

**PERBANDINGAN KETELITIAN BEDA TINGGI  
ANTARA GNSS DAN WATERPASS UNTUK  
MENUNJANG PEMETAAN SITUASI DI  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**Oleh**

**RIKY HARTANTO  
NPM 1905061039**

**Tugas Akhir**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
AHLI MADYA TEKNIK**

**Pada**

**Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan  
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **PERBANDINGAN KETELITIAN BEDA TINGGI ANTARA GNSS DAN WATERPASS UNTUK MENUNJANG PEMETAAN SITUASI DI UNIVERSITAS LAMPUNG**

**OLEH**

**RIKY HARTANTO**

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai beda tinggi yang diperoleh dari dua metode pengukuran, yaitu Global Navigation Satellite System (GNSS) dan waterpass, dalam konteks pengukuran situasi di Universitas Lampung.

GNSS merupakan teknologi pengukuran yang menggunakan satelit untuk menentukan posisi dengan ketelitian tinggi, sementara waterpass adalah alat tradisional yang mengukur perbedaan ketinggian berdasarkan prinsip keseimbangan cairan.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran beda tinggi di beberapa titik referensi di kampus Universitas Lampung menggunakan kedua metode tersebut. Hasil pengukuran dianalisis untuk menentukan tingkat ketelitian, konsistensi, dan perbedaan antara kedua metode. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa GNSS memiliki keunggulan dalam efisiensi dan kemudahan penggunaan, namun waterpass menunjukkan ketelitian yang lebih tinggi dalam pengukuran beda tinggi di area dengan kondisi lingkungan yang mendukung. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pemilihan metode pengukuran yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan, serta memperkaya literatur mengenai aplikasi teknologi GNSS dan waterpass dalam survei topografi.

Kata Kunci : GNSS, *Waterpass*, *Beda tinggi*

## **ABSTRACT**

### **COMPARISON OF DIFFERENT ACCURACY BETWEEN GNSS AND WATERPASS TO SUPPORT SITUATION MAPPING AT LAMPUNG UNIVERSITY**

**by**

**RIKY HARTANTO**

This research aims to compare the different height accuracy obtained from two measurement methods, namely the Global Navigation Satellite System (GNSS) and spirit pass, in the context of situation measurement at the University of Lampung. GNSS is a measurement technology that uses satellites to determine position with high accuracy, while spirit level is a traditional tool that measures height differences based on the principle of fluid balance. In this research, different height measurements were carried out at several reference points on the Lampung University campus using these two methods. The measurement results are analyzed to determine the level of accuracy, consistency and differences between the two methods. The data obtained shows that GNSS has advantages in efficiency and ease of use, but waterpass shows higher accuracy in different height measurements in areas with favorable environmental conditions. This research provides an important contribution to the selection of appropriate measurement methods according to field needs and conditions, as well as enriching the literature regarding the application of GNSS and spirit level technology in topographic surveys.

*Keywords* : GNSS, Waterpas, Different Height

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul Tugas Akhir : **PERBANDINGAN KETELITIAN BEDA  
TINGGI ANTARA GNSS DAN  
WATERPASS UNTUK MENUNJANG  
PEMETAAN SITUASI DI UNIVERSITAS  
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Riky Hartanto**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1905061039**

Program Studi : **D3 Teknik Survey dan Pemetaan**

Fakultas : **Teknik**



Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

**Citra Dewi, S.T., M.Eng.**  
NIP 19820112 200812 2 001

**Rahma Anisa, S.T., M.Eng.**  
NIP 19930716 202012 2 032

**MENGETAHUI**

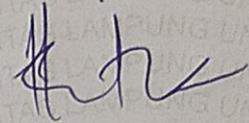
**Ketua Program Studi  
Teknik Geodesi dan Geomatika**

**Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.**  
NIP 19641012 199203 1 002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

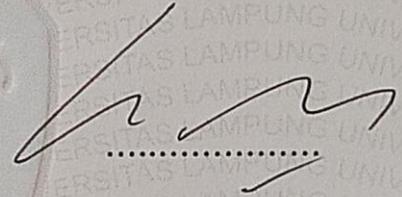
**Ketua : Citra Dewi, S.T., M.Eng.**



**Sekretaris : Rahma Anisa, S.T., M.Eng.**



**Penguji : Eko Rahmadi, S.T., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }**

**NIP 19750928/200112 1 002**

**Tanggal Ujian Akhir : 12 Juni 2024**

## SURAT PERYATAAN

Penulis adalah **RIKY HARTANTO** dengan NPM 1905061039 dengan ini menyatakan bahwa apa-apa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil yang merujuk pada beberapa sumber seperti buku, jurnal, dan lain lain yang telah dipublikasi sebelumnya dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain. Demikian pernyataan ini penulis buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam keterpaksaan, dan dapat dipertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 08 Juni 2024  
Yang membuat pernyataan



**RIKY HARTANTO**  
NPM 1905061039

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di kota gajah pada tanggal 11 MARET 2000, Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara , Putra dari bapak Herman dan Ibu Romlah.

Jenjang akademis penulis dimulai pada tahun 2006 Sekolah Dasar di SDN 1 kota gajah dan selesai pada tahun 2012. Selanjutnya pada tahun 2012 melanjutkan Pendidikan di SMPN 1 Kota Gajah dan selesai pada tahun 2015. Kemudian pada tahun 2015 melanjutkan di SMAN 1 Kota Gajah dan selesai pada tahun 2018

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 teknik kelautan Institut Teknologi Sumatra dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa D3 Survey dan Pemetaan Universitas Lampung. Pada tahun 2022 penulis melakukan KP di ATR BPN Tulang Bawang Barat, provinsi Lampung.

