran sentisimal

Penyelesaian :

$$56^\circ = 56 \times 400/360 = 62,2222^g$$

$$18' = 18 \times 400 \times 100/360 \times 60 = 33,3333^{cg} = 0,3333^g$$

$$45'' = 45 \times 400 \times 100 \times 100/360 \times 60 \times 60 = 138,8889^{cc} = 0,0139^{cg}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } 56^\circ 18' 45'' &= 62,5694^g \\ &= 62^g 56^{cg} 94^{cc}\end{aligned}$$

4. Nyatakan $154^g 42^{cg} 96^{cc}$ ke dalam ukuran seksagesimal

Penyelesaian :

$$154^g \times 360/400 = 138^\circ 36' 0''$$

$$42^{cg} \times 360 \times 60/400 \times 100 = 0^\circ 22' 40''$$

$$96^{cc} \times 360 \times 60 \times 60/400 \times 100 \times 100 = 0^\circ 0' 31''$$

$$\text{Jadi } 154^g 42^{cg} 96^{cc} = 138^\circ 59' 11''$$

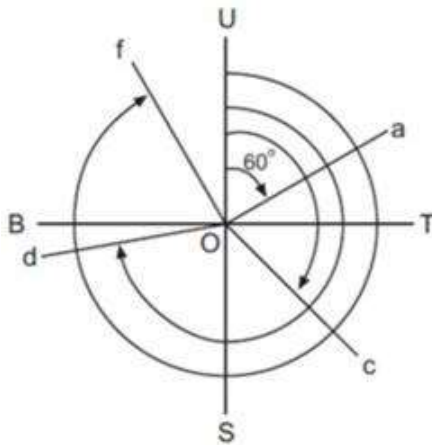
4.3 Azimuth

Dalam pengukuran tanah, azimuth diukur searah jarum jam dari meridian referensi apa pun, biasanya Utara (Utara magnet bumi). Besarnya sudut (*bearing*) yang dibentuk dari referensi (meridian atau Utara) searah jarum jam ke garis yang menghubungkan dua titik disebut sudut kompas. Karena berputar satu lingkaran penuh, besarnya azimuth dalam satuan derajat berkisar antara nol derajat hingga tiga ratus enam puluh derajat (0° hingga 360°). Utara ditunjukkan dengan azimuth nol derajat, Timur dengan sembilan puluh derajat, Selatan dengan seratus delapan puluh derajat, Barat dengan dua ratus tujuh puluh derajat, Timur

Laut dengan empat puluh lima derajat, Tenggara dengan seratus tiga puluh lima derajat, Barat Daya dengan dua ratus lima belas derajat, dan Barat Laut dengan empat puluh lima derajat (Syaifullah *et al.*, 2018). Azimuth dapat merupakan azimuth sebenarnya, magnetik, dan peta (Kusumawati, 2014).

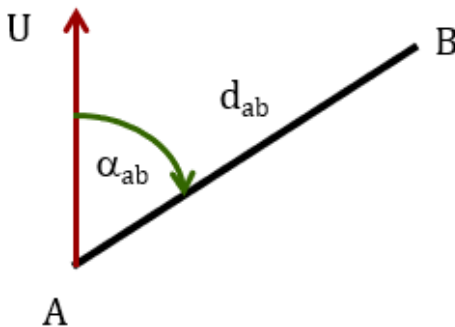
- a. Azimuth sejati (sebenarnya) adalah arah yang diukur sehubungan dengan arah utara yang sebenarnya.
- b. Azimuth magnetis, yaitu sudut antara arah utara yang sebenarnya dan arah yang ditunjuk kompas.
- c. Azimuth peta, yaitu sudut antara bagian utara peta dan tempat tujuan.

Azimuth ditunjukkan seperti dalam Gambar 4.5. Nilai azimuth berkisar antara 0 sampai 360° dan tidak memerlukan huruf-huruf untuk menunjukkan kuadran serta perlu dinyatakan dalam catatan lapangan apakah azimuth diukur dari Utara atau Selatan. Misalnya : azimuth OA adalah 60°, azimuth OC 135°, azimuth OD 250°, dan azimuth OF 330°. Gambar 4.5 menggambarkan azimuth. Pencantuman catatan lapangan terkait pengukuran azimuth apakah diukur dari Utara atau Selatan sangat diperlukan, karena nilai azimuth bisa berkisar antara 0° sampai 360°. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan azimuth berikut ini: azimuth OA adalah 60°, azimuth OC 135°, azimuth OD 250°, dan azimuth OF 330°.

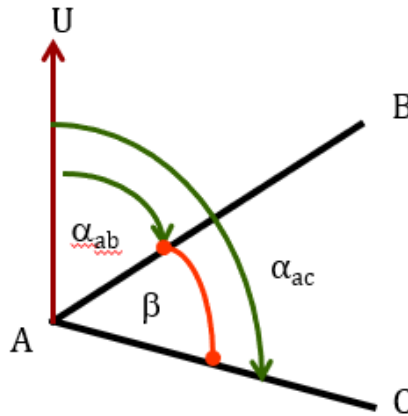


Gambar 4.14. Azimuth
(Sumber: Jaelani, 2004)

Perhitungan sudut jurusan atau azimuth pada suatu sisi ditentukan dari sumbu Y+ (arah utara) berputar searah jarum jam sampai titik yang dituju yang harganya $0^\circ - 360^\circ$ seperti terlihat pada Gambar 4.6 dan 4.7. Dua sudut jurusan dari dua arah yang berlawanan berselisih 180° Misalnya $\alpha_{ba} = \alpha_{ab} + 180^\circ$ atau $\alpha_{ba} - \alpha_{ab} = 180^\circ$



Gambar 4.15. Azimuth α_{ab}



Gambar 4.16. Azimuth α_{ab} , α_{ac} , dan β

Pada Gambar 4.7 ditunjukkan nilai α_{ab} adalah sudut jurusan dari A ke B, nilai α_{ac} sudut jurusan dari A ke C sedangkan β merupakan sudut mendatar antara dua arah. Didapatkan suatu hubungan antara α_{ab} , α_{ac} , β yakni $\alpha_{ac} = \alpha_{ab} + \beta$.

Penentuan azimuth dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

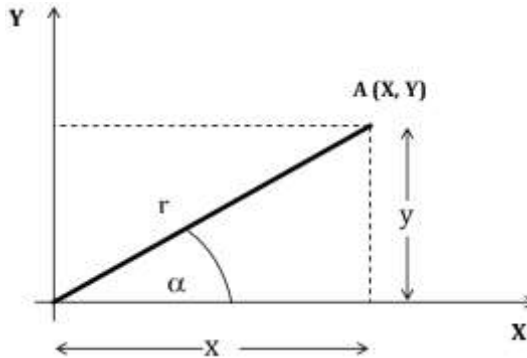
- Temukan angka pada skala yang sesuai dengan kutub Utara. Besarnya sudut, dari nol hingga tak terhingga, ditunjukkan oleh angka pada skala ini.
- Dari skala nol ke ujung Utara jarum magnet, hitung busur yang besarnya ditunjukkan oleh angka pembacaan.
- Tentukan sudut garis yang ditarik dari salah satu ujung jarum magnet ke arah garis bidik.

4.3.1 Perhitungan Sudut Jurusan (Azimuth)

Perhitungan azimuth dapat didekati melalui dua cara yakni berdasarkan dua titik tetap dan berdasarkan nilai azimuth awal dan sudut-sudut yang diukur.

1. Menghitung azimuth dari dua titik tetap

Diketahui 2 titik tetap yaitu titik A (X_a , Y_a) dan titik B (X_b , Y_b) maka sudut jurusan (azimuth) α_{AB} dan jarak d_{AB} dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip trigonometri seperti Gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.17. Prinsip trigonometri

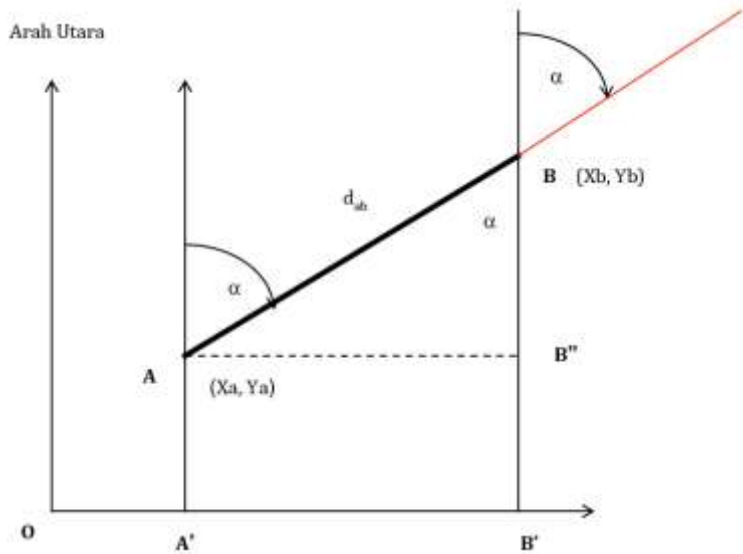
Dalil Phytagoras:

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (4.1)$$

$$\sin \alpha = \frac{Y}{r} \quad (4.2)$$

$$\cos \alpha = \frac{X}{r} \quad (4.2)$$

Selanjutnya dalam menghitung sudut jurusan dapat diuraikan seperti terlihat pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.18. Prinsip perhitungan sudut jurusan

Apabila diketahui Koordinat Titik A (X_a , Y_a) dan B (X_b , Y_b), maka besarnya sudut jurusan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\tan \alpha_{ab} = \frac{(X_b - X_a)}{(Y_b - Y_a)} \quad (4.3)$$

$$\alpha_{ab} = \arctan \frac{(X_b - X_a)}{(Y_b - Y_a)} \quad (4.4)$$

$$d_{ab} = \sqrt{(\Delta X_{ab})^2 + (\Delta Y_{ab})^2} \quad (4.5)$$

Dengan mengikuti prinsip kuadran seperti terlihat pada Tabel 4.1 (Jaelani, 2004).

Tabel 4.2. Prinsip kuadran dalam sudut jurusan

Kuadran	Xb - Xa	Yb - Ya	Azimuth (α)
I	+	+	α_{AB}
II	+	-	$180^\circ - \alpha_{AB} $
III	-	-	$180^\circ + \alpha_{AB} $
IV	-	+	$360^\circ - \alpha_{AB} $

Contoh soal:

Titik-titik P, Q, R dan S dihubungkan pada titik A. Jika diketahui koordinat titik-titik tersebut sebagai berikut:

Titik	X	Y
A	- 1.426,81	+ 1.310,54
P	- 4.125,43	- 967,65
Q	+ 2.852,66	+ 2.783,08
R	+ 1.492,28	- 1.091,19
S	- 3.600,28	+ 1.600,54

Tentukan besarnya sudut jurusan AP dan jarak AP

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \tan \alpha_{AP} &= \frac{(X_P - X_A)}{(Y_P - Y_A)} \\
 \tan \alpha_{AP} &= \frac{((-4.125,43) - (-1.426,81))}{((-967,65) - (+1.310,54))} \\
 &= \frac{-2.698,65}{-2.278,16} \text{ (KUADRAN III)} \\
 \alpha_{AP} &= 49,829^\circ
 \end{aligned}$$

Karena terletak pada Kuadran III maka berlaku persamaan $180^\circ + |\alpha_{AB}| = 180^\circ + 49,829^\circ = 229,829^\circ$ atau $229^\circ 49' 45''$. Sehingga besarnya $\alpha_{AP} = 229^\circ 49' 45''$.

Selanjutnya jarak AP (d_{AP}) =

$$d_{AP} = \sqrt{(\Delta X_{AP})^2 + (\Delta Y_{AP})^2}$$

$$d_{AP} = \frac{(X_P - X_A)}{\sin \alpha_{AP}} \text{ atau } d_{AP} = \frac{(Y_P - Y_A)}{\cos \alpha_{AP}}$$

Misalkan digunakan persamaan

$$d_{AP} = \frac{(X_P - X_A)}{\sin \alpha_{AP}}$$

$$= \frac{((-4.125,43) - (-1.426,81))}{\sin 229,829^\circ}$$

$$= 3.531,69$$

2. Menghitung nilai azimuth berdasarkan nilai azimuth awal dan sudut-sudut yang diukur.

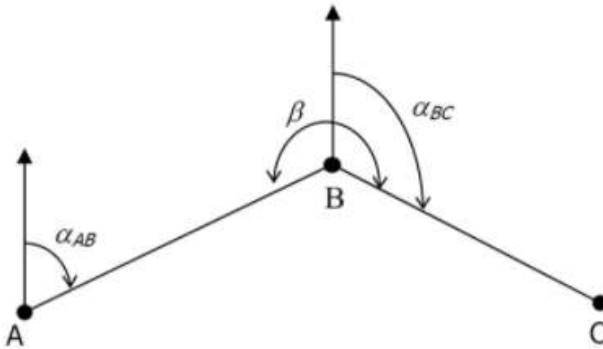
Azimuth dari sisi-sisi poligon yang tersisa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini, dengan menggunakan azimuth awal dan sudut horizontal yang terukur dari titik-titik poligon. Persamaan dimaksud sebagai berikut:

$$\alpha_{n;n+1} = \alpha_n + \beta_n - 180^\circ \text{ jika } \beta_n \text{ adalah sudut kanan}$$

$$\alpha_{n;n+1} = \alpha_n - \beta_n + 180^\circ \text{ jika } \beta_n \text{ adalah sudut kiri}$$

Contoh soal:

Pada titik A, B, C seperti gambar di bawah, diketahui azimuth α_{AB} dan sudut β . Kemudian akan dicari besar azimuth α_{BC}



Diketahui: $\alpha_{AB} = 50^\circ$
 $\beta = 220^\circ$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\alpha_{BC} &= \alpha_{AB} + 180^\circ + \beta \\ &= 50^\circ + 180^\circ + 220^\circ \\ &= 450^\circ - 360^\circ \\ &= 90^\circ\end{aligned}$$

atau

$$\begin{aligned}\alpha_{BC} &= \alpha_{AB} - 180^\circ + \beta \\ &= 50^\circ - 180^\circ + 220^\circ \\ &= 90^\circ\end{aligned}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Jaelani, L.M., 2004. Sudut, Arah, dan Azimut. In: Pendidikan Dan Pelatihan (Diklat) Teknis Pengukuran Dan Pemetaan Kota. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, pp. 1–7.
- Kusumawati, Y., 2014. Catatan Kuliah Ilmu Ukur Tanah. Universitas Bina Darma, Bandung.
- Purwohardjo, U.U., 1986. Pengukuran Horizontal. Jurusan Teknik Geodesi ITB, Bandung.
- Sasongko, R., 2016. Dasar-Dasar Ilmu Ukur Tanah. Polinema Press, Malang.
- Syaifullah, A., Wahyono, E.B., Susmiyanto, A., 2018. Modul Ilmu Ukur Tanah. Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional, Jakarta.
- Zulfa, N., n.d. Diktat Mata Kuliah Ilmu Ukur Tanah dan Pemetaan Wilayah. Universitas IVET, Semarang.

BAB 5

PENGUKURAN JARAK

Oleh Nurul Azmi Ridha

5.1 Pendahuluan

Pengukuran dalam ilmu ukur tanah adalah proses mengukur dan mencatat dimensi dan bentuk tanah, baik secara vertikal maupun horizontal. Proses pengukuran ini melibatkan berbagai teknik dan alat yang digunakan untuk mengukur sudut, jarak, elevasi, dan luas lahan (Utomo, 2010)

Pengukuran jarak merupakan salah satu teknik dasar dalam ilmu ukur tanah. Pengukuran jarak dilakukan untuk mengukur jarak antara dua titik tertentu pada tanah, yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti memetakan batas-batas lahan, mengukur jarak antara dua titik pada suatu bangunan atau infrastruktur, atau untuk memperkirakan jumlah bahan bangunan yang dibutuhkan untuk konstruksi infrastruktur (Jayasree, dkk, 2021)

Pada dasarnya, terdapat dua metode utama yang sering digunakan dalam pengukuran jarak, yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran jarak langsung dilakukan dengan mengukur jarak secara langsung dengan alat ukur jarak misalnya meteran rol atau roda pengukur, sedangkan metode pengukuran jarak tidak langsung dilakukan dengan mengukur sudut dan kemudian menggunakan konsep trigonometri untuk menghitung jarak. Contoh alat yang digunakan dalam metode tidak langsung adalah teodolite dan GPS (Harry, 2011).

Pengukuran jarak sangat penting dalam ilmu ukur tanah karena hasil pengukuran jarak akan menjadi acuan dalam

pembuatan peta atau peta tematik. Peta tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan dan penggunaan lahan, seperti perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur, atau pengelolaan sumber daya alam. Oleh karena itu, pengukuran jarak harus dilakukan dengan akurat dan presisi agar dapat menghasilkan data yang dapat diandalkan dan berguna bagi pengguna lahan.

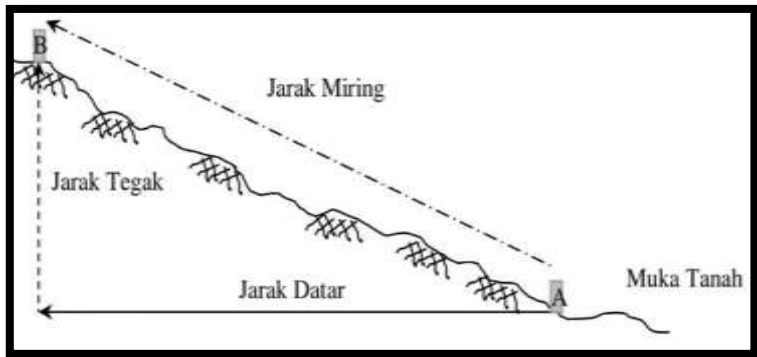
Dalam melakukan pengukuran jarak, penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran, seperti kondisi cuaca, kondisi medan, penggunaan alat yang tepat, serta keahlian operator dalam melakukan pengukuran. Dalam melakukan pengukuran jarak, perlu juga dipastikan bahwa data yang dihasilkan dapat diterima dan diinterpretasikan dengan mudah oleh pihak yang memerlukannya.

5.2 Konsep Dasar Jarak

Pengukuran jarak adalah proses pengukuran panjang atau jarak antara dua titik atau objek dalam ruang tiga dimensi. Pengukuran jarak sangat penting dalam berbagai aplikasi seperti surveying, konstruksi, navigasi, geologi, dan ilmu pengetahuan lainnya. Tujuan dari pengukuran jarak adalah untuk menentukan jarak yang akurat antara dua titik atau objek, sehingga dapat digunakan untuk perencanaan, perancangan, dan pembangunan.

5.2.1 Jenis – jenis jarak

Terdapat beberapa jenis jarak, antara lain jarak horizontal, jarak vertikal, dan jarak diagonal. Jarak horizontal adalah jarak antara dua titik atau objek di permukaan yang datar atau sejajar dengan bidang horizontal. Jarak vertikal adalah jarak antara dua titik atau objek yang sejajar dengan bidang vertikal. Jarak diagonal adalah jarak antara dua titik atau objek yang membentuk sudut atau tidak sejajar dengan bidang horizontal atau vertical (Michael, 2003)



Gambar 5.1. Sket Ilustrasi Jarak (Ferry, 2018)

$A'B'$ = Jarak Mendatar

AB = Jarak Miring

BB'' = Jarak Vertikal atau Beda Tinggi antara A dan B

5.2.2 Satuan Jarak

Terdapat berbagai satuan pengukuran yang umum digunakan, Untuk pendataan jarak yakni menggunakan ukuran panjang, ada dua sistem satuan yang lazim digunakan, yakni satuan Metrik (*metric units*) dan satuan Britis (*british units*). Satuan Metrik antara lain: kilometer (km), meter (m), centimeter (cm), milimeter (mm) dan sejenisnya. Sedangkan satuan britis (*british units*) antara lain: miles (ml), feet atau foot (ft), inche (inc), dan sejenisnya.

Hubungan atau konversi antara kedua sistem satuan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.1. Konversi satuan Panjang (Pauliza, 2008)

Besaran Panjang	Konversi satuan panjang	Konversi satuan panjang
1 kilometer (km)	0,6214 miles	
1 mile (ml)	1,6093kilometer (km)	
1 meter (m)	3,28084 feet (ft)	39, 3701 inches (inc)
1 feet (ft)	0,3048 meter (m)	12 inches (inc)
1 inch (inc)	0,0254 meter (m)	0,0833 feet (ft)
1 yard (yd)	3 feet (ft)	36 inch

5.2.3 Ketelitian

Ketelitian atau akurasi pengukuran jarak dapat diukur dengan memperhatikan angka signifikan atau jumlah digit pada hasil pengukuran. Semakin banyak digit, semakin tinggi pula ketelitian pengukuran. Misalnya, hasil pengukuran dengan tiga digit (misalnya 1,234 meter) lebih akurat dibandingkan hasil pengukuran dengan dua digit (misalnya 1,2 meter).

5.2.4 Keterbatasan

Pengukuran jarak memiliki beberapa keterbatasan, seperti adanya kesalahan pengukuran yang mungkin terjadi karena faktor-faktor seperti kondisi alat ukur, kondisi lingkungan, dan kemampuan operator. Selain itu, beberapa jenis jarak seperti jarak diagonal dan jarak vertikal sulit diukur secara langsung dan memerlukan perhitungan matematis atau prinsip geometri.

5.3 Metode Pengukuran Jarak

Dalam proyek - proyek Teknik sipil, tidak terlepas dari pengukuran jarak dalam skala makro, karena pengukuran jarak merupakan langkah awal dalam konstruksi (Miswar, 2021). Berikut beberapa jenis metode pengukuran jarak dalam ilmu ukur tanah

5.3.1 Metode Pengukuran langsung

Metode ini dilakukan dengan cara mengukur jarak secara langsung dari titik awal ke titik akhir. Pengukuran langsung dari suatu jarak berarti menemukan panjangnya dengan membandingkannya dengan sesuatu yang panjangnya diketahui, seperti batang kayu, tali, rantai baja atau sekarang dengan menggunakan pita pengukur serat kaca atau baja (Whyte & Paul, 2011). Dalam pengukuran jarak dengan metode pengukuran secara langsung, jika panjang jarak yang akan diukur melebihi panjangnya pita ukur, maka perlu dipenggal menjadi beberapa bagian untuk dilakukan pengukuran. Beberapa jenis alat ukur jarak secara langsung.

