



PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN TINGGI DAN BEDA TINGGI GNSS GEODETIC KOMERSIAL DAN LOW COST TERHADAP WATERPASS UNTUK PEMETAAN

Atika Sari^{1*}, Muhammad Al-Fath Wira Yudha¹, Rahma Anisa², Safriyanti Rahayu¹

¹ Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

² Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

* Corresponding Author, Email : atika.sari@eng.unila.ac.id.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi GNSS dalam pemetaan membuka peluang penggunaannya untuk pengukuran beda tinggi, namun sejauh mana tingkat ketelitian GNSS Geodetik dibandingkan dengan metode waterpass yang masih jarang dikaji secara langsung di lapangan. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil pengukuran beda tinggi dan tinggi orthometrik antara GNSS Geodetic Komersial dan GNSS Low Cost menggunakan metode RTK-NTRIP, dengan waterpass sebagai acuannya. Penelitian dilaksanakan di sembilan titik benchmark di Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memiliki karakteristik lokasi area terbuka dan topografi bergelombang. Data dianalisis dengan menghitung selisih tinggi, beda tinggi antar titik, serta uji ketelitian menggunakan RMSE dan LE90. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GNSS Low Cost memberikan selisih tinggi yang lebih kecil (0,005–0,084 m) dan rata-rata selisih beda tinggi yang lebih mendekati waterpass (0,002 m) dibandingkan GNSS Geodetic komersial dengan selisih tinggi antara 0,113–0,094 m dan rata-rata selisih beda tingginya 0,014 m. Nilai RMSE tinggi GNSS Low Cost (0,047 m) juga lebih baik daripada GNSS Geodetic komersial (0,080 m), dengan nilai LE90 GNSS Low Cost 0,078 m dan LE90 GNSS Komersial 0,132 m. Dari hasil ini menunjukkan bahwa dalam kondisi lokasi terbuka dan topografi bergelombang, GNSS Low Cost dapat memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan GNSS Geodetic untuk keperluan pemetaan topografi umum, serta berpotensi menjadi alternatif yang efisien dan terjangkau dalam kegiatan survei di lingkungan pendidikan dan pemetaan skala menengah.

Kata Kunci : Beda Tinggi; GNSS; Komersial; Low Cost; Tinggi.

ABSTRACT

The advancement of GNSS technology in surveying has created opportunities for its application in measuring height differences. However, the accuracy of geodetic GNSS compared to conventional leveling (waterpass) methods is still rarely evaluated through direct field studies. This research aims to compare the results of height difference and orthometric height measurements between commercial geodetic GNSS and low-cost GNSS using the RTK-NTRIP method, with waterpass serving as the reference standard. The study was conducted at nine benchmark points located in the Integrated Field of the Faculty of Agriculture, University of Lampung, characterized by open areas and undulating topography. Data analysis involved calculating height differences, elevation differences between points, and accuracy assessment using RMSE and LE90 metrics. The results indicate that low-cost GNSS produces smaller height differences, ranging from 0,005 to 0,084 m, and an average elevation difference closer to waterpass, at 0,002 m. In contrast, commercial geodetic GNSS shows height differences between 0,094 and 0,113 m, with an average elevation difference of 0,014 m. Furthermore, the RMSE value of low-cost GNSS (0,047 m) is lower than that of commercial geodetic GNSS (0,080 m). Similarly, the LE90 value for low-cost GNSS (0,078 m) is better than that of commercial GNSS (0,132 m). These findings demonstrate that under open-area conditions with undulating terrain, low-cost GNSS can provide more accurate results than commercial geodetic GNSS for general topographic mapping and offers a cost-effective solution for educational and medium-scale surveying applications.

Keywords : Height differences; GNSS; Low Cost; RTK-NTRIP; Height.