## **MOTTO**

*“Ciptakan jejak berarti dalam hidupmu, agar kisahmu abadi”*

**(KAP)**

*“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.”*

**(Ralph Waldo Emerson)**

*“dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”*

**(SURAT Yusuf ayat 87 – Jangan putus asa)**

*“Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”*

**(SURAT Al-Anfaal ayat 46 – Bersabarlah)**

**KUN**

**FAYAKUN**

**“JADILAH, MAKA TERJADILAH”**

## PERSEMBAHAN



Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang ku persembahkan dengan tulus Tugas Akhir ini kepada :  
kedua orang tua ku yang sangat aku cintai.

Bapaku tersayang HERMAN dan Ibuku tercinta ROMLAH Yang tak henti-hentinya berdo'a demi kesehatan dan kesuksesanku, yang selalu memberikan masukan dan selalu mendukungku.

Untuk Kakakku yang pertama Ria Kesuma Perdani dan kakak kedua saya Ridwan Indra Hermawan yang senantiasa selalu menghibur saya tiada henti-hentinya.

Teman-teman Angkatan 19 yang telah memberikan apa arti persahabatan, kebersamaan semoga kita semua dapat mencapai puncak dan tidak pernah saling lupa.

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini yang berjudul, “Perbandingan Ketelitian Beda Tinggi antara GNSS dan *Waterpass* Untuk Menunjang Pemetaan situasi di Universitas Lampung” saya dapat menyelesaikannya dengan baik. Tugas akhir ini disusun guna untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir bagi mahasiswa Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmelilia Afriani, D.E.A.IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T.,M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ir. Fauzan Murdapa, M.T. IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
4. Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Rahma Anisa, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku penguji.
7. Kedua orang tua dan keluarga besar saya yang selalu memberikan dukungan berupa uang.
8. Semua teman teman saya yang telah membantu dan memberikan semangat sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang penulis miliki, oleh karena itu semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan

senang hati. Penulis berharap, semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 08 Juni 2024

**RIKY HARTANTO**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PENYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Lokasi .....	2
1.5 Sistematik Penulisan .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Beda Tinggi .....	3
2.2 GNSS .....	3
2.3 Waterpass .....	3
2.3.1 Fungsi Alat waterpass.....	4
2.3.2 Cara Pasang Waterpass.....	4
2.3.3 Rumus Pengukuran waterpass .....	4
2.3.4 Fungsi Pengukuran Beda Tinggi .....	4
2.3.5 Pengukuran Sipat Datar .....	4
2.4 Beda Tinggi .....	5
<b>III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>6</b>
3.1 Lokasi Penelitian Tugas Akhir .....	6
3.2 Diagram Alir Kegiatan Penelitian .....	7
3.4 Tahap Pelaksanaan .....	8

3.4.1 Pengukuran RTK Radio .....	8
3.4.2 Pengukuran Waterpass .....	8
3.4 Alat Dan Bahan .....	8
3.5 Pengolahan Data .....	9
3.5.1 GNSS Metode RTK Radio .....	10
3.5.2 Pengukuran Waterpass .....	10
3.6 Perbandingan Beda Tinggi Gns dan Waterpass .....	11
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>12</b>
4.1 Hasil Pengukuran GNSS dan Waterpass .....	12
4.2 Pembahasan .....	13
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>14</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>21</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengukuran Beda Tinggi.....	4
2. GNSS .....	5
3. Waterpass.....	6
4. Beda Tinggi Titik Ukur.....	8
5. Lokasi Tugas Akhir.....	12
6. Diagram Alir .....	13

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Hasil Pengukuran GNSS RTK Radio .....	16
2. Hasil Pengukuran Beda Tinggi Menggunakan Waterpass.....	16
3. Hasil Pengukuran GNSS.....	18
4. Hasil pengukuran Waterpass .....	18
5. Hasil Selisih Dari Pengukuran GNSS dan Waterpass .....	19

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Waterpass* merupakan suatu alat ukur tanah yang digunakan untuk mengukur ketinggian objek antar titik yang berdekatan. Tinggi objek tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertikal. Saat menggunakan *waterpass* harus disertai dengan rambu ukur. Hal terpenting pada rambu ukur adalah pembagian skalanya harus betul-betul teliti untuk dapat menghasilkan pengukuran yang baik. Cara memegang rambu ukur pada saat pengukuran beda tinggi harus benar benar tegak lurus, dan rambunya diletakan diatas titik referensi (Ariyanto, 2014).

Pengukuran beda tinggi dapat diperoleh dengan dua metode pengukuran yaitu dengan metode sipat datar menggunakan alat *Waterpass* dan metode trigonometris menggunakan alat GNSS. Dari pengukuran tersebut data diolah dan dibandingkan, sehingga untuk mengetahui tingkat ketelitian beda tinggi antara GNSS dan *Waterpass* dalam pengukuran situasi, untuk mengetahui selisih ketelitian beda tinggi gnss dan *Waterpass*. Pada tugas akhir kali ini penulis akan mencoba membuat perhitungan perbandingan ketelitian antara gnss dengan *waterpass* dalam pengukuran situasi. Penulis berharap nantinya hasil perhitungan ini akan dapat benar-benar menjadi perbandingan dalam metode perbandingan beda tinggi. Pengukuran Beda Tinggi adalah aspek penting dalam kegiatan pemetaan topografi dan terdapat beberapa cara yang digunakan yaitu menggunakan terestris serta ekstra terestris dan menggunakan alat GPS dan *Waterpass* dengan teknologi GNSS. Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan tentang pengukuran beda tinggi dengan alat GPS dan *Waterpass*.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui tingkat ketelitian beda tinggi antara GNSS dan *Waterpass* dalam pengukuran situasi, untuk dapat diaplikasikan pada pengukuran beda tinggi menggunakan GNSS dan *Waterpass*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran dilakukan pada 3 titik di Universitas Lampung
2. Pengukuran beda tinggi GNSS dengan metode RTK Radio
3. Jarak antara 3 titik didapatkan data beda tinggi dan selisih beda tinggi
4. Pengukuran menggunakan GNSS dan *Waterpas*
5. Lokasi Studi Lokasi studi area ini berada di universitas lampung

