

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH
IRIGASI MENGGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS
(STUDI KASUS DANAU WISATA KOTO KARI)**



Disusun Oleh :

ASRIGO AIDIL RADES

NPM : 210204013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TELUK KUANTAN**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH IRIGASI
MENGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS
(STUDI KASUS DANAU WISATA KOTO KARI)**

Disusun Oleh:

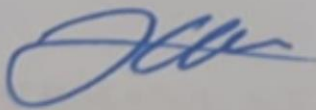
ASRIGO AIDIL RADES

NPM. 210204013

**Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada 29 September 202
Dan di nyatakan telah memenuhi syarat.**

Menyetujui,

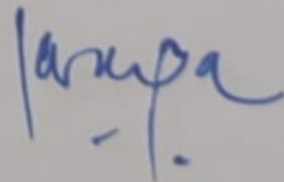
Dosen Pembimbing I



ADE IRAWAN, S.T., M.T

NIDN. 1027117901

Dosen Pembimbing II



IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc

NIDN. 1002118301

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH IRIGASI
MENGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS
(STUDI KASUS DANAU WISATA KOTO KARI)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana
Strata Satu Teknik Sipil**

Disusun Oleh:

ASRIGO AIDIL RADES

NPM. 210204013

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

ADE IRAWAN, S.T., M.T

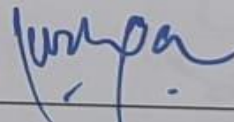
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 29 September 2025

IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing II



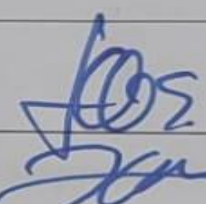
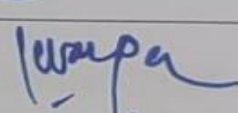
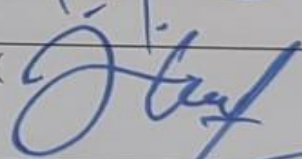
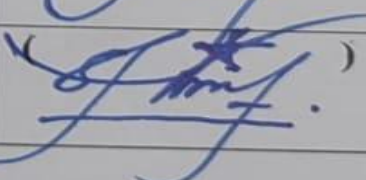
Tanggal : 29 September 2025

**LEMBAR TIM PENGUJI
SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH IRIGASI
MENGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS
(STUDI KASUS DANAU WISATA KOTO KARI)**

Disusun Oleh :
ASRIGO AIDIL RADES
NPM : 210204013

Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji
Pada Tanggal 29 September 2025 Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

Ketua	: AGUS CANDRA, S.T., M.Si	()
Pembimbing I	: ADE IRAWAN, S.T., M.T	()
Pembimbing II	: IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc	()
Penguji I	: CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T	()
Penguji II	: SURYA ADINATA, S.T., M.T	()

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diujikan didepan Dosen Penguji dan dinyatakan diterima sebagai syarat untuk memeuhi gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.

Pada hari : Senin

Tanggal : 29 September 2025

Dosen Penguji

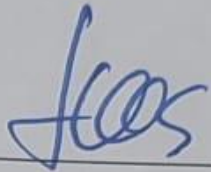
1. AGUS CANDRA, S.T., M.Si
NIDN. 1020088701

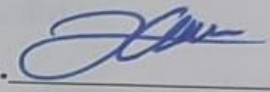
2. ADE IRAWAN, S.T., M.T
NIDN. 1027117901

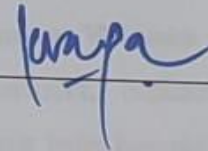
3. IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc
NIDN. 1002118301

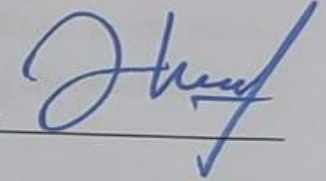
4. CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T
NIDN. 1022068901

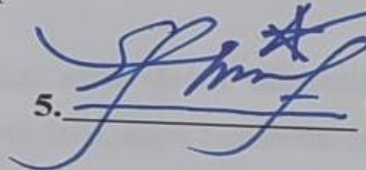
5. SURYA ADINATA, S.T., M.T
NIDN. 1005097703

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

Taluk Kuantan, 29 September 2025

Fakultas Teknik
Universitas Islam Kuantan Singingi
Dekan

Program Studi Teknik Sipil
Ketua


AGUS CANDRA, ST., MSi
NIDN. 1020088701


ADE IRAWAN, ST., MT
NIDN. 1027117901

MOTTO

“Buktikan pada semua orang bahwa dirimu bisa dan bungkam omongan orang yang telah meremehkanmu”.

(Mama)

“pergilah, baik ringan maupun berat, dan berjihadlah dengan harta dan nyawamu di jalan allah. Itu lebih baik bagimu, jika kamu mengetahuinya”.

(Q.S Taubah Ayat 41)

"Barang siapa yang tidak mensyukuri yang sedikit, maka ia tidak akan mampu mensyukuri yang banyak".

(HR. ahmad)

“Seribu orang tua bisa bermimpi, satu orang pemuda bisa mengubah dunia”.

(Ir. soekarno)

“Ketika hirosima dan nagasaki di bom sang kaisar tidak bertanya berapa jumlah pasukan yang tersisa tapi berapa banyak guru yang tersisa”.

(Kaisar jepang hirohito)

ABSTRAK

Asrigo Aidil Rades (2025): Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite Dan Waterpass (Studi Kasus Danau Wisata Koto Kari)

Indonesia memiliki curah hujan tinggi namun mengalami musim kemarau, sehingga sistem irigasi efektif diperlukan untuk mendukung produktivitas pertanian. Pengukuran daerah irigasi penting untuk perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan sistem irigasi, termasuk identifikasi batas wilayah, kontur lahan, dan posisi bangunan irigasi. Theodolite digunakan untuk mengukur pergeseran horizontal dan vertikal, sedangkan waterpass mendeteksi perubahan elevasi atau penurunan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan pengukuran di daerah irigasi Danau Wisata Koto Kari, yang terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Kuantan Tengah, dengan fokus pada kondisi medan miring. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif, dilakukan di Danau Wisata Koto Kari pada area irigasi dengan kontur medan miring. Pengumpulan data primer melalui pengukuran langsung menggunakan theodolite dan waterpass pada 6 titik patok, mencakup pembacaan benang, sudut horizontal/vertikal, jarak optis, dan beda tinggi. Data sekunder diperoleh dari literatur terkait. Analisis data meliputi perbandingan hasil pengukuran jarak dan beda tinggi, perhitungan luasan poligon tertutup, serta evaluasi faktor-faktor seperti kondisi alat, teknik pengukuran, lingkungan, topografi, dan manusia. Perbandingan pengukuran jarak: Selisih rata-rata antara theodolite dan waterpass adalah 0,0241 m, dengan selisih per titik berkisar 0 m hingga 0,05 m. Theodolite menunjukkan akurasi lebih tinggi pada jarak panjang. Perbandingan pengukuran beda tinggi: Selisih rata-rata adalah 0,2128 m, dengan selisih per titik berkisar 0,014 m hingga 0,707 m. Theodolite lebih akurat untuk jarak panjang, sedangkan waterpass cocok untuk jarak pendek. Perhitungan luasan: Luasan poligon tertutup menggunakan theodolite adalah 1,7655 m² (1,7655 hektar), dan menggunakan waterpass adalah 1,7467 m² (1,7467 hektar), dengan selisih kecil yang menunjukkan konsistensi hasil. Faktor-faktor yang mempengaruhi: Kondisi alat (kalibrasi, stabilitas), teknik pengukuran, lingkungan (suhu, angin, vegetasi), topografi (kemiringan, hambatan visual), dan manusia (keterampilan operator).

Theodolite memberikan akurasi lebih tinggi untuk pengukuran jarak dan beda tinggi pada medan miring dibandingkan waterpass, terutama untuk jarak panjang, namun waterpass lebih sederhana dan efisien untuk jarak pendek. Selisih hasil pengukuran relatif kecil, menunjukkan kedua alat dapat digunakan secara komplementer. Luasan daerah irigasi diperkirakan sekitar 1,76 hektar berdasarkan perhitungan. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk memilih alat berdasarkan kebutuhan akurasi dan kondisi lapangan, serta saran untuk memperbaiki pengukuran melalui kalibrasi alat, pengaturan yang tepat, dan pertimbangan faktor eksternal seperti cuaca dan topografi.

Kata Kunci

Pengukuran irigasi, theodolite, waterpass, medan miring, akurasi pengukuran, Danau Wisata Koto Kari.

ABSTRACT

Asrigo Aidil Rades (2025): Comparative Analysis of Irrigation Area Measurements Using a Theodolite and a Waterpass (Case Study of Koto Kari Tourist Lake)

Indonesia has high rainfall but experiences a dry season, so an effective irrigation system is necessary to support agricultural productivity. Irrigation area measurement is essential for the planning, construction, and management of irrigation systems, including the identification of area boundaries, land contours, and the position of irrigation structures. A theodolite is used to measure horizontal and vertical displacements, while a waterpass detects changes in elevation or land subsidence. This study was conducted to analyze comparative measurements in the Koto Kari Tourist Lake irrigation area, located in Riau Province, Kuantan Singingi Regency, Kuantan Tengah District, with a focus on sloping terrain conditions. This study used a comparative quantitative approach, conducted at Koto Kari Tourist Lake in an irrigation area with sloping terrain contours. Primary data was collected through direct measurements using a theodolite and a waterpass at six benchmark points, including thread readings, horizontal/vertical angles, optical distances, and height differences. Secondary data was obtained from related literature. Data analysis includes comparison of distance and height difference measurement results, calculation of closed polygon area, and evaluation of factors such as tool condition, measurement technique, environment, topography, and human. Comparison of distance measurement: The average difference between the theodolite and waterpass is 0.0241 m, with the difference per point ranging from 0 m to 0.05 m. The theodolite shows higher accuracy at long distances. Comparison of height difference measurement: The average difference is 0.2128 m, with the difference per point ranging from 0.014 m to 0.707 m. Theodolites are more accurate for long distances, while water levels are suitable for short distances. Area calculation: The area of a closed polygon using a theodolite is 1.7655 m² (1.7655 hectares), while using a water level is 1.7467 m² (1.7467 hectares), with a small difference indicating consistency of results. Influencing factors: Instrument condition (calibration, stability), measurement technique, environment (temperature, wind, vegetation), topography (slope, visual obstructions), and human (operator skill).

The theodolite provides higher accuracy for measuring distance and height difference on sloping terrain than the water level, especially for long distances, but the water level is simpler and more efficient for short distances. The difference in measurement results is relatively small, indicating that both tools can be used complementary. The irrigation area is estimated to be approximately 1.76 hectares

based on calculations. This study provides recommendations for selecting tools based on accuracy requirements and field conditions, as well as suggestions for improving measurements through instrument calibration, proper settings, and consideration of external factors such as weather and topography.

Keywords Irrigation measurement, theodolite, waterpass, sloping terrain, measurement accuracy, Koto Kari Tourist Lake.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Asrigo Aidil Rades

Tempat/Tgl Lahir : Pulau Mungkur / 09 Desember 2002

Anak ke : 1 (Pertama)

Alamat : Pulau Mungkur

No. Handphone : 0822-5950-6758

E-mail : asrigoaidilrades12@gmail.com

Nama Orang Tua :

Ayah : Syahrul Kapri

Ibu : Ratnailis

Riwayat Pendidikan : 1. SDN 011 Pulau Mungkur (2009-2015)

2. SMPN 01 Gunung Toar (2015-2018)

3. SMKN 01 Taluk Kuantan (2018-2021)

4. Universitas Islam Kuantan Singingi (2021-2025)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "***Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite Dan Waterpass (Studi Kasus Danau Wisata Koto Kari)***".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam sistem akademik terutama pada Jurusan Teknik Sipil untuk memenuhi kewajiban dalam meraih gelar sarjana Strata 1 serta untuk mengembangkan sumber daya manusia dalam bentuk tulisan ilmiah.