5.3.2 Metode tidak langsung

Metode ini dilakukan dengan cara mengukur jarak secara tidak langsung dengan menggunakan metode trigonometri atau matematika lainnya. Metode ini dapat dilakukan dengan alat yang dengan berbagai macam alat seperti EDM (*Elektonis Distance Measurement*), GPS, atau teodolit (Stefano, 2019). Metode ini cocok digunakan untuk mengukur jarak pada tanah yang memiliki kontur atau rintangan yang sulit dilalui, atau jika titik yang diukur tidak dapat diakses secara langsung. Namun, metode ini memiliki kelemahan jika tidak dilakukan dengan tepat dan hati-hati, hasil pengukuran jarak yang diperoleh dapat menjadi tidak akurat dan tidak tepat.

Pada umumnya, metode pengukuran jarak langsung lebih disukai dalam ilmu ukur tanah karena dapat memberikan hasil

yang lebih akurat dan tepat, serta lebih efisien dalam waktu dan tenaga yang dibutuhkan. Namun, jika kondisi medan atau lingkungan tidak memungkinkan pengukuran jarak langsung, metode pengukuran jarak tidak langsung dapat digunakan sebagai alternatif.

Dalam metode pengukuran tidak langsung terdapat dua cara yang umum digunakan yakni jarak optis dan elektronis (Ferry, 2018).

1. Jarak optis

Metode pengukuran jarak optis sering digunakan dalam aplikasi pemetaan dan survei, seperti dalam pengukuran jarak horizontal dan vertikal, survei tanah, dan pembangunan jalan raya. Metode ini memungkinkan pengukuran jarak dengan akurasi yang tinggi dan relatif cepat, tetapi tergantung pada kondisi lingkungan dan peralatan yang digunakan. Beberapa contoh peralatan pengukuran jarak optis adalah teodolit dan total station (Rahayu, 2002).

2. Jarak elektronis

Sementara itu, metode pengukuran jarak elektronis sering digunakan dalam aplikasi navigasi, komunikasi, pem dan penginderaan jauh. Beberapa contoh teknologi pengukuran jarak elektronis adalah GPS (*Global Positioning System*), radar, dan LIDAR (*Light Detection and Ranging*) (Widyatmati, 2021). Metode ini memungkinkan pengukuran jarak yang akurat dan cepat, bahkan dalam kondisi lingkungan yang buruk atau sulit dijangkau.

5.4 Alat Ukur Jarak

Alat ukur jarak tanah adalah salah satu jenis alat ukur tanah yang digunakan untuk mengukur jarak antara dua titik di permukaan tanah. Alat ini digunakan dalam kegiatan konstruksi, pemetaan, dan penelitian ilmiah. Berikut adalah jenis-jenis alat

untuk mengukur jarak baik secara langsung ataupun tidak langsung.

5.4.1 Pita ukur kain

Pita kain biasanya terbuat dari bahan kain (linen) dan dilapisi plastik yang kuat dan fleksibel, dan memiliki panjang bervariasi. Tetapi memiliki kekurangan yakni mudah mengalami distorsi atau perubahan bentuk (mudah putus) karena faktor suhu, kelembaban, atau penggunaan yang berulang, sehingga dapat mempengaruhi hasil pengukuran jarak yang dihasilkan. Serta mengalami keterbatasan Panjang (Arora, 2008)



Gambar 5.2. Pita ukur kain (sumber Google).

5.4.2 Pita ukur fiber glass

Pita ukur fiber glass adalah alat pengukur jarak yang memiliki bentuk yang sama dengan pita kain tetapi pita ini terbuat dari bahan fiber glass atau serat kaca yang dilapisi bahan PVC,. Pita serat kaca ini cukup fleksibel, kuat dan non-konduktif. Pita serat kaca ini dapat digunakan disekitar peralatan listrik karena tidak

mudah menghantarkan listrik. Pita jenis ini tersedia dalam berbagai jenis Panjang (Arora, 2008).



Gambar 5.3. Pita ukur serat kaca (Sumber: Google).

5.4.3 Pita ukur baja

Berbeda dari dua jenis pita ukur di atas, pita jenis ini memiliki keakuratan (ketelitian) yang lebih baik dan juga lebih stabil. Pita yang memiliki lebar 6 mm, 9.5 mm, 13 mm, dan 16 mm sering digunakan dalam pengukuran. Ketebalan pita bervariasi 0.15 mm, 0.20 mm, atau 0.4 mm. Panjang normal pita ini bervariasi yakni 1 m, 2 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, dan 50 m (Arora, 2008).



Gambar 5.4. Pita ukur baja (Sumber: Google).

5.4.4 Laser Distance Meter

Laser Distance Meter adalah alat ukur jarak yang menggunakan sinar laser untuk mengukur jarak dengan presisi yang sangat tinggi. Alat ini bekerja dengan mengirimkan sinar laser ke titik yang diinginkan, kemudian alat akan mengukur waktu yang dibutuhkan sinar laser untuk mencapai titik tersebut dan menghasilkan hasil pengukuran jarak yang akurat.



Gambar 5.5. Laser Distance Meter

5.4.5 Teodolite

Teodolite adalah alat ukur sudut dan jarak yang sering digunakan dalam pengukuran di bidang geologi, arsitektur, dan konstruksi. Teodolit juga merupakan alat ukur optis untuk mengukur sudut yaitu sudut mendatar dan sudut vertical, dari sudut-sudut ini tersebut berperan untuk menentukan jarak mendatar dan jarak tegak di antara dua buah titik lapangan (Rijal, dkk, 2019).



Gambar 5.6. Teodolit

5.4.6 Total Station

Total Station adalah alat ukur jarak yang merupakan kombinasi dari teodolit elektronik dan EDM (*Elektronik Distance Meter*). Kombinasi ini memungkinkan untuk menentukan koordinat reflektor dengan menyelaraskan instrumen cross-hairs pada reflektor dan secara bersamaan total station akan mengukur tiga parameter yaitu sudut vertical, sudut horizontal dan jarak kemiringan (Punmia, 2005).



Gambar 5.7. Total Station

5.4.7 GPS (*Global Positioning System*)

GPS adalah alat ukur jarak yang menggunakan satelit untuk menentukan lokasi dan jarak dengan akurasi yang tinggi dan digunakan untuk berbagai keperluan. Ketelitian posisi dengan alat GPS bergantung pada beberapa faktor yaitu: bagaimana metode penentuan posisi, geometri satelit, ketelitian data, dan strategi yang diterapkan. GPS memiliki beberapa tipe receiver tergantung jenis kegunaannya.

(1) Tipe Navigasi diperlukan untuk navigasi dan informasi posisi secara umum. Karakter receiver navigasi memberikan informasi koordinat dengan akurasi mulai dari 3 meter hingga puluhan meter. Receiver tipe ini, dapat mudah dikoneksikan pada laptop, komputer, kamera, kendaraan dan smartphone. (2) GPS pemetaan diperlukan untuk keperluan mapping dan survei. Memiliki ketelitian dari orde centimeter hingga 3 m. Berbeda dengan tipe navigasi, dalam tipe pemetaan ini lebih diperbanyak manajemen data spasial dan system informasi data geografisnya. (3) Tipe Geodetik merupakan GPS yang diperlukan untuk penentuan letak posisi secara detail dan teliti, memiliki ketelitian hingga milimeter. Receiver tipe ini, telah mendukung fasilitas

koreksi data GPS yang diakibatkan efek multipath, bias atmosfer, dan low visibility. Tipe geodetic umumnya berbentuk dedicated antenna yang dapat dikoneksikan dengan receiver mapping sebagai controlernya (Marjuki, 2016).



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.7. Tipe receiver GPS (a) Tipe navigasi (b) Tipe pemetaan (c) Tipe Geodetik (sumber: Google).

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, K. R. 2008. *Surveying*. India : Standar Book House.
- Ferry, 2018. *Survey Terrestis*. Yogyakarta: Poliban Press.
- Harry. 2011. *Landscape Surveying*. USA: Cengage Learning.
- Maiyudi, R. 2021. *Ilmu Ukur Tambang*. Padang: UNP Press
- Marjuki, B. 2016. *Survei dan Pemetaan menggunakan GPS dan GIS*. Jakarta.
- Miswar, dkk. 2021. *Dasar-Dasar Ilmu Ukur Tanah*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Minchin M. 2003. *Introduction to Surveying*. 2nd ed. West Perth: WestOne Services.
- Pauliza, Oza. 2008. *Fisika Kelompok Teknologi dan Kesehatan*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Punmia, 2005. *Surveying*. Sixteenth ed. New Delhi: Laxmi Publications
- Rahayu, Y. 2002. *Dasar Survei dan Pemetaan*. Malang: Azhar Publisher.
- Rijal, S, dkk. 2019. *Survey dan Pemetaan Kehutanan*. Makassar: Fakultas Kehutanan UNHAS
- Stefano, A. 2019. *Ilmu ukur Tanah I*. Makassar: Garis Putih Pratama.
- Utomo, W.H. 2010. *Penerapan teknologi pengukuran tanah dengan alat Geodetik di Indonesia*. Jurnal Geodesi Undip, Vol. 5, No. 2, hlm. 23-31.
- W.S. Whyte, & R.E. Paul. 2011. *Basic Surveyor*. 4nd ed. New York: Spon Press.
- Widyatmati, dkk. 2021. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemodelan dan Pemetaan Data Biofisik Lahan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

BAB 6

TACIMETRI

Oleh Okma Yendri

6.1 Tujuan Pengukuran Titik-titik Detail Metode Tachymetri

Untuk mendapatkan detail survei dan pemetaan, perlu dilakukan pengukuran titik detail selain alas vertikal, yang memberikan tinggi titik sambungan, dan alas horizontal, yang memberikan koordinat titik sambungan. titik. didistribusikan di atas ketinggian titik koneksi. Permukaan tanah yang menggambarkan keadaan di daerah pengukuran.

Setelah mengukur bingkai horizontal dan bingkai dasar vertikal, titik detail diukur. Akurasi pengukuran bingkai dasar lebih tinggi daripada akurasi pengukuran detail. Metode *tachymetric* pada dasarnya menggunakan perangkat elektronik digital dan teknologi lensa optik untuk mengukur titik detail..

Ide dasar di balik pengukuran titik detail adalah menemukan koordinatnya dan ketinggian titik gabungan. Pada dasarnya ada dua cara untuk mengukur titik detail: perpindahan dan takimetri. Pita pengukur, pita pengukur, meja pengukur, penggaris, busur derajat, dan alat serupa lainnya digunakan dalam metode offset. Teknologi lensa optik dan elektronik digital digunakan dalam teknik tachymetry.

Jika dibandingkan dengan metode offset, akurasi dan kecepatan metode tachymetry merupakan keunggulan. Estimasi fokus yang pasti dengan strategi tachymetric umumnya cepat dan sederhana karena yang diperoleh dari lapangan adalah pembacaan tanda, titik level (azimuth atraktif), titik vertikal (puncak atau kecenderungan) dan level perangkat. Posisi planimetri X, Y, dan

ketinggian Z adalah hasil pengukuran tachymetric. (Iskandar Muda, 2008)

Pengukuran tacimetric, menurut Arif Syaifullah dkk. (2018), secara optis menghasilkan... posisi detail dari X, Y, dan Z. Pengukuran menghasilkan data yang. Rumusnya adalah sebagai berikut untuk pembacaan vertikal, pembacaan horizontal, dan tinggi pahat:

$$X_a = X_I + (b_a - b_b) \cos^2 h \sin \alpha_I a$$

$$Y_a = Y_I + (b_a - b_b) \cos^2 h \cos \alpha_I a$$

$$Z_a = Z_I + (b_a - b_b) \cos^2 h \tan h + T_i - B_t$$

6.1.1 Histori Tachymetri

Metode Stadia Dikenal di Eropa sebagai tachymetry, ini adalah metode yang cepat dan efektif untuk mengukur jarak secara akurat untuk menemukan bidang trigonometri, poligon, dan detail fotografi. Selain itu, metode ini hanya membutuhkan dua hingga tiga orang, sedangkan transfer dan pita pengukur biasanya membutuhkan tiga orang atau lebih.

Istilah "stadion" dalam pengertiannya saat ini berasal dari kata Yunani untuk satuan panjang yang awalnya digunakan untuk mengukur jarak selama pertandingan olahraga. Kata ini berarti 606 kaki 9 inci, atau 600 satuan Yunani, yang setara dengan "kaki".

Saat ini, metode itu sendiri dan kabel silang serta penanda yang digunakan dalam pengukuran keduanya disebut sebagai Stadia. Instrumen untuk transit, teodolit, alidasi, dan perataan dapat digunakan untuk melakukan pembacaan optik (stadion).

Theodolite, EDM, dan fungsi penghitungan catatan di peralatan stasiun baru mengurangi jarak kemiringan dan sudut vertikal secara otomatis. Bahkan koordinat ditampilkan di layar dengan jarak horizontal dan perbedaan ketinggian.

Akibatnya, peralatan baru mungkin menghilangkan kebutuhan akan kru lapangan dan melakukan sebagian besar pekerjaan tautometer. Namun, prinsip dan teknik pengukuran tatametri memberikan landasan dan kemungkinan akan digunakan terus menerus.

6.1.2 Pemahaman Tachymetri

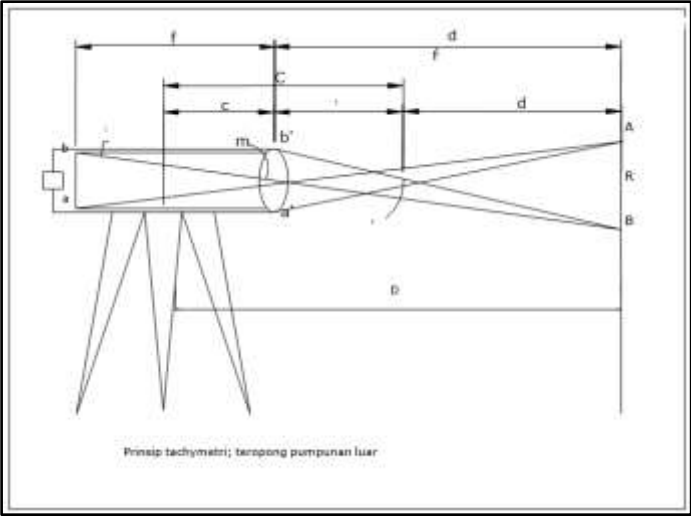
Metode yang paling umum dalam praktik adalah menggunakan takimetri untuk menghitung titik detail, terutama saat memetakan area yang luas dan detail yang bentuknya tidak beraturan. Untuk merencanakan hal ini, kami sangat menginginkan perangkat yang dapat menghitung arah dan jarak secara bersamaan, khususnya Compass Theodolite/BTM (*Boussole Tranche Montage*). Jarum kompas digunakan untuk mengukur arah garis di lokasi, dan kabel silang serta film pengintai dengan teropong digunakan untuk mengukur jarak. Theodolite adalah salah satu theodolite kompas yang paling banyak digunakan.

Titik detail dapat diukur dengan cara ini dari titik tubuh utama atau dari titik bantu yang melekat pada titik utama, tergantung jaraknya.

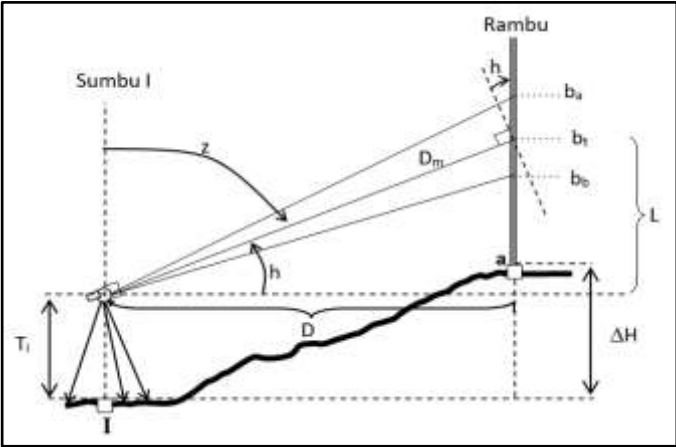
6.1.3 Pencacahan Tachymetri Untuk Titik Bidik Horizontal

Film transit tachymetric, atau theodolite, memiliki dua helai horizontal tambahan yang berjarak sama dari pusat selain benang transversal pusat (Gbr. 6.1). Pada sebagian besar instrumen, suar bagian vertikal adalah satu kaki kali seratus kaki, atau satu meter kali seratus meter. Oleh karena itu, sepersepuluh dan seperseratus dapat dibaca ke kaki terdekat karena jarak ke tanda dibagi dengan desimal dalam kaki. Cukup besar untuk menampung foto detail seperti sungai, jembatan, dan jalan ditampilkan pada peta dengan skala kurang dari satu dalam sama dengan seratus kaki, meskipun

terkadang ditampilkan dalam skala yang lebih besar; 50 kaki = satu inci.



Gambar 6.1. Prinsip Tachymetri
Sumber: Iskandar Muda, 2008



Gambar 6.2. Jarak dan Beda Tinggi Pengamatan Tacimetri
Sumber: Arief Syaifullah, 2014

Metode tachymetric didasarkan pada gagasan bahwa posisi sisi sama sisi dalam segitiga kongruen adalah proporsional. Sepasang segitiga kongruen, ΔMB dan Δmb , terbentuk ketika sinar dari titik A dan B melewati pusat lensa pada gambar 6.1, yang menggambarkan teropong dengan fokus keluar. Di mana; Waktu antara utas tahapan adalah ab , dan persimpangan tahapan (tahapan internal) diwakili oleh $AB = R$. gambar standar digunakan dalam keadaan tertentu). disesuaikan menggunakan.

f = jarak lensa (pandangan untuk kombinasi lensa objektif tertentu). dapat ditemukan dengan menempatkannya pada objek yang jauh dan mengukur jarak antara titik puncak lensa objektif dan pusat objek (diafragma memiliki titik). panjang fokus adalah pumpun).

f_1 = jarak bayangan atau jarak antara pusat lensa objektif, atau titik simpul, dan bidang crosshair ketika teropong difokuskan pada titik tertentu.

F_2 = jarak antara objek dan titik tertentu ketika teropong difokuskan pada titik tersebut, atau jarak dari pusat (titik simpul). $f_1 = f$ jika f_2 tak terhingga atau sangat besar.

i = selang diantara benang – benang Stadia.

f/i = faktor penggali, biasanya 100 (stadia interval faktor).

c = jarak antara titik fokus alat (kegiatan I) dengan titik fokus objektif lampu listrik. Sementara lensa objektif bergerak masuk atau keluar untuk berbagai bidikan, nilai c dapat dianggap konstan.

$C = c + f$. C disebut tetapan stadia, walaupun agak berubah karena c

d = jarak dari titik pusat di depan teropong ke rambu.

$D = C + d$ = jarak dari pusat alat ke permukaan rambu.

berdasarkan gambar 6.1, terdapat

$$\frac{d}{f} = \frac{R}{i} \text{ atau } d = R \frac{f}{i}$$

$$\text{dan } F = R \frac{f}{i} + C$$

Untuk memperhitungkan rasio f/i , pengukur jarak optik ditempatkan dengan hati-hati oleh produsen perangkat untuk dilampirkan ke perangkat transmisi, teodolit, dan leveling. sama dengan 100. Konstanta fase C dari berbagai teropong luar ruangan berkisar antara 0,75 hingga 1,25 kaki, tetapi biasanya dianggap satu kaki. Karena R adalah satu-satunya variabel di sisi kanan persamaan, perpotongannya adalah 4,27 kaki, dan jarak antara alat dan tanda adalah 427 kaki ditambah 1 = 428 kaki. Gambar menggambarkan teropong dengan konstruksi eksternal gaya lama, dan gambar langsung menunjukkan koneksi yang benar. Instrumen semacam ini memiliki tujuan penguatan kedalaman tetap, tetapi lensa fokus negatif dapat dipindahkan antara tujuan dan bidang kisi untuk mengubah arah sinar. Konstanta bidang menyusut ke titik di mana ia dapat dianggap nol sebagai hasilnya.

Untuk menghindari kebingungan dengan senar tengah horizontal, beberapa instrumen lama menggunakan senar stadia yang hilang. Film kaca saat ini yang terbuat dari garis nada pendek dan string ketekunan penuh (Gbr. 6.2) mencapai hasil yang serupa dengan lebih efektif.

Jika benang silang, film, atau lensa tidak diubah atau disesuaikan pada model yang ada, koefisien harus ditentukan saat perangkat pertama kali digunakan. Namun, harga pabrikan persis yang ditetapkan di bagian dalam kotak tidak akan berubah.

Persimpangan bidikan horizontal dari tanda R—jarak D.v.—diperhitungkan saat menghitung pengali. Rumus pemfaktoran untuk ini adalah $f/i = (D-C)/R$.

Contoh soal:

Dalam jarak 300 kaki dari rambu 3.01. Harga f dan c masing-masing adalah 0,65 dan 0,45 kaki; karena, $C = 1,1$ ft. F/I muncul berikutnya. $= (300,0 - 1,1)/3,01 = 99,3$. ketelitian dalam

menghitung f/i. Ambil harga rata-rata beberapa jalur yang diukur jaraknya antara 100 dan 500 kaki dengan peningkatan 100 kaki.