PENDAHULUAN

Dalam dunia survei dan pemetaan, penentuan tinggi atau elevasi suatu titik di permukaan bumi merupakan salah satu elemen fundamental yang tidak bisa dilepaskan dari berbagai pekerjaan teknis. Mulai dari perencanaan infrastruktur jalan, pembangunan bendungan, hingga pemetaan topografi untuk tata ruang, semuanya membutuhkan data elevasi yang andal (Abidin, 2007). Tanpa informasi tinggi yang akurat, desain konstruksi berisiko mengalami kegagalan teknis, seperti banjir akibat saluran drainase yang tidak sesuai kontur, atau jalan yang bergelombang karena kesalahan perhitungan galian dan timbunan. Karena itulah, metode pengukuran elevasi yang tepat menjadi perhatian serius baik oleh para surveyor maupun insinyur sipil dalam setiap tahapan pekerjaan (Latif et al., 2024).

Di antara berbagai metode yang tersedia untuk mengukur beda tinggi, waterpass atau sipat datar masih dianggap sebagai metode paling teliti dan menjadi acuan utama, terutama untuk jarak pendek hingga menengah (Ridwan et al., 2023). Hal ini sejalan dengan temuan Samman et al. (2025) yang menyatakan bahwa metode waterpass memberikan akurasi lebih tinggi dibandingkan total station, meskipun total station unggul dalam efisiensi waktu pengukuran. Metode ini bekerja dengan prinsip sederhana namun efektif, yaitu memanfaatkan garis datar yang dibentuk oleh teropong waterpass untuk membandingkan bacaan rambu di dua titik yang berbeda. Dengan cara ini, beda tinggi antar titik dapat diketahui hingga tingkat *presisi orde milimeter* (Parasu, 2023). Keunggulan utama waterpass terletak pada kemampuannya menghasilkan data elevasi yang stabil, karena metode ini tidak dipengaruhi oleh gangguan atmosfer atau geometri satelit yang kerap menjadi sumber kesalahan pada pengukuran berbasis GNSS (Marbawi et al., 2015).

Namun demikian, metode waterpass bukan berarti tanpa kelemahan. Pengukuran dengan waterpass membutuhkan waktu yang relatif lama, tenaga yang tidak sedikit, serta menuntut garis pandang yang terbuka antara satu titik ke titik lain tanpa hambatan (Winaya & Ardika, 2017). Dalam kondisi medan yang terjal, berbukit, atau tertutup vegetasi rapat, pekerjaan waterpass bisa menjadi sangat melelahkan dan kurang efisien. Selain itu, setiap perpindahan alat antar posisi memerlukan pengaturan ulang yang hati-hati agar kesalahan akumulatif tidak terjadi (Rastawira et al, 2013). Karena tantangan inilah, para praktisi lapangan mulai mencari metode alternatif yang lebih cepat dan praktis, tanpa mengorbankan tingkat ketelitian yang dibutuhkan.

Seiring perkembangan teknologi, metode pengukuran elevasi berbasis GNSS mulai banyak digunakan sebagai alternatif. Teknologi GNSS mampu memberikan informasi posisi tiga dimensi (termasuk tinggi) secara cepat dan mencakup area luas tanpa perlu garis pandang antar titik (Anjasmara & Yusfania, 2016). Namun, perlu dipahami bahwa GNSS pada dasarnya menghasilkan tinggi elipsoid, bukan tinggi orthometrik yang biasa digunakan dalam pekerjaan sipil. Untuk mendapatkan tinggi orthometrik, diperlukan konversi dengan model geoid yang akurat, seperti *Inageoid* atau EGM2008 (Phalosa et al., 2023). Karena kompleksitas inilah, hasil pengukuran tinggi dari GNSS tidak serta merta bisa disamakan dengan hasil waterpass, dan perlu dilakukan uji banding secara empiris di lapangan.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian yang membandingkan hasil pengukuran beda tinggi antara berbagai instrumen—baik itu GNSS geodetik, GNSS *low cost*, maupun

