

**ANALISA PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN TINGGI  
MENGUNAKAN *THEODOLITE* DT-740 DAN PESAWAT  
PENYIPAT DATAR (*WATERPASS*) *AUTOMATIC LEVEL* AT-28**



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Oleh :**

**AFRIZA HABIBINA**

**NRP : 112019089**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK PRODI TEKNIK SIPIL**

**2023**

**ANALISA PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN TINGGI  
MENGUNAKAN *THEODOLITE* DT-740 DAN PESAWAT  
PENYIPAT DATAR (*WATERPASS*) *AUTOMATIC LEVEL* AT-28**

**TUGAS AKHIR**



**OLEH :**

**AFRIZA HABIBINA**

**112019089**

**Disetujui Oleh :**

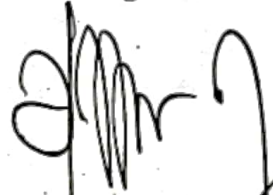
**Pembimbing Tugas Akhir**

**Pembimbing I,**



**Ir. R.A. Sri Martini, M.T.**  
**NIDN. 0203037001**

**Pembimbing II,**



**Mira Setiawati, S.T., M.T.**  
**NIDN. 0006078101**

**ANALISA PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN TINGGI  
MENGUNAKAN THEODOLITE DT-740 DAN PESAWAT  
PENYIPAT DATAR (WATERPASS) AUTOMATIC LEVEL AT-28**

**TUGAS AKHIR**



**OLEH :**

**AFRIZA HABIBINA**

**112019089**

**Telah Disahkan Oleh :**

**Dekan Fakultas Teknik,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil,**

**Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Fakultas Teknik UM Palembang**



**Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM.**

**NIDN : 0227077004**



**Ir. Revisdah, M.T.**

**NIDN : 0231056403**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISA PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN TINGGI  
MENGUNAKAN *THEODOLITE* DT-740 DAN PESAWAT  
PENYIPAT DATAR (*WATERPASS*) *AUTOMATIC LEVEL* AT-28**

**Dipersiapkan dan Di Susun Oleh :**

**AFRIZA HABIBINA  
NIM : 11 2019 089**

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif  
Pada Tanggal, 13 April 2023**

**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

Dewan Penguji

1. Ir. Lukman Muizzi, M.T.  
NIDN. 0220016004
2. Ir. Noto Royan, M.T.  
NIDN. 0203126801
3. Muhammad Arfan, S.T., M.T.  
NIDN. 0225037302
4. Ir. R.A. Sri Martini, M.T.  
NIDN. 0203037001

*Lukman. u.*  
.....  
*Noto Royan*  
.....  
*Muhammad Arfan*  
.....  
*R.A. Sri Martini*  
.....

**Laporan tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)  
Palembang, 13 April 2023  
Program Studi Sipil  
Ketua**



**Ir. Revisdah, M.T  
NIDN. 0231056403**

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul **“ANALISA PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN TINGGI MENGGUNAKAN *THEODOLITE* DT-740 DAN PESAWAT PENYIPAT DATAR (*WATERPASS*) *AUTOMATIC LEVEL* AT-28”** ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam tugas akhir ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, April 2023



Afriza Habibina

NRP. 112019089

## **MOTTO**

**“Jangan ubah dirimu hanya agar mereka menyukaimu. Hebatkan dirimu agar mau tidak mau mereka harus menerimamu”**

## **PERSEMBAHAN**

**Yang utama dari segalanya, sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada :**

- Kedua orang tuaku tersayang, Ibu (Hosmiat) dan Abah (Ruslan H. Umar). Yang selalu mendo'akan yang terbaik untukku.**
- Ayuk Resy, Ayuk Rica, Kakak Rizal, dan Kakak Revi yang telah memberikan semangat kepada saya.**
- Kedua Dosen Pembimbingku Ibu Ir.Hj. RA. Sri Martini, M.T dan Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T yang telah membimbingku dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.**
- Dosen-Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah Memberi Ilmu dan Pengalamannya.**
- Almamaterku.**

## PRAKATA

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada kita semua, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Analisa Perbandingan Ketelitian Pengukuran Tinggi Menggunakan Theodolite Dan Pesawat Penyipat Datar (Waterpass)**”. Untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun teknik penulisan yang terlepas dari pengamatan penulis, hal ini tak lain dikarenakan oleh keterbatasan penulis. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesempatannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang Tuaku, Abah dan Ibu tercinta yang telah banyak memberikan do'a serta membantu penulis baik dari segi moral ataupun materil selama penulis menuntut ilmu di Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Kedua kakakku yang sangat penulis sayangi dan keluarga besar yang selalu memberikan semangat serta dukungan selama penulis menuntut ilmu.
4. Ibu Ir. Hj. RA. Sri Martini, M.T., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis
5. Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis.

