



Perbandingan Ketelitian Alat Ukur GNSS (*Global Navigation Satellite System*) Geodetik Dan Total Station Dalam Penentuan Batas Lahan

Anggreina R. Umboh^{#a}, Lucia I. R. Lefrandt^{#b}, Meike M. Kumaat^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia.

^aanggreinaumb021@student.unsrat.ac.id, ^blucia.lefrandt@unsrat.ac.id, ^cmeikekumaat@unsrat.ac.id

Abstrak

Perbedaan tingkat ketelitian alat ukur dalam survei dan pemetaan dapat memengaruhi ketepatan dalam penentuan batas lahan, perhitungan luas, serta perhitungan volume galian dan timbunan pada pekerjaan teknik sipil. Oleh karena itu, diperlukan kajian perbandingan akurasi antara GNSS Geodetik dan Total Station guna mengetahui tingkat ketelitian masing-masing alat ukur. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan ketelitian GNSS Geodetik dan Total Station serta membandingkan perbedaan hasil perhitungan luas lahan dan volume galian–timbunan. Penelitian ini dilaksanakan di lahan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai RMSE Titik kontrol GNSS Geodetik sebesar 0,145 m, sedangkan Total Station sebesar 0,027 m, yang menunjukkan bahwa Total Station memiliki ketelitian lebih tinggi. Perhitungan luas lahan menghasilkan nilai 28.877,521 m² menggunakan GNSS Geodetik dan 28.875,851 m² menggunakan Total Station, dengan selisih sebesar 1,670 m². Selanjutnya, hasil perhitungan volume menunjukkan bahwa GNSS Geodetik menghasilkan volume galian sebesar 44.537,18 m³ dan volume timbunan sebesar 14.932,65 m³, sedangkan Total Station menghasilkan volume galian sebesar 45.620,65 m³ dan volume timbunan sebesar 12.781,72 m³.

Kata kunci: GNSS Geodetik, total station, cut and fill

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi dalam berbagai bidang, termasuk teknologi survei pengukuran telah menghadirkan instrumen pengukuran yang semakin canggih dengan tingkat ketelitian yang bervariasi, sehingga pekerjaan lapangan dapat dilaksanakan lebih optimal dan efisien (Prayogo & Muhsoni, 2024).

Tingkat ketelitian alat ukur yang berbeda, seperti GNSS (Global Navigation Satellite System) Geodetik dan Total Station, dapat memengaruhi hasil pengukuran serta interpretasi data, yang pada akhirnya berdampak terhadap perencanaan maupun pelaksanaan proyek (Caling dkk., 2025).

Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran mengenai perbedaan ketelitian GNSS Geodetik dan Total Station, sehingga menjadi acuan dalam pemilihan alat ukur yang tepat. Hasilnya juga diharapkan membantu meminimalkan kesalahan pengukuran dan memastikan keakuratan data batas lahan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan ketelitian antara GNSS Geodetik dan Total Station dalam penentuan batas lahan?
2. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran luas lahan berdasarkan data GNSS Geodetik dan Total Station?