waterpass—menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Waterpass dalam konteks ini berperan sebagai acuan atau *ground truth* karena ketelitiannya yang tinggi (Hadi, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Riky (2024) yang membandingkan ketelitian beda tinggi antara GNSS dan waterpass, dan menunjukkan bahwa waterpass tetap menjadi acuan utama dalam pemetaan situasi di Universitas Lampung. Hasil dari penelitian semacam ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi para surveyor dan insinyur sipil dalam memilih metode pengukuran elevasi yang paling sesuai dengan kebutuhan akurasi, efisiensi waktu, dan ketersediaan anggaran. Pada akhirnya, pemahaman yang baik tentang kelebihan dan keterbatasan masing-masing metode akan membantu menghasilkan pekerjaan survei yang berkualitas, tanpa mengorbankan aspek ketelitian maupun kepraktisan di lapangan (Ramadhon, 2020; Sukojo et al., 2017).

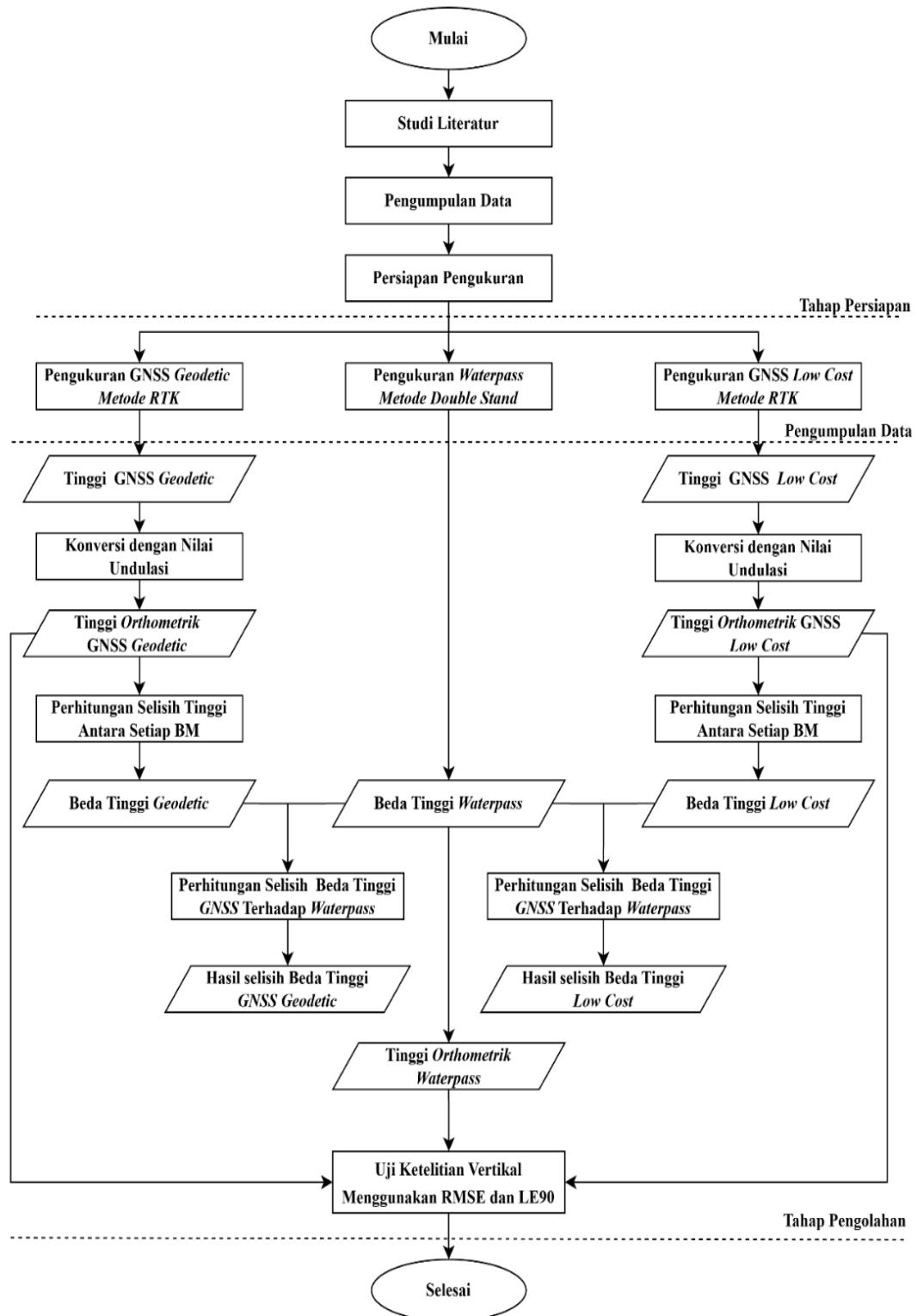
METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang merupakan area dengan kondisi topografi yang relatif bergelombang dan terbuka, dengan menggunakan 9 titik, seperti yang ditunjukkan di Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian alat yang digunakan adalah seperangkat waterpass, seperangkat GNSS komersial dan seperangkat GNSS *Low Cost* serta hp dengan aplikasi SW Map sebagai *controller* dari GNSS *Low Cost*. Pengukuran waterpass dalam penelitian ini digunakan metode *double stand* dan pulang pergi dengan titik awal BM 1, dengan diagram alir penelitian :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Dalam penelitian ini pengukuran waterpass didapatkan total jarak $\pm 342,1$ m dengan ketelitian pengukuran sipat datar ± 1 mm. Hasil pengukuran beda tinggi dan tinggi waterpass tersebut akan dijadikan acuan untuk hasil pengukuran dari tinggi dan beda tinggi GNSS komersial maupun GNSS low cost. Pengukuran GNSS komersial dan GNSS low cost sendiri