## **1.4 Sistematis Penulisan Tugas Akhir**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari:

1. Bab I pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, batasan masalah dan lokasi kajian tugas akhir.
2. Bab II menjelaskan teori dasar yang berhubungan dengan laporan tugas akhir.
3. Bab III menjelaskan kegiatan yang dilakukan dalam tugas akhir.
4. Bab IV menjelaskan tentang hasil dan pembahasan.
5. Bab V berisikan penutup dan kesimpulan dari hasil laporan tugas akhir.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beda Tinggi

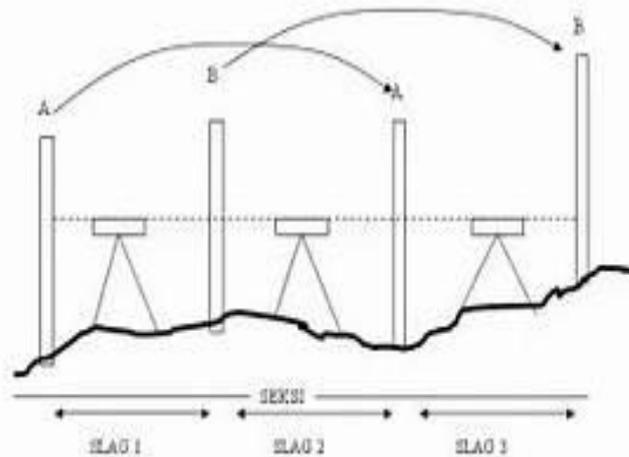
Pengukuran beda tinggi merupakan aspek penting dalam bidang pemetaan topografi. Akurasi dalam menentukan perbedaan ketinggian antara dua titik sangat diperlukan untuk memastikan keberhasilan dan ketepatan dalam suatu proyek. Ada dua metode utama yang sering digunakan untuk mengukur beda tinggi, yaitu metode sipat datar menggunakan alat *waterpass* dan metode *trigonometris* menggunakan alat GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai perbandingan menggunakan alat total *station* dan *waterpass*. Penelitian yang dilakukan oleh Aditiawan (2024) menyatakan bahwa jarak vertikal yang diukur dengan *waterpass* memiliki ketelitian lebih baik dibandingkan dengan *theodolite*, di mana kesalahan penutupan tinggi untuk *waterpass* adalah 10 mm, 6 mm, dan 5 mm, sementara untuk *theodolite* adalah 12 mm, 16 mm, dan 11 mm.

Dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa pengukuran menggunakan *waterpass* memiliki akurasi yang tinggi dibandingkan dengan *theodolite*. Namun, penggunaan alat *waterpass* masih mempunyai keterbatasan, seperti waktu, tenaga, dan jangkauan, dibandingkan dengan alat GNSS (Aditiawan, 2024; Ramadhony, 2017). Oleh karena itu, peneliti melakukan perbandingan ketelitian antara metode sipat datar menggunakan *waterpass* dan metode *trigonometris* menggunakan GNSS dalam pengukuran situasi. Penulis berharap hasil dari perbandingan ini dapat memberikan pertimbangan dalam memilih metode pengukuran ketinggian.

Beda tinggi didefinisikan sebagai perbedaan ketinggian antar dua titik atau lebih. Beda tinggi dapat diukur dengan cara sipat datar (*levelling*), yang merupakan suatu metoda penentuan tinggi relatif dari beberapa titik di atas datum atau di bawah suatu

bidang acuan tersebut sebagai referensi. Pengukuran beda tinggi adalah penentuan vertikal dari titik tersebut dengan garis penyipat datar alat yang ditempatkan di atas statif (Muzayanah, 2020).



Gambar 1. Pengukuran Beda Tinggi

Pengukuran beda tinggi dilakukan menggunakan alat ukur *waterpass*. Alat didirikan pada tengah-tengah titik yang diarahkan pada dua rambu ukur. Maka beda tinggi dapat dicari dengan menggunakan pengurangan antara bacaan muka dan bacaan belakang. Rumus mencari beda tinggi antara dua titik yaitu :

BT : Bacaan Benang Tengah

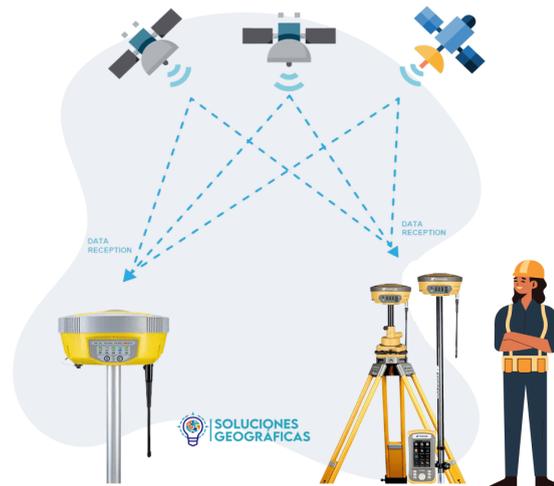
BT<sub>m</sub> : Benang Tengah rambu muka

BT<sub>b</sub> : Benang Tengah rambu belakang

## 2.2 GNSS

GNSS (Global Navigation Satellite System) merupakan sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dikembangkan oleh beberapa negara, seperti GPS (Global Positioning System) dari Amerika Serikat, GLONASS dari Rusia, BeiDoudari China dan GALILEO dari Eropa. Sistem ini dapat memberikan informasi mengenai posisi tiga dimensi dan ditambah dengan informasi waktu. Tidak terbatas oleh kedua hal tersebut, penggunaan teknologi GNSS dapat digunakan untuk mengetahui keadaan meteorologi (troposfer dan ionosfer), deformasi, dan banyak

hal turunan lainnya. Penentuan posisi secara statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase.