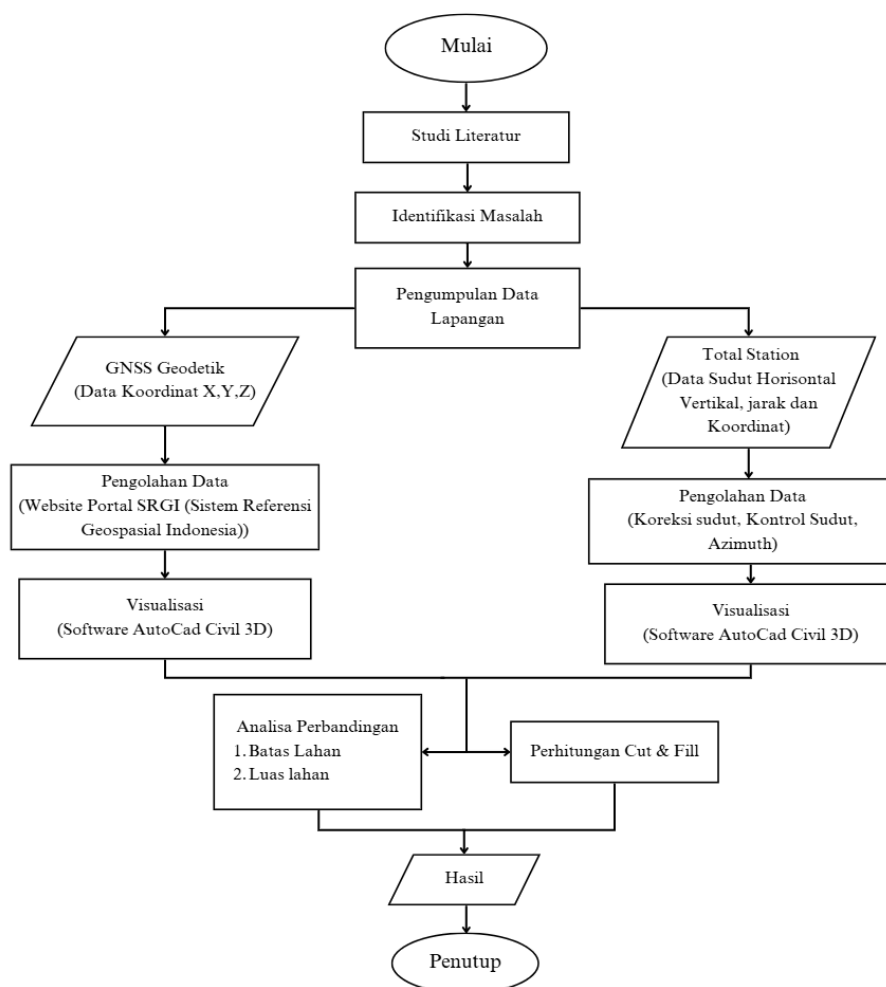
3. Bagaimana hasil perhitungan volume galian dan timbunan berdasarkan data yang diperoleh dari GNSS Geodetik dan Total Station?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Membandingkan ketelitian antara GNSS Geodetik dan Total Station.
2. Membandingkan hasil perhitungan luas lahan berdasarkan data GNSS Geodetik dan Total Station.
3. Menghitung volume galian dan timbunan berdasarkan data hasil pengukuran GNSS Geodetik dan Total Station.

2. Metode

Bagan alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian, yang ditunjukkan pada bagan alir di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) yang berlokasi di Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, Provinsi Sulawesi

Utara. Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada koordinat sekitar $1^{\circ}27'$ Lintang Utara dan $124^{\circ}49'$ Bujur Timur. Luas area penelitian mencakup sekitar ± 2.9 ha.

3.2. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dimulai dengan membuat peta rencana titik batas lahan serta peta rencana sebaran titik benchmark. Selanjutnya pembuatan dan pemasangan benchmark serta pengamatan pada Titik Kontrol selama kurang lebih 1 jam dengan menggunakan GNSS Geodetik Metode Statik. Berdasarkan pengamatan didapatkan koordinat dengan sistem koordinat UTM Zona 51N, Easting (E) : 703132.349 dan Northing (N) : 161372.428.



Gambar 2. Peta Rencana Sebaran Benchmark

3.3. Pengumpulan Data Lapangan

1. Pengukuran Menggunakan GNSS Geodetik
Pengukuran menggunakan GNSS Geodetik pada titik batas lahan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Real Time Kinematic* (RTK)
2. Pengukuran Menggunakan Total Station
Pengukuran menggunakan Total Station dilakukan dengan metode poligon tertutup untuk menentukan posisi titik batas lahan berdasarkan pengukuran sudut horizontal, sudut vertikal, dan jarak miring antar titik.

3.4. Pengolahan Data

1. GNSS Geodetik
Pengolahan data koordinat GNSS Geodetik melalui Web Portal SRGI (Sistem Referensi Geospasial Indonesia). Proses ini dimulai dengan mengunggah berkas data mentah (*raw data*) berformat RINEX, yang diekspor dari *controller* (*Leica Zeno Connect*). Selanjutnya, sistem SRGI akan menjalankan pemrosesan diferensial secara otomatis, merujuk pada data dari Stasiun CORS terdekat, yang dalam penelitian ini adalah CORS yang berada di Bandara Sam Ratulangi.
2. Total Station
Data hasil pengukuran terdiri dari 22 titik, Pengolahan data Total Station melalui tahapan kontrol sudut, koreksi sudut, perhitungan azimuth.

- Kontrol Sudut

$$(n - 2) \times 180^\circ = \Sigma s$$

$$(22 - 2) \times 180^\circ = 3600^\circ 0' 000''$$

$$3600^\circ 0' 000'' \neq 3599^\circ 53' 053''$$

- Koreksi Sudut

$$f(S) = \frac{((n - 2) \times 180^\circ) - \Sigma s}{n}$$

$$f(S) = \frac{3600^\circ 0' 000'' - 3599^\circ 53' 053''}{22}$$

$$f(S) = 0^\circ 0' 16,68''$$

3.5. Hasil Pengolahan dan Visualisasi

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh koordinat titik pengukuran serta hasil perhitungan luas lahan dan volume galian-timbunan. berdasarkan data hasil pengolahan selanjutnya divisualisasi dengan menggunakan Autocad Civil3D.

