

SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH IRIGASI MENGGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS (STUDI KASUS BENDUNG SIMANDOLAK 2 DESA JALUR PATAH, KECAMATAN SENTAJO RAYA)



Disusun Oleh :

REZI OKTARIANTO
NIM. 210204006

**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 BENDUNG SIMANDOLAK 2 DESA JALUR PATAH,
KECAMATAN SENTAJO RAYA)**

Disusun Oleh:

REZI OKTARIANTO

NPM. 210204006

**Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada 09 September 2025
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 BENDUNG SIMANDOLAK 2 DESA JALUR PATAH,
KECAMATAN SENTAJO RAYA)**

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

Disusun Oleh:

REZI OKTARIANTO

NPM. 210204006

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

ADE IRAWAN, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I



Tanggal : 09 September 2025

IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 09 September 2025

LEMBAR TIM PENGUJI

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAERAH IRIGASI
MENGUNAKAN THEODOLITE DAN WATERPASS
(STUDI KASUS BENDUNG SIMANDOLAK 2 DESA JALUR PATAH,
KECAMATAN SENTAJO RAYA)**

Disusun Oleh :

REZI OKTARIANTO

NPM : 210204006

Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji

**Pada Tanggal 09 September 2025 Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi**

Ketua : RIKI RUSPIANDA, S.P., M.Si ()

Pembimbing I : ADE IRAWAN, S.T., M.T ()

Pembimbing II : IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc ()

Penguji I : CHITRA HERMAWAN, S.T., MT ()

Penguji II : SURYA ADINATA, S.T., MT ()

HALAMAN PENGESAHAN

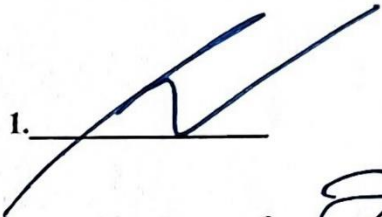
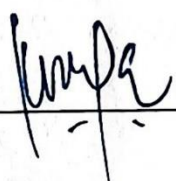
Skripsi ini telah diujikan didepan Dosen Penguji dan dinyatakan diterima sebagai syarat untuk memeuhi gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.

Pada hari : Senin

Tanggal : 09 September 2025

Dosen Penguji

1. RIKI RUSPIANDA, S.P., M.Si
NIDN. 1002048720
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, 09 September 2025

Fakultas Teknik
Universitas Islam Kuantan Singingi
Dekan

Program Studi Teknik Sipil
Ketua



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



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

PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : REZI OKTARIANTO

NPM : 210204006

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul : *"Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite dan Waterpass (Studi Kasus Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya)"*. Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyalin seluruhnya karya orang lain kecuali yang disebutkan dari sumber aslinya

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini jiplakan atau mengambil karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Taluk Kuantan, 09 September 2025

Hormat Saya,

REZI OKTARIANTO

NPM. 210204006

ABSTRAK

REZI OKTARIANTO (2025) : *"Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite dan Waterpass (Studi Kasus Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya)"*.

Pengukuran daerah irigasi merupakan proses penting yang dilakukan untuk mengumpulkan data spasial dan elevasi guna mendukung perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan sistem irigasi secara efektif. Masalah pengukuran di Bendung Simandolak 2, Desa Jalur Patah Kecamatan Sentajo Raya, Kabupaten Kuantan Singingi, berkaitan erat dengan kondisi topografi yang menantang serta infrastruktur irigasi yang telah mengalami kerusakan. Akibat kerusakan fisik pada bendung, proses pengukuran teknis menjadi sulit dilakukan secara akurat, terutama dalam menentukan elevasi saluran dan distribusi air yang merata ke lahan pertanian. Kurangnya data pengukuran terbaru, baik dalam bentuk peta kontur, sudut kemiringan saluran, maupun beda tinggi antar titik, menyebabkan kesulitan dalam perencanaan perbaikan yang presisi. Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kuantitatif komparatif. Lokasi penelitian ini dilakukan di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya. Pemilihan lokasi dengan alasan adalah karena di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya memiliki daerah yang cukup luas yang memiliki kontur bervariasi agar semakin kelihatan ketelitian dari alat theodolite dan waterpass.

Waterpass menghasilkan pengukuran beda tinggi yang lebih presisi dibandingkan theodolite, dengan selisih rata-rata hanya beberapa milimeter. Sedangkan menggunakan waterpass diperoleh $\pm 37.868,19 \text{ m}^2$ (3,786 ha). Theodolite lebih rentan terhadap kesalahan pembacaan sudut vertikal dan jarak, sehingga hasilnya sedikit kurang teliti terutama pada lintasan panjang. Dengan Hasil pengukuran luas lahan menggunakan theodolite diperoleh $\pm 37.841,77 \text{ m}^2$ (3,784 ha), Selisih luasan dari kedua metode relatif kecil sehingga keduanya dapat digunakan untuk survei pemetaan, namun untuk pekerjaan teknis yang membutuhkan ketelitian tinggi, waterpass lebih direkomendasikan. Theodolite lebih unggul dalam pengukuran sudut dan bisa menggabungkan fungsi pengukuran jarak sekaligus, sehingga lebih efisien untuk survei topografi umum. Waterpass membutuhkan waktu lebih lama karena hanya fokus pada nivelasi, tetapi memberikan hasil yang lebih teliti untuk elevasi dan beda tinggi..

Kata Kunci : Pengukuran, theodolite, waterpass

ABSTRACT

REZI OKTARIANTO (2025): "Comparative Analysis of Irrigation Area Measurement Using a Theodolite and Waterpass (Case Study of Simandolak 2 Dam, Jalur Patah Village, Sentajo Raya District)".