6.1.4 Perhitungan Tachymetri Dalam Bidikan Miring

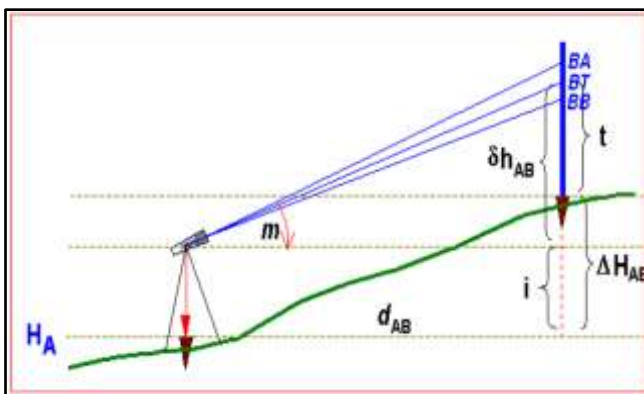
Persimpangan ulir panggung dihitung secara tegak lurus, dan jarak miring dikurangi menjadi jarak horizontal dan vertikal, sedangkan sebagian besar perhitungan takometer dilakukan dengan persimpangan miring sebagai akibat dari variabilitas topografi. Pada gambar, perjalanan ditetapkan pada suatu titik dan tanda dipegang pada titik yang layak. Pita pengukur yang mengukur ketinggian teodolit di atas tanah dapat ditemukan di sepanjang kabel tengah. Perhatikan bahwa untuk operasi tachymetric, ketinggian instrumen adalah ketinggian persimpangan yang diukur dari titik yang ditempati (tanpa TI, ketinggian di atas datum, seperti di pesawat terbang). Sudut vertikal (sudut kemiringan) adalah m .

m = sudut miring.

$$\text{Beda.tinggi} = D \text{ HAB} = 50' \cdot (BA - BB) .$$

$$\sin 2m + i - t; t = BT$$

$$\text{Jarak.datar} = d_{AB} = .100' (BA - BB) . \cos 2m$$



Gambar 6.3. Sipat Datar Optis Luas

Sumber: Iskandar Muda, 2008

Tugas diselesaikan oleh surveyor menggunakan kalkulator elektronik, aturan slide khusus, tabel, dan bagan. Jarak horizontal dan vertikal pada perpotongan balok 1 kaki, serta sudut vertikal dari 0 sampai 16°, 7° sampai 90°, dan 90° sampai 106° dalam nilai-nilai yang diukur dari puncak, terdapat dalam Lampiran E.

Penting untuk secara teratur menyelidiki instrumen yang tidak diketahui dengan memasukkan nilai yang akan memberikan hasil yang diketahui. Satu masalah model; Tabel dapat digunakan untuk memeriksa hasil pada sudut 1°, 10°, dan 15°. Hasil berikut diperoleh, misalnya, dengan sudut vertikal 15°00' (sudut puncak 75°), perpotongan marka adalah 1,00 ft, dan konstanta stadia 1 ft.

Dari tabel E-1:

$$H. = 93,30 \times 1,00 + 1 = 94,3 \text{ atau } 94 \text{ ft}$$

Contoh soal:

Sebuah lokasi bernama M memiliki ketinggian 268,2 kaki dengan sudut 4°16'; t.i. = EM = 5,6; titik pertemuan tanda AB dan R; +4°16' adalah sudut vertikal dari titik D 5,6 ft pada tanda; C adalah satu kaki. Tentukan jarak H, selisih ketinggian antara lokasi V dan titik lokasi O.

Penyelesaian :

Jarak horizontal dan vertikal tanda tersebut masing-masing adalah 99,45 dan 7,42 kaki, pada sudut 14°16' (sudut puncak 85°44'). Kemudian ...

$$H = (99,45 \times 5,28) + 1 = 526 \text{ ft}$$

$$V = (7,42 \times 5,28) - 0,08 = 39,18 + 0,08 = 39,3 \text{ ft}$$

Elevasi titik O adalah

$$\begin{aligned} \text{Elevasi O} &= 268,2 + 5,6 + 39,3 - 5,6 \\ &= 307,5 \text{ ft} \end{aligned}$$

$E_{\text{levo}} - e_{\text{levM}} = t.i$ adalah persamaan lengkap untuk menentukan beda tinggi antara M dan O. + V – membaca tanda.

Dengan pembacaan T.i, mudah untuk melihat dan memperhatikan saat membaca sudut vertikal. Karena pembacaan tanda dan t.i terbalik, mereka mengimbangi satu sama lain jika kualitas langsungnya mirip dan dapat dibuang dari perkiraan ketinggian. Pembacaan tanda apa pun dapat diambil dan persamaan sebelumnya diterapkan jika hal ini dikaburkan oleh halangan. Dengan menempatkan persilangan tengah pada tanda satu kaki sedikit di atas atau di bawah t.i., perhitungan menjadi lebih mudah.

Takimetri dapat digunakan untuk menentukan perbedaan ketinggian, yang dapat dibandingkan dengan flat memanjang, tanda baca dengan tanda minus dan tanda tambah. Mereka ditumpangkan dengan jarak vertikal, yang bisa menjadi tanda plus atau minus tergantung pada sudut kemiringannya. Metode lapangan yang baik yang menganut prinsip timbal balik, seperti membaca sudut tegak lurus dengan teropong biasa dan luar biasa, mengurangi kesalahan instrumen pada bidikan penting di titik kontrol dan tanda.

Membaca dan mensurvei secara langsung dari nama kisi genap (seperti pada flat) diambil jika memungkinkan sebagai lawan dari titik vertikal untuk meningkatkan penurunan rekor. Tabel menunjukkan bahwa, dengan pengecualian pemotretan jarak jauh (di mana kesalahan pembacaan jarak juga lebih besar), perbedaan antara jarak kemiringan dan jarak horizontal dapat diabaikan untuk sudut vertikal di bawah 4° .

Setelah pratinjau horizontal, Anda dapat membaca jarak optik dengan memiringkan layar beberapa derajat untuk mendapatkan sudut vertikal.

6.1.5 Rambu Tachymetri

Takometer menggunakan berbagai merek, tetapi semuanya memiliki bentuk geometris yang mencolok yang dirancang untuk menempuh jarak jauh. Sebagian besar alat tachymetric dibagi menjadi kaki dan persepuluh (diperoleh dengan interpolasi), tetapi pembagian skala metrik menjadi lebih umum. Warna yang berbeda membantu membedakan angka dan pembagian skala.

Satu strip, lipatan, atau pita sepanjang 10-12 kaki adalah tanda tachymetric yang khas. Meski lebih berat dan lebih sulit untuk bermanuver, membuatnya lebih panjang dapat meningkatkan jangkauan target. Satu atau dua bagian bawah penanda setinggi 12 kaki biasanya akan tertutup rumput atau semak belukar hingga hanya 10 kaki yang terlihat. Oleh karena itu, panjang bidikan maksimum kira-kira 1000 kaki. Persamaan deduksi tachymeter standar dapat diterapkan pada tembakan yang lebih panjang dengan membaca dan mengalikan titik tengah, yang merupakan perpotongan lead tengah dan lead stage atas atau bawah. Jarak teoretis dapat diperkirakan hampir 4.000 kaki jika ada persilangan antara kabel tengah dan atas stadion. Bevel datar standar, seperti tipe philia, cukup untuk bidikan pendek hingga 200 kaki.

6.1.6 Busur Beaman

Beberapa transit dan alida memiliki busur Beaman yang menyertainya untuk membuat perhitungan tachymetric lebih mudah. Wadah terpisah atau lingkaran vertikal dapat berisi alat ini. Persentase digunakan untuk membagi skala busur H dan V. Skala H memberikan koreksi untuk setiap 100 kaki dikurangi jarak tatameter, sedangkan skala V menampilkan perbedaan nada dalam nada dengan penambahan 100 f. Koreksi H tergantung pada $\sin^2$ dan interval skala menyempit ketika sudut vertikal naik karena V berbanding lurus dengan

12. Oleh karena itu, vernier tidak dapat digunakan dalam situasi ini, dan hanya busur derajat dengan pembacaan terintegrasi yang dapat dihubungkan untuk mendapatkan pembacaan yang akurat.

When the environment is horizontal, the V-scale pointer (index) is set to read 50 (or possibly 30/100 on some devices) to prevent negative rates. Shots above the horizon yield readings above 50, while shots below 50 yield readings below 50. Aligning the V scale to an integer and averaging the system t.i. reduce the amount of math required when using an arc spring. near here, the values can be interpolated because the H-scale with round numbers is typically unreadable. Because the calculations are easy, this is important. The following formula indicates the fixed height of point B in relation to point A:

B sama dengan A ditambah t.i. + (membaca busur) (tanda persimpangan) (menggunakan utas tengah untuk membaca tanda) Pada skala V yang sama dengan instrumen lainnya, terdapat busur yang dikenal sebagai lingkaran stadion. Namun, skala H hanya menawarkan pengganda daripada koreksi persentase.

6.1.7 Tachymetri.Swa-Reduksi

Garis lengkung stadion tampak menyimpang atau menyatu saat teropong dinaikkan atau diturunkan menggunakan takimetri datum yang mereduksi sendiri dan terkait. Saat teropong diarahkan ke target, garis-garis tersebut sebenarnya terukir pada pelat kaca yang berputar mengelilingi suar, yang berada di luar teropong.

Garis atas dan bawah pada gambar di bawah ini digunakan untuk mengukur jarak dan melengkung untuk mengakomodasi variasi fungsi trigonometri $\cos^2$. Melengkung untuk mewakili fungsi $\sin\text{-}\cos$, dua garis dalam menunjukkan perbedaan ketinggian. Pada lembaran kaca padat lainnya yang

disatukan dengan garis lengkung, terdapat tanda-tanda seperti garis vertikal, garis silang tengah, dan garis stadia pendek.

Untuk jarak level, variabel standar 100 digunakan. Faktor 20, 50, atau 100 digunakan untuk pengukuran beda tinggi. Garis pendek yang ditarik di antara kurva ketinggian menunjukkan harga, yang didasarkan pada sudut kemiringan.

Mirip dengan peta tachymetric, garis pembagian berbagai stadia secara otomatis menggantikan sudut vertikal. Satu diafragma dalam takimetri yang dapat menyesuaikan sendiri memiliki garis horizontal tetap, dan diafragma lainnya, yang dapat digerakkan, memiliki garis horizontal yang bergerak pada sudut berbeda ke vertikal. Metode reduksi tachymetric digunakan di sebagian besar set planar alidade.

Menandai topo dengan nol di t.i. dan kaki yang dapat dipanjangkan Sebagian besar waktu, Anda harus menggunakannya agar tachometer akan terbaca sepenuhnya dengan sendirinya.

6.1.8 Pedoman Lapangan

Dalam semua operasi pengukuran, panduan akurat mengurangi kesalahan dan menghemat waktu. Dalam keadaan terbuka, di mana penentuan jarak jauh harus dilakukan, prosedur ini memungkinkan pemilik instrumen berkolaborasi dengan dua atau tiga petugas sinyal secara bersamaan. Saat menggunakan pegas Beaman, prosedur yang sama dapat diikuti, dengan pengecualian bahwa nilai skala H dan V dicatat pada langkah 7 dan skala V diatur ke bilangan bulat pada langkah 1.

Dengan menentukan jarak optik setelah ulir bawah, juga dikenal sebagai ulir tengah, diposisikan di atas tanda jari kaki bulat. atau membagi skala sudut vertikal yang dapat dibaca. Ini biasanya tidak menyebabkan kesalahan yang jelas dalam sistem penskalaan, dengan pengecualian peluang jarak jauh dan titik vertikal yang curam. Tanda level digunakan untuk

memperbaiki masalah ini karena jika tanda tidak tegak lurus, secara alami menghasilkan kesalahan yang benar.

Dalam pekerjaan takimetri yang melibatkan sudut vertikal, pembacaan/survei terbaik adalah:

- a. Bagilah kedua tanda dengan string vertikal.
- b. Setelah itu, utas tengah kira-kira t.i. Pada tanda metrik, posisikan utas bawah pada tanda kaki desimeter.
- c. Perhatikan persimpangan untaian setelah melihat utas atas dan kurangi bacaan dari utas bawah di luar kepala.
- d. kehadiran string pusat ke t.i. menggunakan sekrup dengan fine drive vertikal.
- e. Arahkan pemegang suar untuk memindahkan titik ke titik berikutnya ke arah tenggara yang benar dan awasi.
- f. Periksa, baca, dan catat sudut horizontal. Perhatikan sudut vertikal saat Anda membaca.

6.1.9 Poligon Tachymetri

Pada setiap titik dalam poligon transmisi optik, dilakukan pengukuran ukuran, jarak, sudut horizontal, dan sudut vertikal. Saat mengukur, ketinggian yang dipindahkan dari satu pasak ke pasak berikutnya dibuat dengan mengurangkan nada. Bidikan depan dan belakang dari setiap baris digunakan untuk menentukan jarak optik rata-rata dan perbedaan ketinggian. Anda harus kembali ke titik awal atau titik tetap terdekat dari poligon terbuka untuk menentukan tingginya. Tim yang terdiri dari tiga orang, terdiri dari jubah, jerat, dan pemilik instrumen, adalah hal biasa, meski tidak setepat poligon senar. Jika banyak detail yang berserakan, pegawai harian bisa mempercepat pekerjaan.

Selain itu, sudut horizontal harus diperiksa untuk menutup kesalahan. Keakuratan poligon diperiksa dan Y dan X dihitung jika perataan memiliki kesalahan pembatas sudut.

6.1.10 Topografi

Metode tachymetric paling berguna ketika transportasi atau pesawat terbang digunakan untuk menemukan beberapa fitur topografi secara horizontal atau vertikal. Membaca sudut dan jarak dengan tongkat lebih lambat daripada merekam dan menggambar pengukuran di daerah perkotaan.

6.1.11 Sipat.Datar Tachymetri

Tingkat trigonometri dapat diselesaikan dengan menggunakan metode tachymetric. TI instrumen (ketinggian di atas titik referensi) ditentukan dengan memasang instrumen pada ketinggian yang diketahui dan mengukur ketinggian sumbu II di atasnya dengan tanda tachymeter. Selain itu, perpotongan tanda dan sudut vertikal dapat digunakan untuk menghitung tinggi suatu titik. Anda dapat menentukan dan memeriksa ketinggian dua titik atau lebih dengan membuat pita datar jika anda mau.

6.1.12 Keserupaan (*Precision*)

Dengan presisi dan keterbacaan bidikan depan dan belakang yang biasa, poligon transfer optik dapat memiliki rasio atau kesalahan 1/300 hingga 1/500. Menggunakan teknik khusus, bidikan pendek dengan poligon panjang dapat dilakukan dengan akurasi yang lebih tinggi. Sebagian besar waktu, kesalahan tachometrik bukanlah sudut yang salah, melainkan pembacaan tanda yang salah. Jarak horizontal tidak terpengaruh oleh kesalahan satu menit dalam membaca sudut vertikal. Kesalahan satu menit memberikan perbedaan level di bawah 0,1 kaki untuk pengujian 300 kaki pada titik vertikal berukuran standar.

Pada bidikan 300 kaki, sudut horizontal titik topografi hanya perlu dibaca dalam 5 atau 6 menit jika jarak optik ditentukan ke kaki terdekat (kasus biasa). Jarak optik ke kaki terdekat diperkirakan sekitar 12 kaki, yang benar. Arah dapat berbeda 5

menit dengan kesalahan jarak longitudinal 12 kaki ini (dengan mudah dihitung $1 \text{ menit} = 0,00029$). Menghitung posisi penunjuk vernier adalah semua yang diperlukan untuk membaca sudut di American Transit tanpa menggunakan vernier. Panjang bidikan dan ukuran sudut vertikal yang diperlukan menentukan akurasi bidang trigonometri pada jarak optik.

6.1.13 Sumber-sumber galat dalam Aktivitas Tachymetri

Kesalahan berikut dapat ditemukan dalam pekerjaan tachymetric dan transit:

- a. Galat-galat Aksesori
 - Pembacaan utas tachymetric dengan jarak yang salah.
 - Kesalahan dalam Parameter.
 - Klasifikasi skala suar yang salah.
 - Garis arah nivo teropong tidak sejajar dengan pembacaan transit atau garis bidik.
- b. Galat-galat individu.
 - Rambu tidak dipegang tegak (jangan pernah gunakan rambu nivo).
 - Kesalahan jangka panjang dalam pembacaan suar.
 - Perataan yang buruk untuk pembacaan busur vertikal.

Kebaikan galat dalam pekerjaan tachymetry dapat dihilangkan dengan:

- a. Penggunaan dan keausan instrumen yang tepat; B. Mempersingkat durasi tembakan.
- b. Manfaatkan tanda dan level yang bagus
- c. Ambil biaya tipikal dari pembacaan di depan kemudian di bantalan mundur.

Prosedur bidang instrumen tidak dapat memperbaiki kesalahan membidik.

6.1.14 Kelalain– Kelalain besar

Pekerjaan tachymetric juga memiliki kesalahan seperti transportasi dan pekerjaan theodolite. Kesalahan tersebut disebabkan oleh:

- a. Kesalahan penunjuk diterapkan dengan tanda yang salah.
- b. Di sudut vertikal, tumpukan tanda plus dan minus.
- c. Kesalahan dalam menentukan titik persimpangan rambu.
- d. Pemanfaatan pengganda yang tidak tepat.
- e. Tanda ayunan

6.1.15 Pengukuran/survey untuk Pembuatan Peta Topografi Cara Tachymetri.

Salah satu elemen penting dari peta topografi yaitu elemen elevasi, yang biasanya direpresentasikan sebagai kontur. Cara *tachymetric* tidak hanya menyediakan elemen jarak, tetapi juga perbedaan ketinggian. Jika teodolit yang digunakan untuk mengukur dengan metode tachymetric juga dilengkapi dengan kompas, jadi pengukuran untuk melakukan pengukuran topografi secara detail, serta pengukuran untuk membuat bingkai peta tambahan untuk pengukuran area yang luas secara efektif kemudian efisien, dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan.

- a. Alat pengukur yang digunakan dalam perkiraan untuk pembuatan panduan geografis melalui tachimetri menggunakan teodolit kompas, yaitu teodolit kompas lengkap dengan statif dan kemudian alas tiang, tanda pengukur dilengkapi dengan kotak nivo dan pita pengukur untuk mengukur tinggi alat..
- b. Dengan menggunakan peralatan ini, data survei yang harus diamati dari posisi alat ke titik bidik antara lain: magnetic azimuth, sudut miring, tinggi, dan ulir atas, tengah, dan bawah pada rambu-rambu yang berdiri di atas titik bidik. alat ukur di atas titik berdiri alat.

- c. Seluruh informasi studi disimpan dalam satu buku estimasi.

6.1.16 Keseluruhan data survey dicatat dalam satu buku ukur.

Pengukuran terperinci dari cara tachymetric dimulai dengan menempatkan alat pengukur di atas titik lampiran kemudian memberi tanda dalam titik target. Saat alat siap untuk mengukur, alat mulai merekam data dari sudut pandang alat, menunjukkan tanda pengukuran, melacak azimuth dan merekam data hingga tanda BT, BA, BB dan sudut kemiringan m.

- a. Sesuaikan alat ukur hingga siap untuk diukur, kemudian ukur dan catat tinggi alat di atas rangka penyangga atau titik rangka alas.
- b. Gunakan level kotak untuk meluruskan tanda setelah menaikkannya di atas titik bidik.
- c. Gambar vertikal garis diafragma harus sejajar dengan garis tengah tanda dengan teropong mengarah ke pita pengukur. Selanjutnya, kencangkan kunci gerakan horizontal pada teropong..
- d. Sesuaikan pengunci jarum magnet hingga jarum dapat bergerak bebas. Saat jarum kesetimbangan dipasang, baca dan catat azimuth yang menarik dari kedudukan perangkat ke titik penunjuk.
- e. Baca bacaan utas tengah, atas, dan bawah dan catat di buku ukur setelah mengencangkan dan melonggarkan kunci gerakan tegak teropong. Setel pembacaan utas tengah pada tanda di titik bidik, jika memungkinkan, setinggi alat. Ini akan menghasilkan perbedaan ketinggian yang sama dengan perbedaan ketinggian antara titik bingkai tempat alat berdiri dan titik target detail.
- f. Semua titik alam dan buatan manusia yang mempengaruhi bentuk peta pengukuran topografi dianggap sebagai titik

survei detail yang harus diukur.

6.1.17 Kekeliruan Pengukuran Cara Tachymetri dengan Theodolite Berkompas Kesalahan alat.

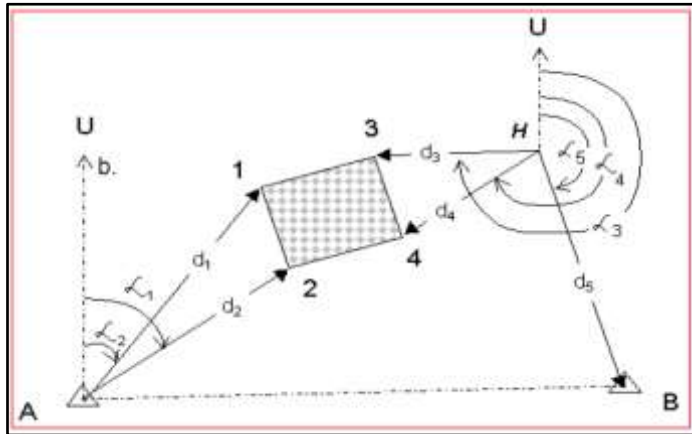
Salah estimasi tachymetric dengan kompas theodolite
Kesalahan perangkat, misalnya:

- a. Jarum pemandu/kompas tidak lurus sempurna; B. Pro tidak dapat dengan bebas menggerakkan jarum pemandu/kompas. Kolimasi yang salah menyebabkan garis bidik tidak tegak lurus terhadap sumbu horizontal.
- b. Garis skala dari 0° hingga 180° atau dari 180° hingga 0° tidak sejajar atau dalam garis pandang yang sama.
- c. Di mana teropong esotik berada.
- d. Skala lingkaran horizontal tidak sejajar dengan sumbu penyangga magnet.
- e. Kekeliruan pengukur, misalnya:
 1. Pengaturan instrumen tidak sempurna (penyesuaian sementara).
 2. Dalam membaca salah menghitung atau memperkirakan Salah mencatat, salah penampilan, dll nya.
- f. Keliruan akibat faktor alam, contohnya:
 1. Kejatuhan magnet.
 2. Penyimpangan lokal.

6.1.18 Evaluasi Tachymetri Untuk Pembuatan Peta Topografi Cara Polar.

Posisi horizontal atau vertikal dari titik detail diperoleh dari pengukuran kutub yang dilampirkan langsung ke titik garis peta utama atau dari titik referensi yang juga dilampirkan langsung ke titik pemetaan jalur kutub utama. kerangka elemen yang dapat diskalakan:

- Azimuth magnetik dari titik dasi ke titik kerusakan;
- Teks di bagian atas, tengah, dan bawah utas;
- Pojo miring; dan
- d. Ketinggian alat di atas titik ikat.