1. GNSS Geodetik

Tabel 1. Koordinat GNSS Geodetik

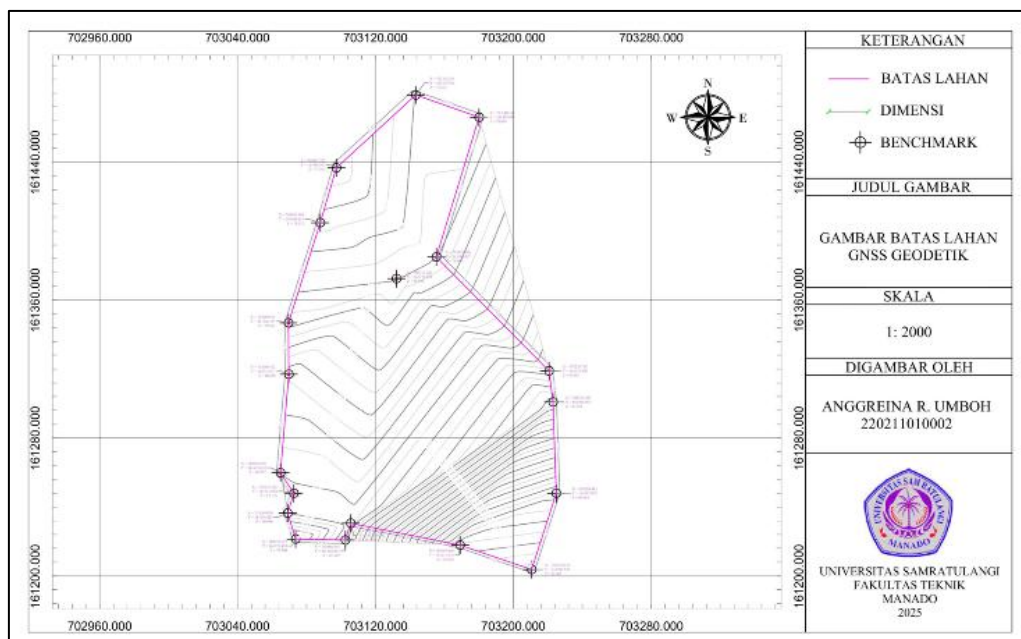
Titik	Easting	Northing	Elevation
Titik Kontrol	703132,208	161372,394	78,979
Bm1	703087,988	161404,816	78,312
Bm2	703069,568	161346,751	79,303
Bm3	703069,732	161316,971	80,35
Bm4	703064,868	161259,833	80,957
Bm5	703072,702	161247,903	81,175
Bm6	703069,02	161236,455	80,990
Bm7	703073,675	161221,401	79,764
Bm8	703102,545	161220,864	81,309
Bm9	703105,735	161230,578	81,17
Bm10	703169,148	161217,874	87,235
Bm11	703210,619	161203,73	87,902
Bm12	703224,943	161247,979	86,484
Bm13	703223,045	161300,862	82,698
Bm14	703220,702	161318,906	81,661
Bm15	703155,296	161384,927	78,990
Bm16	703180,139	161465,933	78,694
Bm17	703143,371	161478,913	78,612
Bm18	703097,332	161436,567	77,845