Irrigation area measurement is a crucial process for collecting spatial and elevation data to support effective irrigation system planning, development, and management. Measurement problems at Simandolak 2 Dam, Jalur Patah Village, Sentajo Raya District, Kuantan Singingi Regency, are closely related to challenging topographic conditions and damaged irrigation infrastructure. Due to physical damage to the dam, accurate technical measurement processes are difficult, particularly in determining channel elevations and ensuring equitable water distribution to agricultural land. The lack of recent measurement data, whether in the form of contour maps, channel slope angles, or elevation differences between points, makes precise repair planning difficult. This study employs comparative quantitative research. This research was conducted at the Simandolak 2 Dam in Jalur Patah Village, Sentajo Raya District. The location was chosen because the Simandolak 2 Dam in Jalur Patah Village, Sentajo Raya District, offers a fairly large area with varied contours, enhancing the accuracy of the theodolite and water level measurements.

The water level produced more precise height differences than the theodolite, with an average difference of only a few millimeters. Using the water level, the measurement area was approximately 27265,56 m² (2.7265,56 ha). Theodolites are more susceptible to errors in reading vertical angles and distances, so the results are slightly less accurate, especially on long routes. The results of land area measurements using a theodolite obtained $\pm 27265,56 \text{ m}^2$ (2.7265 ha). The difference in area between the two methods is relatively small so both can be used for mapping surveys. However, for technical work that requires high accuracy, a waterpass is more recommended. Theodolites are superior in angle measurements and can combine distance measurement functions at once, making them more efficient for general topographic surveys. Waterpasses take longer because they only focus on leveling, but provide more accurate results for elevation and height differences.

Keywords:

Measurement,

theodolite,

waterpass

MOTTO

"aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya"

(penulis)

*"Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda.
Cuma sekiranya kalau teman teman merasa gagal dalam mencapai mimpi.*

Jangan khawatir mimpi-mimpi lain bisa di ciptakan"

(Windah Basudarah)

*"Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan rasa
himbang. Teman yang paling setia hanyalah keberanian dan keyakinan yang
teguh"*

(Andrew Jackson)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rezi Oktariantio

Tempat/Tgl Lahir : Teluk Kuantan, 27 Oktober 2000

Anak ke : 2 (dua)

Alamat : Dusun Tobek Panjang

No. Handphone : 081293981371

E-mail : rezi.okta27@gmail.com

Nama Orang Tua :

Ayah : Salikan

Ibu : Darmiwati

Riwayat Pendidikan : 1. SD N 003 BERINGIN TALUK (2007-2015)

2. SMP N 2 TELUK KUANTAN (2015-2018)

3. SMAKN 1 TELUK 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 Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya)"***.

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 bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah Kecamatan Sentajo Raya.

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 S.T.,M.Sc. 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, S.T.,M.Sc. 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

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Penelitian Sebelumnya	5
2.3 Keaslian Penelitian	6
2.4 Pengertian dan Prinsip Kerja Theodolite.....	7
2.4.1 Pengertian Theodolite.....	7
2.4.2 Prinsip Kerja Theodolite.....	10
2.4.3 Tata Cara Penggunaan Theodolite Digital	12
2.4.4 Bagian-bagian Unit Theodolite	13
2.4.5 Tata Cara Menggunakan Theodolite	15
2.5 Pengertian dan Prinsip Kerja Waterpass (<i>Leveling</i>)	17
2.5.1 Pengertian Waterpass	17
2.5.2 Prinsip Kerja Waterpass	20
2.5.3 Bagian-bagian dari Pesawat Penyipat Datar.....	21
2.5.4 Tata Cara Menggunakan Waterpass	24
2.6 Teori Pengukuran Jarak dan Beda Tinggi pada Medan Miring	26
2.6.1 Pengukuran Jarak pada Medan Miring.....	26
2.6.2 Pengukuran Beda Tinggi pada Medan Miring	27
2.7 Jenis Polygon.....	29
2.7.1 Polygon Terbuka	29

2.7.2 Polygon Tertutup	30
2.8 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Lokasi Penelitian	33
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Deskripsi Lokasi Pengukuran.....	39
4.2 Data Hasil Pengukuran dengan Theodolite	40
4.3 Data Hasil Pengukuran dengan Waterpass	46
4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran.....	50
4.5 Analisis Selisih dan Faktor Penyebab Pengukuran.....	51
4.5.1 Analisis Selisih	51
4.5.2 Faktor Penyebab Pengukuran	52
4.6 Perhitungan Luasan	52
4.6.1 Theodolite.....	53
4.6.2 Waterpass	55
BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Theodolite Model abad 16 M.....	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 3.1 Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 4.2 Peta Saluran Irigasi	40
Gambar 4.3 Pengukuran Menggunakan Theodolite	42
Gambar 4.4 Peta Saluran Irigasi	46
Gambar 4.5 Pengukuran Menggunakan Waterpass	48
Gambar 4.6 Sketsa Pengukuran Theodolite.....	53
Gambar 4.7 Sketsa Pengukuran Waterpass.....	54

DAFTAR TABEL

Gambar 3.1 Form Data Ukur Theodolite	34
Gambar 3.2 Form Data Ukur Waterpass.....	35
Gambar 4.1 Form Data Ukur Theodolite	43
Gambar 4.2 Form Data Ukur Waterpass.....	48
Gambar 4.3 Form Data Perbandingan Hasil Pengukuran	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang strategis dilihat dari sisi geografisnya, sisi geografis adalah posisi atau letak suatu wilayah atau daerah dilihat dari posisi nyatanya di bumi, dibandingkan dengan posisi daerah lain. Sisi geografis Indonesia termasuk dalam daerah beriklim tropis dengan karakteristik tingkat curah hujan yang tinggi. Meskipun terletak di kawasan beriklim tropis dengan karakteristik hujan yang tinggi, kawasan beriklim tropis juga mengalami saat dimana hujan tidak selalu ada atau musim kemarau. Menanggapi kondisi tersebut diperlukan suatu sistem yang dapat menyediakan, membagikan, mengelola dan mengatur air untuk meningkatkan produksi lahan pertanian.