dilakukan dengan menggunakan metode RTK NTRIP dengan base yang digunakan adalah *Base* CORS BIG. Dalam pengukuran GNSS metode RTK NTRIP akan dihasilkan langsung koordinat x, y dan z nya, namun dalam penelitian ini hanya menggunakan koordinat z nya yang akan digunakan. Metode RTK NTRIP sendiri sering digunakan dalam penentuan posisi suatu titik karena dalam pengukurannya hanya dilakukan dalam waktu singkat sampai alat menunjukkan fix yang berarti koordinat yang didapatkan sudah memenuhi toleransi pengukuran, selain waktu yang singkat RTK NTRIP sendiri juga dapat memanfaatkan *Base* CORS yang sudah ada dengan transmisi data menggunakan jaringan internet. Dalam koneksi dengan base beberapa hal yang harus diinputkan yaitu alamat *server*, *port*, *username*, *password*, dan *mountpoint* yang sesuai (Ramadhon, 2020).

Tinggi dari hasil pengukuran waterpass sendiri adalah tinggi orthometrik sedangkan dari hasil pengukuran GNSS adalah tinggi ellipsoid, dengan perbedaan referensi ketinggian ini maka harus disamakan menjadi satu referensi ketinggian, pada penelitian ini tinggi ellipsoid dari pengukuran GNSS dirubah menjadi tinggi *orthometric* dengan menggunakan undulasi yang diperoleh dari Web SRGI. Data tinggi elipsoid (h) dari GNSS dikonversi menjadi tinggi *orthometrik* (H) menggunakan rumus $H = h - N$, dengan N adalah nilai undulasi geoid. Nilai undulasi diperoleh dari sistem referensi geospasial Indonesia (SRGI) untuk lokasi penelitian 9 titik yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 14,214 meter (Phalosa et al., 2023).

Selisih tinggi orthometrik antara GNSS dan waterpass dihitung untuk setiap titik BM menggunakan rumus $\Delta H = H_{\text{waterpass}} - H_{\text{GNSS}}$. Selisih ini menunjukkan besarnya penyimpangan hasil GNSS terhadap acuan (Hadi, 2019). eda tinggi antar titik dihitung untuk setiap metode. Beda tinggi dari GNSS diperoleh dari selisih tinggi orthometrik antara dua titik berurutan, sedangkan beda tinggi dari waterpass diperoleh dari selisih bacaan benang tengah belakang dan muka. Uji ketelitian dilakukan menggunakan parameter *Root Mean Square Error* (RMSE). Selanjutnya, nilai *Linear Error* 90% (LE90) dihitung dengan mengalikan RMSE dengan faktor 1,649, sesuai standar yang digunakan oleh Badan Informasi Geospasial (Sukojo et al., 2017). Nilai LE90 ini menunjukkan tingkat kesalahan vertikal pada kepercayaan 90%.