2. Total Station

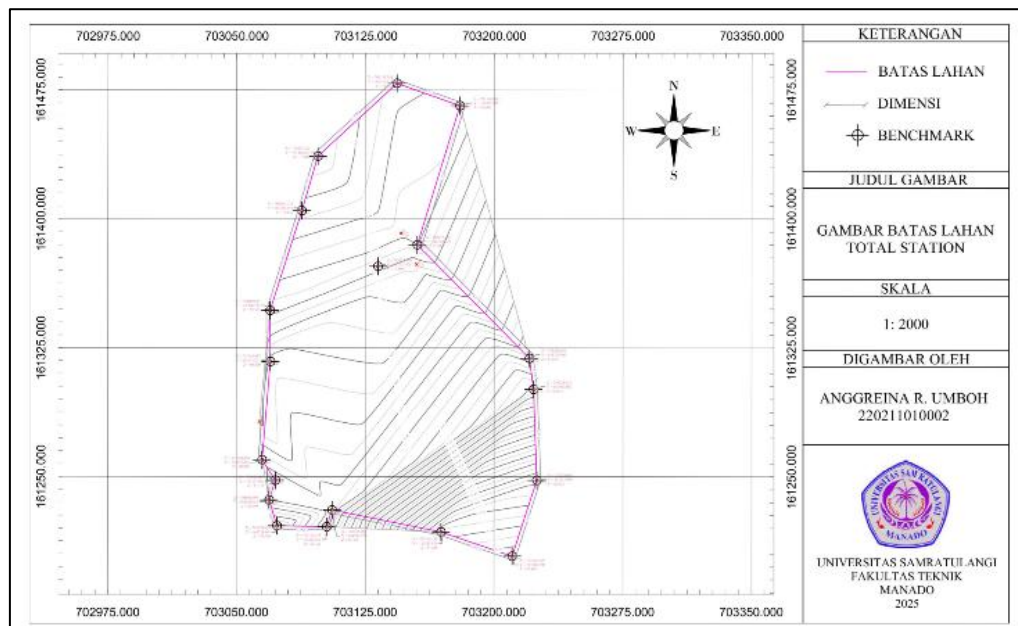
Tabel 2. Koordinat Total Station

Titik	Easting	Northing	Elevation
Titik Kontrol	703132,335	161372,405	78,979
BM1	703087,978	161404,816	78,312
BM2	703069,543	161346,751	79,303
BM3	703069,687	161316,971	80,3
TTB1	703063,32	161282,15	80,152
BM4	703064,818	161259,833	80,9
BM5	703072,667	161247,903	81,17
BM6	703068,995	161236,45	80,998
BM7	703073,625	161221,401	79,7
BM8	703102,535	161220,864	81,312
BM9	703105,685	161230,578	81,165
BM10	703169,138	161217,874	87,258
BM11	703210,599	161203,73	87,992
BM12	703224,908	161247,979	86,512
BM13	703223,035	161300,862	82,679
BM14	703220,652	161318,906	81,668
TTB2	703154,798	161373,584	79,55
BM15	703155,256	161384,927	78,989
TTB3	703145,871	161391,723	78,901
BM16	703180,089	161465,933	78,688
BM17	703143,341	161478,913	78,532
BM18	703097,302	161436,567	77,825

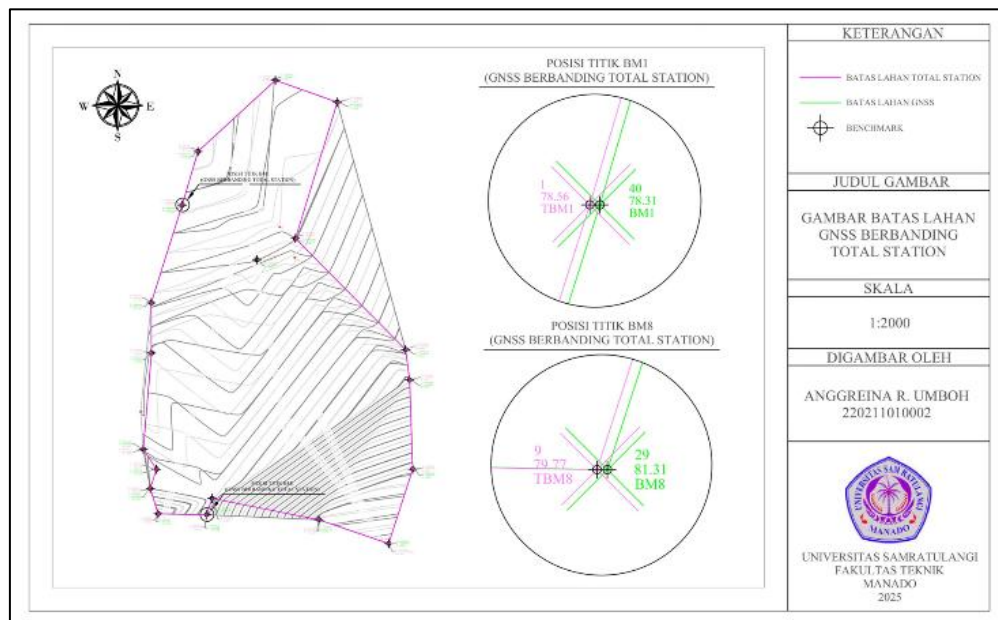
Berdasarkan hasil pengolahan data, selanjutnya dilakukan visualisasi menggunakan perangkat lunak AutoCAD Civil 3D dalam bentuk peta batas lahan hasil pengukuran GNSS Geodetik dan Total Station. Peta tersebut menggambarkan posisi dan bentuk batas lahan berdasarkan masing-masing metode pengukuran, sehingga perbedaan geometri dan ketelitian batas lahan dapat diamati secara visual.