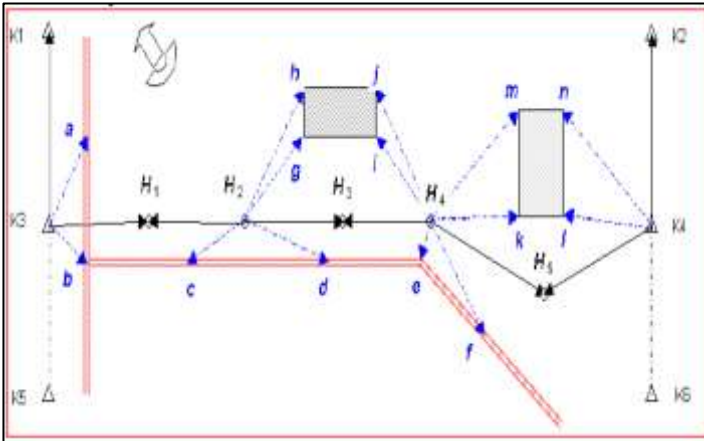
Gambar 6.4. Pengukuran Sipat Datar Luas

Sumber: Iskandar Muda, 2008

Judul gambar: 6.4. adalah titik garis besar peta utama (A atau B), titik bantu (H), titik detail (1, 2, dst.), dan arah utara magnet (Um) pada titik pengukuran. Oleh karena itu, berdasarkan diagram pada Gambar 6.4:

- Titik 1 dan 2 diukur kemudian diikatkan langsung dari titik kerangka dasar A,
- Titik H, diukur selanjutnya diikatkan langsung dari titik kerangka dasar B,
- Titik 3 dan 4 diukur kemudian diikatkan langsung dari titik penolong H.

6.1.19 Metode Polygon Kompas Penilaian Tachymetric untuk Membuat Peta Topografi



Gambar 6.5. Tripod Pengukuran Vertikal

Sumber: Iskandar Muda, 2008

Karena jarak antar titik di peta utama, diperlukan lebih banyak titik. Alat poligon kompas, yang titik awal dan titik akhirnya adalah titik-titik pada kerangka peta utama/pertama, digunakan untuk mengukur titik bantu ini. Takimetri digunakan untuk mengukur jarak dan perbedaan ketinggian antara alat-alat tersebut.

Tiang titik tambahan digunakan untuk menentukan posisi horizontal dan vertikal titik detail.

Dari skema pada gambar, didapat:

- Titik kerangka pemetaan dasar adalah K1, K3, K5, K2, K4, dan K6,
- Titik bantu adalah H1, H2, H3, H4, dan H5, dan titik detail adalah a, b, c,...

Untuk menentukan di mana titik bantu terletak secara horizontal dan vertikal, poligon kompas K3, H1, H2, H3, H, dan H5, K dievaluasi. Ini membutuhkan dua perhitungan:

- a. Perhitungan poligon dan
- b. Perhitungan beda tinggi

6.1.20 Prosedur pengukuran polygon kompas:

- a. Evaluasi koreksi Boussole pada K3 dan K4
- b. Evaluasi cara melompat dari K3, H2, H4, dan stasiun pegas
- c. Item berikut diukur pada setiap titik pengukuran atau survei:
 - Azimuth,
 - Bacaan benang tengah, atas kemudian bawah,
 - Sudut miring, kemudian Tinggi alat.

6.1.21 Prosedur hitungan dan penggambaran poligon kompas:

Prosedur hitungan dan penggambaran poligon kompas adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah koreksi Boussole di K3 = $AzG_{K31} - AzM_{K31}$
- b. Jumlah koreksi Boussole di K4 = $AzG_{K42} - AzM_{K42}$
- c. Koreksi Boussole C = Rerata koreksi boussole di K3 dan K4
- d. Hisab jarak dan azimuth geografis setiap sisi poligon.
- e. Jumlah koordinat H1, ... H5 dengan cara BOWDITCH atau TRANSIT.
- f. Plot polygon berdasarkan koordinat akurat.

6.2 Peralatan, bahan dan Cara pengukuran titik titik detail metode tachymetri.

6.2.1 Peralatan Alat yang dibutuhkan

1. Alat Pesawat Theodolite

Theodolit bisa mengukur sudut horizontal serta vertikal. Busur derajat Theodolite dibagi menjadi tiga bagian di antaranya:

- a. Tabung dan pelat berbentuk lingkaran didukung di bawah oleh tiga sekrup penyetel SK. Limbus, atau skala LMS, dibuat di tepi lingkaran ini.
- b. Di tengah, ada poros yang disematkan ke tabung bawah. S1 adalah sumbu pertama dan sumbu vertikal. Pada titik tertinggi hub S1, pelat bundaran lain dipasang dan memiliki rentang yang tidak persis dengan pelat dasar. Pembaca angka dalam bentuk pembaca nonius dibangun di dua lokasi di sepanjang tepi lingkaran. Ada dua kaki yang menopang sumbu horizontal di bagian atas nonius ini. Sumbu pertama dibuat tegak lurus dengan menempatkan nivo pada pelat nonius.

Bagian atas berasal dari sumbu kedua (horizontal) dan ditopang oleh kaki penyangga sumbu kedua (S2). Untuk pivot selanjutnya adalah meletakkan teropong tp yang memiliki perut dan dengan demikian memiliki crosshair gb. Dua notius ditempatkan pada kaki penyangga sumbu kedua, dan pelat bundar dengan skala lingkaran vertikal ditempatkan pada sumbu kedua.

Ada dua kategori alat ukur theodolite dalam hal metode pengukuran dan konstruksi:

- 1) *Suatu jenis teodolit yang dikenal sebagai pengulangan teodolit dibuat dengan menggabungkan pelat bundar berskala datar dan tabung yang berada di atas tiga sekrup. Sekrup cl dapat digunakan untuk menggabungkan pelat nonius dan pelat skala*

horizontal, dan sekrup fl dapat digunakan untuk membuat pergeseran kecil dari skala nonius ke skala melingkar. Satu pasang memegang dua sekrup, cl dan fl; Jika sekrup CL sudah mengeras, sekrup FL dapat menggerakkan pelat nonius.

- 2) Jenis teodolit yang dikenal sebagai pengulangan teodolit melibatkan penempatan pelat dengan skala bulat horizontal sedemikian rupa sehingga sumbu rotasi pelat adalah tabung pada sekrup pengatur. Jenis perulangan memiliki sekrup k2 dan f2, yang berguna untuk mengukur sudut mendatar melalui perulangan, sedangkan jenis perulangan tidak.

Kemudian, pada saat itu, dengan menggunakan Theodolite, estimasi titik tertentu dari teknik takimetri dapat menggunakan Topcond.



Gambar 6.6. Theodolite Topcon
Sumber: Iskandar Muda, 2008



Gambar 6.7. Waterpas

2. Statif

Statif adalah tempat di mana perkakas pergi dan membantu menyimpan perkakas seperti kereta luncur datar di tempatnya. Karena Statif memiliki tiga kaki dengan panjang yang sama, tinggi kaki dapat diubah. Karena potensi kesalahan pengukuran, tiang vertikal harus rata.



Gambar 6.8. Statif

3. Unting-unting/Jumbai

Jumbai terbuat dari besi atau kuningan dan berbentuk seperti kerucut dengan ujung bawah yang runcing dan tali yang menggantung dari atas. Suatu titik pada meteran diproyeksikan ke tanah atau sebaliknya dengan gunting.



Gambar 6.9. Unting-Unting/Jumbai
Sumber: Iskandar Muda, 2008

4. Patok

Batas jalan masuk ditandai dengan pancang survei, yang akan digunakan lagi setelah survei. Ajir biasanya ditanam di tanah dengan jarak 5 hingga 10 sentimeter agar tidak mudah tumbang. Kayu dan besi/beton adalah dua bahan yang digunakan untuk membuat pasak dan pasak.

- Pasak/Patok
Pasak dan pancang kayu memiliki penampang persegi kurang dari 50 mm kali 50 mm, dan bagian atasnya dicat.
- Patok beton / besi
Pasak beton/besi biasanya merupakan pasak tetap yang dapat digunakan berulang kali



Gambar 6.10. Jalon di atas patok
Sumber: Iskandar Muda, 2008

5. Pengukur (meteran)

Paduan kayu atau aluminium dapat digunakan untuk membuat pancang pengukur dan memberikan skala indikatif. Lebar ± 4 cm, panjang 3m-5m, tulisan dilengkapi dengan angka meter, sentimeter dan milimeter.



Gambar 6.11. Pita Ukur dan Metera

6. Rambu Bak Ukur

Paduan kayu atau aluminium dapat digunakan untuk membuat tanda tangki pengukur dengan skala pembacaan atau perbandingan. Lebar ± 4 cm, panjang antara 3m-5m bacaan dilengkapi dengan angka dari meter, deci meter, centimeter.



Gambar 6.12. Rambu Bak Ukur

7. Payung/ Pelindung

Untuk alat ukur, payung atau tameng memberi keteduhan dari terik matahari dan hujan. Bagaimana jika alat ukur sering basah atau panas? Lama kelamaan akan mudah rusak..

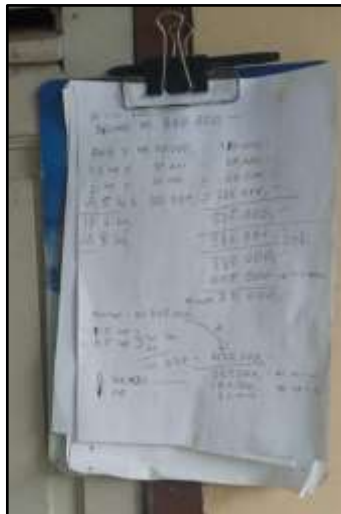


Gambar 6.13. Payung atau Pelindung

6.2.2 Bahan dan alat yang dipakai

1. Blangko ukur

Kondisi lapangan serta hasil perhitungan dan pengukuran dicatat dengan blanko pengukuran. lihat lampiran dan gambar)



Gambar 6.14. Formulir ukur

2. Denah atau Peta wilayah studi
Untuk menentukan di mana harus melakukan pengukuran, rencana atau peta digunakan.
3. Cat dan kuas
Cat dan kuas digunakan untuk menandai tempat-tempat di mana kita mengukur dan kemudian menempatkan tanda pengukur di sana juga. Cat dan bekas kuas yang hilang sebelum perhitungan selesai akan berdampak pada perhitungan survey pengukuran.



Gambar 6.15. Cat dan Kuas

4. Alat tulis/kalam
Di lapangan atau proyek, hasil survey atau pengukuran dicatat dengan menggunakan alat tulis atau kalam.
5. Tali
Tali berfungsi untuk:
Bertujuan untuk garis lurus, garis datar, pasangan kurus, plester, dan sehelai rambut.



Gambar 6.16. Tali

Sumber: Iskandar Muda, 2008

6. Paku atau pasak

Pastikan terbuat dari baja (besi) dengan diameter kurang dari 10 mm. Digunakan sebagai tanda pada saat rute (jalan) terbuat dari Asphalt Treated Base (ATB) dan patok kayu tidak dapat digunakan karena catnya mudah hilang.

6.2.3 Blagko Pengukuran

Blanko pengukuran digunakan untuk mencatat kondisi di lapangan atau hasil perhitungan dan pengukuran yang dilakukan di lapangan untuk proyek selanjutnya. terlampir).

6.2.4 Proses pengukuran

Cara pengukuran tachymetric mempernggunakan perangkat theodolite yang bekerja secara optik dan digital, sering disebut tachymeter. Alat teodolit dipasang di sebuah tongkat yang koordinat dan tingginya diketahui dari ukuran rangka alasnya. Nilai referensi mewakili titik pengukuran. Tanda ukuran atau objek ditempatkan di atas rincian yang ditunjukkan pada peta. Titik detail dapat berupa elemen alami / buatan manusia. Elemen alam misalnya perubahan kemiringan bumi yang digunakan sebagai elevasi titik dalam gambar kontur dan interpolasi. Misalnya,

elemen buatan manusia adalah sudut-sudut bangunan. Urutan pengaturan adalah sebagai berikut :

- 1) Aturlah alat theodolite pada suatu titik (stake) sebagai titik pengikat pada awal pengukuran (stake pertama) dengan menggunakan tolak ukur yang ada untuk mengukur poligon dan bidang.
- 2) Staif dan gelembung nivo dengan prinsip pergerakan 2 sekrup kaki kiap ke dalam dan keluar saja dan satu sekrup kaki kiap ke kanan/ ke kiri saja.
- 3) Dalam posisi teropong biasa diarahkan teropong titik detail satu yang telah didirikan rambu ukur di atas target tersebut, selanjutnya baca benang atas, benang tengah, dan benang bawah dari rambu ukur dalam titik detail satu dengan bantuan sekrup kasar dan halus pergerakan vertikal.
- 4) Lihat dan bacalah sudut horizontal yang menunjukkan azimuth magnetis dari titik detail satu dan baca pula sudut vertikal berupa sudut miring / sudut zenith dalam titik detail tersebut. Jika sudut vertikal yang dibaca relatif kecil antara 0° – 5° maka dapat dipastikan sudut tersebut adalah sudut miring dan jika berada di sekitar sudut 90° jadi dapat dipastikan sudut tersebut yaitu sudut zenith. Setelah terbaca semua data tersebut kemudian kita pindahkan rambu ukur ke titik detail berikutnya dan lakukan hal yang sama seperti diatas. Dalam membuat titik detail buatlah sebanyak-banyaknya sedemikian rupa sehingga informasi dari lapangan baik planimetris maupun ketinggian dapat disajikan secara lengkap di dalam peta.
- 5) Pindahkan alat theodolite ke titik ikat berikutnya, kemudian lakukan pengukuran tachymetri ke titik-titik detail yang lain.
- 6) berikutnya pengolahan data tachymetri dipindahkan dengan pengolahan data pengukuran sipat datar kemudian

pengukuran polygon sedemikian rupa sehingga diperoleh koordinat selanjutnya tinggi titik-titik detail.

- 7) Dari Pengukuran tachymetri selesai. Hasil yang diperoleh dari praktek pengukuran tachymetri di proyek atau lapangan adalah koordinat planimetris X,Y, selanjutnya ketinggian Z titik-titik detail yang diukur sebagai situasi daerah pengukuran untuk keperluan penggambaran titik detail dan garis-garis kontur atau provil dalam pemetaan.
8. Pemahaman sudut mendatar :
 - 1) Sebelum kunci boussole atau pengencang magnet kita lepaskan, selanjutnya akan terlihat skala pembacaan bergerak; sementara bergerak kita tunggu sampai skala pembacaan diam, kemudian kita kunci lagi.
 - 2) Pemahaman bersifat koinsidensi dengan mempergunakan tromol mikrometer.
9. Informasi atau Keterangan:
 - 1) Dalam pembacaan sudut miring perlu diperhatikan tanda positif / negatif, karena tidak setiap angka mempunyai tanda positif / negatif.
 - 2) Dalam pembacaan sudut miring di dekat 0° (0^{gr}) perlu dilihat tanda positif atau negatif, karenatandanya tidak terlihat, sehingga meragukan sipembaca.
 - 3) Dalam sistim pembacaan dari pos alat ukur tanah tersebut:
 - Sistim centi simal (grade).
 - Sistim sexa gesimal (derajat).
 - 4) dilapangan pembacaan skala tromol untuk pembacaan satuan menit atau satuan centigrade per kolom, ada yang mempunyai harga 2 menit (2°) per kolom.
 - 5) Dalam pembacaan lingkaran vertical ada 2 macam yaitu:
 - Bentuk sudut zenith.
 - Bentuk sudut miring.

- 6) Sudut miring atau sudut lereng yang harganya negatif, pembacaan dilakukan dari kanan ke kiri, kemudian untuk harga positif pembacaan dari kiri ke kanan.
 - 7) Perlu diyakinkan harga sudut miring positif / negatif.
10. Pemahaman Rambu.
- i. Kami menempatkan utas atas 1 m, atau 2 m, dalam meter, jauh dari tanda sehingga kami dapat memahami jaraknya. Setelah itu, baca utas tengah dan bawah..
 - ii. Untuk membaca sudut miring, sejajarkan benang tengah teropong dengan ketinggian instrumen. Gelembung nivo vertikal pertama-tama harus berada di tengah sebelum pembacaan dapat dilakukan.

6.2.5 Penurunan Persamaan Titik Detail Tachymetri

Persamaan yang digunakan dalam tachymetri adalah :

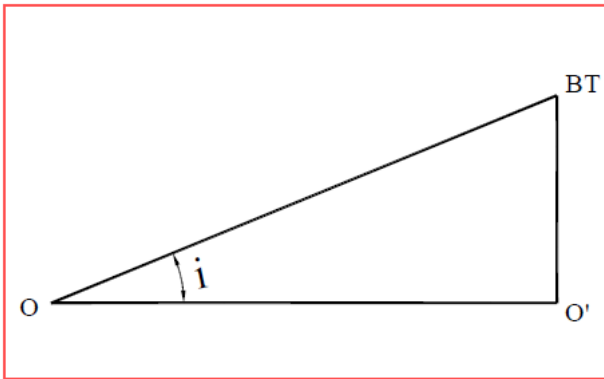
1. $BA' - BT \rightarrow \cos i = \frac{BA' - BT}{BA - BT}$
 $(BA - BT) \cdot \cos i = BA' - BT$
 $BA' = (BA - BT) \cdot \cos i + BT$
2. $BT - BB' \rightarrow \cos i = \frac{BT - BB'}{BT - BB}$
 $(BT - BB) \cdot \cos i = BT - BB'$
 $BB' = BT - (BT - BB) \cdot \cos i$
3. $BA' = (BA - BT) \cdot \cos i + BT$
 $BB' = BT - (BT - BB) \cdot \cos i$
 $(BA' - BB') = \frac{(BA - BT + BT - BB) \cdot \cos i}{1}$
 $= (BA - BB) \cdot \cos i$
4. $dABx = dAB \cdot \cos i \cdot 100$
 $dABx = (BA - BB) \cdot \cos i \cdot \cos i \cdot 100$
 $dABx = (BA - BB) \cdot \cos^2 i \cdot 100$
5. $dABx = dAB \cdot \cos i \cdot 100$
 $dABx = (BA - BB) \cdot \cos i \cdot \cos i \cdot 100$
 $dABx = (BA - BB) \cdot \cos^2 i \cdot 100$

6. Notasi :

XA dan YA = Hasil analisis data polygon.

dABx = Hasil analisis data tachymetry.

α_{AB} = Hasil survey pembacaan sudut horizontal (azimuth) theodolite.



Gambar 6.17. Segitiga O BT O'

Sumber: Iskandar Muda, 2008

7. $\sin i = \frac{O'B}{d_{AB}} = \frac{O'B}{d_{AB}} = \sin i$

8. $\Delta H_{AB} = \text{Tinggi alat} + O'B - BT$

$\Delta H_{AB} = \text{Tinggi alat} + d_{AB} \cdot \sin i - BT \rightarrow \text{Tinggi alat} + (BA - BB) \cdot \cos i \cdot \sin i \cdot 100 - BT$

$\Delta H_{AB} = \text{Tinggi alat} + (BA - BB) \cdot \sin 2i \cdot \frac{1}{2} \cdot 100 - BT$

$\Delta H_{AB} = \text{Tinggi alat} + (BA - BB) \cdot \sin 2i \cdot 50 - BT$

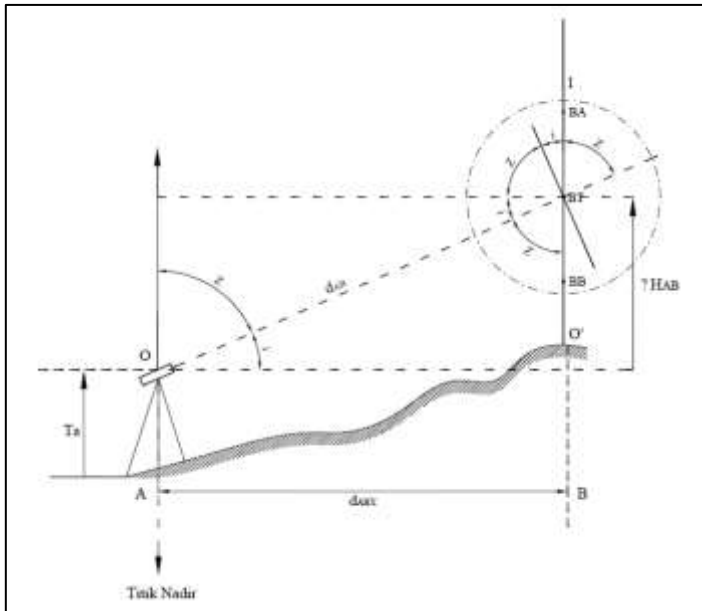
Maka :

$TB = \text{Tinggi alat} + \Delta H_{AB}$

Nitasi:

Tinggi alat = Hasil pengolahan data sipat datar

ΔH_{AB} = Hasil pengolahan data Tachymetri



Gambar 6.18. Survey Titik Detail Tachymetri
Sumber: Iskandar Muda, 2008

6.3 Analisis Data Pengukuran Tachymetri

Semakin banyak bukti dari lapangan atau survei, semakin baik. Ketinggian alat, sudut/zenit vertikal, dan azimuth magnetik adalah beberapa informasi yang dikumpulkan dari tempat alat berdiri. Pembacaan utas atas, utas tengah, dan utas bawah/jarak langsung adalah data yang diperoleh dari tempat tanda atau target berdiri. Koordinat dan titik detail ketinggian dapat diperoleh segera dan disimpan dalam memori pada perangkat theodolite dengan kemampuan total station.

Untuk mengeliminasi kesalahan sistematis dan keliru serta potensi kesalahan besar, bukti yang diperoleh dari survei atau lapangan harus diproses. Pengolahan bukti pipih secara vertikal dan poligon secara horizontal dapat dilakukan secara

manual dengan bantuan mesin hitung atau secara tabular dengan bantuan komputer. Kedua metode ini membutuhkan bukti yang rata.

6.4 Penggambaran hasil Survey dan pengukuran tachymetri

Data dari lapangan diolah terlebih dahulu sebelum data survei atau praktik pengukuran digunakan untuk keperluan pembuatan peta. Data mentah yang harus diolah sesuai dengan metode pengukuran yang digunakan diperoleh dari pengukuran Tachymetry.

Karya pemetaan adalah karya yang menghasilkan informasi spasial berupa peta setelah hasil olahannya disajikan di atas kertas dalam bentuk peta.

Deskripsi data pengukuran tachymetric hampir identik dengan penggambaran vertikal pengukuran sudut datar, diikuti dengan deskripsi horizontal pengukuran poligon.