Gambar 2. GNSS

Dibandingkan dengan metode penentuan posisi kinematik, ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan metode statik biasanya lebih banyak. Hal ini menyebabkan keandalan dan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif paling tinggi (dapat mencapai orde mm sampai cm).

Salah satu bentuk implementasi dari metode penentuan posisi statik yang populer adalah survei GNSS untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan ataupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika (Abidin, 2007). Kajian terkait dengan jumlah titik ikat dan variasi waktu pengamatan (Ikbal, 2017).

### 2.3 *Waterpass*

*Waterpass* (penyipat datar) adalah alat ukur tanah yang digunakan untuk mengukur perbedaan ketinggian antar titik yang berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan

dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertikal. Pengukuran dengan alat ini disebut *Levelling* atau *Waterpassing*. Pekerjaan ini dilakukan untuk menentukan ketinggian suatu titik yang tingginya ditentukan berdasarkan sistem acuan atau bidang acuan. Sistem acuan atau bidang acuan yang digunakan adalah *Mean Sea Level (MSL)* atau sistem acuan lain yang dipilih.

Sistem referensi ini mempunyai arti yang sangat penting khususnya dalam bidang perairan misalnya: irigasi, hidrologi, dan sebagainya. Namun demikian masih banyak pekerjaan-pekerjaan lain yang memerlukan sistem referensi (Syaripudin, 2020).



Gambar 3. Waterpass

### 2.3.1 Fungsi Alat Waterpass

Penggunaan alat ini sangat penting untuk dilakukan pada awal pengerjaan proyek, penggunaan alat ini akan membantu kontraktor untuk menguji kelayakan tanah dan membuat bangunan agar lebih mudah dan bangunan akan tetap berdiri dengan tegak dan berikut fungsi *waterpass* :

- Cermin nivo untuk memantulkan bayangan nivo

- Nivo untuk mengetahui kedataran alat
- Visir bidikan untuk mengarahkan arah bidik teropong
- Sekrup fokus benang untuk memfokuskan benang bidikan
- Lensa bidik untuk melihat bidikan
- Sekrup penggerak horisontal untuk menggerakkan secara halus arah bidikan horisontal teropong
- Sekrup leveling untuk me level-kan (meridatarkan) alat
- Put dasar untuk landasan alat ke tripod
- Body teropong badan teropong
- Sekrup fokus obyek untuk memfokuskan obyek bidikan
- Rumah lensa depan untuk tempat lensa depan
- Skala gerakan sudut horisontal untuk mengetahui besar gerakan sudut horisontal
- No seri alat untuk identifikasi alat

### **2.3.2 Cara Pasang *Waterpass***

1. Tentukan titik berdiri tripod untuk Alat
2. Buka dan berdirikan tripod diatas titik yang sudah di tentukan
3. Atur tinggi tripod setinggi dada surveyor
4. Kunci pengunci static pada tripod jika sudah setinggi dada
5. Pasang unting-unting di tripod untuk menentukan titik tengah pada tripod
6. Lalu, pasang waterpass nya diatas tripod
7. Atur gelembung pada alat agar gelembung berada di titik tengah
8. Ukur tinggi alat dengan meteran gulung untuk mengetahui tinggi alat

### **2.3.3 Rumus Pengukuran *Waterpass***

Pengukuran beda tinggi di lakukan dengan menggunakan alat sipat datar

(waterpass). Alat di di rikan pada suatu titik yang di arahkan pada dua buah rambu yang berdiri vertical. Maka beda tinggi dapat di cari dengan menggunakan pengurangan antara bacaan muka dan bacaan belakang.

Rumus beda tinggi antara dua titik :

BT BTB - BTA

Keterangan: BT = beda tinggi

BTA = bacaan benang tengah A

BTB = bacaan benang tengah B

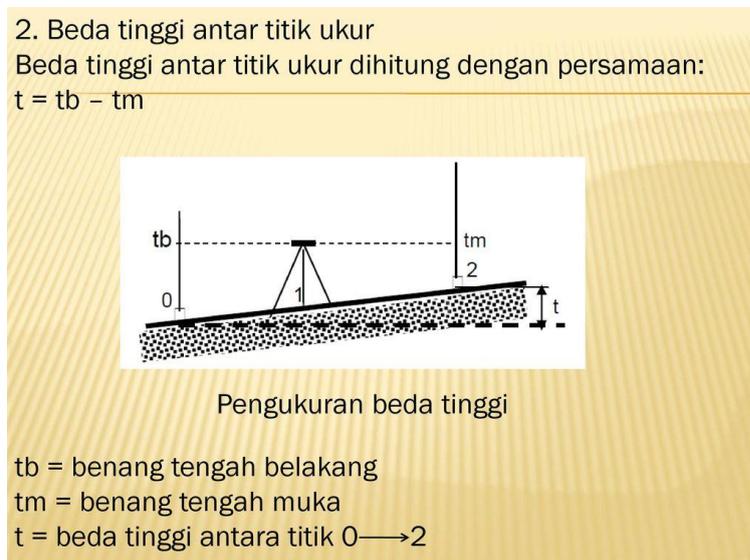
Sebelum mendapatkan beda tinggi antara dua titik, di perlukan dulu pembacaan benang tengah titik tersebut, dengan menggunakan rumus :

$$BT = BA + BB/2$$

Keterangan: BT = bacaan benang tengah

BA = bacaan banang atas

BB = bacaan benang bawah



Gambar 4. Beda Tinggi Titik Ukur

Untuk mencari jarak optis antara dua titik dapat di gunakan rumus sebagai berikut :

$$J = (BA - BB) \times 100$$

Keterangan :