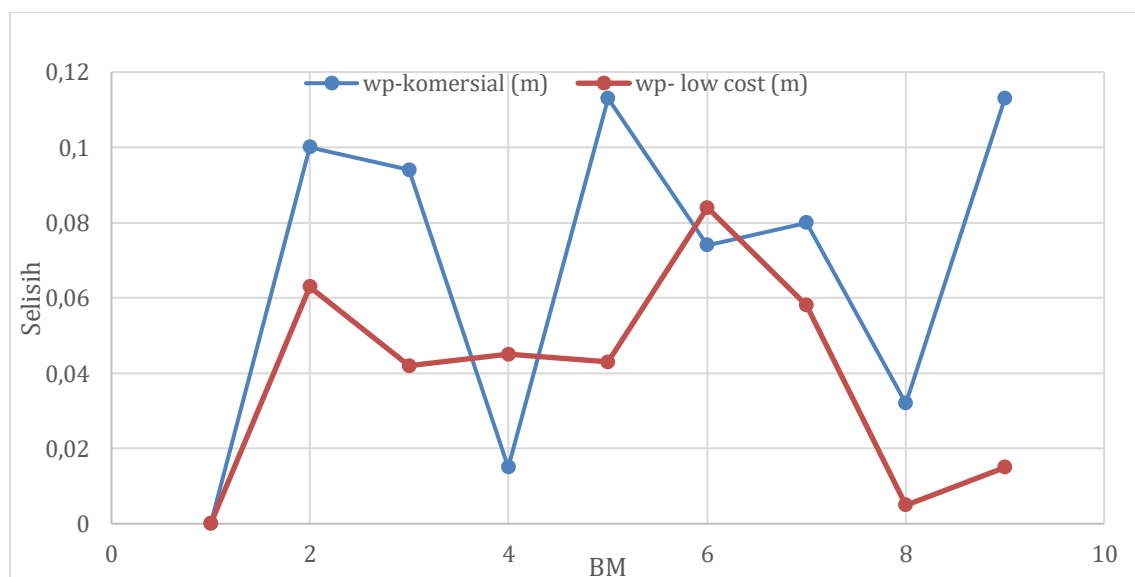
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tinggi menggunakan GNSS komersial dan GNSS *low cost* dari pengukuran 9 titik di lapangan dan selisihnya terhadap pengukuran tinggi waterpass akan ditampilkan dalam Tabel 1. Dalam Tabel 1 dapat dilihat selisih antara tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* yaitu dengan rata-rata 0,0394 m sedangkan selisih antara tinggi waterpass dengan GNSS Komersial adalah rata-rata 0,069 m, dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa hasil pengukuran tinggi menggunakan GNSS *low cost* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan GNSS komersial. Dari Tabel 1 dan Gambar 3 juga dapat dilihat bahwa rentang selisih dari GNSS *low cost* (0,015 – 0,084 m) lebih baik dibandingkan dengan rentang hasil yang diperoleh dari selisih tinggi waterpas dengan GNSS komersial yaitu 0,032 – 0,113 m.