Dan tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.

2. Bapak Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Ir. Revisdah, M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Seluruh Dosen, Staff, dan Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Penulis ucapkan terima kasih kepada Ananda Febryan Putra, Muhammad Jahri dan Azwar Rivanto yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian dan pengukuran di lapangan.
6. Terima kasih juga untuk sahabat-sahabat saya di kampus, Ananda Febryan Putra, Muhammad Jahri, Muhammad Andi Umar, Achmad Irpan, Anggy Mulya Sari, Thessa Tri Anggieta, Wanda Elfiana, yang selalu mendukung dan mendoakan serta memberikan perhatian dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Dan semua pihak yang terkait dalam proses penyelesaian penelitian ini hingga selesai.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungannya semoga apa yang kita lakukan selaku mendapat limpahan rahmat dari Allah SWT dan berguna bagi kita semua, Aamiin ya rabbalalamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Palembang, April 2023



**Afriza Habibina**

**NRP. 112019089**



## INTISARI

Pengukuran tinggi berguna untuk mencari elevasi titik atau perbedaan ketinggian antar titik di atas permukaan bumi yang sangat diperlukan untuk berbagai macam pekerjaan di bidang teknik sipil seperti perencanaan jalan raya, lapangan terbang, perencanaan pembangunan gedung, waduk, dermaga, perencanaan saluran drainase dan pekerjaan teknik sipil lainnya. Dalam beberapa jurnal penelitian metode sipat datar dengan pesawat penyipat datar (*waterpass*) dan metode trigonometrik dengan *theodolite* dapat menghasilkan golongan ketelitian pengukuran tinggi hampir sama baik dalam area yang memiliki elevasi relatif datar tetapi *waterpass* memiliki kesulitan tersendiri karena jangkauan teropong vertikal yang terbatas dan memerlukan waktu yang lebih lama saat di medan permukaan bumi yang berbukit.

Pengukuran tinggi di kampus A Universitas Muhammadiyah Palembang. Metode yang digunakan adalah pengukuran beda tinggi jaring poligon dengan ring tertutup menggunakan *Theodolite* DT-740 dan *Waterpass Automatic Level* AT-28. Pengukuran dilakukan lima kali dengan loop yang berbeda namun titik pangkal dan ujung adalah titik yang sama serta pengukuran mengikuti aturan standarnya dalam dokumen SNI 19-6988-2004 tentang jaring kontrol vertikal.

Dengan hasil kelas pengukuran dan standar deviasi maka pengukuran menggunakan *waterpass* masuk ke dalam ketelitian pengukuran tinggi orde 2 sedangkan hasil pengukuran tinggi dengan menggunakan *theodolite* masuk ke dalam ketelitian pengukuran tinggi orde 4.

**Kata kunci:** *Theodolite*, *Waterpass*, Ketelitian pengukuran tinggi

## **ABSTRACT**

*Height measurements are useful for finding point elevations or height differences between points above the earth's surface which are indispensable for various kinds of work in civil engineering such as planning highways, airstrips, planning building construction, reservoirs, docks, planning drainage channels and other civil engineering work. In several research journals, the flat-fold method with a flat-folding plane (waterpass) and the trigonometric method with theodolite can produce almost the same level of height measurement accuracy in areas that have relatively flat elevations but waterpass has its own difficulties due to the limited range of vertical binoculars and requires a longer time when in hilly terrain.*

*Height measurement at campus A of Universitas Muhammadiyah Palembang. The method used was polygon net height difference measurement with a closed ring using a DT-740 Theodolite and AT-28 Automatic Level Waterpass. Measurements were made five times with different loops but the base and end points were the same point and the measurements followed the standard rules in the SNI 19-6988-2004 document on vertical control nets.*