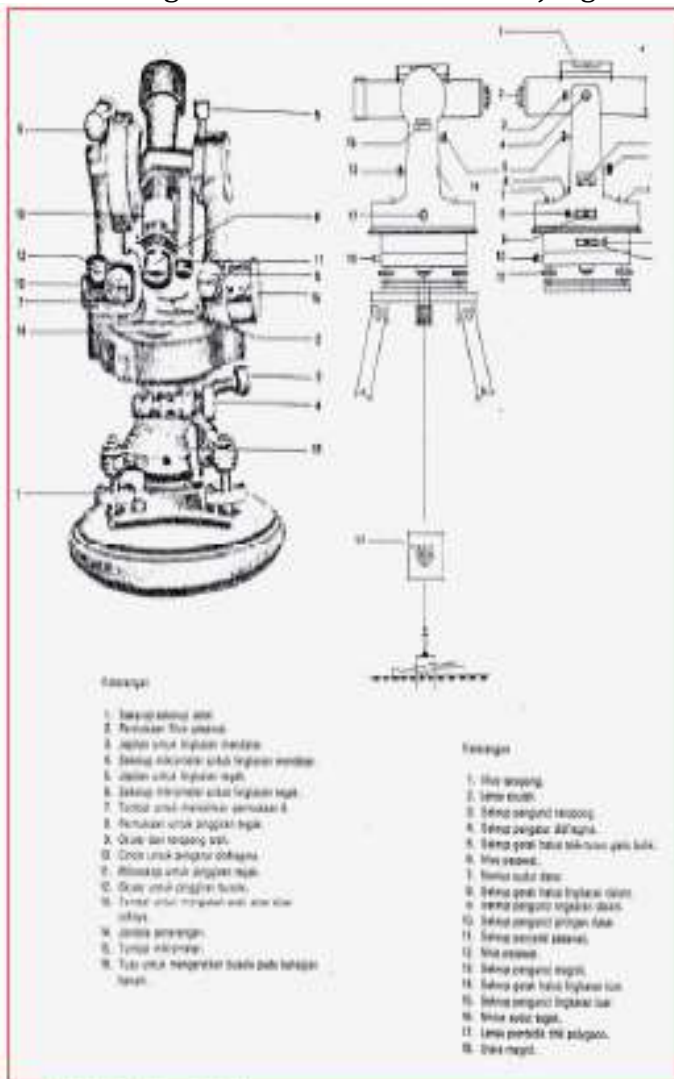
Ketinggian definitif titik ikat merupakan hasil pengolahan sifat datar rangka dasar vertikal, sedangkan koordinat titik ikat merupakan hasil pengolahan data rangka dasar horizontal. Tahap awal, akhir perkiraan juga diberikan sebagai kontrol level ke atas.

Titik kontrol vertikal, horizontal dapat diperoleh dengan cara:

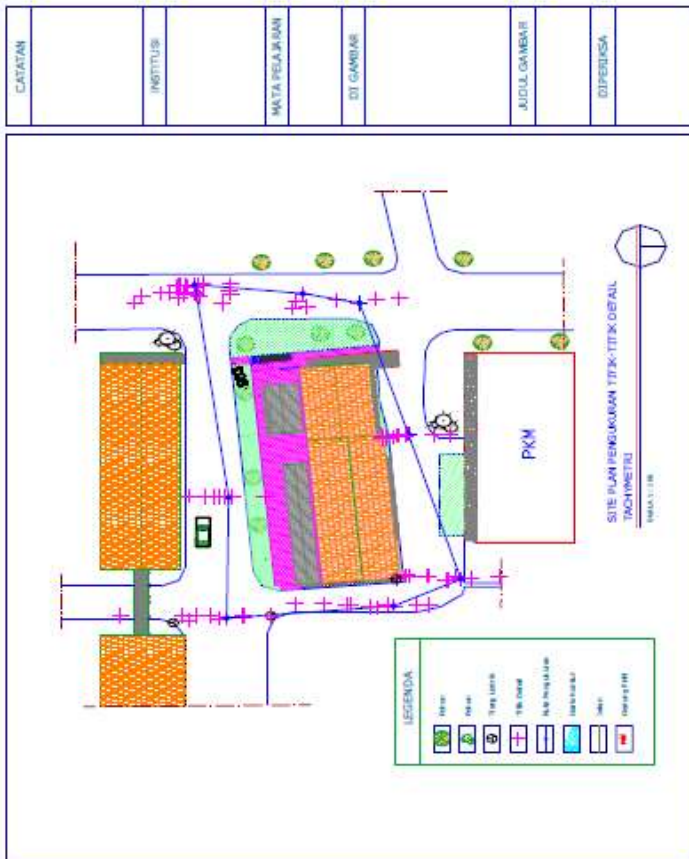
- 1) Penentuan *benchmark* yang ada dari Survey lapangan hasil pengukuran sebelumnya.
- 2) Data pengamatan diatas peta, untuk koordinat dari hasil interpolasi grid-grid peta.

Ketinggian akhir kemudian dihitung dengan menginterpolasi garis kontur pada peta. Untuk mendapatkan data luasan pengukuran atau hasil survey kemudian dibuat koordinat definitif baik secara manual maupun digital dengan menggunakan komputer. Untuk menentukan pasang surut

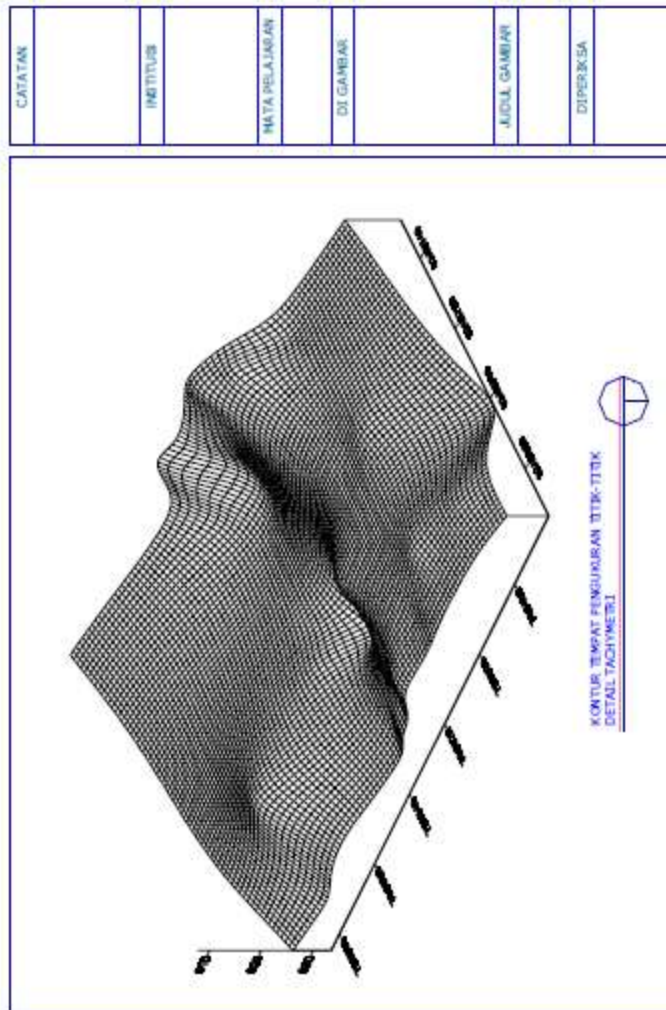
permukaan tanah di sepanjang jalur pengukuran, tinggi dan ukuran titik ikat digambar dalam arah memanjang.



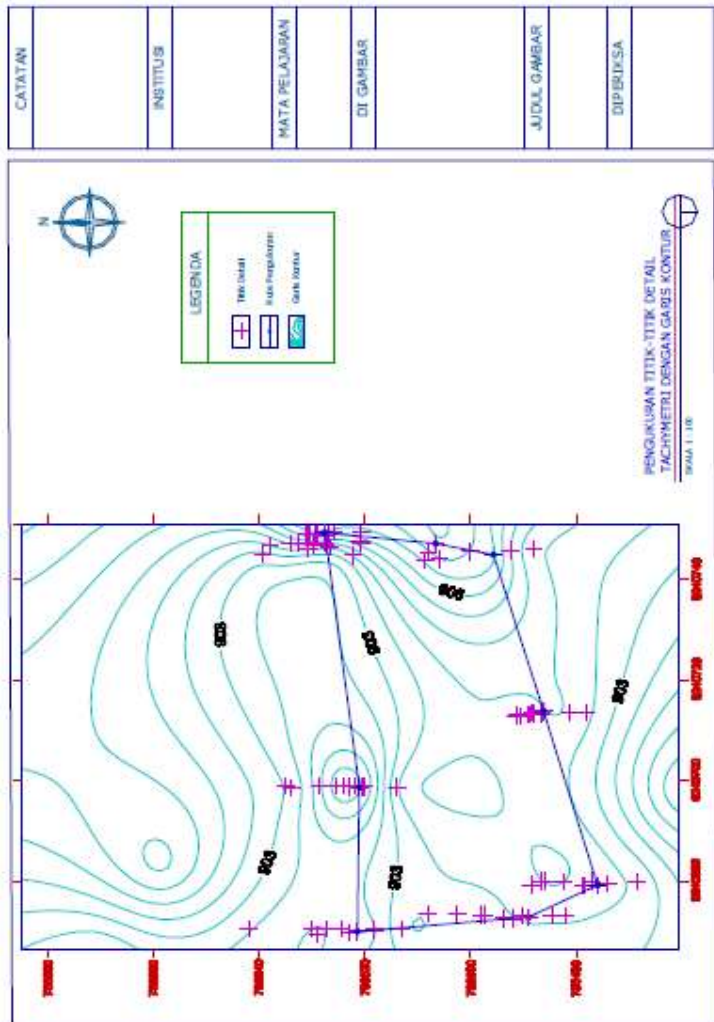
Gambar 6.19. Theodolite O BT O'
Sumber: Iskandar Muda, 2008



Gambar 6.20. Peta Pengukuran Titik-Titik Detail Tachymetri
Sumber: Iskandar Muda, 2008



Gambar 6.21. Kontur 3D tempat pengukuran titik detail tachymetri
Sumber: Iskandar Muda, 2008



Gambar 6.23. Pengukuran titik detail tachymetri dengan garis kontur 2
Sumber: Iskandar Muda, 2008

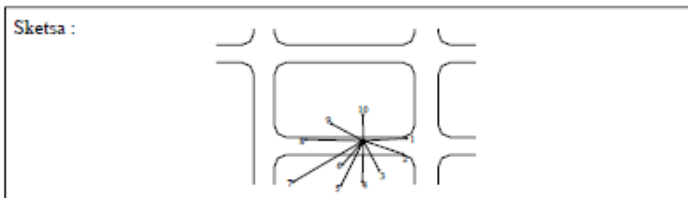
Tabel 6.1. Blangko pengukuran titik detail

[illegible]

Sumber: Iskandar Muda, 2008.

Tabel 6.3. Blangko pengukuran titik detail posisi 2

PENGUKURAN SITUASI DETAIL												
Laboratorium Ilmu Ukur Tanah Jurusan Teknik Bangunan								No Lembar		dari		
Pengukuran				Tachymetri				Cuaca		Mendung		
Lokasi				Gedung Olah Raga				Alat Ukur		T.O Wild 138402		
Ditukur Oleh		Kelompok 8		Tanggal				Instruktur				
Titik Ukur		Tinggi Alat/Patok	Bacaan Sudut		Jarak (m)		Benang		Beda Tinggi		Tinggi Atas Last (m)	Ket
			Horizontal	Vertikal			Tengah	Atas				
Dari	Ke				Miring	Datar		Bawah	+	-		
2	1	1.30	71°4'	93°3'			0.597	0.658				
								0.535				
	2		91°30'	93°4'			0.484	0.55				
								0.418				
	3		134°9'	90°33'			1.006	1.056				
								0.955				
	4		172°45'	90°35'			1.5	1.1				
								1				
	5		212°30'	92°15'			0.634	0.688				
								0.58				
	6		242°56'	91°8'			0.915	0.98				
								0.85				
	7		245°5'	91°20'			0.938	1.035				
								0.84				
	8		272°56'	91°20'			1.223	1.266				
								1.18				
	9		291°9'	88°19'			1.12	1.16				
								1.08				
	10		1°43'	91°18'			1.111	1.126				
								1.095				

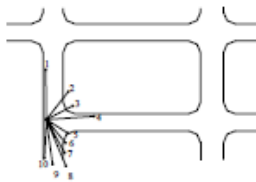


Sumber: Iskandar Muda, 2008

Tabel 6.4. Blangko pengukuran titik detail posisi 3

[illegible]

Sketsa :

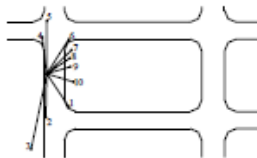


Sumber: Iskandar Muda, 2008

Tabel 6.5. Blangko pengukuran titik detail posisi 4

[illegible]

Sketsa :

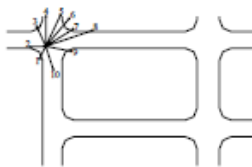


Sumber: Iskandar Muda, 2008

Tabel 6.6. Blangko pengukuran titik detail posisi 5

[illegible]

Sketsa :

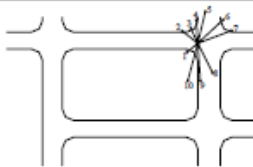


Sumber: Iskandar Muda, 2008.

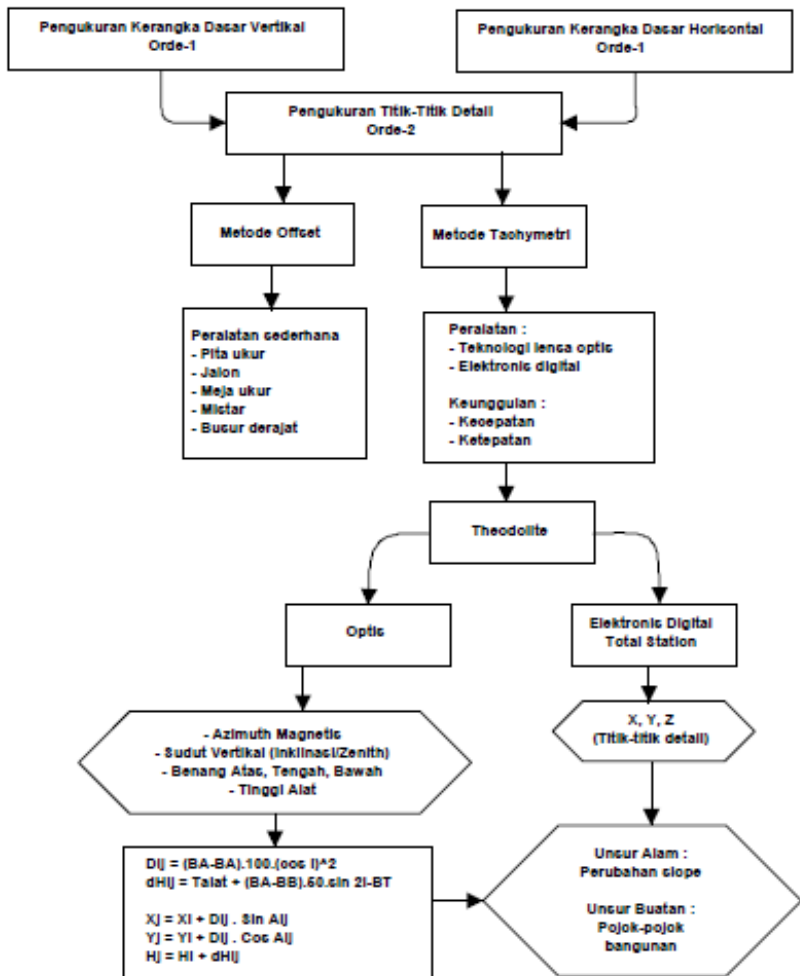
Tabel 6.8. Blangko pengukuran titik detail posisi 7

[illegible]

Sketsa :



Sumber: Iskandar Muda, 2008.



Gambar 6.24. Bagan alir Pengukuran titik-titik detail metode tachymetri
 Sumber: Iskandar Muda, 2008

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Syaifullah, S.T., M.Si. Ir. Eko Budi,Wahyono, M.Si.,Agus Susmiyanto, S.T,2008. Kementerian Agraria dan Tata Ruang /Badan Pertanahan Nasional Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan
- Arief Syaifullah, 2014, Ilmu Ukur Tanah Kementrian Agraria Dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional2014
- Barus, B dan U.S. Wiradisatra. 2000. Sistem Informasi dan Geografis.Bogor.
- Budiono, M..dan kawan-kawan. 1999. Ilmu Ukur Tanah. Angkasa. .Bandung.
- Darmaji, A. 2006. Aplikasi Pemetaan Digital dan Rekayasa Teknik Sipil dengan Autocad Development. .ITB. Bandung.
- Gayo, Yusuf., dan kawan-kawan. 2005. Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan. .PT. Pradjna Paramita. Jakarta.
- Iskandar Muda, 2008. Teknik Survei Dan Pemetaan Jilid 3. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan .Nasional Tahun 2008.

BAB 7

POLIGON TERTUTUP

Oleh Erniati Bachtiar

7.1 Pendahuluan

Poligon merupakan segi banyak yang pada umumnya dimanfaatkan pada pengadaan kerangka dasar pemetaan. Poligon ini diminati karena memiliki sifat yang fleksibel dan hitungannya sederhana (Syaifullah, 2014). Sifat fleksibel dalam pengukuran polygon bisa dilakukan dengan berbagai model medan pengukuran. Bentuk model ini mulai dari yang paling sederhana sampai paling kompleks. Bentuk sederhana dapat berupa segitiga sedangkan bentuk kompleks seperti segi n dengan variasi loop (dimana n merupakan jumlah sisi poligon yang tak terhingga). Hitungan polygon sangat sederhana, kenapa demikian dimana seorang Surveyor bisa melakukan perhitungan koordinat ukuran poligon dengan mempergunakan alat hitung seperti kalkulator dan ilmu pengetahuan matematika dasar serta pelatihan sedikit. Namun demikian, sering kali ditemukan Juru ukur terlihat masih kurang terampil dan mereka masih merasakan sulitnya dalam perhitungan poligon ini. Padahal juru ukur tersebut telah mengikuti berbagai pelatihan terkait pengukuran.

Menurut dalam arti kamus (Oxford, 1987 dalam (Syaifullah, 2014)) bahwa pengertian poligon ialah terbentuknya suatu bidang dari beberapa garis-garis yang umumnya lebih dari lima. Sedangkan pada beberapa buku teks, tidak ada penulis yang memberikan defenisi poligon secara terkhusus. Wongsoetjitro (1908) mempergunakan istilah poligon dimana dalam menentukan koordinat titik-titik suatu tempat dengan cara membuat segi banyak yang panjang dan terhubung satu sama lain. Sosrodarsono

et.al (1997) dalam (Syaifullah, 2014) bahwa “penggunaan istilah poligon dalam pembahasan pengukuran titik-titik kontrol sebagai bentuk jaring-jaring yang dibagi menjadi poligon bersambung dan poligon tertutup”. Frick (1979) bahwa “penggunaan istilah poligon dan membaginya secara lebih rinci menjadi berbagai jenis yakni terikat, lepas, poligon utama, dan poligon cabang”(Syaifullah, 2014).

ketiga penulis berbeda dengan di atas dimana mereka tidak mendefinisikan poligon secara eksplisit, Brinker *et.al* (1996) memberikan definisi poligon secara tegas sebagai “serangkaian garis berurutan yang arah dan panjangnya telah ditentukan dari pengukuran”. Menurut Brinker *et.al* (1996), bahwa “pengukuran poligon adalah suatu pekerjaan yang melakukan penetapan-penetapan stasiun-stasiun poligon, dan melakukan pembuatan pengukuran-pengukuran yang perlu, dan juga cara yang paling dasar dan paling banyak dilakukan untuk penentuan letak nisbi titik-titik. Untuk itu, poligon dibagi menjadi poligon terbuka dan poligon tertutup” (Syaifullah, 2014).

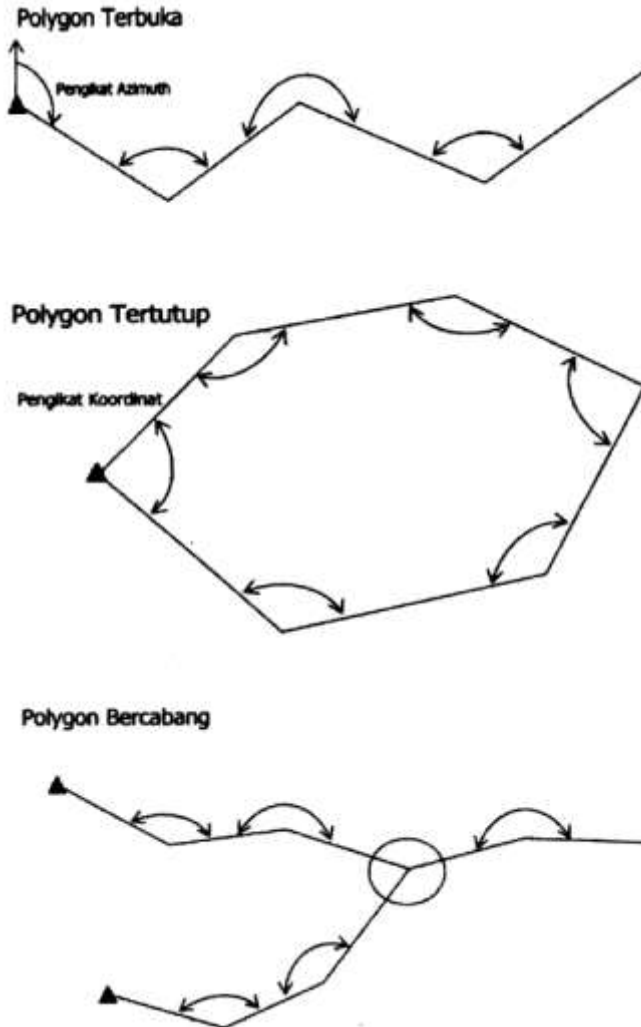
7.2 Peralatan Pengukuran Polygon

Pengukuran ilmu ukur tanah yang umumnya di perlukan adalah data jarak dan data sudut. Untuk itu alat yang dipergunakan dalam pengukuran polygon adalah rambu ukur, waterpass atau theodolit. Selain itu, peralatan bantu lainnya yang sering dipergunakan adalah target (kaki tiga) plus unting-unting), kertas formulir, alat tulis menulis dan payung serta topi (Hartanto & Kustarto, 2012).