Pengukuran daerah di bendungan menggunakan theodolite dan waterpass berperan penting dalam memantau kestabilan dan keamanan struktur. Theodolite digunakan untuk mengukur pergeseran horizontal dan vertikal, sedangkan waterpass mendeteksi perubahan elevasi atau penurunan tanah. Data dari pengukuran ini membantu mendeteksi gejala awal kerusakan, mendukung kegiatan konstruksi dan pemeliharaan, serta menjadi dasar pengambilan keputusan teknis agar bendungan tetap berfungsi dengan aman dan optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana perbandingan pengukuran di daerah bendungan, khususnya di Danau wisata Koto Kari.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Ikrima Mailani, S.Pd.I., M.Pd.I selaku Plt Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak Agus Candra S.T., M,Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
3. Bapak Ade Irawan S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak Ade Irawan S.T., M.T selaku dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi selaku dosen pembimbing I.

5. Bapak Iwayan Dermana ST.,Msc selaku dosen program studi teknik sipil Universitas Islam Kuantan Singingi selaku pembimbing II.
6. Bapak Surya Adinata S.T., M.T. selaku dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
7. Bapak Chitra Hermawan S.T., M.T. selaku dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
8. Ibu Melia Nurafni, ST.,Msc selaku dosen program studi teknik sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
9. Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang dan do'a, kepada penulis.
10. Teman-teman satu angkatan di prodi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi akademisi, praktisi, serta pihak-pihak yang berkepentingan dalam meningkatkan keselamatan dan kualitas infrastruktur jalan raya.

Teluk Kuantan, 2025

ASRIGO AIDIL RADES

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR TIM PENGUJI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PENYATAAN TENTANG ORIGINALITAS	vi
MOTTO.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya	4
2.3 Pengukuran Jarak	5
2.4 Pengertian dan Prinsip Kerja Theodolite.....	5
2.4.1 Pengertian Theodolite.....	5
2.4.2 Prinsip Kerja Theodolite	11
2.4.3 Tata Cara Penggunaan Theodolite Digital	12
2.4.4 Bagian-bagian Unit Theodolite	13
2.4.5 Tata Cara Menggunakan Theodolite.....	16
2.5 Pengertian dan Prinsip Kerja Waterpass (Leveling)	18
2.5.1 Pengertian Waterpass	18

2.5.2 Prinsip Kerja Waterpass	20
2.5.3 Bagian Utama dari Pesawat Penyipat Datar	20
2.5.4 Tata Cara Menggunakan Waterpass.....	24
2.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran	32
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Lokasi dan waktu prnrlitian.....	33
3.2 Bahan dan alat penelitian.....	34
3.3 Prosedur penelitian.....	35
3.4 Jenis Penelitian.....	37
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.6.1 From Data Pengukuran Theodolite	38
2.4.6 Form Data Pengukuran Waterpass	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Deskripsi Lokasi Pengukuran.....	41
4.2 Data Hasil Pengukuran Dengan Theodolite.....	42
4.2.1 pembacaan benang.....	43
4.2.2 Pembacaan sudut vertikal dan horizontal.....	43
4.2.3 Jarak optis.....	44
4.2.4 Beda tinggi.....	44
4.3 Hasil pengukuran dengan waterpass.....	46
4.3.1 pembacaan benang.....	46
4.3.2 Pembacaan sudut vertikal dan horizontal.....	46
4.3.3 Jarak optis.....	47
4.3.4 Beda tinggi.....	47
4.4 Perbandingan hasil pengukuran.....	49
4.4.1 Perbandingan hasil pengukuran jarak.....	49
4.4.2 Perbandingan hasil pengukuran beda tinggi.....	50
4.5 Perhitungan luasan.....	51

BAB V PENUTUP.....	57
Kesimpulan.....	57
Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Theodolite Model abad 16	7
Gambar 2.2	Theodolite Model tahun 1950-an	8
Gambar 2.3	Total Station	9
Gambar 2.4	Theodolite Digital.....	10
Gambar 2.5	Sistem Sumbu/Poros pada Theodolite	11
Gambar 2.6	Jenis Alat Theodolite	12
Gambar 2.7	Bagian-bagian Unit Theodolite	13
Gambar 2.8	Layar Display Theodolite Merk Nikon	14
Gambar 2.9	Statif/Tripod	15
Gambar 2.10	Theodolite	16
Gambar 2.11	Gelembung Nivo (Level Bubble)	16
Gambar 2.12	Fokuskan Theodolite ke Target Objek.....	17
Gambar 2.13	Nikon AP-8	18
Gambar 2.14	Tiga Sekrup ABC	19
Gambar 2.15	Bagian-bagian Umum dari Pesawat Penyipat Datar	21
Gambar 2.16	Nivo Kotak.....	23
Gambar 2.17	Nivo Tabung.....	24
Gambar 2.18	Polygon Terbuka.....	30
Gambar 2.19	Polygon Tertutup	31
Gambar 3.5	Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 3.2	Flowchart Penelitian.....	38
Gambar 4.1.1	Peta Irigasi Danau Wisata Koto Kari.....	42
Gmabar 4.2.1	Sketsa pengukuran.....	42
Gambar 4.2.2	Rambu ukur.....	43
Gambar 4.2.3	Theodolite.....	43
Gambar 4.5.1	Poligon tertutup.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk dalam daerah beriklim tropis dengan karakteristik curah hujan yang tinggi. Namun, meskipun memiliki curah hujan yang tinggi, Indonesia juga mengalami musim kemarau di mana hujan tidak selalu ada. Untuk mengatasi kondisi ini, diperlukan sistem irigasi yang efektif untuk menyediakan, membagikan, mengelola, dan mengatur air guna meningkatkan produksi lahan pertanian.

Daerah irigasi adalah suatu wilayah atau kawasan pertanian yang mendapatkan layanan pengairan melalui sistem irigasi buatan yang dirancang untuk mendukung produksi pertanian, terutama pada lahan sawah. Wilayah ini mencakup lahan pertanian yang dialiri air dari satu sumber utama, seperti sungai, waduk, atau mata air, serta infrastruktur irigasi yang mendukung distribusi air secara merata.

Untuk merancang daerah irigasi yang efektif dan efisien dalam mendistribusikan air ke lahan pertanian, maka diperlukan perhitungan dan pengukuran. Pengukuran daerah irigasi merupakan proses penting untuk mengumpulkan data spasial dan elevasi guna mendukung perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan sistem irigasi yang efektif. Pengukuran ini mencakup identifikasi batas wilayah layanan irigasi, penentuan kontur dan kemiringan lahan, serta posisi bangunan-bangunan irigasi.

Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki irigasi ialah Danau Wisata Koto Kari yang terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Kuantan Tengah, kerusakan saluran irigasi dan kurangnya perawatan berkala, adapun permasalahan lainnya seperti data luasan irigasi yang belum detail, tingkat elevasi dan panjang saluran irigasi yang belum terdata dengan baik, baik di desa tersebut maupun di dinas terkait

Maka pada kesempatan ini penulis tertarik untuk mengambil permasalahan ini dan merumuskan judul "Analisis Perbandingan Pengukuran Jarak Menggunakan Theodolite dan Waterpass Pada Bidang Miring (Slope) di Danau Wisata Koto Kari".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan akurasi pengukuran elevasi dan kemiringan antara *Theodolite* dan *Waterpass* pada medan miring di Danau wisata Koto Kari?
2. Seberapa besar perbedaan hasil pengukuran antara *Theodolite* dan *Waterpass* pada lokasi dan kondisi yang sama?
3. Bagaimana efisiensi waktu menggunakan *Theodolite* dan *Waterpas* dalam pengukuran beda tinggi?
4. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil pengukuran antara *Theodolite* dan *Waterpass*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa perbandingan tingkat ketelitian pengukuran tinggi yang dilakukan *Theodolite* menggunakan metode *trigonometrik* dengan pesawat penyipat datar menggunakan metode sipat datar jika pekerjaan yang sama dilakukan di area danau wisata Koto Kari.

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menentukan akurasi pengukuran jarak dan beda tinggi antara *Theodolite* dan *Waterpass* pada medan miring di Danau wisata Koto Kari.
2. Membandingkan *efisiensi* waktu antara pengukuran menggunakan *Theodolite* dan *Waterpass* pada medan miring
3. Untuk mengetahui luasan, dan panjang saluran irigasi Danau Wisata Koto Kari dengan pengukuran menggunakan kedua alat tersebut.
4. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil pengukuran antara kedua alat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi dan pemahaman mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing alat ukur pada kondisi medan miring.
2. Penelitian ini dapat membantu menentukan kesesuaian penggunaan *Theodolite* dan *Waterpass* pada medan miring.
3. Meningkatkan akurasi pengukuran dalam perencanaan proyek infrastruktur yang berada pada medan miring.

1.5 Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian hanya dilakukan pada salah satu area irigasi Danau wisata Koto Kari di Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi, yang memiliki kontur medan miring.
2. Penelitian ini hanya membandingkan dua jenis alat ukur, yaitu *Theodolite* dan *Waterpass*, sehingga hasil penelitian mungkin tidak dapat di generalisir ke alat ukur lainnya.
3. Jenis Pengukuran yang dilakukan terbatas pada pengukuran jarak horizontal dan vertikal, tidak termasuk pengukuran sudut-sudut *azimuth* atau koordinat absolut.
4. Kondisi Medan yang dianalisis berupa medan miring alami, termasuk daerah datar atau buatan (misalnya struktur beton, jalan, atau bangunan).
5. Perbandingan Data hanya difokuskan pada hasil perhitungan jarak dan beda tinggi antara dua titik ukur yang sama, menggunakan kedua metode (*Theodolite* dan *Waterpass*), dalam kondisi dan titik yang seragam.
6. Waktu Pengambilan Data dilakukan dalam rentang waktu yang sama dan kondisi cuaca yang relatif stabil, untuk meminimalkan pengaruh eksternal seperti suhu dan tekanan udara terhadap hasil pengukuran.
7. Analisis Akurasi dan Presisi dilakukan berdasarkan selisih hasil pengukuran dan kemungkinan kesalahan sistematis yang timbul dari penggunaan masing-masing alat.

BAB II

TINJAUAN

2.1 Umum

Tinjauan pustaka adalah suatu kegiatan yang merujuk pada skripsi terdahulu dimana skripsi terdahulu menjadi pertimbangan mahasiswa dalam mencari topik utama dalam menentukan judul dan tema skripsi yang akan diteliti lebih lanjut, tinjauan pustaka dapat menjadi bahan referensi teori ketika kekurangan data dan bahan. Tujuan tinjauan pustaka di buat supaya tidak terjadi kesamaan dalam judul yang akan diambil untuk diteliti dan menghindari unsur plagiat.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan beberapa mahasiswa terkait dengan yang penulis lakukan, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian berdasarkan studi pustaka terhadap hasil penelitian yang ada, dan literatur yang berhubungan dengan penelitian ini, sebagai berikut :

Menurut (A. Mulyani, 2020) pada penelitiannya tentang *“analisis hasil pengukuran tinggi takhimetri dengan sipat datar teliti dengan melakukan pengukuran tiga kali dengan kring yang berbeda namun titik pangkal dan ujung adalah titik yang sama”*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan kesalahan penutup tinggi titik pada ring 1,2 dan 3 dengan alat waterpass masing-masing didapat nilai sebesar antara lain 1 mm, 4 mm, dan 6 mm. Sedangkan kesalahan penutup tinggi dengan theodolite DT 02 masing-masing didapat nilai sebesar antara lain 12 mm, 6 mm, 19 mm. Standard deviasi beda tinggi dengan menggunakan alat waterpass adalah 1 mm sedangkan dengan alat theodolite 19 mm.