Gambar 3. Peta Batas Lahan GNSS Geodetik



Gambar 4. Peta Batas Lahan Total Station



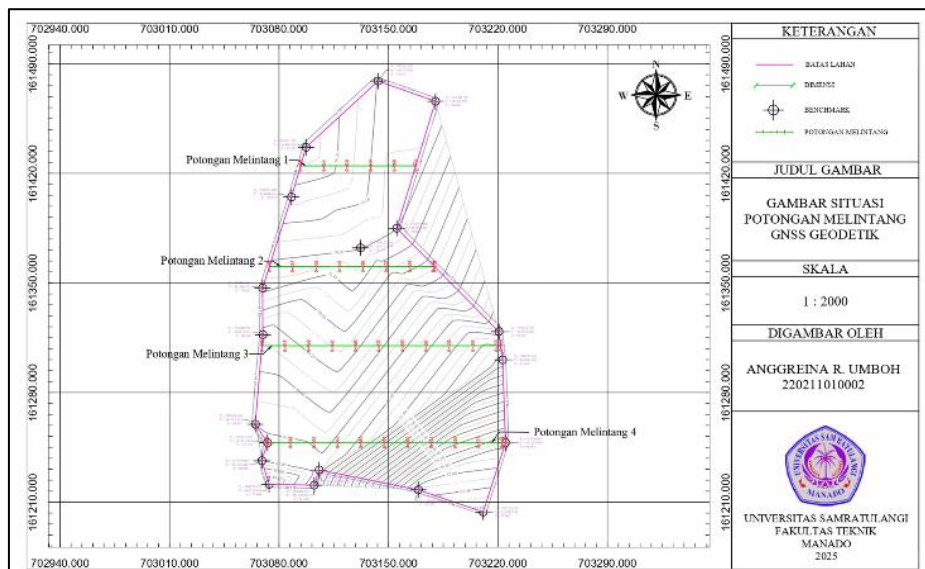
Gambar 5. Peta Batas Lahan GNSS Geodetik Berbanding Total Station

3. Perhitungan Luas Lahan

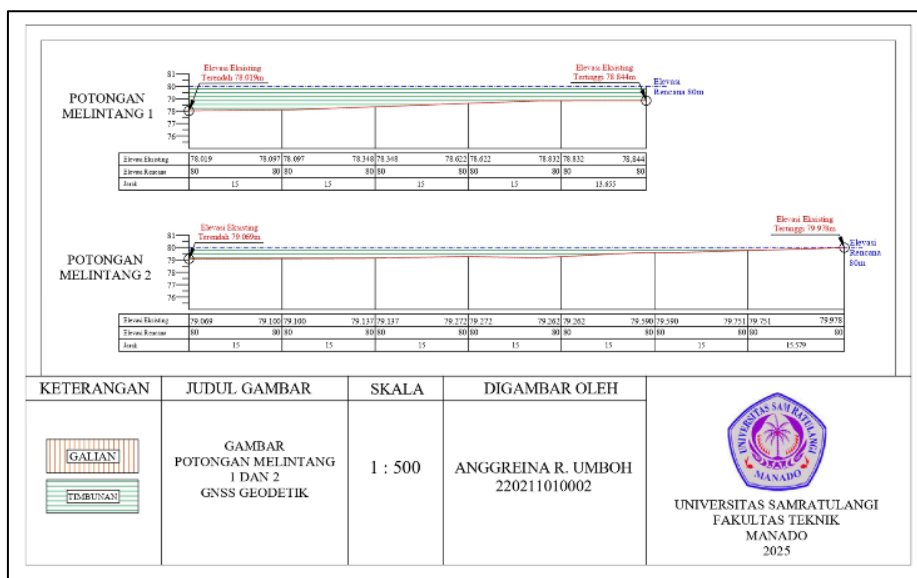
Hasil perhitungan Luas Berdasarkan Software Civil3D yaitu 28877.521 m² untuk GNSS Geodetik dan 28875.851 m² untuk Total Station, dengan selisih 1,670 m².

4. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

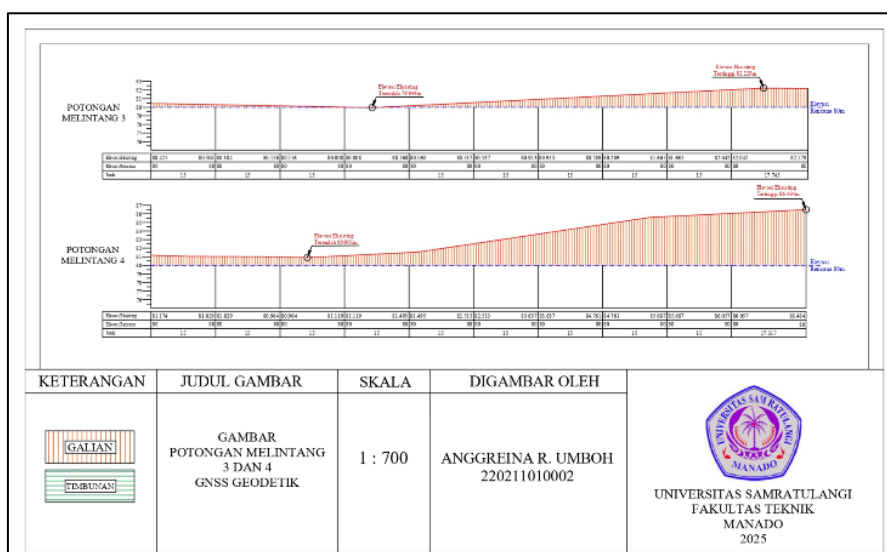
Hasil perhitungan Volume Galian-timbunan berdasarkan potongan melintang, GNSS Geodetik menghasilkan volume galian sebesar 44.537,18 m³ dan volume timbunan sebesar 14.932,65 m³. Total Station menghasilkan volume galian sebesar 45.620,65 m³ dan volume timbunan sebesar 12.781,72 m³. Selisih volume galian adalah 1.083,47 m³, dan selisih volume timbunan adalah 2.150,93 m³.



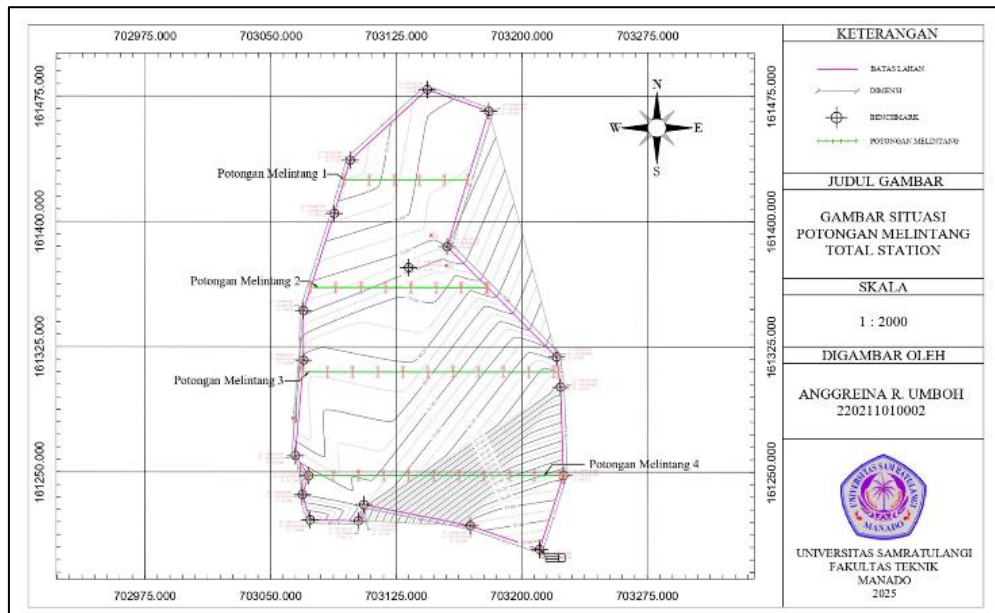
Gambar 6. Peta Situasi Potongan Melintang GNSS Geodetik