7.3 Jenis-jenis Polygon

Jenis jenis poligon dapat dibedakan berdasarkan bentuknya dan jenis pengikatnya (Hartanto & Kustarto, 2012). Berdasarkan bentuknya, poligon dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis yakni Poligon Terbuka, Poligon Tertutup, dan Poligon Bercabang. Sedangkan

jenis poligon berdasarkan pengikatnya ada 2 (Dua) jenis yaitu pengikatan azimuth dan pengikatan koordinat. Adapun contoh model polygon terbuka, poligon tertutup dan polygon bercabang bisa diperhatikan sebagaimana pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Jenis-jenis Polygon (Hartanto & Kustarto, 2012)

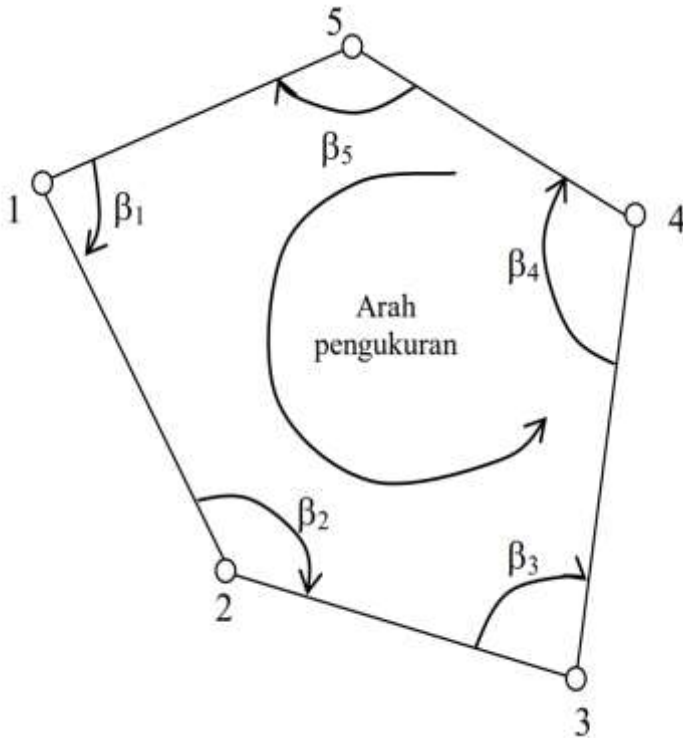
7.4 Bentuk Poligon Tertutup

Adapun tahapan pekerjaan yang dilakukan dalam pengukuran poligon tertutup adalah sebagai berikut (Tumpu *et al.*, 2021):

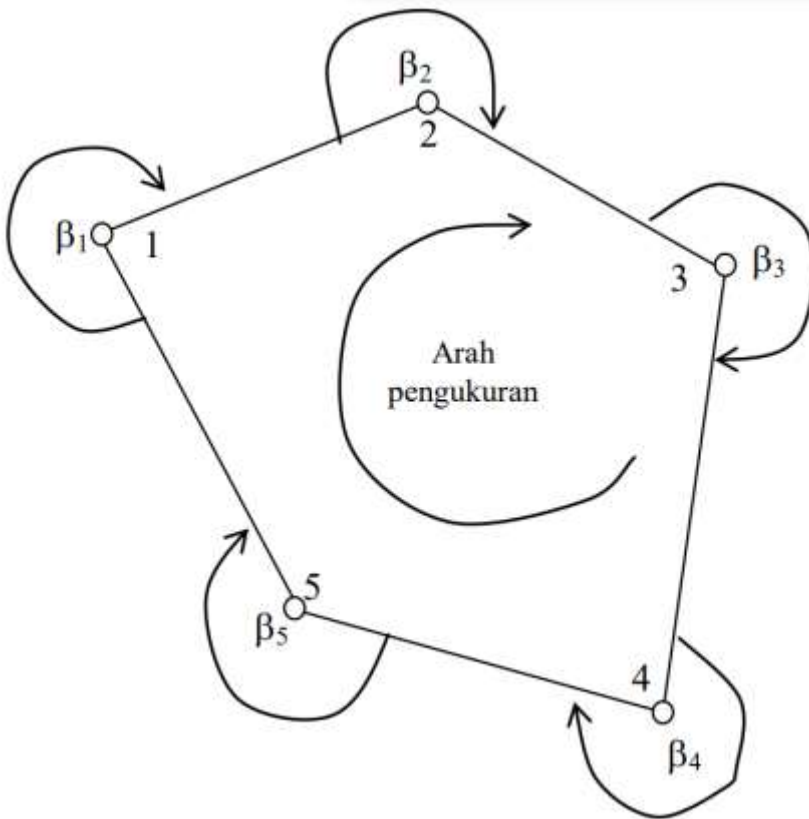
1. Catatan dan tabel daftar pengukuran disiapkan untuk pengukuran
2. Sketsa lokasi areal dibuat sebagai tempat akan dilakukan pengukuran.
3. Titik-titik lebih dahulu ditentukan yang akan dibidik dan kemudian menancapkan patok.
4. Pesawat ditempatkan pada posisi di atas titik (P1), kemudian setelah pesawat tersebut sampai diperoleh kedataran;
5. Pesawat diarahkan ke arah utara kemudian nolkan piringan sudut horisontal, selanjutnya kunci pesawat tersebut dengan cara putar skrup piringan bawah;
6. Teropong diputar lalu teropong pesawat arahkan ke titik (P2), selanjutnya pembacaan dan dicatat sudut horisontalnya yang merupakan sebagai sudut azimuth. Pembacaan ini adalah bacaan biasa sebagai bacaan muka;
7. Teropong diputar 180° arah vertikal, kemudian teropong arahkan ke titik P2 dimana posisi pesawat tepat di atas titik P1, selanjutnya pesawat tersebut diputar 180° (searah jarum jam),
8. Pembacaan sudut horisontal dilakukan, dimana pembacaan ini adalah bacaan muka sebagai bacaan luar biasa.
9. Teropong pesawat diputar, selanjutnya diarahkan di titik P akhir dan melakukan pembacaan sudut horisontal sebagai bacaan biasa dan luar biasa. Pembacaan ini adalah bacaan belakang;
10. Lakukan langkah yang sama seperti langkah sebelumnya pada titik-titik poligon selanjutnya sampai kembali ke titik P1;

11. Jarak antar titik diukur dengan menggunakan meteran;
12. Hitung koordinat masing-masing titik dan sudut pengambilan sudut azimuth;
13. Menggambar hasil perhitungan dan pengukuran.

Gambar 7.2 dan Gambar 7.3 memperlihatkan dua contoh Gambar poligon tertutup yang terdiri dari lima sudut titik. Gambar 7.2 menunjukk poligon tertutup yang terdiri dari sudut lima titik yang arah pengukuran berlawanan jarum jam. Gambar 7.3 menunjukk poligon tertutup yang terdiri dari sudut lima titik yang arah pengukuran searah jarum jam.



Gambar 7.2. Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik: arah pengukuran berlawanan jarum jam (Syaifullah, 2014)



Gambar 7.3. Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik: arah pengukuran searah jarum jam (Syaifullah, 2014)

Arah pengukuran poligon sangat penting dipahai diketahui untuk setiap pekerjaan poligon tertutup. Gambar 7.2, memperlihatkan poligon tertutup berjumlah sudut lima titik, dimana arah pengukuran searah jarum jam. Pada sudut dalam merupakan sudut kanan (β) yang terbentuk yang merupakan konsenkuensinya pengukuran berlawanan arah jarum jam. Berbeda dengan poligon kedua, pada Gambar 8.3, terbentuk sudut

kanan (β) yakni sudut luar, ini merupakan konsekuensi dari pengukuran searah jarum jam. Sebagaimana diketahui bahwa sudut yang terbentuk dari selisih arah bacaan muka dikurangi arah bacaan belakang (*back sight* atau *reference object*) adalah sudut kanan. Pembacaan *back sight* bisa dilakukan dengan set nol dan sembarang atau sebesar azimuth yang dipahami. Pada saat theodolit pada titik-2, pembacaan belakangnya merupakan hasil bidikan ke titik-1, untuk bacaan mukanya merupakan hasil bidikan ke titik-3. Untuk theodolit di titik-3, hasil bidikan ke titik-2 adalah pembacaan belakangnya, sedangkan hasil bidikan ke titik-4 adalah bacaan mukanya. Saat theodolit di titik-4, hasil bidikan ke titik-3 adalah bacaan belakangnya sedangkan hasil bidikan ke titik-5 bacaan mukanya. Saat theodolit di titik-5, hasil bidikan ke titik-4 adalah bacaan belakangnya sedangkan hasil bidikan ke titik-1 adalah bacaan mukanya. Selanjutnya terakhir, saat theodolit di titik-1.

Perhitungan sudut poligon tertutup dengan memanfaatkan sudut dalam merupakan perhitungan yang banyak disenangi oleh beberapa surveyor. Namun demikian, perhitungan ini kurang tepat, seharusnya pada perhitungan poligon tertutup, sebaiknya membiarkan sudut apa saja yang terbentuk dari pengukuran, apakah membentuk sudut luar atau dalam dengan catatan dalam penghitungannya menggunakan sudut kanan (*angle to the right*). Perbedaan yang terjadi antara sudut dalam dan sudut luar itu hanya terjadi pada pengkoreksian. Pengoreksiannya menggunakan Persamaan 8.1 jika sudut kanan membentuk sudut dalam, sedangkan pengkoreksianya menggunakan persamaan 8.2 jika sudut kanan membentuk sudut luar. Pada poligon terbuka tidak dikenal dengan sudut dalam atau sudut luar, akan tetapi hanya sudut kanan. Jadi Persamaan 8.1 dan Persamaan 8.2 hanya berlaku untuk poligon tertutup.

Syarat penutup sudut.

Jumlah sudut dalam, perhitungan secara geometris dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7.1. Sedangkan jumlah sudut luar, perhitungan secara geometris dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7.2.

$\Sigma\beta = (n-2).180^{\circ} \dots\dots\dots(7.1)$

$\Sigma\beta = (n+2).180^{\circ} \dots\dots\dots(7.2)$

dimana n: jumlah titik sudut poligon

Contoh 1.

Perhatikan Gambar 7.2 Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik, dimana pengukuran dilakukan dengan arah berlawanan jarum jam, jumlah sudut dalam:

$\Sigma\beta = (5-2).180^{\circ} = 540^{\circ}$

Poligon pada Gambar 8.3, Poligon tertutup berjumlah sudut lima titik, dimana pengukuran dilakukan dengan arah searah jarum jam, jumlah sudut luar:

$\Sigma\beta = (5+2).180^{\circ} = 1260^{\circ}$

Keseluruhan ukuran sudut ($\Sigma\beta$) penyimpangannya bisa dihitung yang menggunakan perhitungan syarat geometris sudut tersebut. Selisih syarat penutup sudut dengan jumlah sudut ukuran disebut penyimpangan atau kesalahan (Persamaan 7.3 dan Persamaan 7.4). Ada beberapa penyebab sehingga angka yang dihasilkan sebagai hasil ukuran sudut tidak tepat, seperti syarat sudut yang dihasilkan pada contoh 1 diatas, namun biasanya mendekati angka tersebut. Ketelitian alat yang digunakan mempengaruhi besarnya penyimpangan hasil pengukuran.

Penyimpangan untuk sudut dalam dapat dihitung dengan Persamaan 7.3 dan untuk sudut luar dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7.4.

$$f\beta = (n-2).180^\circ - \Sigma\beta^\circ \dots\dots\dots (7.3)$$

$$f\beta = (n+2).180^\circ - \Sigma\beta^\circ \dots\dots\dots (7.4)$$

dimana $f\beta$: penyimpangan/kesalahan ukuran sudut polygon, $\Sigma\beta^\circ$: jumlah ukuran sudut kanan

Contoh 2.

- 1) Perhatikan Gambar 7.2, dengan anggapan jumlah sudut dalam telah dihitung, hasil ukuran $\Sigma\beta^\circ = 540^\circ 00'30''$, jadi kesalahan penutup sudut $f\beta = 540^\circ - 540^\circ 00'30'' = -30''$. Tanda negatif (-) memperlihatkan bahwa hasil ukuran sudut lebih besar daripada yang seharusnya. jika toleransi memenuhi, selanjutnya dihitung $f\beta$ dibagi jumlah titik poligon (n) dan dikoreksikan pada setiap sudut ukuran. Untuk kasus Gambar 7.2, besarnya koreksi ($k\beta$) adalah $-30''/5 = -6''$.
- 2) Perhatikan Gambar 7.3, dengan anggapan jumlah sudut luar telah dihitung, dimana hasil ukuran $\Sigma\beta u = 12590^\circ 59'10''$, maka kesalahan penutup sudut $f\beta = 12600 - 12590^\circ 59'10'' = +50''$. Tanda positif (+) memperlihatkan hasil ukuran sudut lebih kecil daripada yang seharusnya. Jika toleransi memenuhi, selanjutnya dihitung $f\beta$ dibagi jumlah titik poligon (n) dan dikoreksikan pada setiap sudut ukuran. Untuk kasus Gambar 7.3, besarnya koreksi ($k\beta$) adalah $+50''/5 = +10''$.

7.5 Toleransi Sudut

Toleransi merupakan tujuan yang ingin dicapai pada pengukuran, dimana tujuan tersebut merupakan dua batas penyimpangan ukuran yang diijinkan. Dalam pengukuran, jika terjadi penyimpangan sama atau lebih kecil dari batas atas toleransi maka pengukuran sudut tersebut dapat diterima. Sebaliknya pengukuran ditolak jika hitungan toleransi lebih besar

dari batas atas toleransi. Dengan menggunakan hukum kompensasi, perhitungan toleransi ukuran sudut dapat dilakukan dimana toleransi merupakan ketelitian alat dikalikan dengan akar jumlah kejadiannya. Persamaan toleransi dapat dilihat pada Persamaan 7.5.

$$\text{Toleransi: } |\text{f}\beta| \leq C\sqrt{n} \dots\dots\dots(7.5)$$

Dimana $||$: tanda harga mutlak; n : jumlah titik polygon, C : ketelitian alat.

Contoh 3.

Apakah hasil ukuran pada contoh 2 di atas diterima? Jika pada bacaan terkecil theodolit sebesar $30''$.

Jawab

$$C = \frac{1}{2} \cdot 30'' = 15'', \text{ Batas atas toleransi} = 15''\sqrt{5} = 33,5''$$

Perhatikan Poligon Gambar 7.2,

$$|\text{f}\beta| = |-15| = 15, \text{ hasil ukuran diterima karena } 15 \text{ kurang dari } 33,5''.$$

Perhatikan Poligon Gambar 7.3, $|\text{f}\beta| = 50$, ditolak karena 50 lebih dari $33,5''$.

Hasil pengukuran sudut poligon Gambar 7.2 dapat diterima, dimana bahwa tidak ada kesalahan sistematis ataupun kesalahan kasar yang terjadi pada pengukuran sudut tersebut. Pada perhitungan poligon tidak bisa dilanjutkan apabila masih ada kesalahan sistematis atau kasar. Perhitungan dapat dilanjutkan karena pada prinsipnya jika tidak ada kesalahan sistematis/kasar. Ada beberapa alasan hasil pengukuran sudut polygon Gambar 7.3 ditolak, yakni kesalahan yang terjadi sangat jelas yaitu pada sudut tersebut masih tidak terbebas dari kesalahan non acak. Dengan demikian, hasil perhitungan atau dengan kata lain semua data ukuran yang dihasilkan dari pengukuran dan perhitungan dicek Kembali, jika perlu pengukuran ulang penting dilakukan Kembali. Para surveyor tidak boleh atau dengan kata lain dilarang keras

untuk merekayasa data ukuran sudut, dengan tujuan untuk memenuhi toleransi. Kenapa demikian, karena cara ini sangat membahayakan dan berefek fatal bagi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan selanjutnya.

Untuk surveyor yang memiliki pengalaman banyak atau dikenal berpengalaman maka pengukuran ulang sudut-sudut poligon bisa dilakukan dengan memilih beberapa sudut dengan intuisinya yang kuat/perasaan kuat, dimana surveyor memiliki pertimbangan kesulitan cuaca, kelelahan, medan, waktu pengukuran dan besarnya sudut yang terbentuk. Kemungkinan besar sudut pada titik-titik tertentu saja yang bisa menjadi kesalahan terjadi. Selanjutnya, pengukuran ulang bisa dikerjakan secara cepat dengan hanya memanfaatkan metoda setengah seri rangkap, dengan catatan saat pengukuran ulang sebagai kontrol di lapangan menggunakan data-data ukuran lama untuk dikonfirmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartanto, J. A., & Kustarto, D. W. H. 2012. *Ilmu Ukur Tanah (Metode & Aplikasi)* (Pertama). Penerbit Dioma.
- Syaifullah, A. 2014. *Modul MKB-2/3 SKS/ MODUL I-IX: Ilmu Ukur Tanah* (kedua). STPN.
- Tumpu, M., Parea Rusan Rangan, Tuti Agustin, Rustan, F. R., Isdyanto, A., Hamdi, F., Bachtiar, E., Tamim, T., Mahyuddin, Halim, H., & Sugiyanto, G. 2021. *Dasar-Dasar Ilmu Ukur Tanah*. Yayasan Kita Menulis.

BAB 8

PENGUKURAN WATERPASS

Oleh Abdul Gaus

8.1 Pendahuluan

Pengukuran dan pemetaan merupakan tahap awal yang sangat penting dalam suatu perencanaan dan pekerjaan konstruksi yang dilakukan oleh seorang insinyur (Rochmadi, 2005). Pengukuran dengan alat ukur waterpass merupakan salah satu pengukuran sipat datar. Sipatan merupakan cara untuk menyatakan tinggi relatif sebuah titik di atas atau di bawah sebuah bidang acuan. Bidang acuan merupakan sebuah permukaan datar yang dijadikan sebagai acuan semua ketinggian atau dikenal sebagai datum. Pengukuran dengan alat ukur waterpass dimaksudkan untuk mengetahui beda tinggi antara dua titik (Haerunnas, 2019; Yasada and Setyono, 2020). Hingga saat ini Metode ini merupakan pengukuran beda tinggi yang paling (Sri Mulyani and Tampubolon, 2015).

8.2 Fungsi Pengukuran Waterpass

Penggunaan waterpass dalam menggambarkan topografi suatu daerah atau kawasan yang digunakan dalam perekayasaan topografi permukaan sudah sejak lama dilakukan, Adapun fungsi pengukuran menggunakan alat waterpass secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:

- a) Memperoleh daerah pengukuran tertentu yang memiliki ketinggian sama pada suatu daerah, dengan cara membidik titik – titik tertentu secara datar sehingga membentuk sekumpulan titik dengan ketinggian sama (Sutardi, 2007)

- b) Mengetahui jarak datar dan beda tinggi berdasarkan garis bidik pada suatu daerah atau penampang, hal ini dapat dilakukan dengan (Haerunnas, 2019)
- c) Menyusun peta penampang topografi pada suatu jalur irigasi, jalan raya, kawasan perumahan, pertambangan, pelabuhan, bandar udara dan sebagainya.

8.3 Bagian alat ukur waterpass

- 1. Rumah Lensa Depan
- 2. Sekrup Fokus Obyek
- 3. Body Teropong



Gambar 8.8. Alat Waterpass

- 4. Lensa Bidik (Lensa Okuler)
- 5. Sekrup Penggerak Horizontal
- 6. Sekrup Leveling
- 7. Visir Bidikan
- 8. Cermin Nivo
- 9. Nivo
- 10. Lensa Obyektif
- 11. Skala Gerakan Sudut Horizontal
- 12. Plat Dasar
- 13. Sekrup Fokus Benang



Gambar 8.9. Lensa Bidik (Lensa Okuler)



Gambar 8.10. Posisi gelembung dalam nivo saat seimbang

8.4 Penentuan beda tinggi antara dua titik

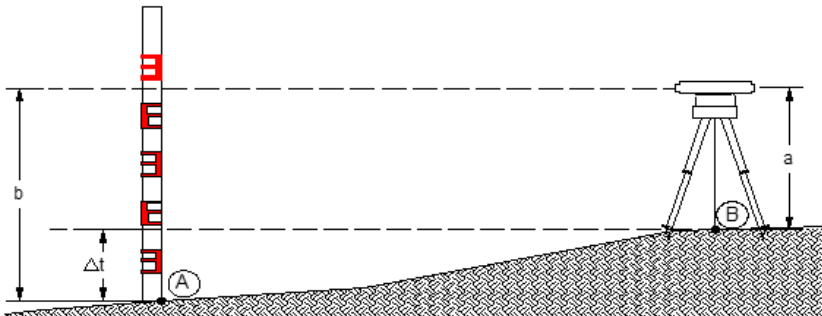
Penentuan beda tinggi antara dua titik dapat dilakukan dengan tiga cara berdasarkan letak penempatan alat ukur. Penggunaan salah satu metode ini tergantung pada keadaan lapangan (Yusuf and Halim, 2002)

Cara I.

Dengan menempatkan alat ukur sipat datar diatas salah satu titik. Tinggi a garis bidik (titik tengah teropong) diatas titik B diukur dengan mistar. Dalam keadaan seimbang, garis bidik diarahkan ke mistar yang diletakkan di atas titik lainnya, ialah

titik A. Pembacaan pada mistar dimisalkan b, maka angka b ini menyatakan jarak antara angka b dengan mistar maka beda tinggi antara titik A dan titik B (Brinker, Wolf and Walijatun, 2000) adalah:

$$\Delta t = b - a \dots\dots\dots (1)$$

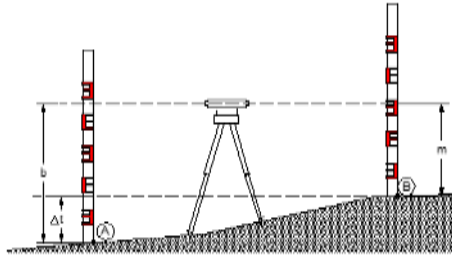


Gambar 8.11. Penentuan beda tinggi Metode 1

Cara Kedua.