Daerah irigasi merupakan suatu wilayah atau kawasan pertanian yang mendapatkan layanan pengairan melalui sistem irigasi buatan yang dirancang untuk menunjang 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 seluruh infrastruktur irigasi yang mendukung distribusi air secara merata, seperti jaringan saluran primer, sekunder, tersier, dan kuarter.

Pengukuran daerah irigasi merupakan proses penting yang dilakukan untuk mengumpulkan data spasial dan elevasi guna mendukung perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan sistem irigasi secara efektif. Pengukuran ini mencakup identifikasi batas wilayah layanan irigasi, penentuan kontur dan kemiringan lahan, serta posisi bangunan-bangunan irigasi seperti bendung, saluran utama, sekunder, tersier, dan pintu air. Data hasil pengukuran digunakan untuk menyusun peta topografi, menghitung volume pekerjaan tanah (galian dan timbunan), dan merancang saluran dengan kemiringan yang sesuai agar air dapat mengalir secara gravitasi ke seluruh lahan pertanian yang dilayani.

Kuantan Singingi mempunyai beberapa daerah irigasi, salah satunya yaitu Daerah irigasi di Bendung Simandolak 2, yang terletak di Desa Jalur Patah Kecamatan Sentajo Raya, Kabupaten Kuantan Singingi, Riau, memiliki peran vital dalam menunjang produktivitas pertanian, khususnya tanaman padi. Bendung ini

dirancang untuk mengalirkan air ke lahan pertanian masyarakat sekitar, tetapi kondisi terkini menunjukkan adanya berbagai tantangan dalam pengelolaannya. Banyak saluran irigasi, terutama yang tersier, mulai mengalami kerusakan akibat usia infrastruktur dan kurangnya perawatan berkala.

Masalah pengukuran di Bendung Simandolak 2, Desa Jalur Patah Kecamatan Sentajo Raya, Kabupaten Kuantan Singingi, berkaitan erat dengan kondisi topografi yang menantang serta infrastruktur irigasi yang telah mengalami kerusakan. Akibat kerusakan fisik pada bendung, proses pengukuran teknis menjadi sulit dilakukan secara akurat, terutama dalam menentukan elevasi saluran dan distribusi air yang merata ke lahan pertanian. Kurangnya data pengukuran terbaru, baik dalam bentuk peta kontur, sudut kemiringan saluran, maupun beda tinggi antar titik, menyebabkan kesulitan dalam perencanaan perbaikan yang presisi.

Maka pada kesempatan ini penulis tertarik untuk mengambil permasalahan tersebut dan merumuskan judul "*Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite dan Waterpass (Studi Kasus Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya)*".

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana hasil pengukuran jarak dan beda tinggi menggunakan *theodolite* dibandingkan dengan *waterpass* pada medan miring di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya?
2. Seberapa besar perbedaan hasil pengukuran antara kedua alat tersebut pada lokasi dan kondisi yang sama?
3. Bagaimana perbandingan ketelitian pengukuran luasan pada bidang miring antara metode yang menggunakan *theodolite* dengan metode yang menggunakan *waterpass*?
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 Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya.

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk membandingkan hasil pengukuran jarak dan beda tinggi antara *theodolite* dan *waterpass* pada medan miring di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya.
2. Untuk mengetahui selisih atau deviasi hasil pengukuran yang terjadi dari kedua metode tersebut.
3. Untuk menganalisis perbandingan ketelitian pengukuran luasan pada bidang miring antara metode yang menggunakan *theodolite* dengan metode yang menggunakan *waterpass*.
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. Menjadi referensi bagi para praktisi survei, mahasiswa, dan pihak yang berkecimpung di bidang teknik sipil dalam memilih metode pengukuran yang tepat.
3. Meningkatkan akurasi pengukuran dalam perencanaan proyek infrastruktur yang berada di lahan miring.

1.5 Batasan Masalah

1. Ruang Lingkup Pengukuran dibatasi hanya pada salah satu area sekitar Bendung Simandolak 2 di Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya, Kabupaten Kuantan Singingi, yang memiliki kontur medan miring.
2. Alat yang Digunakan dalam pengukuran hanya terbatas pada alat *theodolite* manual/digital dan penyipat datar (*waterpass*) tanpa penggunaan alat bantu pengukuran lainnya seperti total station atau GNSS.
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 PUSTAKA

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.

Berdasarkan penelitian Suwardhi dan Trisyanti (2018), perbandingan akurasi antara waterpass digital dan theodolite menunjukkan bahwa waterpass memiliki keunggulan signifikan dalam pengukuran beda tinggi dengan kesalahan rata-rata hanya 2-3 mm per kilometer, sedangkan theodolite menunjukkan kesalahan yang lebih besar yakni 5-8 mm untuk jarak yang sama. Pada pengukuran jarak 500 meter, waterpass hanya mengalami penyimpangan maksimum 1,5 mm dibandingkan theodolite yang mencapai 3-4 mm. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa dalam pengukuran elevasi di 30 titik sampel, waterpass menghasilkan standar deviasi 0,8 mm yang jauh lebih baik dibandingkan theodolite dengan 2,3 mm.

2.3 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian diperlukan sebagai bukti agar tidak adanya kesamaan antara peneliti dengan penelitian sebelumnya yang memiliki identifikasi rumusan masalah yang berbeda-beda ditinjau dari objek penelitian, metode penelitian yang digunakan, kondisi permasalahan yang terjadi dan lokasi yang diteliti.