Menurut (A. S. Mulyani & Tampubolon, 2021) pada penelitiannya tentang *“studi perbandingan analisa ketelitian tinggi menggunakan total station dan sipat datar”*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan standar deviasi pengukuran beda tinggi dengan waterpass metode sipat datar sebesar 0,01 mm, dengan total station metode trigonometris 0,12 mm. Pengukuran dengan TS lebih efisien dari segi waktu dan menghemat biaya di lapangan. Untuk daerah seluas 2200

m2 pengukuran total station hanya memerlukan waktu sekitar 4 jam, sedangkan pengukuran waterpass memerlukan waktu sekitar 16 jam. Dan penggunaan alat total station sangat efisien digunakan untuk pengukuran wilayah yang luas. Kesalahan penutup tinggi dengan alat pesawat penyipat datar atau waterpass didapat nilai sebesar antar lain 9 mm, 4 mm, dan 5 mm pada ring 1, ring 2, dan ring 3. Sedangkan kesalahan penutup tinggi pada alat total station didapat nilai sebesar 14 mm, 31 mm, dan 14 mm masing-masing pada ring 1, ring 2 dan ring 3.

2.3 Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak adalah upaya untuk mendapatkan data ukuran jarak antara satu titik ke titik yang lain. Secara garis besar metode dalam pengukuran jarak terbagi dua yaitu pengukuran jarak langsung dan pengukuran jarak tidak langsung. Meskipun alat-alat semakin berkembang, pengukuran jarak langsung dengan pita ukur masih mendominasi khususnya bagi surveyor kadastral (pendaftaran tanah). Namun alat meteran kurang akurat jika digunakan di medan yang bergelombang, maka ada pula metode pengukuran secara tacimetri yang memiliki keunggulan tersendiri, karenanya calon serveyor penting mempelajari keduanya.

2.4 Pengertian dan Prinsip Kerja Theodolite

2.4.1 Pengertian Theodolite

Theodolit adalah salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Berbeda dengan waterpass yang hanya memiliki sudut mendatar saja. Di dalam theodolit sudut yang dapat di baca bisa sampai pada satuan sekon (detik).

Theodolite merupakan alat yang paling canggih di antara peralatan yang digunakan dalam survei. Pada dasarnya alat ini berupa sebuah teleskop yang ditempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang dapat diputar-putar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horisontal untuk dibaca. Teleskop tersebut juga dipasang pada piringan kedua dan dapat diputarputar mengelilingi sumbu horisontal, sehingga memungkinkan sudut vertikal untuk dibaca. Kedua sudut tersebut dapat dibaca dengan tingkat ketelitian sangat tinggi (*Farrington 1997*).



Gambar 2.1.II.1.1 Theodolite Model abad 16 M

Theodolit berkembang semenjak awal abad 16 dalam bentuk yang sederhana dengan pembacaan hasil pengukuran sudut secara manual menggunakan cakram skala vertikal dan horisontal. Pembidikannya pun masih berupa tabung tanpa lensa. Baru kemudian menjelang pertengahan abad ini theodolit dilengkapi dengan penyangga (tripod) dan kompas menyusul ditambahkannya lensa teleskop sebagai pembidik. Pemasangan kompas pada theodolit ada dua macam yaitu kompas internal yang terpasang di dalam alat dan kompas eksternal yaitu kompas terpasangan di luar alat.

Pada theodolit lama kebanyakan kompas dipasang secara internal sedangkan theodolit modern pemasangan kompas dipasang secara eksternal misalnya di atas handel theodolit dan bisa dibongkar-pasang.



Gambar 2.1.1.II.2 Theodolite Model tahun 1950-an

Pada tahun-tahun berikutnya theodolit menunjukkan perkembangan yang pesat. Kecuali tingkat akurasi semakin tinggi theodolit kini juga dilengkapi berbagai kemampuan diantaranya pembacaan skala secara digital yaitu langsung tampil berupa angka pada layar display. Theodolit generasi terbaru yang disebut Total Station (TS) dilengkapi dengan laser pembidik, infra merah untuk pengukuran jarak, remote control dan piranti GPS yang dapat terhubung ke satelit. Bahkan alat ini juga dilengkapi memori dan mikro komputer di dalamnya yang memungkinkan dapat menyimpan data hasil pengukuran. Hasil bidikannya pun dapat ditampilkan dalam layar monitor melalui teknologi CCD seperti yang dipakai pada kamera digital. Sedangkan pengaturannya juga dapat dilakukan jarak jauh (remote) atau robotik sistem menggunakan gelombang radio serta dapat dihubungkan dengan komputer/laptop. Sebelum teknologi *remote sensing* dan teknologi GPS ditemukan, theodolit menjadi alat utama dalam survei tanah dan pemetaan.



Gambar 2.1.1.II.3 Total Station

Theodolit dapat menentukan posisi geografis (lintang dan bujur) sebuah tempat menggunakan metode transit yaitu dengan mengukur posisi matahari dari tempat tersebut. Tidak hanya itu theodolit juga banyak berjasa dalam pembuatan berbagai jenis peta yang sudah dibuat oleh manusia. Sampai saat ini theodolit juga masih digunakan dalam pemetaan dan pengukuran pada pembuatan *master-plan* bangunan-bangunan modern. Di Indonesia theodolit ternyata ‘disalahgunakan’ pemakaiannya oleh kalangan ahli falak. Alat ini ternyata efektif untuk membantu kegiatan rukyatul hilal yaitu menyaksikan bulan sabit untuk menentukan awal bulan hijriyah. Theodolit yang juga dirancang dapat mengukur sudut altitude dan azimuth benda langit ini dapat diatur sehingga mengikuti pergerakan Bulan dengan bantuan data efemeris posisinya.



Gambar 2.1.1.II.4 Theodolite Digital

Pembidik yang terdapat pada alat ini sekaligus berfungsi sebagai teleskop yang dapat memperjelas kenampakan hilal. Beberapa perukyat yang menggunakan theodolit ini sengaja memasang kamera digital ataupun webcam pada lensa pembidikannya agar kenampakan hilal dapat didokumentasi dalam bentuk gambar maupun video sebagai bukti pelaporan. Kecual itu theodolit ternyata juga dapat digunakan untuk melakukan pengukuran arah kiblat secara lebih presisi dibandingkan alat ukur sudut yang lain. Dengan melakukan pembidikan terhadap arah matahari atau benda langit lain yang diketahui data azimuthnya saat itu maka arah Utara Sejati (True North) dapat ditentukan. Selanjutnya setelah titik Utara Sejati ditentukan, langkah selanjutnya adalah membidik arah azimuth kiblat yang telah dihitung.

Syarat-syarat theodolit

Syarat - syarat utama yang harus dipenuhi alat theodolite (pada galon air) sehingga siap dipergunakan untuk pengukuran yang benar adalah sbb :

1. Sumbu kesatu benar - benar tegak / vertical.
2. Sumbu kedua haarus benar - benar mendatar.
3. Garis bidik harus tegak lurus sumbu kedua / mendatar.

4. Tidak adanya salah indeks pada lingkaran kesatu.

Tata Cara Pengukuran Detil Tachymetri Menggunakan

1. Theodolit Berkompas

Pengukuran detil cara tachymetri dimulai dengan penyiapan alat ukur (Theodolite) titik ikat dan penempatan rambu di titik tridik. Setelah alat siap untuk pengukuran, dimulai dengan perekaman data di tempat alat berdiri, pembidikan ke rambu ukur, pengamatan azimuth dan pencatatan data di rambu BT, BA, BB serta sudut miring m. Tempatkan alat ukur theodolite di atas titik kerangka dasar atau titik kerangka penolong dan atur sehingga alat siap untuk pengukuran, ukur dan catat tinggi alat di atas titik ini. Dirikan rambu di atas titik bidik dan tegakkan rambu dengan bantuan nivo kotak. Arahkan teropong ke rambu ukur sehingga bayangan tegak garis diafragma berimpit dengan garis tengah rambu. Kemudian kencangkan kunci gerakan mendatar teropong. Kendorkan kunci jarum magnet sehingga jarum bergerak bebas. Setelah jarum setimbang tidak bergerak, baca dan catat azimuth magnetis dari tempat alat ke titik bidik. Kencangkan kunci gerakan tegak teropong, kemudian baca bacaan benang tengah, atas dan bawah serta catat dalam buku ukur. Bila memungkinkan, atur bacaan benang tengah pada rambu di titik bidik setinggi alat, sehingga beda tinggi yang diperoleh sudah merupakan beda tinggi antara titik kerangka tempat berdiri alat dan titik detil yang dibidik.

Kesalahan pengukuran cara tachymetri dengan theodolite berkompas Kesalahan alat, misalnya:

1. Jarum kompas tidak benar-benar lurus.
2. Jarum kompas tidak dapat bergerak bebas pada porosnya.
3. Garis bidik tidak tegak lurus sumbu mendatar (salah kolimasi).
4. Garis skala 0° - 180° atau 180° - 0° tidak sejajar garis bidik.
5. Letak teropong eksentris.
6. Poros penyangga magnet tidak sepusat dengan skala lingkaran mendatar.

Kesalahan pengukur, misalnya:

1. Pengaturan alat tidak sempurna (temporary adjustment).

2. Salah taksir dalam pembacaan
3. Salah catat, dll. nya.

Kesalahan akibat faktor alam, misalnya:

1. Deklinasi magnet.
2. atraksi lokal.

MACAM –MACAM JENIS THEODOLIT

Macam Theodolit berdasarkan konstruksinya, dikenal dua macam yaitu:

1. Theodolit Reiterasi (Theodolit sumbu tunggal)

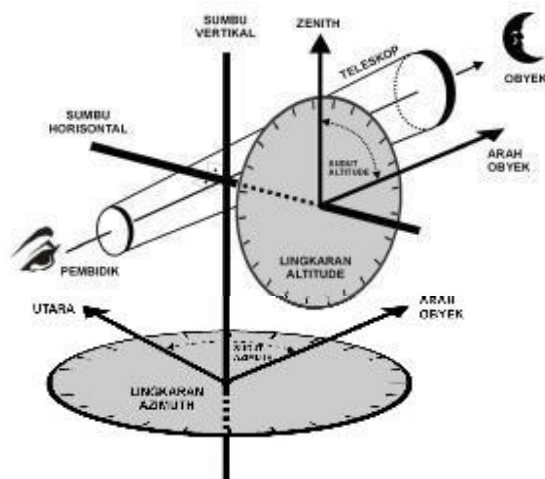
Dalam theodolit ini, lingkaran skala mendatar menjadi satu dengan kiap, sehingga bacaan skala mendatarnya tidak bisa di atur. Theodolit yang di maksud adalah theodolit type T0 (wild) dan type DKM-2A (Kem)

2. Theodolite Repitisi

Konstruksinya kebalikan dari theodolit reiterasi, yaitu bahwa lingkaran mendatarnya dapat diatur dan dapat mengelilingi sumbu tegak. Akibatnya dari konstruksi ini, maka bacaan lingkaran skala mendatar 0o, dapat ditentukan kearah bdkan I target myang dikehendaki. Theodolit yang termasuk ke dalam jenis ini adalah theodolit type TM 6 dan TL 60-DP (Sokkisha), TL 6-DE (Topcon), Th-51 (Zeiss).