*With the results of the measurement class and standard deviation, measurements using a waterpass fall into the 2nd order height measurement accuracy while the results of height measurements using a theodolite fall into the 4th order height measurement accuracy.*

**Keywords: Theodolite, Waterpass, Height measurement accuracy**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1 Realita Fisik Bumi dan Referensi Tinggi .....	6
2.2.2 Pengertian Pengukuran Tinggi.....	6

2.2.3	Waterpass/Pesawat Penyipat Datar.....	7
2.2.4	Persyaratan Waterpass (Sipat Datar) .....	9
2.2.5	Metode Sipat Datar .....	9
2.2.5.1	Pengukuran Sipat Datar Memanjang .....	10
2.2.5.2	Pengukuran Profil Memanjang .....	12
2.2.5.3	Sipat Datar Kring/Loop.....	12
2.2.5.4	Pengukuran Pergi-Pulang .....	13
2.2.6	Prinsip Pengukuran Beda Tinggi Sipat Datar .....	14
2.2.7	Macam-Macam Penentuan Beda Tinggi.....	16
2.2.7.1	Pengukuran Di Atas Titik .....	16
2.2.7.2	Pengukuran Di Antara Dua Titik.....	17
2.2.7.3	Pengukuran Terdapat Rintangan.....	17
2.2.8	Syarat-Syarat Pemakaian Pengukuran Sipat Datar .....	18
2.2.8.1	Mengatur Garis Mendatar Diafragma Tegak Lurus Sumbu I.....	19
2.2.8.2	Mengatur Garis Arah Nivo Tegak Lurus Sumbu Vertikal (I) .....	20
2.2.8.3	Membuat Garis Bidik Sejajar Garis Arah Nivo.....	20
2.2.9	Perataan Beda Tinggi Ukuran Sipat Datar .....	21
2.2.10	Kesalahan Pengukuran Sipat Datar.....	21
2.2.11	Theodolite .....	23
2.2.11.1	Syarat Pemakaian Dan Cara Pengaturan Alat Ukur Theodolite ....	25
2.2.12	Metode Trigonometrik .....	26
2.2.13	Kesalahan Dalam Pengukuran Trigonometrik.....	28
2.2.14	Teori Hitung Perataan .....	28
2.2.15	Ketelitian Pengukuran Tinggi .....	30
2.2.16	Topografi .....	31
2.2.17	Perangkat Lunak (Software) Surfer .....	32
2.2.17.1	Sistem Operasi dan Penggunaan Surfer.....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>34</b>
3.1.	Metode Penelitian .....	34
3.2.	Lokasi Penelitian.....	34