Penulis melakukan penelitian dengan menganalisis kasus yang diangkat menjadi judul skripsi yaitu “*Analisis Perbandingan Pengukuran Daerah Irigasi Menggunakan Theodolite dan Waterpass (Studi Kasus Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya*”

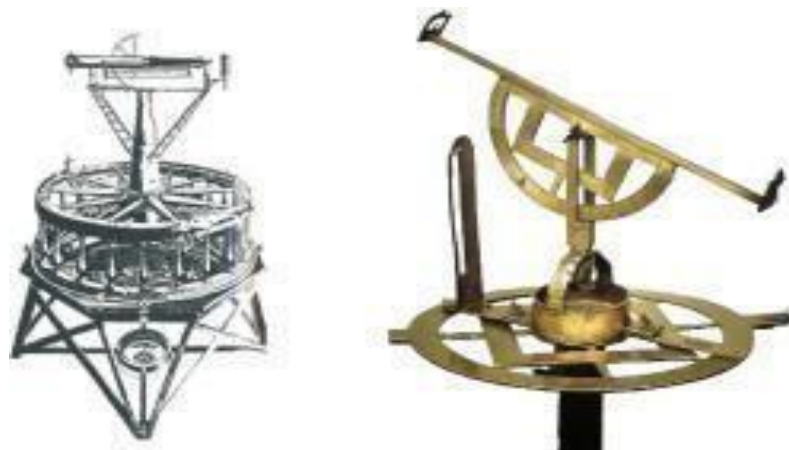
Pada penelitian ini penulis menggunakan metode Optik menggunakan alat survey, penulis menganalisa apakah daerah irigasi tersebut mengalami *medan yang tidak rata* dengan berlokasi di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya.

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*).



Sumber : OifUMSU

Gambar 2.1 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. Pembidiknya 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.



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.2 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 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.



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.3 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.



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.4 Theodolite Digital

Pembidik yang terdapat pada alat ini sekaligus berfungsi sebagai teleskop yang dapat memperjelas dan menampilkan hilal. Beberapa perukyat yang menggunakan theodolit ini sengaja memasang kamera digital ataupun webcam pada lensa pembidiknya agar kenampakan hilal dapat didokumentasi dalam bentuk gambar maupun video sebagai bukti pelaporan. Kecuali 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.

2.4.2 Prinsip Kerja Theodolite

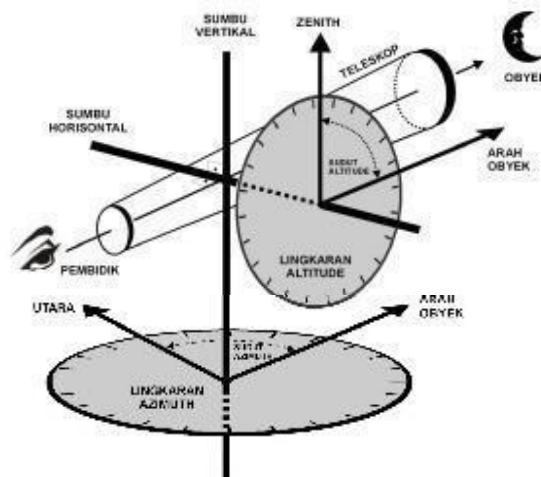
Pada prinsipnya, cara kerja theodolit adalah sebuah pembidik (teleskop) yang dipasang padaudukan (mounting) yang dapat bergerak secara vertikal untuk menghitung tinggi benda (altitude) dan horisontal untuk menghitung sudut arah

(azimuth). Oleh sebab itu sistem dudukan theodolit ini sering disebut sebagai sistem dudukan *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 horizon sebagai nol derajat (0°) dan titik Zenith bernilai 90° maka :

$$\text{Tinggi benda (Altitude)} = 90^\circ - \text{VA}.$$



Sumber : OifUMSU

Gambar 2.5 Sistem Sumbu/Poros pada Theodolite

Sedangkan acuan pengukuran sudut azimuth /sudut horizontal (horizontal angle = HA) adalah titik Utara Sejati dihitung memutar searah jarum jam. Sehingga jika benda berada di Utara $HA=0^\circ$, di Timur $HA=90^\circ$, di Selatan $HA=180^\circ$ di Barat $HA=270^\circ$. 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 pembidiknya. 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



Sumber : OifUMSU

Gambar 2.6 Jenis Alat Theodolite

Beberapa Merk Theodolit Theodolit digital seperti halnya theodolit pada umumnya terdiri dari sebuah teleskop kecil yang terpasang pada

sebuahudukan 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



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.7 Bagian-bagian Unit Theodolite

Sementara theodolit sendiri terdiri dari beberapa 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 q (nivo) padakedudukan seimbang à terdapat dua tanda gelembung; batang dan bulat di bagian bawah teleskop.



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.8 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 pembedikan. 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 2.9 Statif/Tripod

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



Sumber : Praktikum IUT 2023

Gambar 2.10 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.



Sumber : Praktikum IUT 2023

Gambar 2.11 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.



Sumber : Google Gambar

Gambar 2.12 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

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.

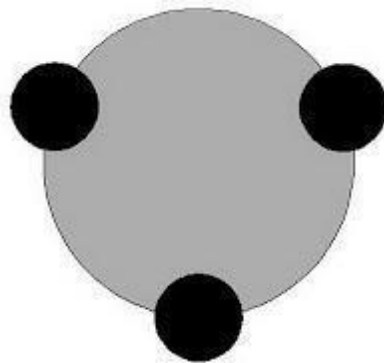
Manfaat penting lainnya dari pengukuran Levelling ini adalah untuk kepentingan proyek-proyek yang berhubungan dengan pekerjaan tanah (*Earth Work*) misalnya untuk menghitung volume galian dan timbunan. Untuk itu dikenal adanya pengukuran sipat datar profil memanjang (*Long section*) dan sipat datar profil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



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.13 Nikon AP-8



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.14 Tiga Sekrup ABC

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 *vial* 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

Pesawat penyipat datar merupakan alat optik yang bekerja berdasarkan prinsip pembentukan garis bidik horizontal untuk menentukan perbedaan tinggi antar titik di permukaan bumi. Alat ini menggunakan teropong yang dapat diputar secara horizontal, dan dipasang di atas statif (tripod) agar stabil selama pengukuran. Sebelum digunakan, alat ini harus disetel atau "dilibel" dengan menggunakan libela tabung, yaitu alat berbentuk tabung berisi cairan dan gelembung udara. Ketika gelembung berada tepat di tengah, itu menandakan bahwa alat telah sejajar secara horizontal, sehingga garis bidik yang dihasilkan benar-benar mendatar.