J = Jarak datar optimis

BA = Bacaan benang atas

BB = Bacaan benang bawah

100 = Konstanta pesawat

#### 2.3.4 Fungsi Pengukuran Beda Tinggi

Adapun fungsi dari pengukuran beda tinggi dengan menggunakan alat *Waterpass*, sebagai berikut :

- Merancang jalan raya, jalan baja, dan saluran- saluran yang mempunyai garis gradien paling sesuai dengan topografi yang ada.
- Merencanakan proyek-proyek konstruksi menurut evaluasi terencana.
- Menghitung volume pekerjaan tanah.
- Menyelidiki ciri-ciri aliran di suatu wilayah.
- Mengembangkan peta-peta yang menunjukkan bentuk tanah secara umum.

Di gunakan untuk menentukan ketinggian titik-titik yang menyebar dengan kerapatan tertentu untuk membuat garis-garis ketinggian (kontur).

#### 2.3.5 Pengukuran Sipat Datar

Menurut (Dimas, 2007) Penyipatan datar merupakan cara pengukur beda tinggi dengan menggunakan garis visir horizontal yang ditunjukkan ke rambu. *Waterpass* juga dilengkapi dengan kaca dan gelembung kecil

didalamnya untuk mengecek apakah sudah terpasang dengan benar perhatikan gelembung di dalam kaca berbentuk bulat, jika gelembung tepat berada di tengah itu artinya *waterpass* telah terpasang dengan benar pada *waterpass* terdapat lensa untuk melihat sasaran bidik. Fungsi utama alat *waterpass* adalah untuk mengukur beda tinggi antara dua titik atau lebih, disamping itu *waterpass* juga dapat digunakan untuk pengukuran sudut secara horisontal. Teropong terdiri dari 4 macam benang yaitu benang atas, benangtengah, benang bawah dan benang tegak

Sipat datar adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian titik-titik sepanjang jalur pengukuran dan pada umumnya di

gunakan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan. Sipat datar memanjang terbagi menjadi sipat datar terbuka dan tertutup.

Berikut adalah pengukuran sipat datar :

Letakkan rambu ukur di titik A dan B dan letakkan alat antara titik A dan titik B (usahakan jarak antara alat dengan titik A maupun titik B sama).

- Baca Rambu A (BA, BT, BB).
- Hitung koreksi dengan cara  $BT = (BA + BB) : 2$
- Baca rambu B (BA, BT, BB).
- Hitung koreksi dengan cara  $BT = (BA + BB) : 2$
- Koreksi maksimum 2mm.

Hitung beda tinggi dengan mengurangi BT muka dan BT belakang :

- Hitung jarak alat dengan titik A
- $dA = (BA_A - BB_A) \times 100$
- Hitung jarak alat dengan titik B
- $dB = (BA_B - BB_B) \times 100$
- Hitung jarak AB = dA + dB

Pada slag berikutnya, rambu A menjadi bacaan muka dan sebaliknya, rambu B menjadi bacaan belakang. Adapun yang perlu diperhatikan dalam pengukuran ini adalah:

- Usahakan jarak antara titik dengan alat sama
- Seksi di bagi dalam jumlah yang genap.
- Baca rambu belakang, baru kemudian di baca rambu muka.
- Di ukur pulang pergi dalam waktu satu hari.
- Jumlah jarak muka jumlah jarak belakang.
- Jarak alat ke rambu maksimum 75 m.

## 2.4 Metode Beda Tinggi

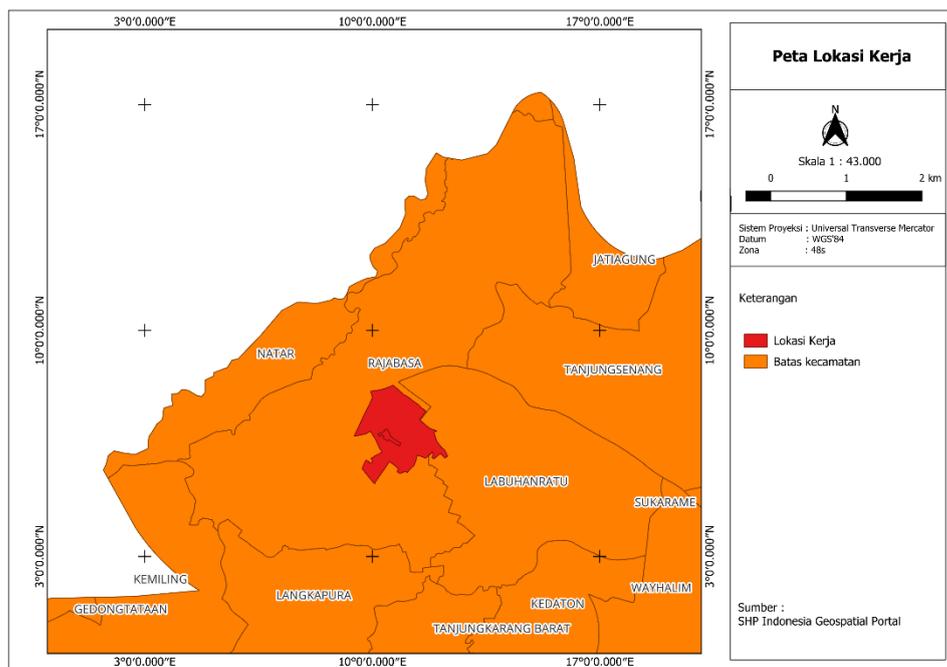
Beda Tinggi adalah ketinggian titik di permukaan bumi yang di dapat dari dalam suatu pengukuran. Pengukuran beda tinggi sipat datar masih merupakan cara pengukuran beda tinggi yang paling teliti. Sehingga ketelitian kerangka dasar vertikal dinyatakan sebagai batas harga terbesar perbedaan tinggi hasil pengukuran sipat datar pergi dan pulang. Dalam pengukuran tinggi ada beberapa istilah yang sering digunakan, yaitu :