2.4.2 Prinsip Kerja Theodolite

Pada prinsipnya, cara kerja theodolit adalah sebuah pembidik (teleskop) yang dipasang padaudukan (mounting) yang dapat bergerak secara vertikal untuk menghitung tinggi benda (altitude) dan horisontal untuk menghitung sudut arah (azimuth). Oleh sebab itu sistemudukan theodolit ini sering disebut sebagai sistemudukan *altazimuth*. Dalam praktek penggunaan theodolit terdapat 2 (dua) acuan pengukuran sudut. Yang pertama adalah sudut vertikal (vertical angle= VA) acuannya adalah titik Zenith yaitu titik yang berada tepat di atas kepala. Sehingga jika benda berada di titik Zenith ini maka sudut vertikalnya adalah nol ($VA=0^\circ$) sedangkan jika benda berada di titik horizon maka sudut vertikalnya (VA) adalah 90° . Karena tinggi benda (altitude) dihitung menggunakan acuan titik horison sebagai nol derajat (0°) dan titik Zenith bernilai 90° maka : $\text{Tinggi benda (Altitude)} = 90^\circ - VA$.



Gambar 2.1.2.1 Sistem Sumbu/Poros pada Theodolite

Sedangkan acuan pengukuran sudut azimuth /sudut horisontal (horizontal angle = HA) adalah titik Utara Sejati dihitung memutar searah jarum jam. Sehingga jika benda berada di Utara HA=0°, di Timur HA=90°, di Selatan HA=180° di Barat HA=270°. Walau demikian ada sebagian negara yang menggunakan acuan titik Selatan. Untuk mengetahui posisi benda secara tepat theodolit dilengkapi dengan teleskop pembidik dengan tanda silang (+) pada lensa pembidikannya. Cara membidiknya adalah dengan membidik benda tepat pada tanda silang (crosshair) yang terlihat melalui teleskop.

Sementara untuk pengintaian Matahari, teleskop dilengkapi dengan filter yang dapat menapis cahaya sehingga aman. Cara lain pengintaian Matahari adalah dengan jalan memproyeksikan cahaya Matahari yaitu menangkap bayangan Matahari yang melalui teleskop menggunakan sebidang kertas putih di belakang lensa pembidik.

2.4.3 Tata Cara Penggunaan Theodolite Digital

Theodolit digital adalah theodolit yang pembacaan hasil pengukurannya dalam bentuk angka yang tertampil pada layar displainya. Beberapa merk theodolit digital misalnya Nikon, Topcon, Leica, Sokkia dll

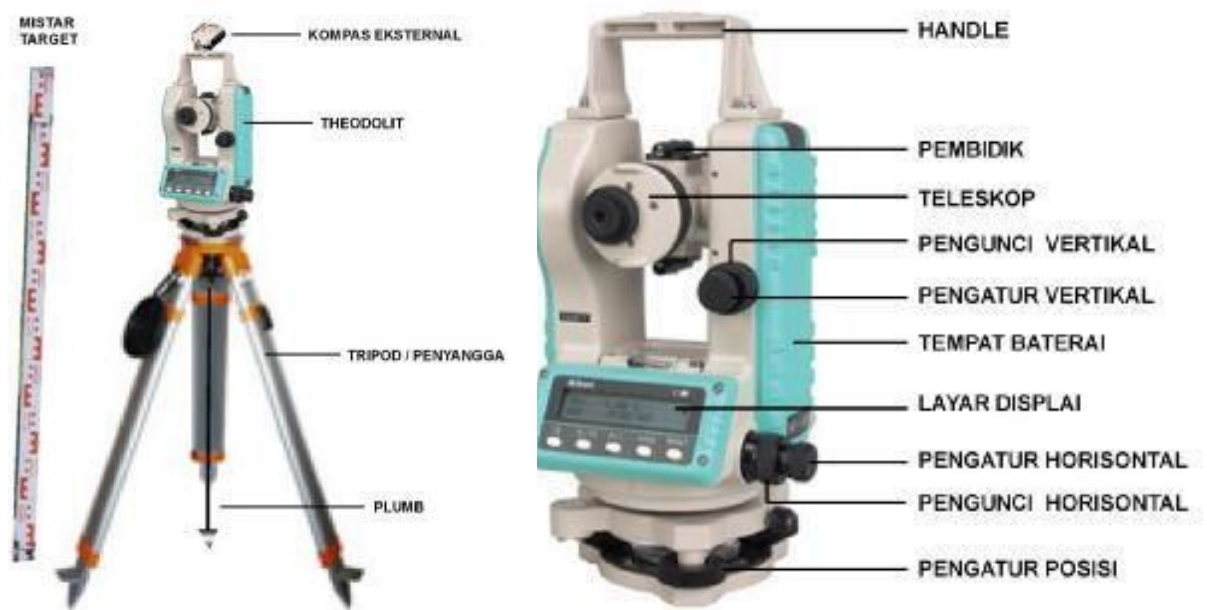


Beberapa Merk Theodolit Theodolit digital seperti halnya theodolit pada umumnya terdiri dari sebuah teleskop kecil yang terpasang pada sebuah dudukan yang dapat bergerak pada sumbu vertikal dan horisontal. Di salah satu sisinya terdapat layar yang berfungsi menampilkan data hasil pengukuran dalam bentuk digital. Angka tersebut meliputi sudut vertikal (VA) dan sudut horisontal (HA) dengan satuan derajat, menit busur, detik busur. Saat teleskop kecil ini diarahkan maka angka kedudukan vertikal dan horisontal akan berubah sesuai perubahan sudut pergerakannya.

2.4.4 Bagian-bagian Unit Theodolite

Unit theodolit terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut:

1. Theodolit alat pengukur altitude/azimuth
2. Kompas pointing Utara
3. Tripod penyangga theodolit
4. Mistar target pointing arah
5. Plumb bandul pelurus vertical



Gambar 2.1.4.1 Bagian-bagian Unit Theodolite

Sementara theodolit sendiri terdiri dari bebarapa bagian:

- ✓ Handel : untuk membawa dan mengangkat.
- ✓ Pembidik : menentukan sasaran.
- ✓ Teleskop : menentukan sasaran secara lebih presisi.
- ✓ pengunci vertikal : mengunci gerak sumbu vertikal.
- ✓ pengatur vertikal : memutar secara halus gerak vertikal setelah dikunci.
- ✓ layar display : menampilkan informasi hasil pengukuran.
- ✓ pengunci horisontal : mengunci gerak horisontal.
- ✓ pengatur horisontal : memutar secara halus gerak horisontal setelah dikunci.
- ✓ pengatur posisi : pengatur posisi theodolit sampai tanda gelembung (nivo) padakedudukan seimbang à terdapat dua tanda gelembung; batang dan bulat di bagian bawah teleskop.



Gambar 2.1.4.2 Layar Display Theodolite Merk Nikon

Layar display terdiri dari bagian-bagian:

1. **Illumination** bergambar lampu Menghidupkan Lampu Layar saat gelap.
2. **%/VA** Digunakan untuk merubah tampilan sudut vertikal menjadi persen
3. **R/L** Digunakan untuk memblikan sudut horisontal secara 360 derajat
4. **HOLD** Digunakan untuk menahan angka pada sudut Horizontal
5. **RESET** Digunakan untuk mereset sudut horizontal menjadi 0 derajat
6. **Indikator Battery** di kanan atas.
7. **VA** sudut vertikal
8. **HA** sudut horisontal

Untuk pengukuran arah kiblat maka yang diperlukan hanyalah skala sudut horisonta (HA) saja, sementara sudut vertikal (VA) tidak digunakan.

Pengukuran arah kiblat menggunakan theodolit harus benar-benar dikuasi. Kalau tidak bisa-bisa menjadi pekerjaan yang sangat sulit dan melelahkan bahkan menjadi tidak akurat. Hal ini terutama terkendala oleh sulitnya melakukan pointing terhadap titik Utara Sejati apalagi posisi matahari yang dijadikan target sudah tinggi di atas kepala atau bahkan penggunaan kompas yang biasanya di atas theodolit sering tidak presisi.

Penggunaan kompas memang tidak disarankan dalam pengukuran menggunakan theodolit karena ada kekhawatiran terjadi kesalahan pada kompas. Penggunaan posisi Matahari menjadi pilihan yang baik, namun harus mencari waktu-waktu yang ideal untuk melakukan pembidikan. Waktu itu ialah saat ketinggian Matahari kurang dari 60° di atas horison, yang berarti pagi atau sore hari.

Penggunaan benda-benda langit lain seperti cahaya bintang, bulan dan planet dapat menjadi salah satu pilihan saat dilakukan pengukuran pada malam hari.

2.4.5 Tata Cara Menggunakan Theodolite

Untuk menggunakan alat survey theodolite dengan benar, berikut adalah langkah-langkah yang perlu diikuti:

1. **Penyiapan Tripod:** Pasang tripod di lokasi pengukuran dan pastikan tripod dalam posisi yang stabil. Pastikan kaki-kaki tripod tertanam kuat di tanah untuk menghindari pergeseran.



Gambar 2.1.5.1 Statif/Tripod

2. **Pemasangan Theodolite:** Pasang theodolite pada kepala tripod dan kencangkan sekrup pengunci. Pastikan alat terpasang dengan kuat dan tidak goyah.



Gambar 2.1.5.2 Theodolite

3. **Kalibrasi Alat:** Lakukan kalibrasi dengan menyesuaikan level bubble pada theodolite hingga posisi benar-benar horizontal. Ini penting untuk memastikan pengukuran sudut yang akurat.



Gambar 2.1.5.3 Gelembung Nivo (Level Bubble)

4. **Pengukuran Sudut Horizontal dan Vertikal:** Arahkan teleskop theodolite ke target objek dan fokuskan. Baca sudut horizontal dan vertikal dari skala yang tersedia. Pada theodolite elektronik, data ini akan langsung tersimpan dalam memori alat.



Gambar 2.1.2.4 Fokuskan Theodolite ke Target Objek

5. **Pencatatan Data:** Catat hasil pengukuran dengan teliti. Jika menggunakan theodolite elektronik, pastikan data telah tersimpan dengan benar dalam perangkat.

2.5 Pengertian dan Prinsip Kerja Waterpass (Leveling)

2.5.1 Pengertian Waterpass

Waterpass (penyipat datar) adalah suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertical.

Sedangkan pengukuran yang menggunakan alat ini disebut dengan *Levelling* atau *Waterpassing*. Pekerjaan ini dilakukan dalam rangka penentuan tinggi suatu titik yang akan ditentukan ketinggiannya berdasarkan suatu system referensi atau bidang acuan.

Sistem referensi atau acuan yang digunakan adalah tinggi muka air laut rata-rata atau *Mean sea Level* (MSL) atau system referensi lain yang dipilih. Sistem referensi ini mempunyai arti sangat penting, terutama dalam bidang keairan, misalnya: Irigasi, Hidrologi, dan sebagainya. Namun demikian masih banyak pekerjaan-pekerjaan lain yang memerlukan system referensi.

Untuk menentukan ketinggian suatu titik di permukaan bumi tidak selalu harus selalu mengukur beda tinggi dari muka laut (MSL), namun dapat dilakukan dengan titik-titik tetap yang sudah ada disekitar lokasi pengukuran. Titik-titik tersebut umumnya telah diketahui ketinggiannya maupun kordinatnya (X,Y,Z) yang disebut *Banch Mark* (BM). Banch mark merupakan suatu tanda yang jelas (mudah ditemukan) dan kokoh dipermukaan bumi yang berbentuk tugu atau patok beton sehingga terlindung dari faktor-faktor pengrusakan.

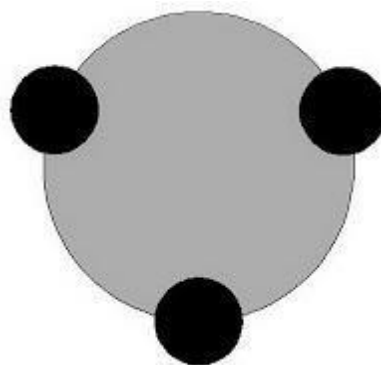
Manfaat penting lainnya dari pengukuran *Levelling* ini adalah untuk kepentingan proyek-proyek yang berhubungan dengan pekerjaan tanah (Earth Work) misalnya untuk menghitung volume galian dan timbunan. Untuk itu dikenal adanya pengukuran sipat datar profil memanjang (Long section) dan sipat datar profil melintang (Cross section).