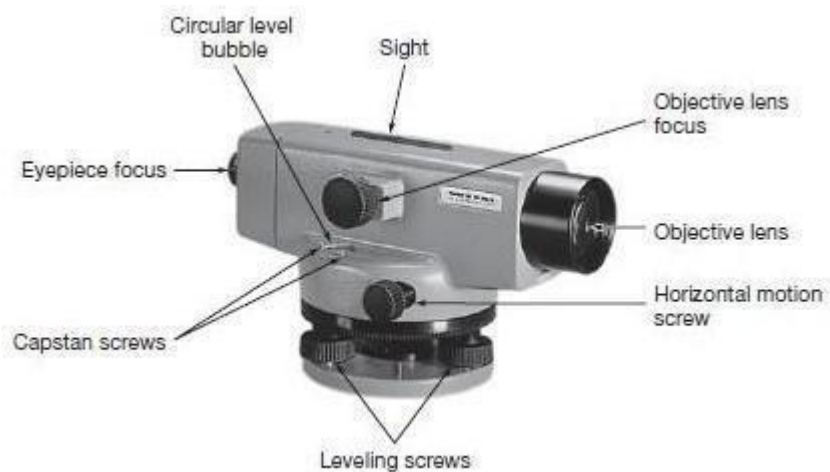
Setelah penyetelan, pengukuran dilakukan dengan mengamati rambu ukur (staff ukur) yang dipasang tegak lurus pada titik yang ingin diukur. Operator membaca skala pada rambu menggunakan teropong dari pesawat penyipat datar. Biasanya, pengukuran dimulai dengan pembacaan pada titik awal yang diketahui elevasinya, disebut sebagai backsight (BS). Selanjutnya, pembacaan dilakukan pada titik-titik lain, disebut foresight (FS). Perbedaan antara pembacaan BS dan FS digunakan untuk menghitung perbedaan elevasi antar titik. Jika titik awal memiliki elevasi yang diketahui, maka elevasi titik tujuan dapat dihitung dengan menambahkan selisih antara BS dan FS ke elevasi awal.

Pesawat penyipat datar sangat penting dalam berbagai pekerjaan teknik sipil seperti perencanaan dan pembangunan jalan, jembatan, saluran irigasi, dan bangunan. Alat ini membantu memastikan bahwa struktur yang dibangun berada pada ketinggian dan kemiringan yang tepat sesuai perencanaan. Selain itu, dalam survei topografi, alat ini digunakan untuk membuat peta kontur atau profil tanah yang menunjukkan bentuk permukaan bumi. Karena kemampuannya dalam memberikan hasil yang akurat dan andal, pesawat penyipat datar menjadi alat standar dalam survei dan pemetaan lahan.

2.5.3 Bagian-bagian 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



Sumber : Google Gambar

Gambar 2.15 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 kearah 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. Reticule

Reticule 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. Reticule 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*.



Sumber : Oif UMSU

Gambar 2.16 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 2''' 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.



Sumber : OifUMSU

Gambar 2.17 Nivo Tabung

2.5.4 Tata Cara Menggunakan Waterpass

Penggunaan waterpass harus dilakukan secara sistematis agar hasil pengukuran elevasi akurat dan dapat digunakan dalam proyek konstruksi atau survei. Berikut adalah tahapan umum tata cara menggunakan waterpass :

1. Persiapan dan Pemasangan Alat

- Pilih lokasi datar dan stabil untuk mendirikan statif (tripod).

- Pasang pesawat penyipat datar di atas statif dan kencangkan baut pengikat.
 - Atur tinggi tripod agar sesuai dengan kenyamanan pengamat, biasanya setinggi mata.
2. Penyetelan Awal (*Leveling*)
- Gunakan sekrup penyetel dan libela (gelembung udara) untuk menyetel alat agar benar-benar mendatar.
 - Putar sekrup penyetel satu per satu secara berlawanan untuk menggerakkan gelembung ke tengah lingkaran.
 - Pastikan gelembung tetap di tengah ketika teropong diputar 360°—menandakan alat sudah level.
3. Penyipatan dan Pembacaan
- Arahkan teleskop ke rambu ukur (staff) yang ditegakkan secara vertikal di titik ukur pertama.
 - Lakukan fokus dengan memutar tombol fokus hingga angka di rambu terlihat jelas.
 - Catat hasil bacaan *Backsight* (BS) pada titik yang elevasinya sudah diketahui.
4. Perpindahan Pandangan dan Pembacaan Selanjutnya
- Putar teleskop ke titik berikutnya (biasanya ke depan) dan baca skala pada rambu → ini disebut *Foresight* (FS).
 - Bila perlu, lakukan *Intermediate Sight* (IS) untuk titik-titik tambahan di antara BS dan FS.
5. Penghitungan Elevasi
- Gunakan rumus:
- $$\text{Elevasi Titik Baru} = \text{Elevasi Titik Awal} + \text{BS} - \text{FS}$$
- Ulangi proses jika ingin menentukan elevasi banyak titik dalam satu lintasan pengukuran.
6. Pencatatan dan Dokumentasi
- Catat semua hasil pengukuran dalam buku lapangan leveling.
 - Sertakan tanggal, lokasi, posisi alat, BS, FS, IS, dan hasil perhitungan elevasi.