Alat ukur sipat datar ditempatkan antara titik A dan titik B. Pada titik A dan titik B ditempatkan masing masing sebuah mistar. Jarak antara sipat datar ke titik A dan B diperkirakan sama. Posisi alat ukur sipat datar tidak perlu diletakkan pada suatu garis lurus yang menghubungkan titik A dan B. Arahkan garis bidik dengan gelembung ditengah tengah mistar A (belakang) dan ke mistar B (depan), dan misalkan pembacaan pada dua mistar berturut - turut adalah b (belakang) dan m (muka). Ingat bahwa angka - angka pada rambu menyatakan jarak antara angka dan alas mistar, maka dengan mudah dapat dimengerti, bahwa beda tinggi antara titik A dan B adalah (Sutardi, 2007):

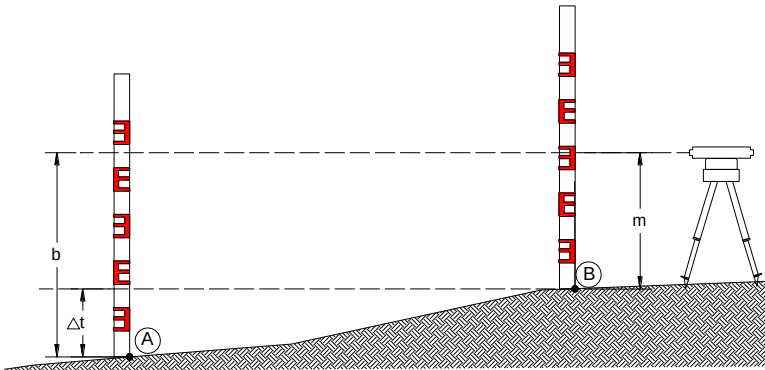
$$\Delta t = b - m \dots\dots\dots (2)$$



Gambar 8.12. Penentuan beda tinggi Metode 2

Cara Ketiga.

Alat ukur sipat datar ditempatkan tidak di antara titik A dan B, tidak pula diatas salah satu patok, tetapi di sebelah kiri titik A atau di sebelah kanan titik B. Hal ini dilakukan karena terpaksa, disebabkan karena adanya penghalang seperti sungai, selokan, atau saluran air.



Gambar 8.13. Penentuan beda tinggi Metode 3

Pembacaan dilakukan pada mistar yang diletakkan di atas titik A dan B. Jika hasil bacaan rambu ukur pada titik A dan B berturut turut **b** dan **m**, maka beda tinggi antara kedua titik tersebut dapat dihitung dengan Persamaan 3 (Sutardi, 2007).

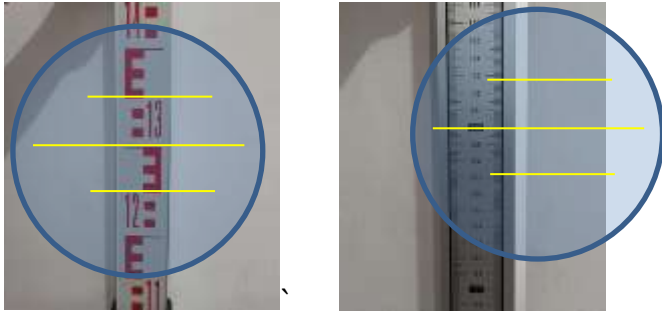
$$\Delta t = b - m \dots \dots \dots (3)$$

8.5 Pengukuran profil memanjang dan melintang

Salah satu cara yang paling efektif dalam pengukuran profil memanjang dan melintang adalah dengan cara menempatkan alat tepat pada patok dan membidik rambu pada patok berikut dan atau setelahnya. Pengukuran sipat datar ini sangat cocok untuk pengukuran koridor pada konstruksi jalan atau saluran.

Langka pengukuran sebagai berikut:

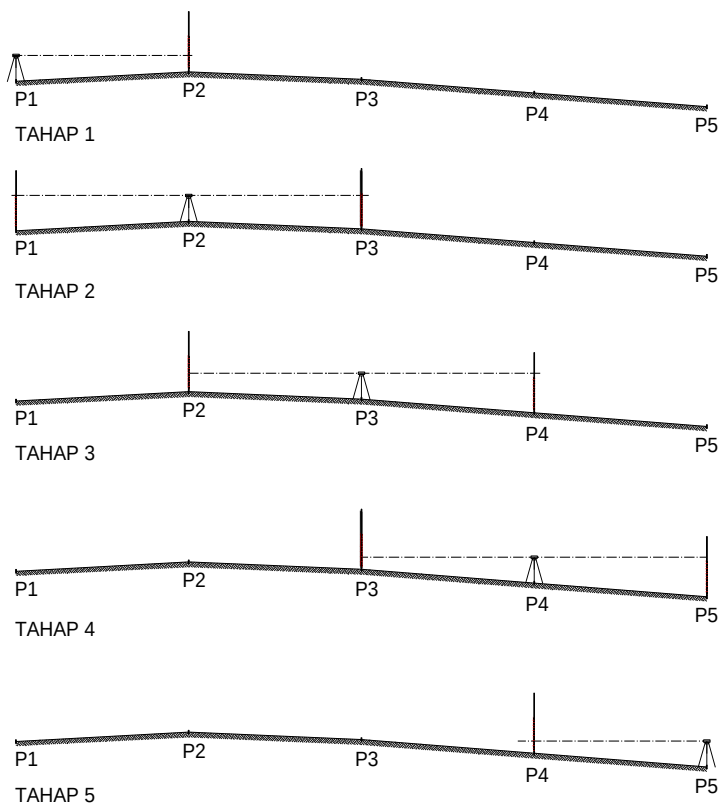
- 1) Pemasangan patok dilakukan dengan jarak tertentu menggunakan menggunakan roll meter.
- 2) Alat waterpass diletakkan pada patok pertama dengan bantuan unting-unting.
- 3) Waterpass diseimbangkan dengan melihat kedudukan nivo dengan menyetel sekrup leveling. Keadaan seimbang ditandai dengan gelembung berada ditengah lingkaran seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pengontrolan posisi gelembung dengan bantuan cermin nivo.
- 4) Rambu diletakan di atas patok dengan kedudukan vertikal segala arah.
- 5) Waterpass diarahkan ke patok kedua (P2) sebagai pembacaan pergi. Bacaan benang benang atas, benang tengah, dan benang bawah dicatat dalam tabel pengukuran. Untuk pembacaan lebih teliti, rambu ukur dapat dibalik untuk membaca ukuran dalam millimeter seperti yang terlihat pada Gambar 8.7.



Gambar 8.14. Bacaan rambu ukur

Skema dan urutan pengukuran profil memanjang dapat dilihat dalam Gambar 8.7.

- 6) Titik pada profil melintang diambil pada saat alat ukur waterpass berada pada patok utama. Arah pengukuran titik detail biasanya diambil setengah sudut pengukuran pergi dan pulang. Jika pengukuran pergi dan pulang membentuk garis lurus, arah pengukuran detail membentuk sudut tegak lurus terhadap pengukuran pergi dan pengukuran pulang.



Gambar 8.15. Tahapan pengukuran

8.5.1 Penyajian data pengukuran profil memanjang

Penyajian data hasil pengukuran berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.7. Data pengukuran waterpass

Patok	T. Alat	Target	Bacaan Benang		
	(m)		Bt	Ba	Bb
P1	1.3				
		P2	1.148	1.198	1.098
		P1	1.43	1.48	1.38
P2	1.28				
		P3	1.326	1.376	1.276
		P2	1.355	1.405	1.305
P3	1.4				
		P4	2.139	2.189	2.089
		P3	0.66	0.71	0.61
P4	1.4				
		P5	2.138	2.188	2.088
		P4	0.65	0.7	0.6
P5	1.39				

8.5.2 Perhitungan beda tinggi

Perhitungan beda tinggi pada metode pengukuran ini yaitu tinggi alat (tinggi garis bidik) dikurang dengan nilai bacaan benang tengah pada mistar ukur. Beda tinggi antara patok A terhadap

patok B di mana alat berada pada patok A dan target berada pada patok B dirumuskan sebagai $\Delta h_{(A-B)} = h_{alat(A)} - Bt_{(B)}$. Sebagai contoh, beda tinggi antara patok 1 dan patok 2 pada Tabel 1 adalah tinggi alat pada patok 1 sebesar 1,30 m dikurang dengan nilai bacaan tengah pada mistar ukur yang diletakkan pada patok 2 sebesar 1,148 m, sehingga beda tinggi patok A terhadap patok B sebesar 0,152 m.

Hasil perhitungan beda tinggi pada pengukuran pergi dapat dilihat dalam Tabel 8.2.

Tabel 8.8. Beda tinggi pengukuran pergi

Patok	T. Alat (m)	Target	Bacaan Benang Tengah (Bt) (m)	Beda Tinggi (Δh) (m)
P1	1.3	P2	1.148	0.152
P2	1.28			P3
P3	1.4	P4	2.139	
P4	1.4			P5
			Jumlah	

Hasil perhitungan beda tinggi pada pengukuran pulang dapat dilihat pada Tabel 8.3 dan Tabel 8.4.

Tabel 8.9. Beda tinggi pengukuran pulang

Patok	T. Alat (m)	Target	Bacaan Benang Tengah (Bt) (m)	Beda Tinggi (Δh) (m)
P2	1.28	P1	1.43	-0.15
P3	1.4	P2	1.355	0.045
P4	1.4	P3	0.66	0.74
P5	1.39	P4	0.65	0.74
			Jumlah	1.375

Beda tinggi antara dua patok pada pengukuran pergi dan pengukuran pulang menunjukkan angka yang hampir sama dengan tanda yang berkebalikan.

8.5.3 Koreksi beda tinggi

Hasil pengukuran pergi dan pulang menunjukkan selisih beda tinggi sebesar 0,004 m atau 4 mm, dalam hal ini kesalahan pengukuran (s) sebesar 0,004 m. Jika kesalahan ini terjadi secara acak, maka kesalahan ini dapat didistribusikan ke setiap patok kecuali patok referensi (BM). Koreksi beda tinggi patok dapat ditentukan berdasarkan kesalahan pengukuran dikali dengan rasio jarak pengukuran ke patok tersebut. Jika koreksi sama dengan -s,

maka koreksi beda tinggi per patok dapat diketahui dengan Persamaan 4.

$$k_{\Delta h} = \frac{Jarak}{\sum Jarak} (-s) (4)$$

Koreksi beda tinggi per patok dapat dilihat pada Tabel 8.4.

Tabel 8.10. Koreksi beda elevasi

Patok	Jarak Pengukuran (m)	Koreksi Beda Tinggi ($k_{\Delta h}$) (m)
P1	10.000	-0.001
P2		
P2	10.000	-0.001
P3		
P3	10.000	-0.001
P4		
P4	10.000	-0.001
P5		
	40	-0.004

Jarak pengukuran pada Tabel 4 didapatkan dari jarak optis rata-rata, hasil dari $(ba - bb) \times 100$ pada pengukuran pergi dan pulang dalam Tabel 8.1.

8.5.4 Beda tinggi rata-rata

Beda tinggi rata-rata merupakan rata-rata beda tinggi pengukuran pergi dan pengukuran pulang. Oleh karena beda tinggi pengukuran pergi dan pulang memiliki tanda yang berkebalikan, maka beda tinggi rata-rata dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$\Delta h_{\text{rerata}} = \frac{\Delta h_{\text{pergi}} - \Delta h_{\text{pulang}}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

Tabel 8.11. Beda tinggi rata-rata

Patok	Beda Tinggi Pergi (Δh_{pe}) (m)	Beda Tinggi Pulang (Δh_{pu}) (m)	Beda Tinggi Rata-rata (Δh_{rerata}) (m)
P1	0.152	-0.150	0.151
P2	-0.046	0.045	-0.046
P3	-0.739	0.740	-0.740
P4	-0.738	0.740	-0.739
P5			

8.5.5 Tinggi patok

Elevasi sebuah patok didapatkan dengan menjumlahkan elevasi patok sebelumnya ditambah dengan beda elevasi patok yang ditinjau dengan patok sebelumnya dan koreksi beda elevasi seperti yang ditunjukkan pada persamaan 6.

$$H_n = H_{(n-1)} \pm \Delta h_{\text{rerata}} \pm k_{\Delta h} \dots\dots\dots (6)$$

Tinggi masing-masing patok dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 8.12. Tinggi patok

Patok	Beda Tinggi Rerata (Δh_{rerata}) (m)	Koreksi ($k_{\Delta h}$) (m)	Tinggi Patok (H) (m)
P1			10
	0.151	-0.001	
P2			10.15
	-0.046	-0.001	
P3			10.104
	-0.740	-0.001	
P4			9.363
	-0.739	-0.001	
P5			8.623

DAFTAR PUSTAKA

- Brinker, R.C., Wolf, P.R. and Walijatun, D. 2000. *Dasar-dasar Pengukuran Tanah (Surveying)*.
- Haerunnas, H. 2019. "Peningkatan Pengetahuan Dan Keterampilan Menggunakan Alat Ukur Waterpass Siswa SMKNegeri 1 Woja Melalui Pelatihan," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuarua*, pp. 1-17.
- Rochmadi, S. 2005. "Perawatan Alat Ukur Digital," *Inersia*, I(1), pp. 21-29.
- Sri Mulyani, A. and Tampubolon, S.P. 2015. *Analisa Ketelitian Pengukuran Tinggi Dengan Menggunakan Total Station dan Sipat Datar Studi Kasus Daerah Ciloto, Puncak-Jawa Barat*. Laporan Penelitian, Jakarta.
- Sutardi, I. 2007. *Ilmu Ukur Tanah*.
- Yasada, G. and Setyono, E.Y. 2020. "Pengaruh Kemiringan Rambu Ukur Pada Pengukuran Beda Tinggi Dengan Alat Waterpass Terhadap Hasil Ketelitian," in *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6*, pp. 610-616.
- Yusuf, H. and Halim, H. 2002. *Buku Ajar Survey dan Pemetaan*.

BAB 9

PENGUKURAN DAN PEMETAAN SITUASI

Oleh Erdawaty

9.1 Pendahuluan

Secara tradisional, pengukuran tanah didefinisikan sebagai ilmu dan seni menentukan posisi relatif dari titik di atas di bawah permukaan tanah. Tergeografi bumi atau penentuan titik-titik tersebut. Tetapi dalam pengertian ini geodesi dapat dianggap sebagai suatu disiplin yang komprehensif dalam pengumpulan dan pemrosesan data tentang bumi dan lingkungan fisik. Sistem bumi tradisional sekarang dilengkapi dengan metode pemetaan udara dan satelit yang secara bertahap berkembang melalui program pertahanan dan luar angkasa (Ridgeway, H.H. 1982).

Secara umum, tugas seorang surveyor dapat dibagi menjadi lima bagian:

- a. Analisis dan pengambilan keputusan. Pilihan metode pengukuran, perangkat, pemasangan titik sudut, dll.
- b. Pekerjaan lapangan atau pengumpulan data. Melakukan pengukuran dan mencatat data di lapangan.
- c. Menghitung atau melakukan pengolahan data. Lakukan perhitungan berdasarkan data yang disimpan untuk menentukan lokasi, luas, volume, dll.
- d. Tampilan peta atau data. Menghasilkan hasil pengukuran dan hasil perhitungan untuk menghasilkan peta, grafik darat dan laut yang menyajikan data dalam bentuk numerik atau dengan computer, perencanaan. (Ridgeway, H.H. 1982.)

Survei tanah adalah salah satu praktik tertua dan terpenting dari orang, karena kebutuhan untuk menandai batas dan memetakan tanah telah dirasakan sejak awal waktu. Pengukuran model sekarang sangat diperlukan dalam gaya hidup teknologi masa sekarang dengan alat digital pengukuran yang terbaru. Hasil pengukuran arus digunakan untuk menentukan letak tanah di atas dan di bawah permukaan laut, persiapan peta laut untuk digunakan di udara, di darat dan di laut, menentukan batas kepemilikan antara lahan pribadi dan publik, mengembangkan database penggunaan lahan dan informasi sumber daya alam untuk membantu pengelolaan lingkungan kita, menentukan fakta ukuran, bentuk, gravitasi dan medan magnet bumi dan membuat peta bulan dan planet. Survei tanah masih memainkan peran yang sangat penting dalam banyak bidang teknis. Pengukuran diperlukan misalnya dalam perencanaan, pembangunan dan pemeliharaan jalan, jalan baja, sistem komunikasi kecepatan tinggi, gedung, jembatan, lokasi peluncuran rudal, lokasi peluncuran rudal, stasiun pemantauan, terowongan, kanal, saluran irigasi, bendungan, drainase, tanah di daerah perkotaan, pasokan air dan sistem drainase limbah, dan terowongan pertambangan. Metode geografis atau survei sering digunakan dalam desain jalur perakitan dan perlengkapan kaku, pembuatan dan penempatan alat besar, menyediakan titik kontrol untuk survei udara, dan dalam banyak kasus terkait dengan agronomi, arkeologi, astronomi, dan kehutanan, geografis geologi dan seismologi. tetapi terutama dalam teknik militer dan konstruksi. *Optical Alignment* (*Optical Alignment*) adalah aplikasi geodesi tanah untuk pekerjaan pabrik (pemasangan uresin, manufaktur pesawat terbang, dll).

9.2 Pengukuran

Pengukuran tradisional didefinisikan sebagai ilmu dan seni menentukan posisi relatif titik di atas tanah, di tanah dan di bawah, atau membentuk titik-titik tersebut. Tetapi dalam pengertian yang lebih umum, geodesi dapat dianggap apa adanya suatu disiplin yang mencakup semua metode pengumpulan dan pemrosesan informasi tanah dan lingkungan fisik. Sistem tanah tradisional sekarang dilengkapi metode pemetaan udara dan satelit yang secara bertahap berkembang program pertahanan dan luar angkasa. (Rutscheidt, E, dan C. Andregg. 1971)

Secara umum, tugas inspektur dapat dibagi menjadi lima bagian yaitu :

- a. Penelitian analisis dan pengambilan keputusan pilihan metode pengukuran, perlengkapan, titik sudut lampiran dll.
- b. Pekerjaan lapangan atau pengumpulan data. Lakukan pengukuran dan mencatat data di lapangan.
- c. Menghitung atau melakukan pemrosesan data. Lakukan perhitungan dasar data yang direkam untuk menentukan lokasi, luas, volume, dll.
- d. Pemetaan atau penyajian data. Mendeskripsikan hasil pengukuran dan perhitungan menghasilkan peta bergambar, peta darat dan laut data dalam bentuk numerik atau hasil computer, Perencanaan Menempatkan monumen dan pancang untuk menentukan batas atau instruksi pekerjaan konstruksi.

Survei adalah salah satu hal yang tertua dan terpenting yang dipraktikkan orang karena sudah lama sekali merasa perlu untuk batas dan tanda/patok pada tanah.. Hasil pengukuran saat ini digunakan untuk :

- (a) Semua bahan bakar di atas dan di bawah permukaan laut untuk pendaratan.

- (b) Menyiapkan peta bahari untuk penggunaan udara, darat dan laut;
- (c) Mengatur batas antara kepemilikan tanah swasta dan publik.
- (d) Pengembangan olah data serta menggabungkan penggunaan lahan dan sumber daya alam, yang memberikan kontribusi untuk konservasi lingkungan hidup kita.
- (e) Menentukan fakta ukuran bentuk, berat dan medan magnet bumi.
- (f) Membuat peta bulan dan planet. Survei masih memainkan peran yang sangat penting dalam banyak hal pekerjaan rekayasa. Pengukuran diperlukan, misalnya dalam perencanaan dan konstruksi dan memelihara jalan raya, jalan baja, sistem angkutan cepat, sebuah bangunan menjembatani landasan peluncuran, landasan peluncuran roket. stasiun pemantauan. terowongan, kanal, saluran irigasi, bendungan, saluran air, plot perkotaan, pasokan air dan sistem drainase limbah. dan terowongan tambang.

Survey atau metode survey biasa digunakan di dalam mendesain jalur perakitan, pembuatan dan tata letak alat hebat, menyediakan kontrol perputaran udara, tidak meninggalkan debu dalam hal agronomi, arkeologi, astronomi, kehutanan. geografis geologi, dan seismologi. tetapi terutama dalam teknik militer dan konstruksi. Pelurusan optik (alignment lama) adalah penerapan survey tanah pada pekerjaan pabrik (installation mesin-mesin produksi pesawat dan sebagainya). Semua insinyur harus mengetahui batas kemungkinan presisi dalam konstruksi. lelucon datr desain pabrik. dan proses manufaktur, meskipun pengukuran sebenarnya dapat dilakukan oleh orang lain. Terutama surveyor dan insinyur Warga sipil yang sederhana. dengan metode dan alat yang digunakan, termasuk karakteristik dan keterbatasannya.

Informasi ini paling baik diperoleh dengan pengukuran alat yang digunakan dalam praktek untuk mendapatkan konsep cepat menangkap kesalahan total serta perbedaan kecil tapi nyata muncul dalam jumlah yang diamati.(Ridgeway,H.H.1982)

Ada dua klasifikasi pengukuran umum adalah pengukuran geodetik dan pengukuran bidang. Diman prinsip keduanya mempunyai asumsi yang mendasari perhitungan tersebut berbeda. Pengukuran bidang geodesi terkadang dibuat sesuai pesanan akurasi yang lebih tinggi daripada pengukuran yang dilakukan di bumi datar. Dalam pengukuran geodetik permukaan bumi yang melengkung dipertimbangkan cara membuat perhitungan dengan spheroid (bidang cembung, yang bentuk dan ukurannya dekat tanah). Sekarang sudah biasa membuat perhitungan geodesik Cartesian (*Rene'Descartes*) sistem koordinat tiga dimensi yang berpusat pada berbaring. Perhitungan berputar di sekitar penyelesaian persamaan yang dijelaskan geometri segitiga bola dan aritmatika diferensial-integral. metode geodesi digunakan untuk menentukan posisi relatif monumen yang berjarak jauh dan menghitung panjang dan arah garis panjang antara mereka. sebuah pelukan ini berguna sebagai dasar untuk bentuk profil rendah dengan area yang lebih sempit. Di masa lalu, pengamatan lapangan pengukuran geodetik sebagian besar terdiri dari sudut diamati di tanah dengan teodolit dan jarak diukur dengan pita atau perangkat elektronik (Southard, RB. 1980.)