Dalam melakukan pengukuran sipat datar dikenal adanya tingkat-tingkat

ketelitian sesuai dengan tujuan proyek yang bersangkutan. Hal ini dikarenakan pada setiap pengukuran akan selalu terdapat kesalahan- kesalahan. Fungsi tingkat-tingkat ketelitian tersebut adalah batas toleransi kesalahan pengukuran yang diperbolehkan. Untuk itu perlu diantisipasi kesalahan tersebut agar di dapat suatu hasil pengukuran untuk memenuhi batasan toleransi yang telah ditetapkan.



Gambar2.2.1.1NikonAP-8



Gambar2.2.1.2TigaSekrupABC

Instrumen yang digunakan untuk pekerjaan levelling dapat dikelompokkan dalam empat kategori : tipe dumpy , tipe tilting , tipe automatic , dan tipe digital. Meskipun masing-masing agak berbeda dalam desain , semua memiliki dua

komponen umum :

- (1) teleskop untuk menciptakan garis pandang dan memungkinkan pembacaan yang akan diambil pada rambu ukur dan
- (2) sistem untuk mengarahkan garis pandang pada bidang horizontal. Tipe Dumpy dan tilting menggunakan tipe *via* untuk mengarahkan garis pandang mereka, sementara tipe otomatis mempekerjakan kompensator otomatis.

Tipe digital juga menggunakan kompensator otomatis, tetapi menggunakan batang bar -kode untuk pembacaan otomatis. Automatic digital adalah jenis yang paling umum digunakan saat ini, meskipun tipe tilting masih digunakan terutama pada proyek-proyek yang membutuhkan pekerjaan yang sangat tepat. Tipe digital dengan cepat mendapatkan hasil pengukuran. Ketiga jenis tipe dijelaskan dalam bagian dibawah. Tingkat Dumpy jarang digunakan saat ini, yang telah digantikan oleh jenis yang lebih baru lainnya .

Mereka dibahas dalam tingkat Lampiran A. Tangan , meskipun tidak umum digunakan untuk leveling diferensial, memiliki banyak kegunaan khusus di mana perbedaan ketinggian kasar jarak lebih pendek diperlukan . Mereka juga dibahas dalam bab ini.

2.5.2 Prinsip Kerja Waterpass

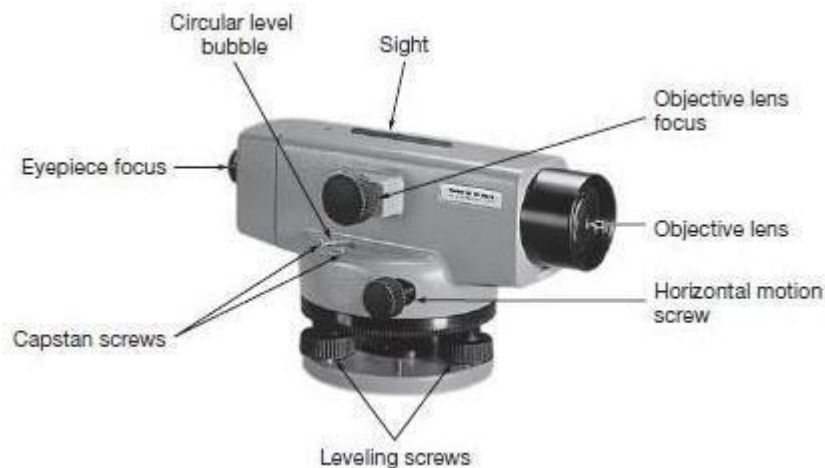
Pengukuran waterpass adalah pengukuran untuk menentukan ketinggian atau beda tinggi antara beda titik. Pengukuran waterpass ini sangat penting gunanya untuk mendapatkan data sebagai keperluan pemetaan ,perencanaan ataupun, untuk pekerjaan konstruksi. Hasil-hasil dari pengukuran waterpass di antaranya digunakan untuk perencanaan jalan, jalan kereta api, saluran, penentuan letak bangunan gedung di dasarkan atas elevasi tanah yang ada, perhitungan urugan dan galian tanah.

2.5.3 Bagian Utama dari Pesawat Penyipat Datar

1. Teleskop

Instrumen leveling teleskop digunakan untuk menentukan garis pandang

dan memperbesar pandangan lurus terhadap referensi, sehingga memungkinkan mendapatkan pembacaan yang akurat. Komponen teleskop dipasang di silinder tabung. Empat komponen utama adalah lensa objektif, lensa negatif, reticle, dan lensa mata. Dua bagian ini, lensa objektif dan okuler, bersifat eksternal untuk instrumen, dan hanya terdapat pada automatic level yang diperlihatkan pada Gambar 2.2.1.1



Gambar 2.2.2.1 Bagian-bagian Umum dari Pesawat Penyipat Datar

2. Lensa Obyektif

Lensa obyektif ini terpasang di bagian depan badan dari pesawat sipat datar, memiliki sumbu optik cukup konsentris dengan sumbu tabung. Fungsi utamanya untuk mengumpulkan sinar cahaya yang masuk dan mengarahkan mereka fokus ke arah lensa negatif.

3. Lensa Negatif

Lensa negatif terletak antara lensa obyektif dan reticle, dipasang dibagian tersebut sehingga sumbu optik berhimpit dengan lensa objektif. Fungsinya adalah untuk memfokuskan sinar cahaya yang melewati lensa objektif ke bidang reticle. Selama fokus, slide lensa negatif bolak-balik sepanjang sumbu tabung.

4. Reticle

Reticle ini terdiri dari sepasang garis acuan tegak lurus (biasanya disebut garis bidik) dipasang pada arah fokus utama sistem optik. Titik potong garis bidik, bersama-sama dengan pusat optik dari sistem obyektif,

membentuk apa yang disebut garis bidik, juga kadang-kadang disebut garis collimation. Garis bidik adalah garis-garis halus terukir di kaca bundar tipis. Pelat kaca di tempatkan dalam tabung silinder utama dengan dua pasang sekrup yang berlawanan, yang terletak di sudut kanan satu sama lain untuk memfasilitasi pengaturan garis bidik. Dua baris tambahan sejajar dan berjarak sama dari garis utama biasanya ditambahkan ke reticle untuk keperluan khusus seperti untuk tiga -kawat meratakan dan stadia. Reticle dipasang dalam tabung teleskop utama dengan garis ditempatkan dalam orientasi horizontal-vertikal.

5. Lensa Mata

Lensa mata adalah mikroskop (biasanya dengan perbesaran dari sekitar 25 sampai 45 tenaga) untuk melihat gambar. Fokus adalah fungsi penting yang akan dilakukan dalam menggunakan teleskop. Proses diatur oleh prinsip dasar lensa dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (1)$$

di mana adalah jarak dari lensa untuk gambar pada pesawat reticle, jarak dari lensa ke objek, dan f lensa panjang fokus. Panjang fokus lensa apapun adalah fungsi dari jari-jari dari permukaan tanah bola lensa, dan dari indeks bias dari kaca yang dibuat. Ini adalah konstan untuk setiap tertentu tunggal atau majemuk lensa. Untuk fokus untuk setiap jarak yang berbeda-beda, harus diubah untuk mempertahankan persamaan Persamaan. Fokus teleskop tingkat adalah proses dua tahap. Pertama lensa mata lensa harus fokus. Karena posisi reticle pada sisa-sisa tabung teleskop tetap, jarak antara itu dan lensa okuler harus disesuaikan agar sesuai dengan mata pengamat individu. Hal ini dilakukan dengan membawa bidik ke jelas fokus, yaitu, membuat mereka muncul sebagai hitam mungkin saat penampakan di langit atau jauh, benda berwarna terang. Setelah ini telah dicapai, pengaturan tidak perlu diubah untuk pengamat yang sama, terlepas dari panjang terlihat, kecuali seragam mata. Tahap kedua berfokus terjadi setelah lensa mata telah disesuaikan. Objek pada jarak yang bervariasi dari teleskop dibawa ke fokus yang tajam pada bidang garis bidik dengan memutar kenop

fokus . Ini bergerak negatif fokus lensa untuk mengubah dan menciptakan kesetaraan dalam Persamaan untuk berbagai jarak.

6. Nivo

Pada waktu melakukan pengukuran dengan alat-alat ilmu ukur tanah, baik pengukuran mendatar maupun pengukuran tegak, haruslah sumbu kesatu tegak lurus dan sumbu kedua tegak lurus pada sumbu ke satu. Untuk mencapai keadaan dua sumbu itu, digunakan suatu alat yang dinamakan **Nivo**. Menurut bentuknya Nivo dibagi dalam dua macam ;

a. Nivo Kotak

Yaitu terdiri atas kotak dari gelas yang dimasukkan dalam montur dari logam sedemikian, hingga bagian atas tidak tertutup. Kotak dari gelas itu diisi dengan eter atau alcohol dan diatas di bagian dalam tutup kotak diberi bentuk bidang lengkung dari bulatan dengan jari-jari yang besar. Bagian kecil kotak itu berisi zat cair, sehingga bagian dari atas kelihatan *gelembung*.



Gambar 2.2.2.2 Nivo Kotak

Nivo kotak berbentuk bulat (lihat Gambar 4.12), bagian dalam permukaan bola diproduksi untuk radius tertentu. Seperti versi tabung, kecuali untuk gelembung udara, nivo bulat dipenuhi dengan cairan. Nivo ini tepat dengan lingkaran konsentris yang memiliki jarak 2 – mm. Poros sebenarnya pesawat bersinggungan dengan titik radius lingkaran konsentris. Ketika gelembung tersebut berpusat di lingkaran terkecil, sumbu harus horisontal. Selain penggunaannya untuk perataan pada tiliting level dan tingkat otomatis , nivo bulat

juga digunakan pada instrumen total station, tribrachs, jalon, rambu prisma, dan banyak instrumen survei lainnya. Sensitivitas mereka jauh lebih rendah dibandingkan dengan nivo tabung umumnya di kisaran dari 2" sampai 20" untuk per bagian 2 – mm .

b. Nivo Tabung

Yakni terdiri atas tabung dari gelas yang berbentuk silinder, dengan bidang dalamnya yang diatas digosok, hingga mempunyai bentuk bidang bulatan dengan jari-jari yang besar. Di bagian atas luar tabung diperlengkapi dengan garis-garis yang berjarak 2 mm (garis-garis paris). Tanda bahwa garis arah nivo mendatar adalah bila kedua ujung gelembung letak di sebelah kiri dan di sebelah kanan titik nivo T dengan jarak yang sama. Apabila gelembung dalam keadaan lain, maka garis arah nivo tidak mendatar.



Gambar 2.2.2.3 Nivo Tabung

2.5.4 Tata Cara Menggunakan Waterpass

Sebelum alat waterpass dipakai dilapangan guna pengukuran, harus memenuhi syarat-syarat pengaturan, sedangkan pada setiap akan digunakan sumbu tegak / sumbu kesatu harus benar-benar vertikal. Syarat-syarat pengaturan waterpass :

- Garis arah nivo tegak lurus sumbu tegak
- Garis bidik teropong sejajar garis arah nivo
- Benang silang mendatar diafragma tegak lurus sumbu kesatu

Cara menyetel alat waterpass

Alat dalam keadaan baik, semua persyaratan untuk alat waterpass telah dipenuhi.

- o Pasang statif pada tempat yang baik
- o Letakkan alat waterpass diatas kepala statif dan dikuatkan dengan skrup pengunci kepala statif
- o Buatlah sumbu kesatu alat waterpass tegak lurus atau vertikal dengan memutar ketiga skrup penyetel alat dengan pertolongan nivo kotak
- o Buatlah garis arah nivo tegak lurus sumbu kesatu (sumbu tegak) dan sumbu kesatu benar-benar tegak lurus.