1. Garis vertikal adalah garis yang menuju ke pusat bumi, yang umum dianggap sama dengan garis unting-unting.
2. Bidang mendatar adalah bidang yang tegak lurus garis vertikal pada setiap titik. Bidang horizontal berbentuk melengkung mengikuti permukaan laut.
3. Datum adalah bidang yang digunakan sebagai bidang referensi untuk ketinggian, misalnya permukaan laut rata-rata.
4. Beda Tinggi adalah jarak vertikal (ketinggian) yang diukur terhadap bidang datum.

### III. TAHAP PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

#### 3.1 Lokasi Penelitian Tugas Akhir

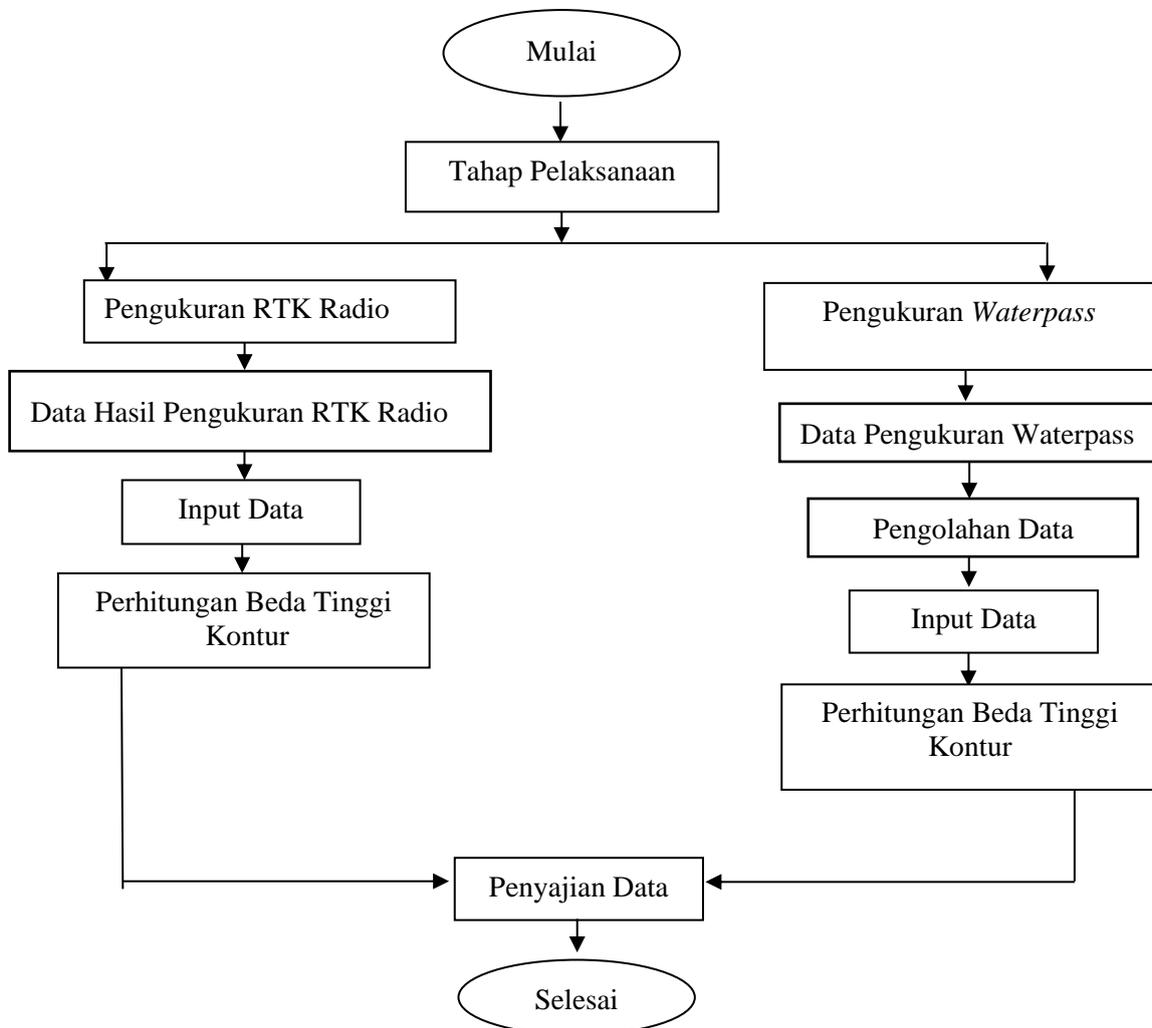
Lokasi penelitian merupakan objek penelitian di mana kegiatan penelitian dilakukan. Penentuan lokasi penelitian bertujuan untuk mempermudah atau memperjelas lokasi yang menjadi tempat dalam penelitian. Lokasi penelitian ini dilakukan di sekitaran Universitas Lampung, yang beralamat di Jalan Prof. Soemantri Brojonegoro Bandar Lampung.