Traverse atau teodolit digunakan mengukur sudut horizontal dan vertikal. Ini pertama kali digunakan di Eropa istilah "teodolit transisi" untuk jenis instrumen ini. Tapi silakan Orang Eropa hanya menyebutnya "*theodolite*", sementara orang Amerika menyebutnya "transisi". Sejak Secara tampilan, "transisi" lebih terbuka, cincin logamnya terbaca *vernier* sedangkan teodolit memiliki kenampakan tertutup. Theodolit memiliki beberapa keunggulan yaitu bobot yang lebih ringan, lebih mudah dibaca dan lebih banyak yang lain sehingga mereka dapat memerintah alih-

alih "transisi" gaya Amerika. Selain itu, buku modul ini menggunakan istilah theodolite. Theodolite ditemukan oleh astronom Denmark Roemer pada tahun 1690. Kira-kira satu abad kemudian, instrumen astronomi mulai digunakan untuk tujuan ini survei tanah. Pada tahun 1893 penambahan dilakukan pada bagian-bagian tersebut instrumen prototipe sehingga dapat digunakan untuk pengukuran lain yang berkaitan dengan pengukuran sudut vertikal dan sudut secara horizontal. Seperti sekarang ini teodolit banyak digunakan untuk berbagai keperluan kebutuhan seperti mengukur sudut horizontal dan vertikal, membuat garis lurus, ukur bantalan / azimuth, ukur jarak horizontal dan vertikal dan kemudian theodolit sering disebut "instrumen universal". Berdasarkan pemasangannya, teodolit dibedakan menjadi : teodolit vernier sederhana, teodolit mikrometer, teodolit optik (busur kaca) dan teodolit elektronik/digital. Dua tipe pertama jarang digunakan. sebuah teodolit Jenis modern saat ini adalah optik dan digital. Theodolit modern kompak, ringan, sederhana dan tahan lama. Komponen tersegel dan tahan terhadap kerak, debu, dan kelembapan. ukuran theodolite didefinisikan sebagai cakram bawah. Misalnya, teodolit 20 cm berarti diameter pelat dasar adalah 20 cm. Berdasarkan ini, ukurannya sebuah teodolit memiliki jarak 8-25 cm (Himatul Farichah 2020).

9.3 Pemetaan Situasi

Pada dasarnya, pemetaan pengukuran menentukan posisi horizontal dan vertikal setiap titik Apa arti titik-titik di sini dimana Poin yang bertindak sebagai pos pemeriksaan pengukuran tambahan yaitu

1. Titik-titik ini disebut ddk sebuah telur Semua pos pemeriksaan yang ada (dibuat) adalah "kerangka pemetaan dasar". Titik ini maju alun-alun dibuat dari taruhan yang ditandai beton kayu.

2. Titik bantu yang bertindak sebagai titik arah, jika dimensi rinci dibulatkan dan satu titik pos pemeriksaan dan berakhir di pos pemeriksaan lain, di titik kontrol mafl tidak dapat diukur dicapai dengan pengukuran tunggal (alat sekali pakai). Lebih baik jika titik dukungan ini ditandai berbeda dengan titik kontrol (patokan berbeda).
3. Detail adalah poin-poin dari unsur-unsur alam serta elemen buatan manusia seperti batas tanah (sawah, ladang, hutan), bantaran sungai, saluran irigasi, sudut bangunan, jembatan, jalan, dll. Juga poin yang lain dipilih untuk membuat cerita garis besar Ulasan ini adalah lima menggambarkan topografi permukaan bumi daerah yang diukur. Lokasi titik-titik yang disebutkan di atas (titik lanjutan, titik bantuan, titik d.t, l) dapat dinyatakan dalam sistem koordinat umum [ITM, TM) atau dalam sistem koordinat lokal Lokasi ditampilkan sistem umum berarti bahwa posisi suatu titik dinyatakan relatif terhadap tanda positif matahari yang berbeda umum terjadi di seluruh wilayah negara. Misalnya, di Indonesia, poin ada dalam sistem umum, yaitu Titik sudut. Kalau di area Yarra, entah sudah dipetakan atau belum adalah titik segitiga, sedangkan posisi titik adalah pengukuran yang ditunjukkan dalam sistem umum diperlukan. Selain itu, ada pengukuran pengikatan pada titik sudut. Adapun berikut pelaksanaan pos pemeriksaan sesuai dengan tujuannya, yaitu seperti harus memiliki meteran kedua akurasi posisi yang lebih baik daripada pos-pos lainnya Dengan kata lain, itu harus diukur terhadap pendapatan yang sama lebih detail. Posisi titik dinyatakan dalam sistem lokal posisi titik relatif terhadap sistem trans-aksial dinyatakan sejajar dengan area yang dipetakan, seperti a titik control. Implementasi pos pemeriksaan sesuai dengan tujuannya, yaitu seperti harus memiliki meteran kedua

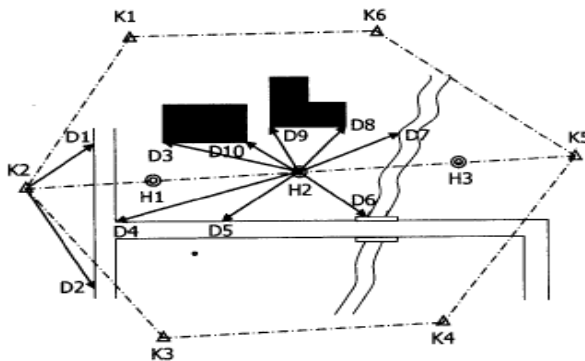
akurasi posisi yang lebih baik daripada dot-con lainnya. Dengan kata lain, itu harus diukur terhadap pendapatan yang sama lebih detail. Posisi titik dinyatakan dalam sistem lokal posisi titik dinyatakan sehubungan dengan sistem sumbu melintang sejajar dengan area yang dipetakan, misalnya a titik kontrol (& pilih) memiliki koordinat.

Catatan :

K = Titik Kontrol

H = Titik Bantu

D = Titik Detail



Gambar 9.1. Titik Koordinat

Sumber : Hendro Kustarto,dkk 2012

Anda dapat mengetahui dari gambar di atas bahwa pengukurannya penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Implementasi titik kontrol, titik kontrolnya biasanya dengan poligon spasi. Jika jumlah titik kontrol masih hilang diterapkan dengan mengikat ke muka atau kebelakang
- 2) Terlasananya titik bantu, poin pada contoh di atas alat bantu H1,, H2, H3 diukur dari titik kontrol K2 dan terikat/diarahkan ke perlintasan K5.

- 3) Atur rincian skor contoh di atas detail diukur dari titik kontrol dan titik tambahan.

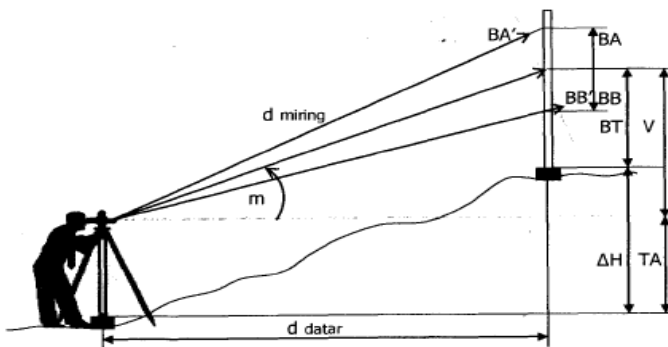
Dalam praktiknya, titik kontrol diukur secara terpisah mengukur poin tambahan dan rincian. Selama pengukuran titik bantu dan detail dapat diputar pada saat yang bersamaan. Setelah pengukuran, tahap kerja dilakukan berikut perhitungan dan uraiannya. Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan titik kontrol dan koordinat titik membantu, sementara detailnya tidak perlu dihitung koordinat Titik kontrol dan titik pada gambar alat bantu digambar sesuai koordinat, sedangkan titik digambar dirancang dari anhf azimuth dan jaket. Lagipula, titik digambar, kemudian disketsa.

9.3.1 Tujuan Pemetaan Situasi

Ambil gambar situasi dari area ke atas lapangan datar pada skala tertentu, menggambarkan keberadaan rumah, sungai, jembatan, perbatasan, tanaman dan kondisi Relief berfungsi sebagai peta dasar untuk berbagai keperluan teknis.

1. Dasar Penggunaan Teori

Saat Anda memetakan situasi, dengan mengerjakan termasuk: Ukur bingkai horizontal F bingkai pengukuran vertikal F Detail dimensi meskipun metode yang digunakan melakukan dimensi ini dapat dibagi sebagai berikut: a) Rangka horizontal diukur dengan metode tersebut Poligon mengukur bingkai vertikal dan pengukuran detail dilakukan dengan metode Tacheometri. b) Pengukuran rangka horizontal, rangka vertikal dan Secara detail, semuanya dilakukan dengan menggunakan metode metrik Tache



Gambar 9.2. Titik Ukur Surveyor
Sumber : Hendro Kustarto,dkk 2012

2. Data Lapangan

- Pekerjaan persiapan alat pengukur yang dipakai yaitu thedeolit, patok, rambu ukur, alat tulis serta papan untuk menulis dan formular
- Orientasi lokasi pengukuran untuk perencanaan dasar pemetaan.
- Pemasangan patok untuk memudahkan pekerjaan dan menghemat waktu sebelum menumpuk orientasi lapangan harus dilakukan, karena dari sini kita bisa mengetahui bentuk sebenarnya. Dari orientasi Pada field ini kita bisa menentukan point mana yang penting dibedakan sebagai kontribusi yaitu untuk semua bidang itu jika kita ingin memetakannya, kita dapat memperkirakan berapa banyak kepentingan yang dimilikinya setiap patok yang di ukur.
- Buat sketsa kasar lokasi pengukuran yang digunakan sebagai panduan dalam proses desain. Juga sketsa fugues ini juga dapat digunakan untuk merepresentasikan titik putus saiyang diukur.
- Pengukuran alur dasar /titik awal adalah pengukuran *framework* dari bawah baik secara horizontal maupun

vertikal. Metode yang digunakan adalah poligon dan tachymetry, tetapi juga bisa metode lain seperti poligon dan pesawat digunakan memanjang. Itu didasarkan pada kondisi luar ruangan yang berlaku diukur dan kebutuhan hasil peta nantinya. Apa yang diperlukan memperhatikan kerangka pemetaan dasar harus mencakup seluruh area yang dipetakan oleh titik-titik terdistribusi merata dengan kerapatan tertentu.

- f. Pengukuran detail berdasarkan sketsa lokasi pengukuran, pengukuran situasional rinci diambil di setiap pos pemeriksaan dan bukan titik bantuan, pilih di mana detailnya berada disekitar kita untuk mengukur langsung diberi tanda (bernomor) pada sketsa itu kami lakukan. Ini untuk mempermudah nantinya dalam proses desain. Pengukuran azimuth pertama

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, T. Lukman. 1993 Pemeetaan Topografi, bandung : Geodesi ITB
- Aziz, T. Lukman. 1979 Peta Tematik, bandung : Geodesi ITB
- Deumlich, Fritz. 1981. Surveying Instrumen, Beriin_ New York
Walter de Gruyter.
- Frick, Heinz. 1982. Alat Ukur Tanah dan Penggunaannya, Tokyo:
- Hendro Kustarto, dkk. 2012. *Imu Ukur Tanah dan Metode Aplikasi:
Diarmo Malang*
- Himatul. 2020. Ilmu Ukur Tanah: UPN Veteran Jawa Timur
- Raiz, Jacob. 1979. Ilmu Ukur Tanah Jilid 1& 2 Yogyakarta: Yayasan
Kanisius
- Tumew, Lien. 1978. Engineering Survey, Bandung : Geodesi ITB.
- Ridgeway, H.H. 1982. Pengukuran Tanah: Profesi Dan
Persyaratannya : Veying and Mapping Division 108 (SU I):
1:8
- Rutscheidt, E dan C.Adregg. 1971: Instrumen-Instrumen dan
Metode Pengukuran Tanah dan pemetaan. *Survelting and
mapping 31(no.2):271.*
- Wongsotjitro, Soetomo. 1980. Ilmu Ukur Tanah : Yogyakarta

BIODATA PENULIS



Andi Ibrahim Yunus, S.T., M.T.
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis aktif mengajar sejak Tahun 2010 sampai sekarang. Penulis lahir di Kota “Daeng” Makassar. Penulis berasal dari Suku “Ogi” Bugis. Penulis menetap di Kabupaten “Rewako” Gowa, Sulawesi Selatan. Penulis menikahi Andi Sompia, S.Pd. dan dikaruniai 2 (dua) orang putra, bernama Andi Azman Awwadi dan Andi Afiq Azha.

Penulis memperoleh Piagam Penghargaan sebagai Dosen Tetap Yayasan dengan Masa Pengabdian 10 Tahun dari LLDIKTI9 Tahun 2022. Penulis memperoleh Sertifikat Pendidik dari Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2018. Penulis telah mengikuti PEKERTI (Penataran/Pelatihan Pengembangan Keterampilan Dasar Teknik Instruksional) yang dilaksanakan oleh LLDIKTI (Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi) Wilayah IX Sulawesi Tahun 2018.

Penulis terlibat dalam Program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) yang dilaksanakan oleh Kemendikbudristek (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi) Republik Indonesia.

Penulis memperoleh Sertifikat Keahlian - Ahli Madya dari LPJK (Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi). Penulis memperoleh Sertifikat Kompetensi Bidang Jasa Konstruksi - Ahli Madya dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) Tahun 2022.

Penulis menjadi AKTK (Asessor Kompetensi Tenaga Kerja) pada bidang Asesmen/ Uji Kompetensi dengan memperoleh Sertifikat Kompetensi dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) Tahun 2022. Penulis menjadi Asessor pada Program RPL (Rekognisi Pembelajaran Lampau) yang dilaksanakan oleh Kemendibudristek (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Teknologi) Republik Indonesia. Tahun 2023.

Penulis menyelesaikan Studi S2 Program Magister Teknik (M.T.) Jurusan Teknik Sipil FT (Fakultas Teknik) Unhas (Universitas Hasanuddin) Tahun 2007 Konsentrasi Perancangan Teknik Prasarana.

Penulis telah menulis beberapa Buku Kolaborasi (ISBN dan HAKI), diantaranya berjudul: Alat Pengangkat Bahan (*Material Handling*) (sub bab: Stabilitas *Crane*), Aplikasi Pembelajaran Digital (sub bab: Penulisan dan Publikasi Artikel Ilmiah), Konsep Dasar Kepemimpinan Manajemen Sumber Daya Manusia (sub bab: Manajemen Kepemimpinan Sumber Daya Manusia), Manajemen Destinasi Wisata (sub bab: Manajemen Sistem Transportasi Pariwisata), Manajemen Digital Bisnis (sub bab: Digital *Entrepreneurship*), Manajemen Operasional (sub bab: Manajemen Proyek), Manajemen Sumber Daya Manusia (Teori) (sub bab: Manajemen Strategik Sumber Daya Manusia), Manajemen Transportasi (sub bab: Moda Transportasi), Mekanika Teknik II (sub bab: Definisi dan Aplikasi), Metodologi Riset Bidang Sistem Informasi dan Komputer (sub bab: Kuesioner dan Dokumen Sebagai Metode Pengambilan Data), Pengelolaan Sampah Organik dan Anorganik (sub bab: Konsep Pengelolaan Sampah), Rekayasa Lalu Lintas (sub bab: Rambu Lalu Lintas), dan Sistem Informasi (sub bab: Manajemen Proyek).

BIODATA PENULIS



Yogi Nirwanto, S.Hut., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

Penulis lahir di Kab. Sumedang Jawa Barat Pada 13 Oktober 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Menyelesaikan Pendidikan SD, SLTP dan SMA di Kab. Sumedang. Pendidikan S1 pada Fakultas Kehutanan jurusan Manajemen Hutan, dan melanjutkan pendidikan pada program studi Magister Agroteknologi mendapatkan gelar Magister Pertanian (M.P.) tahun 2016.

BIODATA PENULIS



Sanny Edinov, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat

Penulis lahir di Padang tanggal 8 Mei 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia fokus riset Kimia Lingkungan dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Lingkungan. Penulis menekuni pekerjaan sebagai pendidik dan aktif melakukan riset baik di lingkungan ataupun melibatkan masyarakat. Publikasi dari penulis dimuat baik dalam jurnal nasional maupun internasional. Di samping penulis buku dan karya ilmiah, penulis yang mempunyai bakat di bidang tarik suara, telah menelurkan karya serta terlibat sebagai penulis beberapa lagu yang diminati kalangan terbatas dimulai pada tahun 2013.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Putu Doddy Heka Ardana, ST., MT., IPM
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai

Penulis lahir di Denpasar tanggal 1 Mei 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2003, melanjutkan S2 pada Program Studi Magister Teknik Fakultas Teknik Universitas Udayana Konsentrasi Manajemen Sumber Daya Air pada tahun 2010, dan menyelesaikan studi S3 pada Program Studi Doktor Ilmu Teknik Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2022. Penulis sampai saat ini masih aktif mengajar mata kuliah yang berhubungan dengan Sumber Daya Air, Struktur, dan Perencanaan pada jenjang S1 antara lain Hidrologi, Drainase dan Pengendalian Banjir Perkotaan, Irigasi dan Bangunan Air, Studio Irigasi dan Bangunan Air, Pengelolaan Sumber Daya Air, Struktur Beton Prategang, dan Ilmu Ukur Tanah.

BIODATA PENULIS



Nurul Azmi Ridha, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Pepabri Makassar

Penulis lahir di Ambon 11 Oktober 1993, menyelesaikan pendidikan di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Program studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi pada Tahun 2015. Melanjutkan pendidikan ke pascasarjana program studi magister (S-2) Fisika di perguruan tinggi Universitas Hasanuddin (Unhas) selesai di Tahun 2018. Saat ini, penulis mengabdikan sebagai Dosen Tetap Yayasan di Universitas Pepabri Makassar pada program studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Sejak menjadi mahasiswa, penulis sudah aktif mengajar, yakni sebagai tutor pada bimbingan belajar dan menjadi asisten praktikum fisika dasar. Saat ini penulis juga aktif menjadi guru olimpiade sciences pada SD IT dan SMP IT Makassar Islamic School. Pengalaman menjadi dosen juga pernah penulis dapatkan pada tahun 2018, yakni menjadi dosen LB yang mengajar mata kuliah fisika dasar prodi Teknik Sipil, Universitas Fajar.

BIODATA PENULIS



Okma Yendri, ST.,MT

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Musi Rawas

Penulis lahir di Lubuklinggau tanggal 22 Oktober 1970. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Musi Rawas. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil S2 pada Jurusan Teknik Sipil Penulis menekuni bidang Menulis.

Program Studi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Menjadi Ketua Program Studi Teknik Sipil Dekan Fakultas Teknik Pereode 2010-2013; PD.1 Dekan Fakultas Teknik Pereode 2013-2017; Dekan Fakultas Teknik Pereode 2017-2021; Dekan Fakultas Teknik Pereode 2021-2025 pada Universitas Musi Rawas.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Erniati. ST., MT.
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis lahir di Watampone, 06 Oktober 1977. Penulis menikah dengan Dr. Nur Zaman, SP., M.Si pada tahun 2006 dan Penulis telah memiliki 1 putra 2 putri yaitu Fitrah Alif Firmasnyah, Fadhilah Dwi Fatimah dan Faiqah Fauziah. Penulis anak ke dua dari pasangan Drs. H. Bachtiar Rasyid (Alm) dan Hj. Hatijah Nur. Penulis Guru Besar Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Penulis menyelesaikan studinya S1–Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2000, S2 –Magister Teknik (M.T) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2003, S3–Program Doktor (Dr) Program studi ilmu Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2015. Mengikuti Program Profesi Insinyur (PPI) di UNHAS tahun 2019 dan telah peroleh gelar Insinyur (Ir) Tahun 2020. Bergabung jadi Dosen Tetap pada Universitas Fajar sejak tahun 2008 - sekarang. Penulis telah meraih Guru Besar menjelang umur 45 tahun tepatnya pada tanggal 1 Oktober 2022 di bidang Teknik Struktur dan Material. Penulis mengampuh mata kuliah Teknologi Bahan, Statika, Topik

Khusus Struktur, Teknologi Bahan lanjut. Penulis sangat tertarik tentang penelitian tentang Self Compacting Concrete (SCC), Beton Geopolimer dengan Bahan Dasar Limbah Fly Ash, Beton Ringan dengan Agregat Buatan dari Limbah Plastik. Penulis telah menulis beberapa jurnal nasional dan internasional dan buku. Penulis sebagai Ketua Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Internal LP2MI (2015-2019), Dekan FT (2019-sekarang), asesor BKD dan Verifikator Sinta serta Ketua Tim PAK pada Universitas Fajar. SINTA ID: 5975589; Scopus ID:56568222900, email: erni@unifa.ac.id. HP/wa: 081354937610.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Abdul Gaus, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas khairun

Penulis lahir di Polewali Mamasa tanggal 02 Mei 1978. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Khairun. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, melanjutkan S2 pada Program Studi Teknik Manajemen Rekayasa Transportasi, Selanjutnya menyelesaikan S3 di Program Studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Hingga saat ini penulis aktif sebagai tenaga pengajar di Universitas Khairun yang mengampu Ilmu Ukur Tanah dan Rekayasa Perkerasan Jalan. Penulis juga aktif meneliti tentang penggunaan material limbah untuk mensubstitusi agregat dan aspal pada perkerasan jalan.

BIODATA PENULIS



Dr. Erdawaty, ST,MT

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Dr. Erdawaty, ST., MT. adalah anak ke empat dari pasangan Alm. A.M.noer Ar. Amd dan A. Suryati. Penulis lahir di Ujung Pandang , 21 April 1978. Penulis menikah dengan Lettu Czi Sirajuddin tahun 2009 dan Penulis telah memiliki 3 putra 1 putri yaitu Muh. Al-Aqsha, Muh. Mulya Al-siraj , Muh. Rafay Al-Siraj dan Aisyah Humaerah. Penulis menyelesaikan Studinya S1–Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2002, S2 –Magister Teknik (M.T) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Univeristas Hasanuddin (Unhas) Tahun 2011, S3–Program Doktor (Dr) Program studi ilmu Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2021. Bergabung jadi Dosen Tetap pada Universitas Fajar sejak tahun 2015 -sekarang. Penulis mengampuh mata kuliah Mekanika Tanah& Pondasi. Penulis sangat tertarik tentang penelitian mengenai Studi Eksprimental Kapasitas Dukung Kolom Beton Granular Asphalt Buton Aktivasi Alkalin Pada tanah Lunak. Penulis telah menulis beberapa jurnal nasional dan internasional

dan buku. email: rafayerdawaty@gmail.com. HP/wa:
082187648701