Nivo dilihat kalau tidak seimbang, diseimbangkan dengan memutar skrup A dan B.

Putar teropong 900 dari kedudukan I dan 2 sehingga tegak lurus skrup AB, nivo diseimbangkan dengan skrup C saja. Dalam pengukuran tinggi ada beberapa istilah yang sering digunakan, yaitu :

- Garis vertikal adalah garis yang menuju ke pusat bumi, yang umum dianggap sama dengan garis unting-unting.
- Bidang mendatar adalah bidang yang tegak lurus garis vertikal pada setiap titik. Bidang horisontal berbentuk melengkung mengikuti permukaan laut.
- Datum adalah bidang yang digunakan sebagai bidang referensi untuk ketinggian, misalnya permukaan laut rata-rata.
- Elevasi adalah jarak vertikal (ketinggian) yang diukur terhadap bidang datum.
- Bench Mark (B.M) adalah titik yang tetap yang telah diketahui elevasinya terhadap datum yang dipakai, untuk pedoman pengukuran elevasi daerah sekelilingnya.

Prinsip cara kerja dari alat ukur waterpass adalah membuat garis sumbu teropong horisontal. Bagian yang membuat kedudukan menjadi horisontal adalah nivo, yang berbentuk tabung berisi cairan dengan gelembung di dalamnya. Dalam menggunakan alat ukur waterpass harus dipenuhi syarat-syarat sbb :

- Garis sumbu teropong harus sejajar dengan garis arah nivo.
- Garis arah nivo harus tegak lurus sumbu I.
- Benang silang horisontal harus tegak lurus sumbu I.

Pada penggunaan alat ukur waterpass selalu harus disertai dengan rambu ukur (bak). Yang terpenting dari rambu ukur ini adalah pembagian skalanya harus betul-betul teliti untuk dapat menghasilkan pengukuran yang baik. Di samping itu cara memegangnya pun harus betul-betul tegak (vertikal). Agar letak rambu ukur berdiri dengan tegak, maka dapat digunakan nivo rambu. Jika nivo rambu ini tidak tersedia, dapat pula dengan cara menggoyangkan rambu ukur secara perlahan-lahan ke depan, kemudian ke belakang, kemudian pengamat mencatat

hasil pembacaan rambu ukur yang minimum. Cara ini tidak cocok bila rambu ukur yang digunakan beralas berbentuk persegi.

Pada saat pembacaan rambu ukur harus selalu diperhatikan bahwa :

2BT: BA + BB

Adapun : BT: Bacaan benang tengah waterpass

BA: Bacaan benang atas waterpass

BB: Bacaan benang bawah waterpass

Bila hal diatas tidak terpenuhi, maka kemungkinan salah pembacaan atau pembagian skala

pada rambu ukur tersebut tidak benar.

Dalam praktikum Ilmu Ukur Tanah ada dua macam pengukuran waterpass yang dilaksanakan, yaitu :

1. Pengukuran Waterpass Memanjang
2. Pengukuran Waterpass Melintang

Rumus-rumus yang digunakan dalam pengukuran waterpass adalah

1. Pengukuran Waterpas Memanjang

Beda tinggi antara titik A dan B adalah :

Ahprpu: $BT_{pr} - BT_{pz}$

Adapun : Ahprpz: beda tinggi antara titik P1 dan P2

BTpr : bacaan benang tengah di titik P1

BTpz : bacaan benang tengah di titik P2

Jarak antara A dengan P1 adalah :

$d_o = 100 \times (BA_{p1} - BB_{pr})$

Adapun : dap : jarak antara titik A dan P

BAa: bacaan benang atas di titik A

BBA: bacaan benang bawah di titik A

Dalam pengukuran waterpass memanjang, pesawat diletakkan di tengah-tengah titik yang akan diukur. Hal ini untuk meniadakan kesalahan akibat tidak sejajarnya kedudukan sumbu teropong dengan garis arah nivo. Sumber-sumber kesalahan pada pengukuran waterpass memanjang

Ada 3 sumber kesalahan antara lain :

o Pada alat

- o Dari luar

- o Dari si pengamat

Dalam pengukuran waterpass memanjang, pesawat diletakkan di tengah-tengah titik yang akan diukur. Hal ini untuk meniadakan kesalahan akibat tidak sejajarnya kedudukan sumbu teropong dengan garis arah nivo.

Sumber-sumber kesalahan pada pengukuran waterpass memanjang

Ada 3 sumber kesalahan antara lain :

- o Pada alat

- o Dari luar

- o Dari si pengamat

Profil memanjang dan melintang dapat digambarkan bila perbedaan tinggi titik-titik tinjau utama diketahui atau dapat dihitung. Profil memanjang diperlukan untuk membuat trase jalan ray4 rel, saluran air dan lain-lain, yang merupakan potongan tegak lapangan yang diperoleh dari jarak dan beda tinggi titik-titik diatas dataran. Profil melintang dapat digunakan pada penggambaran potongan jalan dan lainnya, yang dibuat tegak lurus sumbu proyek dan dibuat pada tempat-tempat penting. Dengan waterpass, satu titik acuan sudah diketahui tingginya maka titik lainnya dapat dihitung. Jarak-jarak A, B, C, D, dan E dapat diukur sebagai titik penggambaran profil memanjang ialah titik tengah jalan atau as jalan (central line). Profil melintang juga digambar dengan cara yang sama. Untuk penggambarannya, tentukan titik a, b, c, d, e, f, g, h, i, j dan seterusnya, kemudian dihitung beda tinggi antar titik berdasarkan titik acuan semula. Semakin rapat jarak antar potongan melintang akan menggambarkan situasi jalan yang lebih jelas. Pada prakteknya jarak antar profil melintang akan ditentukan tiap 100 m, 60 m, 30 m. Jarak antar titik profil melintang dapat diukur dengan meteran.

2. Pengukuran Waterpass Melintang

Beda tinggi antara titik I dan 2 adalah:

Ahrz: BTr - BT2

Adapun : Ah12: beda tinggi antara titik 1 dan titik 2

BTr : bacaan benang tengah di titik I

BTz = bacaan benang tengah di titik 2

Beda tinggi antara titik I dan titik P adalah :

Ahrr: $BT_t - TP$

Adapun : Ahlp: beda tinggi antara titik I dan titik P

BTr : bacaan benang tengah di titik 1

TP : tinggi pesawat

Berikut adalah kesalahan-kesalahan yang biasa dilakukan di lapangan :

- o Pembacaan yang salah terhadap rambu ukur. Hal ini dapat disebabkan karena mata si pengamat kabur, angka rambu ukur yang hilang akibat sering tergores, rambu ukur kurang tegak dan sebagainya.
- o Penempatan pesawat atau rambu ukur yang salah.
- o Pencatatan hasil pengamatan yang salah.
- o Menyentuh kaki tiga (tripod) sehingga kedudukan pesawat I nivo berubah.

2.6 Medan Miring

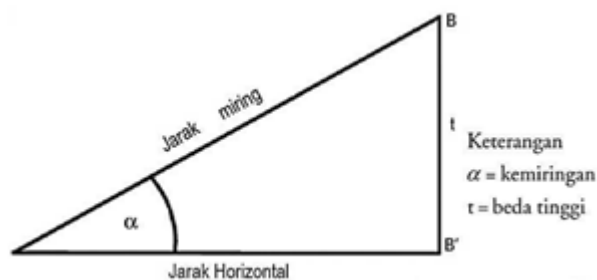
Medan miring adalah area yang memiliki kemiringan yang signifikan, baik itu kemiringan yang landai maupun curam. Medan miring dapat ditemukan di berbagai aspek lokasi, seperti;

1. Pengunungan : daerah pengunungan seringkali memiliki medan miring yang curam dan berbukit-bukit.
2. Perbukitan: daerah perbukitan juga dapat memiliki medan miring yang landai hingga curam.
3. Lereng: lereng bukit atau gunung dapat memiliki medan miring curam.
4. Daerah pertanian: beberapa daerah pertanian dapat memiliki medan miring yang landai hingga curam, terutama jika lahan pertanian tersebut terletak di lereng bukit atau gunung.

Medan miring dapat mempengaruhi berbagai aspek, seperti:

1. Pengukuran jarak: pengukuran jarak pada medan miring dapat menjadi lebih kompleks karena adanya kemiringan yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
2. Kestabilan tanah: medan miring dapat mempengaruhi kestabilan tanah, terutama jika tanah tersebut tidak stabil atau rawan longsor.
3. Penggunaan lahan: medan miring dapat mempengaruhi penggunaan lahan, terutama jika lahan tersebut digunakan untuk pertanian atau konstruksi.

Pengukuran jarak merupakan hal yang sangat penting dalam penentuan posisi satu titik terhadap titik lainnya. Keadaan sebenarnya dari permukaan bumi sangat bervariasi. Ada yang datar, landai, curam dan sangat curam. Pada daerah yang datar, jarak antara dua titik adalah panjang garis terpendek yang menghubungkan dua titik tersebut. Pada daerah yang tidak datar, panjang garis terpendek yang menghubungkan dua titik tidak disebut jarak, melainkan disebut dengan jarak miring. Yang dimaksud dengan jarak dalam Geomatika adalah jarak datar atau jarak horisontal. Jarak datar inilah yang digambarkan pada peta atau gambar profil sebagai penyajian produk pekerjaan Geomatika. Jadi apabila disebut “jarak” saja, maksudnya adalah jarak datar. Begitu pula, yang dimaksud jarak pada peta adalah jarak datar. Pengukuran jarak pada umumnya dilakukan untuk memperoleh data jarak datar. Walaupun begitu jarak miring kadang-kadang diperlukan juga. Sebagai contoh penggunaan jarak miring adalah pada perencanaan pemasangan perpipaan air bersih, saluran irigasi, jalan raya, dan kabel jaringan listrik.



Jarak datar dapat dihitung apabila jarak miring dan sudut kemiringan diukur. Hitungan menggunakan rumus trigonometri:

$$\text{Jarak datar} = \text{Jarak miring} \times \cos (\text{sudut miring})$$

Jarak datar juga dapat dihitung apabila jarak miring dan beda tinggi diukur. Hitungan untuk keadaan tersebut yaitu:

$$\text{Jarak datar} = \sqrt{((\text{Jarak miring})^2 - (\text{Beda tinggi})^2)}$$

2.6.1 Pengukuran Beda Tinggi pada Medan Miring

Secara konseptual, beda tinggi diartikan sebagai selisih antara dua bidang nivo yang melalui dua titik di permukaan bumi. Bidang nivo adalah suatu bidang horisontal bersifat ekuipotensial yang tegak lurus dengan garis arah gaya berat yang melalui suatu titik (Umaryono, 1988). Pengukuran beda tinggi adalah

adalah suatu pekerjaan pengukuran untuk menentukan beda tinggi beberapa titik di muka bumi terhadap tinggi muka air laut rata-rata, pekerjaan survey ini di aplikasikan pada pekerjaan kontruksi bangunan dimana titik-titik kontruksi tersebut harus di tentukan ketinggiannya atas elevasinya untuk pekerjaan pengukuran pada pekerjaan kontruksi memerlukan alat pengukur beda tinggi yang mempunyai akurasi yang tinggi. Dalam pengukuran tinggi ada beberapa istilah yang sering digunakan, yaitu:

- Garis vertikal adalah garis yang menuju ke pusat bumi, yang umum dianggap sama dengan garis unting-unting.
- Bidang mendatar adalah bidang yang tegak lurus garis vertikal pada setiap titik. Bidang horisontal berbentuk melengkung mengikuti permukaan laut.
- Datum adalah bidang yang digunakan sebagai bidang referensi untuk ketinggian, misalnya permukaan laut rata-rata.

Elevasi adalah jarak vertikal (ketinggian) yang diukur terhadap bidang datum.