- Pastikan semua data tercatat rapi untuk keperluan laporan atau perencanaan proyek.

2.6 Teori Pengukuran Jarak dan Beda Tinggi pada Medan Miring

Pengukuran jarak dan beda tinggi pada medan miring merupakan aspek penting dalam survei topografi dan geodesi, khususnya untuk perencanaan infrastruktur seperti jalan, irigasi, drainase, dan bangunan. Berbeda dengan medan datar, pengukuran pada medan miring membutuhkan pendekatan matematis untuk mengubah jarak miring menjadi jarak horizontal serta menghitung beda tinggi secara akurat. Ketepatan pengukuran ini menjadi landasan dalam penyusunan peta kontur, penentuan volume pekerjaan tanah, dan pemetaan situasi.

2.6.1 Pengukuran Jarak pada Medan Miring

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 horizontal. 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:

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

2.6.2 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 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 konstruksi bangunan dimana titik-titik konstruksi tersebut harus di tentukan ketinggiannya atas elevasinya untuk pekerjaan pengukuran pada pekerjaan konstruksi 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.

$$\tan \theta_1 = \frac{h}{d+x} \qquad \tan \theta_2 = \frac{h}{x}$$

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

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 pengamat

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.

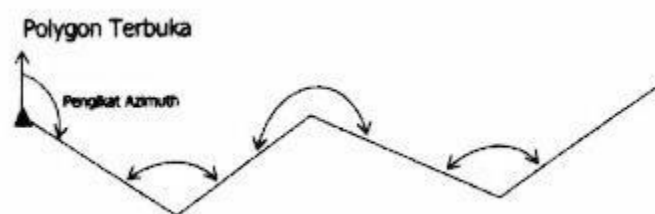
Metode sipat datar merupakan metode yang paling teliti dibandingkan dengan metode trigonometris dan barometris. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan teori perambatan kesalahan yang dapat diturunkan melalui persamaan matematis diferensial parsial.

2.7 Jenis Polygon

2.7.1 Polygon Terbuka

Polygon terbuka pada pengukuran menggunakan theodolite adalah suatu rangkaian titik-titik pengukuran yang saling terhubung melalui garis lurus, namun tidak kembali ke titik awal. Jalur ini dimulai dari satu titik kontrol yang diketahui koordinatnya dan berakhir di titik lain yang biasanya juga diketahui atau akan dihitung posisinya. Pengukuran dilakukan dengan mencatat sudut horizontal dan jarak antara titik-titik tersebut. Polygon terbuka sering digunakan dalam proyek konstruksi linier seperti jalan raya, saluran irigasi, dan jaringan pipa karena memungkinkan pengukuran dilakukan secara bertahap mengikuti rute panjang dan kompleks. Namun, karena tidak membentuk rangkaian tertutup, metode ini memiliki kelemahan dalam hal kontrol kesalahan. Tidak adanya penutupan sudut menyebabkan kesalahan akumulatif sulit dideteksi secara langsung. Untuk mengatasinya, sering kali digunakan titik ikat atau benchmark tambahan yang telah diketahui posisinya sebagai pengontrol eksternal.

Sementara itu, polygon terbuka pada pengukuran menggunakan waterpass (atau alat ukur nivel) adalah jalur pengukuran beda tinggi dari satu titik elevasi yang diketahui (benchmark) ke titik-titik lainnya tanpa kembali ke titik awal. Jenis pengukuran ini umum digunakan dalam pekerjaan yang memerlukan data elevasi sepanjang lintasan tertentu seperti jalan, rel kereta, atau jaringan drainase. Dalam praktiknya, pengukuran dilakukan dengan membaca rambu ukur pada titik belakang (back sight) dan titik depan (fore sight) secara berurutan dari satu stasiun alat ke stasiun berikutnya. Karena tidak membentuk siklus kembali, polygon terbuka pada waterpass memiliki keterbatasan dalam pengecekan kesalahan penutupan, sehingga perlu dilakukan kontrol dengan menjaga jarak bidikan yang seimbang, melakukan pengukuran dua arah (balik), atau menghubungkan titik akhir ke benchmark kedua agar hasilnya dapat divalidasi.



Sumber : Google Gambar

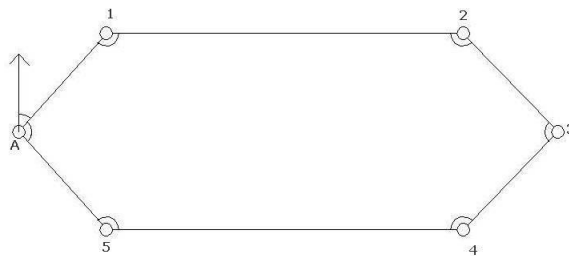
Gambar 2.18 Polygon Terbuka

2.7.2 Polygon Tertutup

Polygon tertutup pada pengukuran menggunakan theodolite adalah rangkaian titik-titik ukur yang dihubungkan satu sama lain hingga membentuk lintasan yang kembali ke titik awal atau ke titik yang koordinatnya telah diketahui. Pada metode ini, setiap sudut horizontal antara dua garis ukur dicatat menggunakan theodolite, dan jarak antar titik diukur dengan pita ukur atau alat ukur elektronik. Polygon tertutup sangat ideal digunakan untuk pengukuran situasi tapak, batas tanah, atau peta topografi, karena memungkinkan pengontrolan kesalahan pengukuran melalui penutupan sudut. Dalam poligon tertutup, jumlah total sudut dalam secara teoritis dapat dihitung berdasarkan

jumlah sisi, dan hasil pengukuran dapat dibandingkan untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan. Jika ditemukan selisih, maka dapat dilakukan koreksi distribusi kesalahan (misalnya metode Bowditch atau transit).