3.3. Data Penelitian .....	35
3.4. Peralatan.....	35
3.4.1 Personil dan Peralatan Pendukung.....	36
3.4.2 Software .....	36
3.5. Tahapan Penelitian.....	37
3.5.1. Tahap Persiapan .....	37
3.5.2. Tahap Pengumpulan Data Pesawat Penyipat Datar .....	37
3.5.3. Tahap Pengumpulan Data Takhimetri Theodolite .....	39
3.5.4. Tahap Pengolahan Data .....	40
3.5.5. Tahap Analisa dan Hasil .....	43
3.6 Bagan Alir Penelitian.....	44
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	46
4.2 Jalur Pengukuran.....	47
4.3 Pengukuran Pergi Pulang Pesawat Penyipat Datar .....	47
4.4 Pengukuran Takhimetri Theodolite .....	48
4.5 Hasil Perhitungan Sipat Datar Dan Trigonometrik.....	50
4.5.1 Luas Area Pengukuran.....	54
4.6 Hasil Hitung Perataan Bersyarat.....	56
4.6.1 Perataan Data Pesawat Penyipat Datar .....	57
4.6.2 Perataan Data Theodolite .....	61
4.7 Analisa Pengukuran Tinggi.....	65
4.7.1 Analisa Kesalahan Penutup Tinggi dan Standar Deviasi.....	65
4.7.2 Perbandingan Hasil dari Waterpass dan Theodolite .....	68
4.7.3 Hasil Peta Pengukuran Menggunakan Waterpass .....	70
4.7.4 Hasil Peta Topografi Pengukuran Menggunakan Theodolite.....	71
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan.....	5
Gambar 2.1 Permukaan Level Pada Jarak Pendek.....	7
Gambar 2.2 Permukaan Level Pada Jarak Panjang.....	7
Gambar 2.3 Waterpass .....	10
Gambar 2.4 Pengukuran Sipat Datar Memanjang.....	12
Gambar 2.5 Pengukuran Profil Memanjang.....	13
Gambar 2.6 Pengukurappn Sipat Datar Kring .....	13
Gambar 2.7 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi .....	16
Gambar 2.8 Cara Pertama Di Atas Titik .....	17
Gambar 2.9 Cara Kedua Di Antara Dua Titik.....	18
Gambar 2.10 Cara Ketiga Apabila Terdapat Rintangan .....	19
Gambar 2.11 Benang Silang Belum Mendatar .....	20
Gambar 2.12 Theodolite.....	26
Gambar 2.13 Pengukuran Beda Tinggi Dengan Metode Trigonometris .....	28
Gambar 2.14 Tampilan Lembar <i>Plot</i> .....	33
Gambar 2.15 Tampilan Lembar <i>Worksheet</i> .....	34
Gambar 2.16 Jendela Editor.....	34
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	35
Gambar 3.2 Sketsa Jalur Pengukuran .....	38
Gambar 3.3 Pengukuran Pesawat Penyipat Datar Pulang-Pergi.....	40
Gambar 3.4 Pengukuran Theodolite Takhimetri.....	41
Gambar 3.5 Proses <i>input</i> data <i>worksheet</i> di <i>software</i> surfer .....	42
Gambar 3.6 Krigging data XYZ.....	42
Gambar 3.7 Pengaturan <i>filled countours</i> .....	43
Gambar 3.8 Hasil <i>filled countours</i> dan interval kontur.....	43
Gambar 3.9 Post titik-titik pengukuran .....	43
Gambar 3.10 Bagan Alir Penelitian .....	45
Gambar 4.1 Jalur Pengukuran Tinggi .....	48
Gambar 4.2 Pengukuran Pulang-Pergi Pesawat Penyipat Datar .....	49

Gambar 4.3 Pengukuran Takhimetri Theodolite.....	50
Gambar 4.4 Grafik Kesalahan Penutup Loop Pengukuran .....	66
Gambar 4.5 Peta Topografi Pengukuran Pergi-Pulang .....	71
Gambar 4.6 Peta Topografi Pengukuran Takhimetri .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kesalahan Penutup Tinggi .....	31
Tabel 2.2 Orde Pengukuran.....	32
Tabel 3.1 Peralatan Pengukuran di Lapangan.....	36
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Vertikal loop 1.....	51
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Vertikal loop 2.....	52
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Vertikal loop 3.....	53
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Vertikal loop 4.....	53
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Vertikal loop 5.....	54
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Luas Area loop 1 .....	55
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Luas Area loop 2 .....	56
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Luas Area loop 3 .....	56
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Luas Area loop 4 .....	56
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Luas Area loop 5 .....	57
Tabel 4.11 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 1 .....	60
Tabel 4.12 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 2.....	61
Tabel 4.13 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 3.....	61
Tabel 4.14 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 4.....	61
Tabel 4.15 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 5.....	62
Tabel 4.16 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 1 .....	64
Tabel 4.17 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 2.....	65
Tabel 4.18 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 3.....	65
Tabel 4.19 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 4.....	65
Tabel 4.20 Hasil Elevasi Setelah Perataan Beda Tinggi loop 5.....	66
Tabel 4.21 Perbedaan Elevasi Menggunakan Alat Waterpass dan Theodolite.....	69