- Bench Mark (BM) adalah titik yang tetap yang telah diketahui elevasinya terhadap datum yang dipakai, untuk pedoman pengukuran elevasi daerah sekelilingnya.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk pengukuran beda tinggi, diantaranya :

1. Pengukuran Beda Tinggi metode Trigonometri

Pengukuran beda tinggi metode trigonometris pada prinsipnya adalah perolehan beda tinggi melalui jarak langsung teropong terhadap beda tinggi dengan memperhitungkan tinggi alat, serta tinggi garis bidik yang diwakili oleh benang tengah rambu ukur. Alat theodolite, target dan rambu ukur semua berada di atas titik bidik Pengukuran beda tinggi metode trigonometri dilakukan dengan menggunakan klinometer dan pita ukur. Pengamat berdiri pada jarak tertentu kemudian klinometer dibidikkan ke titik yang akan diukur ketinggiannya. Rumus yang digunakan adalah $y = x \tan \theta$.

x merupakan jarak si pengamat ke objek yang akan diukur ketinggiannya dan $\tan \theta$ adalah sudut yang terbentuk antara si pengamat dengan ketinggian yang dibidik. Hasil tinggi yang didapat kemudian ditambah dengan tinggi si pengamat.

2. Pengukuran Beda Tinggi metode Al-Biruni

Pengukuran beda tinggi metode al-biruni dilakukan dengan menggunakan klinometer dan pita ukur. Pengamat berdiri pada jarak tertentu kemudian klinometer dibidikkan ke titik yang akan diukur ketinggiannya. Kemudian pengamat berpindah tempat dari titik satu ke titik 2 sebesar d kemudian dibidikkan kembali klinometer yang akan diukur ketinggiannya.

$$\tan \theta_1 = \frac{h}{d + x}$$

$$\tan \theta_2 = \frac{h}{x}$$

$$h = \frac{d \tan \theta_1 \tan \theta_2}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

dimana :

θ_1 : Sudut elevasi pada titik pertama

θ_2 : Sudut elevasi pada titik kedua

d : Jarak antara titik pertama dan titik kedua

h : Tinggi tanah

d adalah jarak perpindahan pengamat saat membidik dan $\tan \theta$ adalah sudut yang terbentuk antara si pengamat dengan ketinggian yang dibidik. Hasil tinggi yang di dapat kemudian di tambah dengan tinggi pengama.

3. Pengukuran Beda Tinggi metode Sipat Datar

Metode sipat datar prinsipnya adalah mengukur tinggi bidik alat sipat datar optis di lapangan menggunakan rambu ukur. Pengukuran beda tinggi dengan menggunakan metode sipat datar optis sampai saat ini masih merupakan cara pengukuran beda tinggi yang paling teliti sehingga ketelitian kerangka dasar vertikal (KDV) dinyatakan sebagai batas harga terbesar perbedaan tinggi hasil pengukuran sipat datar pergi dan pulang. Metode sipat datar merupakan metode yang paling teliti dibandingkan dengan metode trigonometris dan barometris. Hal ini

dapat dijelaskan dengan menggunakan teori perambatan kesalahan yang dapat diturunkan melalui persamaan matematis diferensial parsial.

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran jarak menggunakan theodolite dan waterpass pada bidang miring dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi alat seperti kalibrasi dan kestabilan tripod, serta kondisi lingkungan seperti suhu, angin, dan pencahayaan. Topografi medan, seperti tingkat kemiringan dan hambatan vegetasi, juga berdampak pada ketepatan data. Selain itu, teknik pengukuran, akurasi pembacaan skala, serta penerapan koreksi sudut dan beda tinggi sangat menentukan hasil akhir. Faktor manusia, khususnya keterampilan dan pengalaman operator, turut memegang peranan penting. Tak kalah berpengaruh, faktor geometrik seperti panjang garis pandang dan sudut elevasi memerlukan perhatian khusus agar hasil pengukuran dapat dikonversi dengan akurat menjadi jarak datar.

- kondisi alat (kalibrasi, stabilitas tripod, kualitas optik, dan akurasi skala),
- teknik pengukuran (pengaturan alat, pembacaan skala, serta penerapan koreksi sudut dan beda tinggi)
- kondisi lingkungan (suhu, angin, vegetasi, dan pencahayaan lapangan)
- topografi medan (kemiringan, hambatan visual, dan kontur tanah)
- faktor manusia (keterampilan operator, pengalaman kerja, dan konsentrasi)
- serta faktor geometrik (panjang garis pandang, sudut elevasi, dan kebutuhan konversi jarak miring ke jarak datar)

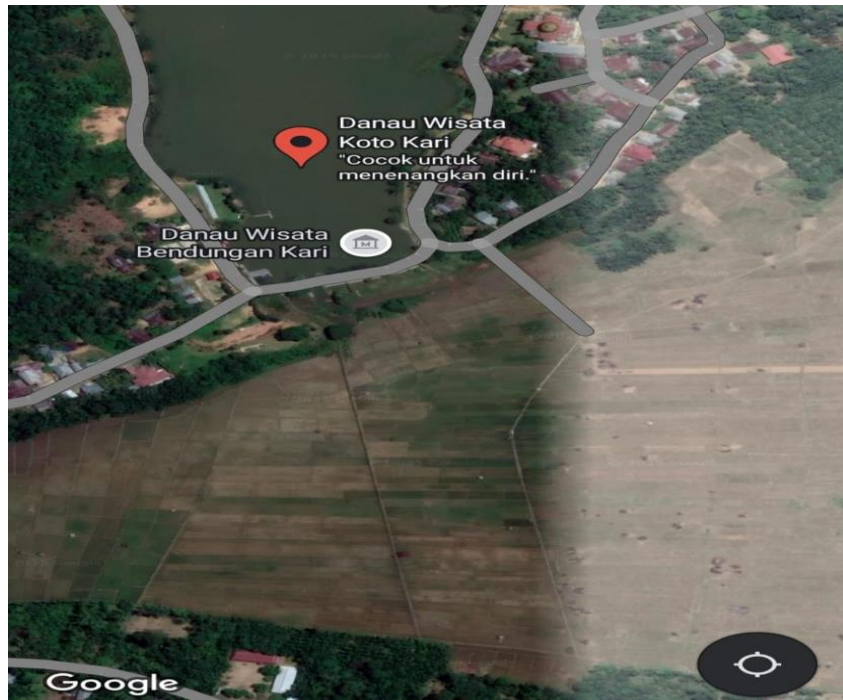
BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di danau wisata koto kari. Pemilihan lokasi ini dengan alasan adalah karena di daerah memiliki daerah yang cukup luas yang memiliki kontur bervariasi agar semakin kelihatan ketelitian dari alat theodolite dan waterpass. Lokasi penelitian dapat dilihat seperti gambar 3.1. waktu yang diperlukan dalam penelitian ini kurang lebih 3 hari efektif yang meliputi kegiatan-kegiatan :

1. Persiapan areal yang akan di ukur.
2. Pemasangan dan penomoran titik-titik di bagian sisi pinggir lokasi pengukuran yang digunakan sebagai titik ukur dan titik awal jalur pengukuran.
3. Pembuatan jalur di areal dengan cara dirintis sesuai dengan perencanaan ukuran .
4. Pemasangan patok-patok ukur dengan jarak 20 msetiap patok nya sekaligus pemberian label pita dan penomoran berdasarkan urutan alfabet pada patok yang sudah dipasang di jalur.
5. Pengukuran dengan menggunakan alat pengukuran thedolit dan waterpass.
6. Pengambilan titik ikat koordinat yang akan dihubungkan dengan data hasil pengukuran.
7. Pengolahan data di ms.exel untuk mendapatkan titik koordinat.



Sumber : Google Maps (2021)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 bahan dan peralatan penelitian

1. Bahan penelitian: bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah thedolit dan waterpass.
2. Peralatan penelitian:
 - Parang, digunakan untuk membuat jalur rintis atau patok ukur.
 - Kompas, digunakan untuk mengarahkan perintis agar tetap dalam satu garis lurus.
 - Meteran, digunakan untuk mengukur jarak antar patok ukur.
 - Label pita dan spidol, digunakan untuk memberikan tanda pada patok ukur.
 - Palu dan paku diguakan untuk membuat titik yang berada di jalur pinggir jalan.
 - Thedolit dan waterpass, digunakan untuk pengukuran.
 - Kamera, digunakan untuk mengambil gambar dokumentasi.

3.3 prosedur penelitian

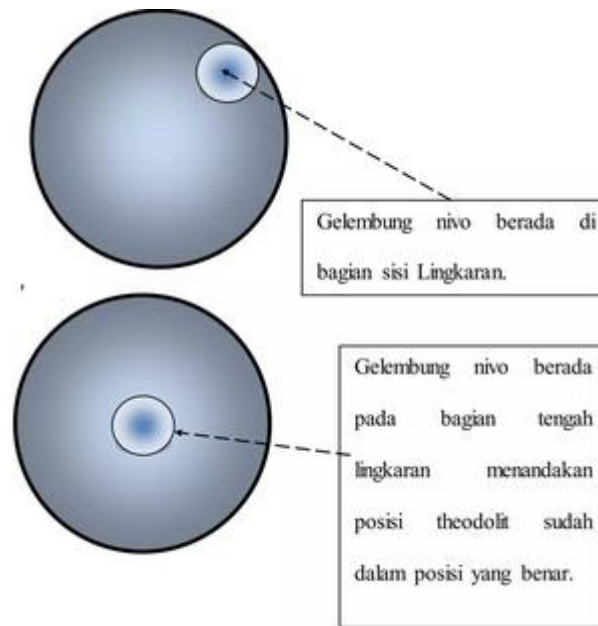
1. pemasangan patok-patok dengan jarak 20 m sekaligus pemberian pita yang diurutkan berdasarkan urutan alfabet pada patok yang sudah terpasang di jalur rintis. Pemasangan label pada patok bertujuan untuk mengetahui urutan patok yang di ukur dari patok awal hingga patok akhir pada jalur tersebut.

2. pengukuran dengan alat theodolit, setelah semua patok terpasang langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran pengukuran dimulai pada patok pertama pada jalur nya yang kemudian dilanjutkan dengan titik berikutnya sehingga pada patok terakhir pada jalurnya. Adapun langkah-langkah untuk mengoperasikan theodolit ini yaitu:

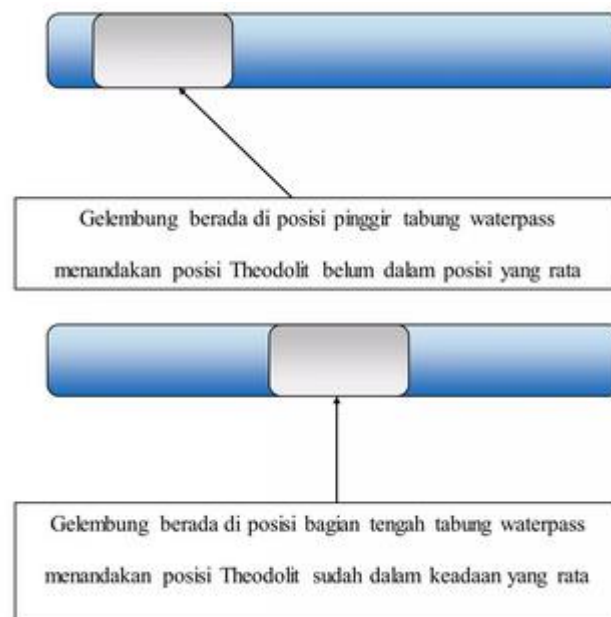
- Penempatan alat ukur theodolit persis di atas bagian patok yang sudah ada pada jalur, kemudian dibidik pada arah patok bagian bawah dengan menggunakan optik nonius yakni lensa teropong.