Sementara itu, polygon tertutup pada pengukuran menggunakan waterpass atau nivelasi adalah rangkaian pengukuran beda tinggi yang dimulai dan diakhiri pada titik dengan elevasi yang telah diketahui (biasanya benchmark). Dalam metode ini, petugas mengamati rambu ukur secara berurutan dari satu stasiun alat ke stasiun berikutnya sambil mencatat pembacaan belakang (back sight) dan depan (fore sight). Karena jalurnya tertutup, metode ini memungkinkan pengecekan akurasi hasil dengan menghitung *closing error* (selisih antara elevasi awal dan akhir). Jika terdapat perbedaan, maka nilai kesalahan dapat dibagi merata ke seluruh lintasan. Polygon tertutup dengan waterpass sering digunakan dalam proyek pembangunan gedung, bendungan, atau pengukuran area yang membutuhkan ketelitian tinggi pada elevasi. Keunggulannya terletak pada kemampuannya untuk memberikan hasil yang dapat dikoreksi dan divalidasi secara sistematis.



Sumber : Google Gambar

Gambar 2.29 Polygon Tertutup

2.8 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

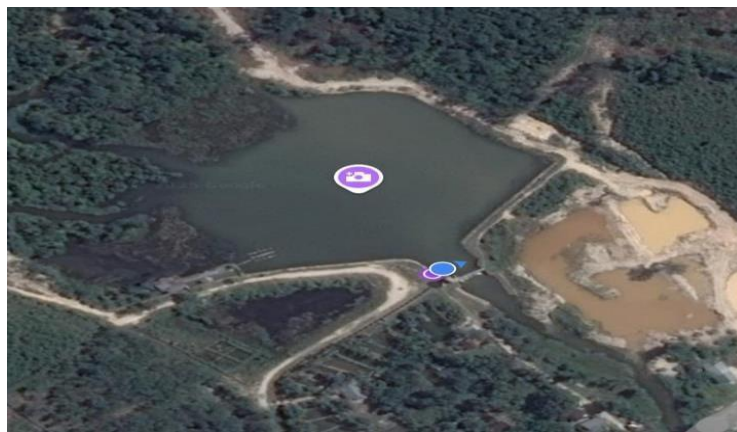
METODE PENELITIAN

3.1 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.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya. Pemilihan lokasi dengan alasan adalah karena di Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah, Kecamatan Sentajo Raya 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.



Sumber : Google Maps (2025)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

[illegible]

3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pengukuran menggunakan theodolite dan waterpass merupakan prosedur penting dalam survei tanah, pemetaan, dan konstruksi. Berikut tahapan pelaksanaan secara umum untuk kedua alat tersebut:

1. Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan pengukuran, semua alat ukur harus dipersiapkan dan dikalibrasi sesuai standar. Alat harus dalam kondisi optimal untuk memastikan hasil pengukuran akurat. Tripod, theodolite, waterpass, atau alat lainnya harus dipastikan stabil dan berfungsi dengan baik.

2. Penentuan Lokasi dan Titik Pengukuran

Lokasi pengukuran ditentukan sesuai dengan tujuan kegiatan. Titik-titik pengukuran harus ditandai dengan jelas, baik itu di bidang datar, miring, atau area tertentu, agar hasil yang diperoleh representatif dan dapat dianalisis lebih lanjut.

3. Penyetelan Alat (Leveling dan Centering)

Alat ukur harus disetel sedemikian rupa sehingga berada dalam posisi horizontal (leveling) dan tepat di atas titik ukur yang ditentukan (centering). Ini sangat penting agar hasil pembacaan sudut, jarak, atau beda tinggi tidak mengalami deviasi.

4. Pelaksanaan Pengukuran

Data diambil dengan cara membaca skala atau indikator pada alat ukur. Misalnya:

- Theodolite: mengukur sudut horizontal dan vertikal.
- Waterpass: membaca tinggi rambu ukur untuk beda tinggi.
- Pita ukur atau EDM: mengukur jarak.

5. Pencatatan Hasil

Semua hasil pengukuran dicatat secara sistematis dalam formulir atau buku lapangan. Data harus mencakup informasi penting seperti waktu pengukuran, kondisi cuaca, operator yang bertugas, dan hasil

pembacaan.