Tabel 1. Hasil perbandingan selisih tinggi waterpass dengan GNSS komersial dan *low cost*

No	Titik	Tinggi Waterpass (m)	Tinggi GNSS Komersial (m)	Tinggi GNSS Low Cost (m)	Selisih wp-komersial (m)	Selisih wp- low cost (m)
1.	BM 1	124,743	124,743	124,853	0,000	0,000
2.	BM 2	126,606	126,705	126,653	0,100	0,063
3.	BM 3	125,520	125,426	125,588	0,094	0,042
4.	BM 4	122,927	122,912	122,992	0,015	0,045
5.	BM 5	121,331	121,444	121,398	0,113	0,043
6.	BM 6	118,922	118,847	119,048	0,074	0,084
7.	BM 7	116,220	116,140	116,272	0,080	0,058
8.	BM 8	113,442	113,410	113,547	0,032	0,005
9.	BM 9	111,117	111,230	111,212	0,113	0,015

Dalam Perbandingan selisih tinggi ini juga dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan selisih tinggi waterpass dengan GNSS komersial dan *low cost*

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa selisih terendah tinggi waterpass dengan GNSS komersial adalah pada BM 4 sedangkan selisih tertinggi adalah pada BM 5, pada GNSS komersial nilai tinggi sendiri terlihat mengalami fluktuasi. Selisih tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* pada gambar 3 terlihat lebih stabil, tidak mengalami lonjakan tajam, untuk nilai selisih yang mendekati nilai 0 adalah pada BM 8. BM 8 apabila dilihat dari gambar 3 nilai selisih tinggi waterpass baik menggunakan GNSS komersial maupun GNSS *low cost* nilainya cenderung lebih rendah hal ini dikarenakan lokasi BM nya area terbuka yang jauh dari multipath. Perbedaan selisih tinggi pada titik BM 8 yang lebih rendah menunjukkan pengaruh kondisi topografi terhadap kualitas data. Hal ini konsisten dengan penelitian Heliani & Noviantara (2024) yang menekankan bahwa densitas topografi berpengaruh signifikan terhadap ketelitian model geoid, terutama di wilayah dengan variasi topografi tinggi. Dari hasil perhitungan RMSE sesuai dengan data tabel 1 diperoleh bahwa nilai

RMSE selisih tinggi waterpass dengan GNSS komersial adalah 0,08 sedangkan RMSE selisih tinggi waterpass dengan GNSS low cost adalah 0,047 dari hasil RMSE didapatkan bahwa selisih tinggi dengan waterpass GNSS *low cost* lebih baik. Untuk hasil LE90 diperoleh selisih tinggi waterpass dengan GNSS komersial adalah 0,1319 sedangkan hasil LE90 selisih tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* adalah 0,0783. Mengingat batas toleransi maksimum yang ditetapkan dalam SNI untuk skala 1:1.000 Kelas 1 adalah 0,20 meter (vertikal pada interval kontur 0,4 meter), maka data tinggi GNSS komersil maupun low cost dapat digunakan. Namun secara ketelitian data tinggi GNSS *low cost* lebih unggul dibandingkan dengan data GNSS komersial.

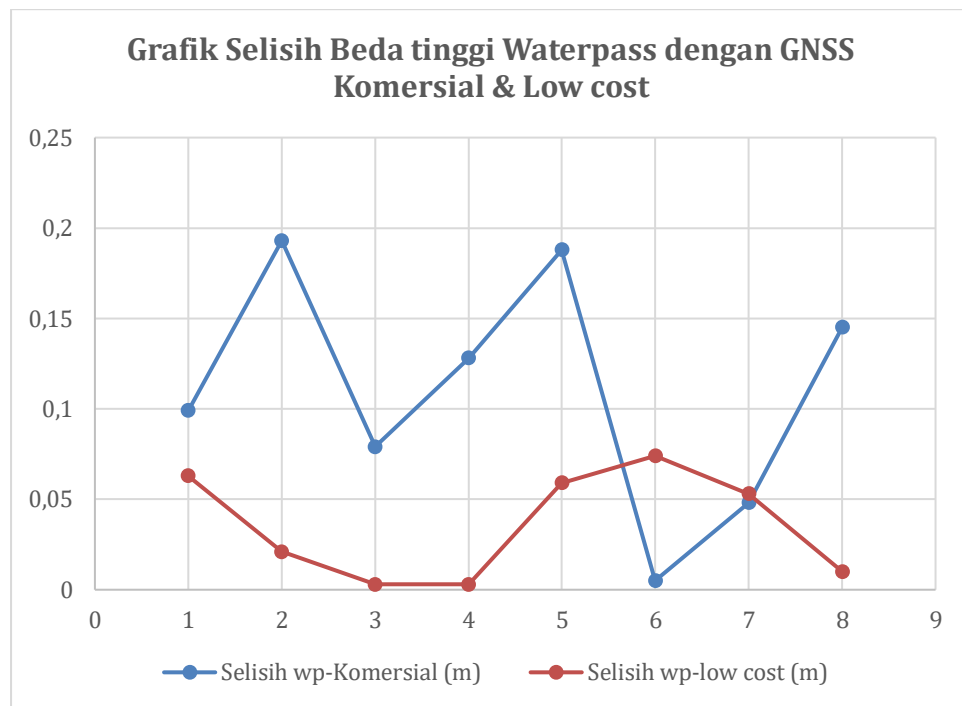
Hasil beda tinggi menggunakan GNSS komersial dan GNSS *low cost* dari pengukuran 9 titik di lapangan dan selisihnya terhadap pengukuran tinggi waterpass akan ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perbandingan selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial dan *low cost*