## DAFTAR NOTASI

$A$	= Matriks Persamaan Bersyarat	
$A^T$	= Matriks Persamaan Bersyarat Transpose	
$BA$	= Benang Atas	
$BB$	= Benang Bawah	
$BT$	= Benang Tengah	
$D$	= Panjang jalur pengukuran dalam km	(Km)
$d$	= Jarak Datar	(m)
$dm$	= Jarak Miring	(m)
$fH$	= Kesalahan Penutup Tinggi	(mm)
$H$	= Tinggi Titik/Tanah	(m)
$\Delta h$	= Beda Tinggi	(m)
$i$	= Inklinasi (Sudut Miring)	
$L$	= Matriks Kesalahan Penutup Tiap Loop	
$m$	= Jumlah Pengukuran Yang Dilakukan	
$n$	= Jumlah Titik Yang Dicari	
$P$	= Matriks Berat atau Bobot Pengamatan	
$r$	= Jumlah Persamaan Yang Tidak Saling Bergantungan	
$t_A$	= Tinggi Alat	(m)
$T$	= Tinggi Garis Bidik	
$V$	= Matriks Residu / Koreksi	
$V^T$	= Matriks Residu Transpose	
$W$	= Matriks Kesalahan Penutup Tiap Loop	
$\sigma_0^2$	= Variansi Baku	(mm)
$\sigma_0$	= Standar Deviasi	(mm)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengukuran tinggi berguna untuk mencari elevasi titik atau perbedaan ketinggian antar titik di atas permukaan bumi yang sangat diperlukan untuk berbagai macam pekerjaan di bidang teknik sipil seperti perencanaan jalan raya, lapangan terbang, perencanaan pembangunan gedung, waduk, dermaga, perencanaan saluran drainase dan pekerjaan teknik sipil lainnya. Pengukuran tinggi atau vertikal adalah jenis pengukuran untuk mendapatkan informasi data beda tinggi antara dua titik atau lebih dalam sebuah area. Maksud beda tinggi adalah perbedaan vertikal antara dua titik atau jarak dari bidang referensi yang telah ditetapkan ke suatu titik tertentu yang belum diketahui sepanjang garis vertikal.

Dengan hasil pengukuran tinggi juga dapat membantu menghitung volume tanah dalam sebuah area yang akan kemudian diolah untuk menjadi data galian dan data timbunan sesuai rencana proyek. Pengukuran tinggi ini juga merupakan bagian dari pengukuran topografi, dimana hasilnya akan digambar pada suatu peta yang menggambarkan keadaan lapangan yang sebenarnya.

Beberapa metode pendekatan yang dapat dilakukan untuk menentukan ketinggian titik-titik di permukaan bumi antara lain metode sipat datar dengan menggunakan alat pesawat penyipat datar (*waterpass*) dan metode trigonometrik menggunakan alat total station dan theodolite. Prinsip metode sipat datar adalah menentukan beda tinggi dengan garis bidir mendatar/horizontal yang diarahkan pada rambu-rambu yang berdiri vertikal sehingga didapat data nilai benang atas, benang tengah, dan benang bawah yang kemudian diolah untuk mencai beda tinggi tanah. Pada dasarnya metode trigonometrik adalah mengukur jarak langsung (jarak miring), tinggi alat, pembacaan benang tengah rambu ukur dan sudut vertikal (zenith) yang kemudian direduksi menjadi informasi beda tinggi dengan menggunakan alat theodolite.

Meminimalkan pengukuran yang berisi suatu kesalahan yang bersifat acak, maka perlu dilakukan hitung perataan. Dengan perhitungan perataan, maka akan didapat nilai koreksi yang diberikan kepada hasil pengukuran, sehingga hasil pengukuran memenuhi syarat geometrik. Pedoman dalam ketelitian pengukuran tinggi tanah telah diatur dalam dokumen SNI 19-6988-2004 tentang jaring kontrol vertikal dengan metode sipat datar dimana ketelitian pengukuran tinggi dapat terlihat dari hasil penutup tinggi *loop* tertutup dan standar deviasi (simpangan baku) pengukuran, semakin kecil hasil penutup tinggi dan standar deviasi pengukuran maka golongan ketelitian pengukuran tinggi semakin baik.

Dalam beberapa jurnal penelitian metode sipat datar dengan pesawat penyipat datar (*waterpass*) dan metode trigonometrik dengan theodolite dapat menghasilkan golongan ketelitian pengukuran tinggi hampir sama baik dalam area yang memiliki elevasi relatif datar tetapi pesawat penyipat datar (*waterpass*) memiliki kesulitan tersendiri karena jangkauan teropong vertikal yang terbatas dan memerlukan waktu yang lebih lama saat di permukaan bumi yang berbukit.