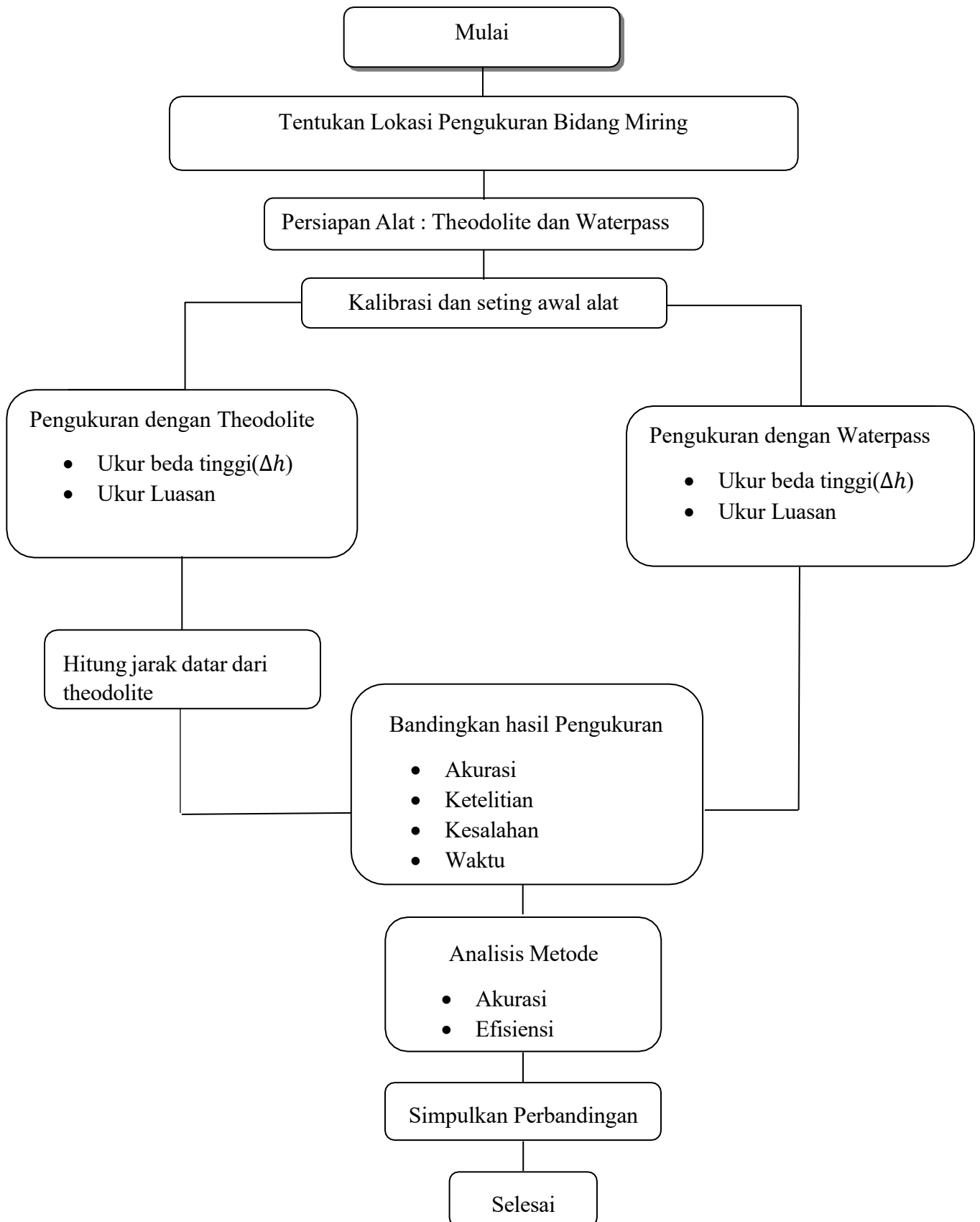
6. Pemeriksaan dan Validasi Data

Data yang dikumpulkan diperiksa untuk mendeteksi kesalahan sistematik atau kesalahan pembacaan. Jika perlu, dilakukan pengukuran ulang untuk memastikan akurasi data.

7. Pengolahan dan Analisis Data

Setelah data terkumpul dan divalidasi, dilakukan pengolahan, misalnya menghitung beda tinggi, konversi jarak miring ke jarak datar, atau perhitungan koordinat. Data olahan ini kemudian digunakan untuk analisis lebih lanjut atau pembuatan peta, laporan, dan lainnya.

Secara keseluruhan proses kegiatan penelitian ini dapat digambarkan seperti Gambar 3.2



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai perbandingan pengukuran daerah irigasi menggunakan theodolite dan waterpass pada Bendung Simandolak 2 Desa Jalur Patah Kecamatan Sentajo Raya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Akurasi Pengukuran

- a. Waterpass menghasilkan pengukuran beda tinggi yang lebih presisi dibandingkan theodolite, dengan selisih rata-rata hanya beberapa milimeter.
- b. Theodolite lebih rentan terhadap kesalahan pembacaan sudut vertikal dan jarak, sehingga hasilnya sedikit kurang teliti terutama pada lintasan panjang.

2. Perhitungan Luasan

- a. Hasil pengukuran luas lahan menggunakan theodolite diperoleh $\pm 37.841,77 \text{ m}^2$ (3,784 ha), sedangkan menggunakan waterpass diperoleh $\pm 37.868,19 \text{ m}^2$ (3,786 ha).
- b. Selisih luasan dari kedua metode relatif kecil sehingga keduanya dapat digunakan untuk survei pemetaan, namun untuk pekerjaan teknis yang membutuhkan ketelitian tinggi, waterpass lebih direkomendasikan.

3. Efisiensi Waktu dan Penggunaan

- a. Theodolite lebih unggul dalam pengukuran sudut dan bisa menggabungkan fungsi pengukuran jarak sekaligus, sehingga lebih efisien untuk survei topografi umum.
- b. Waterpass membutuhkan waktu lebih lama karena hanya fokus pada nivelasi, tetapi memberikan hasil yang lebih teliti untuk elevasi dan beda tinggi.

4. Faktor yang Mempengaruhi Hasil

- a. Faktor manusia (ketelitian operator), kondisi medan miring, kalibrasi alat, serta kondisi lingkungan (angin, pencahayaan, cuaca) berpengaruh signifikan terhadap hasil pengukuran.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk pekerjaan konstruksi yang membutuhkan ketelitian elevasi tinggi seperti saluran irigasi, jalan, atau jembatan, sebaiknya menggunakan waterpass sebagai alat utama.
2. Theodolite lebih disarankan digunakan dalam pekerjaan survei topografi umum yang membutuhkan data sudut, arah, dan jarak sekaligus, dengan tetap memperhatikan faktor kalibrasi dan keterampilan operator.
3. Penggunaan kedua alat dapat dilakukan secara kombinasi agar hasil pengukuran lebih efisien dan akurat, terutama di medan miring dengan cakupan area yang luas.
4. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan metode pengukuran modern seperti *Total Station* atau GNSS untuk membandingkan akurasi dan efisiensinya dengan theodolite serta waterpass.
5. Diharapkan instansi terkait melakukan pemeliharaan rutin infrastruktur irigasi agar data pengukuran yang diperoleh dapat dimanfaatkan secara optimal dalam perencanaan dan pengelolaan daerah irigasi.

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.