Nama Titik	Beda tinggi (m) <i>Waterpass</i>	Beda Tinggi (m) GNSS komersial	Beda Tinggi (m) GNSS <i>Low Cost</i>	Selisih wp-Komersial (m)	Selisih wp-low cost (m)
BM 1 – BM 2	1,8625	1,962	1,800	0,099	0,063
BM 2 – BM 3	-1,086	-1,279	-1,065	0,193	0,021
BM 3 – BM 4	-2,592	-2,514	-2,596	0,079	0,003
BM 4 – BM 5	-1,597	-1,468	-1,594	0,128	0,003
BM 5 – BM 6	-2,409	-2,597	-2,350	0,188	0,059
BM 6 – BM 7	-2,702	-2,707	-2,776	0,005	0,074
BM 7 – BM8	-2,778	-2,730	-2,725	0,048	0,053
BM 8 – BM 9	-2,325	-2,180	-2,335	0,145	0,010

Dalam Tabel 2 dapat dilihat selisih antara tinggi waterpass dengan GNSS komersial yaitu dengan rata-rata 0,1106 m sedangkan selisih antara tinggi waterpass dengan GNSS low cost adalah rata-rata 0,0358 m, dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa hasil beda tinggi menggunakan GNSS *low cost* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan GNSS *low cost*. Dari Tabel 2 dan Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa rentang selisih beda tinggi dari GNSS *low cost* (0,003 – 0,074 m) lebih baik dibandingkan dengan rentang hasil yang diperoleh dari selisih beda tinggi waterpas dengan GNSS komersial yaitu 0,005 – 0,193 m.

Pada gambar 4 dapat dilihat selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial lebih sering mengalami fluktuasi, namun pada selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* cenderung stabil. Pada Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa selisih beda tinggi waterpass dan GNSS komersil serta selisih waterpass dengan GNSS *low cost* berada pada nilai yang rendah pada beda tinggi BM 3- BM 4, meskipun pada selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial bukan nilai terendah. Pada selisih beda tinggi BM 7 – BM 8 nilai kedua selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial dan GNSS *low cost* hampir menyentuh angka yang sama.



Gambar 4. Grafik Selisih Bada tinggi Waterpass dengan GNSS Komersial & *Low cost*

Dari perhitungan nilai RMSE selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial adalah 0,119 sedangkan RMSE selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS low cost adalah 0,043, dari hasil RMSE dapat disimpulkan bahwa selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* lebih unggul dibandingkan dengan selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial (0,08). Nilai LE90 selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* (0,0783) lebih unggul dibandingkan dengan selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS komersial (0,08).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan nilai selisih tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* lebih baik (rata-rata 0,0394 m) dibandingkan dengan selisih tinggi waterpass dengan GNSS yaitu (rata-rata 0,069 m). Nilai RMSE selisih tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* lebih baik (0,047) sedangkan nilai RMSE selisih tinggi waterpass dengan GNSS komersial (0,1319), Kedua metode masih berada di bawah batas toleransi maksimum SNI yaitu 0,20 m vertikal, sehingga data tinggi masih dapat digunakan. nilai selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS *low cost* lebih baik (rata-rata 0,0358 m) dibandingkan dengan selisih beda tinggi waterpass dengan GNSS yaitu (rata-rata 0,1106 m).