Gambar 5. Lokasi Tugas Akhir

### 3.2 Metode Penelitian

Tahapan penelitian secara garis besar dilaksanakan dalam bentuk pengumpulan informasi (pengumpulan data primer), survei lapangan, pengolahan data, dan menganalisa perbandingan beda tinggi. Langkah kerja penelitian dituangkan dalam bentuk diagram penelitian yang menggambarkan tahapan secara utuh dari awal sampai akhir secara berurutan. Selengkapnya *diagram* alur penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Diagram Alir

### **3.3 Tahap Pelaksanaan**

Tahapan melakukan survei lapangan, yaitu :

1. Melakukan survei lokasi dari titik-titik yang akan dilakukan pengukuran.
2. Pengumpulan data dengan melakukan pengukuran beda tinggi menggunakan alat GNSS dan *waterpass* dilapangan dengan berbagai sudut ketegakan dan kemiringan rambu ukur.
3. Perhitungan data.
4. Hasil perhitungan data lapangan

### **3.4 Alat Dan Bahan**

Berikut merupakan alat yang digunakan penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir :

#### **3.4.1 Alat**

1. *Waterpass type Topcon*
2. *GNSS*
3. Rambu ukur
4. Statif
5. Base plate
6. Patok beton
7. Palu
8. Jalon

#### **3.4.2 Bahan**

- *Microsoft excel 2016*
- *Autocad 2021*

#### **3.4.1. Pengukuran RTK Radio**

HI Target tipe V30 yang digunakan dalam tahap pengukuran dengan Metode RTK Radio untuk menghasilkan data dalam setiap titik yang akan di ukur di lapangan. Dalam tahapan pengukuran ini ada beberapa titik pengukuran untuk menentukan beda tinggi.

Dalam pengukuran Metode RTK Radio dalam proses pengambilan titik-titik koordinat bertujuan untuk menghasikan beda tinggi untuk menentukan selisih beda tinggi pengukuran GNSS metode RTK Radio dan pengukuran waterpass.

Dalam pengukuran metode di atas adapun penjelasan dari hasil pengambilan data atau penjelasan data yang menjadikan perbandingan beda tinggi pada pengukuran GNSS Metode RTK Radio dan pengukuran waterpass sebagai berikut:

Dari jenis data pengukuran metode RTK Radio bisa kita lihat koreksi ketelitian data bisa mencapai lebih dari 50cm. maka dari itu penulis ingin melihat hasil selisih data pengukuran GNSS metode RTK radio dan pengukuran *waterpass*.

### **3.4.2. Pengukuran Waterpass**

*Waterpass* (penyipat datar) adalah alat ukur tanah yang digunakan untuk mengukur perbedaan ketinggian antar titik yang berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertikal. Pengukuran dengan alat ini disebut *Levelling* atau *Waterpassing*.

Pekerjaan ini dilakukan untuk menentukan ketinggian suatu titik yang tingginya ditentukan berdasarkan sistem acuan atau bidang acuan. Sistem acuan atau bidang acuan yang digunakan adalah *Mean Sea Level (MSL)* atau sistem acuan lain yang dipilih. Sistem referensi ini mempunyai arti yang sangat penting khususnya dalam bidang perairan misalnya: irigasi, hidrologi, dan sebagainya.

### **3.5. Pengolahan Data**

Pengolahan data adalah serangkaian proses yang dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang lebih berguna dan bermakna. Tujuannya adalah untuk menghasilkan data yang dapat dimanfaatkan untuk pengambilan data yang lebih baik. Proses pengolahan data hasil pengukuran GNSS metode RTK radio dan Data pengukuran Waterpass meliputi beberapa tahapan, antara lain:

### 3.5.1. GNSS Metode RTK Radio

Tabel 1. Data hasil pengukuran GNSS radio

keterangan	Meter	Meter	z
base	526596.3345	9407310.994	130.666
P1	526656.1556	9407073.069	130.3883
P2	526671.6712	9407108.598	129.6953
P3	526683.0349	9407150.497	130.7043
P3	526683.0351	9407150.474	130.7143
P2	526671.6800	9407108.578	129.7213
P1	526656.1227	9407073.005	130.4223
P1	526656.0383	9407073.107	130.3963
P2	526671.6956	9407108.748	129.6723
P3	526680.6961	9407141.124	130.5103

Tabel 1 Nilai pengukuran pada tabel didapatkan dari hasil pengukuran GNSS metode RTK radio.

Pengolahan data pengukuran GNSS metode RTK radio adalah suatu proses untuk menentukan posisi dan elevasi suatu titik. Proses pengolahan data pengukuran GNSS menggunakan RTK radio input data koordinat hasil pengukuran di aplikasi *autocad* dan terdapat hasil kontur perhitungan beda tinggi.