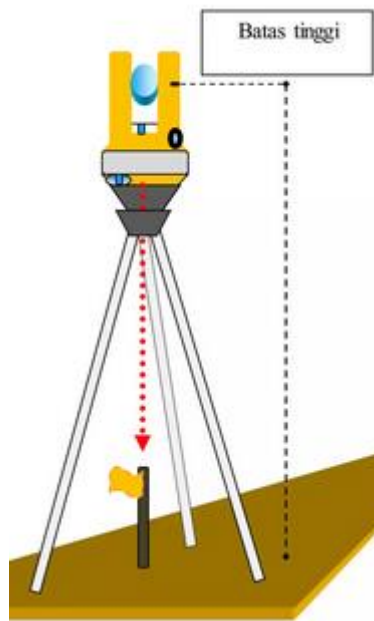
- Setelah theodolit berdiri tepat di atas titik tengah patok selanjutnya adalah mengatur ketinggian tripod dengan memperhatikan gelembung nivo, bila gelembung berada di bagian pinggir sisi lingkaran berarti pada sisi bagian tersebut masih terlalu rendah sehingga salah satu penyangga tripod harus dinaikan begitu juga sebaliknya hingga gelembung berada di bagian tengah lingkaran.



- Langkah selanjutnya adalah mengatur gelembung waterpass dengan cara memutar kedua sekrup yang berada di bagian dasar theodolit secara bersamaan sehingga gelembung berada di bagian sisi tengah tabung waterpass.



- Langkah berikutnya adalah mengukur tinggi alat dengan meteran dalam satuan mm (4 digit angka). Tujuan mengukur tinggi alat adalah untuk mengetahui tinggi benang tengah yang nantinya akan dibidik dengan menggunakan teropong theodolit.



3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kuantitatif komparatif. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran jarak pada bidang miring dengan menggunakan dua alat ukur yang berbeda, yaitu theodolite dan waterpass. Penelitian kuantitatif dipilih karena data yang diperoleh berupa angka-angka hasil pengukuran sudut, beda tinggi, dan jarak, yang kemudian dianalisis secara matematis dan statistik. Sifat komparatif dalam penelitian ini ditunjukkan melalui upaya membandingkan ketelitian, keakuratan, dan perbedaan hasil pengukuran antara kedua alat.

Data dikumpulkan melalui eksperimen lapangan, di mana pengukuran dilakukan secara langsung di medan miring. Hasil pengukuran dari masing-masing alat kemudian dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan perhitungan deviasi, untuk mengetahui alat mana yang memberikan hasil lebih presisi dalam kondisi medan tersebut. Penelitian ini juga bertujuan memberikan rekomendasi praktis dalam memilih alat ukur yang paling sesuai untuk pengukuran di area dengan kontur miring.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan pada dua macam survey yaitu data primer dan data sekunder:

1. Data Primer

Data primer yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara melakukan pengukuran jarak menggunakan theodolit dan waterpass pada lokasi yang sudah ditentukan, adapun peralatan yang digunakan yaitu alat ukur, alat tulis, dan kamera. Berikut data primer yang digunakan :

- Pengukuran dilakukan dengan menggunakan theodolit dan waterpass untuk mengukur jarak dan beda tinggi antara dua titik pada medan miring.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari sumber data yang telah ada, seperti dari instansi terkait adalah laporan, buku, jurnal dan sumber lainnya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei visual secara langsung di lokasi penelitian. Pertama, dilakukan survei pendahuluan untuk mengetahui peta lokasi dan data kalibrasi alat, serta data cuaca dan lingkungan .

3.6 analisa data

Tahap ini melakukan analisis terhadap hasil pengolahan data, dilakukan secara mendetail mengenai proses pengerjaan dan melakukan evaluasi tahapan - tahapannya. Kemudian juga dilakukan analisa terhadap data hasil pengukuran.

Perbandingan standar deviasi dari selisih elevasi hasil pengukuran, dengan menggunakan analisis statistik untuk menganalisis data hasil pengukuran dan mengetahui perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran menggunakan theodolit dan waterpass.

3.6.1 From Data Pengukuran Theodolite

4 DATA PEMBACAAN THEODOLITE

5

6 Pekerjaan :

7 Lokasi :

8 T.A : 2025

9

10 **Table 2.1** Form Data Ukur Theodolite

STA	TINGGI ALAT	BAK UKUR	BACAAN BENANG			HORIZONTAL			VERTIKAL			JARAK OPTIS	BEDA TINGGI	TINGGI TITIK	AZIMUT	KORDINAT	
			BA	BT	BB	O	'	"	O	'	"					X	Y

2.4.6 Form Data Pengukuran Waterpass

FORM PENGUKURAN

Form Profil Memanjang (Long Section)

Pelaksanaan pengukuran :

Lokasi :

Alat digunakan : Waterpass

Hari/tanggal :

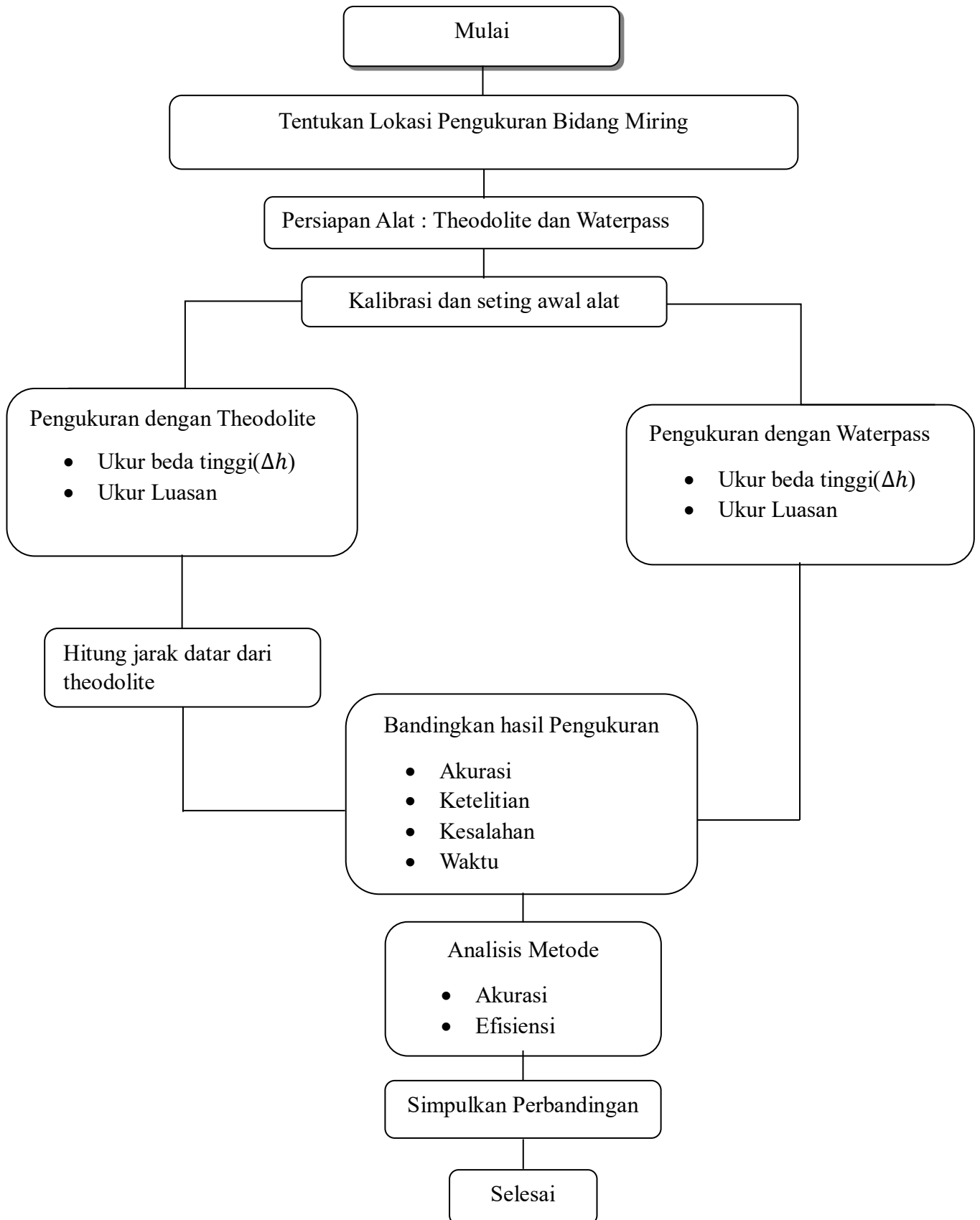
Tipe Alat/Reg :

Cuaca : Cerah/Mendung/Hujan

Diukur Oleh :

Tinggi Alat	Titik	Bacaan Rambu			Jarak (m)	Beda Tinggi (m)
		BA	BT	BB		
1.332	A-B	1.488	1.440	1.398	9	-0.108
1.340	B-C	1.445	1.411	1.38	6.5	-0.071
1.313	C-D	1.500	1.463	1.425	7.5	-0.150
1.322	D-E	1.451	1.424	1.397	5.4	-0.102
1.330	E-F	1.439	1.409	1.379	6	-0.079

Table 2.2



Gambar 3.2 *flowchart* Penelitian

BAB V

PENUTUP

Kesimpulan:

- Selisih jarak antara hasil pengukuran theodolite dan waterpass relatif kecil, yaitu antara 0 m hingga 0,05 m.
- Selisih beda tinggi antara hasil pengukuran theodolite dan waterpass juga relatif kecil, yaitu antara 0,14 m hingga 0,707 m.
- Selisih rata-rata pengukuran beda tinggi menggunakan theodolite dan waterpass yaitu 0,2128 m
- Selisih rata-rata pengukur jarak menggunakan theodolite dan waterpass yaitu 0,0241m
- Hasil perhitungan luasan pengukuran menggunakan theodolite dan waterpass yaitu 1.7292m²

Saran:

- Kesalahan pengukuran: Kesalahan pengukuran dapat terjadi karena faktor manusia, seperti kesalahan dalam membaca data atau mengatur alat.
- Kondisi medan: Kondisi medan yang miring atau tidak rata dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
- Kemampuan alat: Theodolite dan waterpass memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengukur jarak dan elevasi.
- Pengaturan alat: Pengaturan alat yang tidak tepat dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyani, A.S. dan Tampubolon, S.P., 2021. Studi Perbandingan Analisa Ketelitian Tinggi Menggunakan Total Station dan Sipat Datar. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan Vol. 5, No. 2, Oktober 2021: 259-268.
- Parasu, B. 2023. Perbandingan Ketelitian Elevasi Antara Total Station dan Waterpass Dalam Pengukuran Situasi di Irigasi Sungai Sekunder Kedunggede Bekasi, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar lampung.
- Prasidya, A.S. dan Riyadi, G., 2018. Kajian Ketelitian Pengukuran Kerangka Kontrol Vertikal Menggunakan Total Station Akurasi Sudut 1” dan 5”. Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika, 1(02): 71-78.
- Slamet, B., 2016. Ilmu Ukur Tanah, Edisi Revisi. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Syaifullah, A., Wahyono, E.B., dan Susmiyanto, A., 2018. Ilmu Ukur Tanah. Modul Pelatihan Bidang Survey dan Pemetaan. Kementrian ATR/BPN: Jakarta.
- Masrul. (2015). Analisis Pergerakan Tinggi Muka Tanah Pada Kawasan Patahan Watukosek Menggunakan Metode Pengukuran Sipat Datar. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.Surabaya.
- Syaifullah, A. (2014). Ilmu Ukur Tanah I. In Modul Ukur Tanah (Vol. 2). Sekolah Tinggi Pertahanan Nasional.
- Nugroho, T., & Syaifullah, A. (2019). Modul 7 Sipat Datar Ilmu Ukur Tanah. Program Studi Diploma DIV Pertanahan - Kementerian Agraria Dan Tata Ruang/BPN STPN.