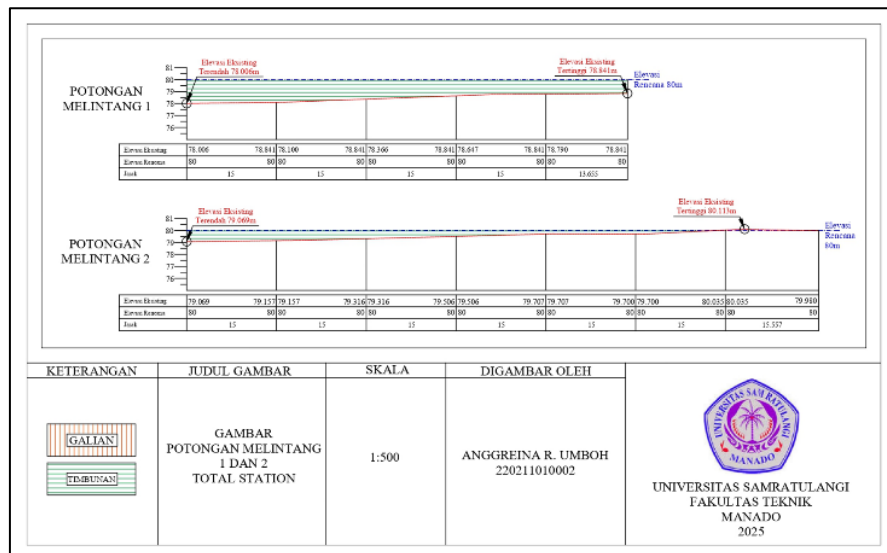
Gambar 7. Potongan Melintang 1 dan 2 GNSS Geodetik



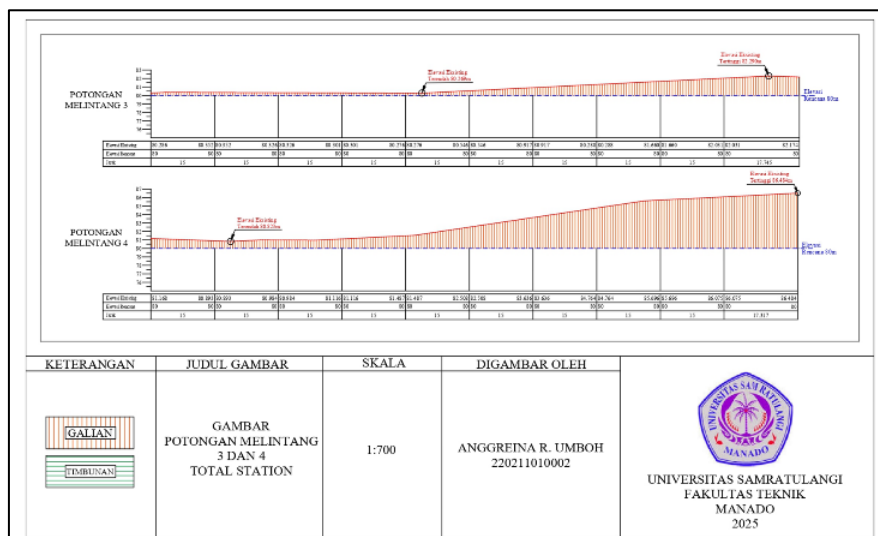
Gambar 8. Potongan Melintang 3 dan 4 GNSS Geodetik



Gambar 9. Peta Situasi Potongan Melintang Total Station



Gambar 10. Potongan Melintang 1 dan 2 Total Station



Gambar 11. Potongan Melintang 3 dan 4 Total Station

3.6 Analisis Ketelitian

Analisis perbandingan ketelitian dilakukan dengan membandingkan koordinat titik hasil pengukuran GNSS Geodetik dan Total Station terhadap titik kontrol tetap menggunakan rumus RMSE (Root Mean Square Error).

Tabel 3. Koordinat Titik Kontrol

Titik	Easting	Northing
Titik Kontrol Tetap	703132.349	161372.428
Titik Kontrol GNSS	703132.208	161372.395
Titik Kontrol Total Station	703132.335	161372.405

Tabel 4. Hasil Perhitungan RMSE GNSS Geodetik dan Total Station terhadap Titik Kontrol

Metode Pengukuran	RMSE Easting (m)	RMSE Northing (m)	RMSE Horizontal (m)
GNSS Geodetik	0,141	0,033	0,145
Total Station	0,014	0,023	0,027

Analisis hasil perhitungan RMSE pada titik kontrol menunjukkan bahwa GNSS Geodetik memiliki nilai RMSE sebesar 0,145 m, sedangkan Total Station menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,027 m, sehingga Total Station memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi karena koordinat hasil pengukuran lebih mendekati posisi titik kontrol tetap. Selisih nilai RMSE antara kedua metode sebesar 0,118 m (11,8 cm) menunjukkan adanya perbedaan ketelitian, namun jika dibandingkan dengan standar ketelitian peta skala 1:2.000 yang secara konservatif mengacu pada persyaratan skala 1:2.500 dalam Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 dengan batas RMSE horizontal kelas 1 sebesar $\leq 0,50$ m, kedua metode masih memenuhi kriteria ketelitian kelas 1.