### 3.5.2. Pengukuran Waterpass

Tabel 2. Hasil pengukuran beda tinggi mengunaka *waterpass*

KEDUDUKAN ALAT	STATION ANTARA 2 TITIK	BACAAN BENANG (mm)					
		BELAKANG			MUKA		
		BT (mm)	BA (mm)	BB (mm)	BT (mm)	BA (mm)	BB (mm)
		STAND I	P1- P2	764	855	673	1426
STAND II	P1- P2	724	826	620	1388	1480	1298
STAND I	P2 - P3	1788	1869	1707	973	1058	888
STAND II	P2 - P3	984	1068	901	1800	1884	1716

Tabel 2 nilai pengukuran pada tabel didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan *waterpass*. Pengolahan data pengukuran *waterpass* adalah suatu proses untuk menghitung beda tinggi suatu titik. Proses pengolahan data

pengukuran waterpass dari bacaan benang atas benang tengah dan benang bawah akan dihitung untuk menghasilkan beda tinggi. Pengukuran elevasi menggunakan *waterpass* menghasilkan data beda tinggi yang bagus.

### **3.6. Perbandingan Beda Tinggi Pengukuran GNSS Metode RTK Radio dan *Waterpass***

Pengertian analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Analisis sangat dibutuhkan untuk menganalisa dan mengamati sesuatu yang tentunya bertujuan untuk mendapatkan hasil akhir dari pengamatan yang sudah dilakukan. Dalam tahapan ini kita perlu melakukan analisis data beda tinggi pengukuran GNSS metode RTK radio dan pengukuran *waterpass* untuk di bandingkan berapa besar selisih beda tingginya.

Pengukuran GNSS metode RTK radio dan pengukuran *waterpass* mengalami perbedaan beda tinggi. Maka penulis ingin menganalisis seberapa besar selisih beda tinggi pengukuran GNSS metode RTK Radio dan pengukuran *waterpass*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Hasil pengukuran menggunakan alat GNSS dan *Waterpass* di dapatkan perbedaan hasil pengukuran di pagi hari sebesar 1.163 meter siang hari sebesar 0.850 meter di sore hari sebesar 0.896 meter. Terjadi selisih pengukuran pagi siang sore di sebabkan beberapa faktor yaitu suhu atau cuaca dan faktor alam.

### 5.2. Saran

Setelah melakukan pengukuran dengan menggunakan 2 alat yang berbeda berupa GNSS dan *Waterpass* untuk mengetahui perbandingan beda tinggi menggunakan alat GNSS dan *Waterpass*. Penulis menyarankan untuk hasil beda tinggi yang lebih akurat menggunakan *waterpass* karena meminimalisir kesalahan sedangkan jika menggunakan GNSS ada beberapa faktor yang menyebabkan kesalahan salah satunya suhu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dimas, B. 2007. Ilmu Ukur Tanah. *Jurnal Geodesi Undip*, 6 (11), 951–952.
- Sutardi, I. D. I. 2007. *Ilmu ukur tanah*. Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Syaripudin, A. 2020. Pengantar Survey dan Pemetaan 2. *Buku Sekolah Elektronik (BSE)*, 103.
- Muzayanah, E. budianto. 2020. Ilmu Ukur Tanah. *Unesa University Press, Kampus Unesa Kelintang Gedung C-15 Surabaya*, 22–27.
- Abidin, H.Z. 2001. Geodesi Satelit. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Abidin, H.Z. 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Abidin, H. Z, Jones, A., Kahar, J. 2011. Survey dengan GPS. ITB. Bandung.
- Badan Pertanahan Nasional. 1998. Petunjuk Teknis Peraturan Menteri Negara Agraria/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Materi Pengukuran dan Pemetaan Pendaftaran Tanah. Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia.
- Bagus. D, Awaluddin, M., dan Sasmito.B. 2015 Analisis Pengukuran Penampang Memanjang dan Penampang Melintang Dengan GNSS Metode RTK-NTRIP. *Jurnal Geodesi UNDIP Volume 4, Nomor 2, Tahun 2015*.
- Sheng L. L. 2003. *Application Of GPS RTK And Total Station System On Dynamic Monitoring Land Use. Departement of Land Economics Natioanal Changchi University. Taiwan Republic of China*.
- Faisal, Rizky Muhammad. 2014. *GPS Trimble GeoXT 3000*. Asepyadicahyadi.blogspot.co.id. Diakses pada 15 Mei 2017.
- Mulyani, A.S. dan Tampubolon, S.P., 2021. Studi Perbandingan Analisa Ketelitian Tinggi Menggunakan Total Station dan

- Hafidz, E.G., Awaluddin, M., dan Yuwono, B.D., 2014. Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK- NTRIP. *Jurnal Geodesi UNDIP* Volume 4, Nomor 1, Tahun 2015.
- Ningsih, A.E., Awaluddin, M., Yuwono, B.D. 2014. Kajian Pengukuran Dan Pemetaan Bidang Tanah Metode DGPS *Post Processing* Dengan Menggunakan *Receiver Trimble GeoXT 3000 Series*. *Jurnal Geodesi UNDIP* Volume 3, Nomor 3, Tahun 2014.
- UNOOSA. 2011. 10 Years of Achievement of the United Nations on Global Navigation Satellite System. New York 2011.
- 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.
- Riyadi, G., & Prasidya, A. S. (2017). Analisis Ketelitian Penentuan Beda Tinggi secara Trigonometrik Teknik Resiprokal dengan Total Station Akurasi 1" Pada Jaringan Titik Kontrol Rute Pendek. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNTT) SV UGM*.
- Slamet, B., 2016. Ilmu Ukur Tanah, Edisi Revisi. Universitas Gadjah Yogyakarta. Mada Press.
- Syaifullah, A., Wahyono, E.B., dan Susmiyanto, A.. 2018. Ilmu Ukur Tanah. Modul Pelatihan Bidang Survey dan Pemetaan. Kementerian ATR/BPN: Jakarta
- Widada, A. (2006). Analisa Komparatif Penentuan Tinggi Dengan GPS dan Sipat Datar. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 12(1), 1-10.