Penelitian ini perlu dikembangkan lagi jika pengukuran dilakukan dalam area yang memiliki elevasi yang bervariasi antara metode trigonometrik menggunakan theodolite dan metode sipat datar menggunakan pesawat penyipat datar (*waterpass*) untuk melihat sejauh mana hasil tingkat ketelitiannya dan efisiensi waktu di lapangan. Sehingga penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan pelaksana di lapangan dalam memilih metode pengukuran tinggi dan peralatan yang akan digunakan sesuai kebutuhan dan persyaratan pekerjaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah apakah ada perbedaan tingkat ketelitian pengukuran tinggi metode trigonometrik yang hasil datanya didapat menggunakan alat theodolite dan pengukuran tinggi metode sipat datar yang hasil datanya didapat menggunakan alat pesawat penyipat datar (*waterpass*) jika pengukuran dilakukan dalam area yang memiliki elevasi yang bervariasi.

### 1.3 Maksud dan Tujuan

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 Universitas Muhammadiyah Palembang.

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil tingkat ketelitian pengukuran tinggi antara metode trigonometrik menggunakan theodolite dengan metode sipat datar menggunakan pesawat penyipat datar berdasarkan SNI 19-6988-2004 yang mengatur tentang jaring kontrol vertikal.
2. Mendapatkan hasil peta topografi antara pengukuran metode trigonometrik menggunakan theodolite dengan metode sipat datar menggunakan pesawat penyipat datar.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk mempermudah pembahasan ini ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Daerah yang diteliti untuk pengukuran tinggi dilakukan dalam kawasan Universitas Muhammadiyah Palembang kampus A. Daerah yang diteliti dipetakan dalam bentuk poligon tertutup. Pengukuran dilakukan dalam 3 hari untuk masing-masing metode.
2. Alat yang digunakan dalam pengukuran tinggi yaitu Theodolite DT-740 dan Pesawat Penyipat Datar Automatic Level AT-28.
3. Referensi tinggi titik yang dipakai adalah koordinat lokal.
4. Kajian utama dalam penelitian ini adalah beda tinggi ( $\Delta h$ ), koordinat vertikal/elevasi ( $z$ ).

5. Alat Theodolite DT-740 dan Pesawat Penyipat Datar (Waterpass) AT-28 sudah terkalibrasi sesuai dengan persyaratan penggunaan masing-masing alat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, S. (2011). *ILMU UKUR TANAH (Edisi Revisi)*. Gadjah Mada University Press.
- Lando, A. T. (2011). *Penentuan Tinggi Titik Dengan Teknik Perataan Parameter Dan Teknik Perataan Bersyarat*. 5, 978–979.
- Masrul. (2015). *Analisis Pergerakan Tinggi Muka Tanah Pada Kawasan Patahan Watukosek Menggunakan Metode Pengukuran Sipat Datar*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Muda, I. (2008). Teknik Survei Dan Pemetaan Jilid 1. In *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan* (Vol. 1, Issue 69).
- Mulyani, A. (2020). Analisis Hasil Pengukuran Tinggi Takhimetri Dengan Sipat Datar Teliti. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 1(1), 1–14.
- Mulyani, A. S., & Tampubolon, S. (2021). Studi Perbandingan Analisa Ketelitian Tinggi Menggunakan Total Station Dan Sipat Datar. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 5(2), 259.
- Nugroho, T., & Syaifullah, A. (2019). *Modul 7 Sipat Datar Ilmu Ukur Tanah*. Program Studi Diploma DIV Pertanahan - Kementerian Agraria Dan Tata Ruang/BPN STPN.
- Purwanti, D. N. (2020). Pengukuran Topografi Untuk Menghitung Volume Cut and Fill. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 4(1), 12–23.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan Perumahan Permukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. (2017). Modul 2 Dasar-Dasar Pengukuran Topografi Untuk Pekerjaan Jalan. *Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, 108.

Syaifullah, A. (2014). Ilmu Ukur Tanah I. In *Modul Ukur Tanah* (Vol. 2). Sekolah Tinggi Pertahanan Nasional.

Syaripudin, A. (2013). *Pengantar Survey dan Pemetaan 2*.

USMAN, M. N. (2016). *Studi Deformasi Jembatan dengan Metode Sipat Datar (Studi Kasus: Jembatan Merr Ii-C, Surabaya)* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]