4. Kesimpulan

- Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kedua alat ukur memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dalam penentuan posisi batas lahan. Nilai RMSE titik kontrol untuk GNSS Geodetik sebesar 0,145 m (14,5 cm), sedangkan Total Station menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,027 m (2,7 cm). Berdasarkan nilai tersebut, Total Station menunjukkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan GNSS Geodetik pada titik kontrol yang diuji.
- Hasil perbandingan perhitungan luas lahan menunjukkan bahwa GNSS Geodetik menghasilkan luas sebesar 28.877,521 m², sedangkan Total Station menghasilkan luas 28.875,851 m². Selisih kedua hasil tersebut hanya 1,670 m² dengan persentase perbedaan masing-masing 0,005783044% untuk GNSS dan 0,005783379% untuk Total Station. Perbedaan yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa variasi koordinat yang dihasilkan oleh kedua instrumen tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap bentuk maupun luas poligon lahan, sehingga keduanya mampu memberikan hasil yang konsisten untuk penentuan batas lahan pada kondisi lapangan penelitian.
- Hasil Pengukuran menggunakan GNSS Geodetik menghasilkan volume galian sebesar 44.537,18 m³ dan volume timbunan sebesar 14.932,65 m³, sedangkan Total Station menghasilkan volume galian sebesar 45.620,65 m³ dan volume timbunan sebesar 12.781,72 m³. Selisih volume galian adalah 1.083,47 m³, sedangkan selisih volume timbunan adalah 2.150,93 m³. Perbedaan ini terutama dipengaruhi oleh variasi elevasi dan distribusi titik permukaan (surface) yang diperoleh masing-masing alat ukur, sehingga menghasilkan model permukaan yang tidak sepenuhnya identik.

Referensi

- Caling, C. L. B., Gon, K., Sandi, P. V., Poleng, Y. V. A., Beyan, E. V. P., Murni, V., & Sabu, M. K. H. (2025). PELATIHAN DASAR PENGUKURAN DAN PEMETAAN MENGGUNAKAN WATERPASS BAGI SISWA DESAIN PEMODELAN DAN INFORMASI BAGUNAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 9(2), 1414. <https://doi.org/10.31764/jmm.v9i2.29014>
- I Gusti Putu Adi Susila, & Jayantara, I. G. N. Y. (2023). Pemetaan Situasi Lingkungan dengan Total Station di Kampus Universitas Pendidikan Ganesha di Jinengdalem. *Jurnal ENMAP*, 4(1), 20–26. <https://doi.org/10.23887/enmap.v4i1.62010>
- Irianto, R., & Rassarandi, F. D. (2021b). Kajian Perbandingan Luas Hasil Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan GPS RTK-Radio dan RTK-NTRIP. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 4(1), 65. <https://doi.org/10.22146/jgise.63947>
- Lesawengen, V. F., Jansen, F., & Manoppo, F. J. (2019). MINIMALISASI KESALAHAN SURVEY TOPOGRAFI DALAM PEMETAAN DIGITAL DENGAN KOORDINAT GLOBAL MENGGUNAKAN AUTOCAD LAND DESKTOP DAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM.
- Nazar, N. A., Wan Aris, W. A., Musa, T. A., & Mohd Yatim, M. H. (2025). Suitability Analysis of Satellite Surveying Using GNSS for Modern Cadastre Practice. *CONSTRUCTION*, 5(1), 96–105. <https://doi.org/10.15282/construction.v5i1.11671>
- Prasidya, A. S., & 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. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2018.3449>
- Pratama, A., Suharno, S., & Syaifullah, A. (2020a). Teknik-Teknik Pengukuran dan Pemetaan Kadastral Pada Program PTSL di Kantah Lombok Timur. *Tunas Agraria*, 3(2), 76–85. <https://doi.org/10.31292/jta.v3i2.108>
- Pratomo, D. G., & Akbar, A. F. (2018). ANALISA PERBANDINGAN VOLUME DAN KETELITIAN ICP DARI 3’S (TS, GNSS, DAN TLS). 14(1).
- Putri, E. E., Syafrica Nanda, M. L., & Aminsyah, M. (2021). Perencanaan Geometrik Jalan Menggunakan Autocad Civil 3D Studi Kasus Jalan Duku – Sicincin (Sta 0+000 – Sta 2+700) Provinsi Sumatera Barat.