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*. Penerbit ITB.
- Anjasmara, I. M., & Yusfania, M. (2016). *Analisa kecepatan pergeseran di Jawa*. Jurnal Geodesi Undip, 5(2), 1–10.

- Hadi, I. W. (2019). *Kajian ketelitian hasil pengukuran menggunakan low cost GNSS dan GPS geodetik menggunakan metode PPP online*. Institut Teknologi Nasional Malang, 2, 1–10.
- Heliani, L. S., & Noviantara, H. (2025). *Pengaruh Densitas Topografi Terhadap Ketelitian Model Geoid: Studi kasus Pulau Sulawesi*. JGISE: Journal Of Geospatial Information Science And Engineering Учредители: Universitas Gadjah Mada, 7(2), 191.
- Latif, M., Pamungkas, W. G., & Masvika, H. (2024). *Pelatihan ilmu ukur tanah bagi mahasiswa Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS) dan praktisi konstruksi*. Jurnal Pengabdian Kolaboratif, 2(1), 33. <https://doi.org/10.26623/jpk.v2i1.6865>
- Marbawi, M., Yuwono, D., & Sudarsono, B. (2015). *Analisis pengukuran bidang tanah menggunakan GNSS RTK-radio dan RTK-NTRIP pada stasiun CORS UNDIP*. Jurnal Geodesi Undip, 4(4), 1–10.
- Parasu, B. (2023). *Perbandingan ketelitian elevasi antara total station dan waterpass dalam pengukuran situasi di irigasi sungai sekunder Kedunggede, Bekasi* [Skripsi, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta].
- Phalosa, G. P., Fadly, R., & Fajriyanto. (2023). *Kajian tinggi orthometrik pengukuran RTK NTRIP-levelling hasil reduksi geoid global dan SRGI*. DATUM: Journal of Geodesy and Geomatics, 3(1), 6–12.
- Ramadhon, S. (2020). *Pengaruh lingkungan pengamatan pada ketelitian horisontal GNSS dengan metode RTK-NTRIP*. Jurnal Nasional Pengelolaan Energi Migas Zoom, 2(1), 27–35. <https://doi.org/10.37525/mz/2020-1/249>
- Rastawira, T., Kahar, I. S., & Sabri, L. M. (2013). *Analisis pengaruh model geoid terhadap penentuan tinggi orthometrik*. Jurnal Geodesi Undip, 2(3), 88–102.
- Ridwan, Zebua, D., & Solihin. (2023). *Analisis pengukuran longitudinal section pada jalan Mulyosari menggunakan waterpass*. Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan, 3(2), 17–23.
- Riky, H. (2024). *Perbandingan Ketelitian Beda Tinggi Antara Gnss Dan Waterpass Untuk Menunjang Pemetaan Situasi Di Universitas Lampung*.
- Samman, D. S., Patanduk, N., Ridwan, R., Natsir, T., & Gusfiadi, G. (2025). *Analisis ketelitian pengukuran beda tinggi menggunakan metode waterpass dan total station*. Indonesian Journal of Fundamental Sciences, 11(2).
- Sukojo, B. M., Husnul, H., & Romario, S. (2017). *Analisis ketelitian horizontal orthorektifikasi citra Pleiades untuk pembuatan peta dasar RDTR pesisir (Studi kasus: Kecamatan Semampir, Kota Surabaya)* [Laporan penelitian]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Winaya, I. N. A. P., & Ardika, W. D. (2017). *Pemetaan situasi dan pengukuran beda tinggi, hammer test dan penyelidikan tanah di Pura Prapat Nunggal Kelurahan Benoa*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali, 1(1), 9.



Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License