

EVALUASI TITIK KONTROL TINGGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG DENGAN METODE PENGUKURAN KERANGKA DASAR VERTIKAL BENCH MARK (BM)

Ispen Safrel

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102

Abstract: In 2009, State University of Semarang (UNNES) had engaged in the measurement of the Framework for the Horizontal and Vertical Basic Framework using Global Positioning Systems (GPS) geodetic type and installation of two bench mark (BM), however the height of its development (Z) in a region on the surface of the earth always changing and growing discourse according to some, especially for the city of Semarang itself reportedly decreased ± 5 cm from the average sea level (MSL) each year. What about the height of Campus UNNES have now?, In this study need to be investigated how much elevation change from a position (Unnes campus) in 2010. Measurement of vertical control framework BM Unnes tied to the High Point Geodesy (TTG) with a height of 221 004 449 number MSL in the area "Ada Supermarket" Banyumanik. Evaluation results of GPS measurements with the High Point of the ellipsoid existing high molecular weight $223\ 147 \pm 02$ UNNES the MSL and after going through the process of measurement data processing terrestrial high point for BM 02 219 237 \pm Unnes is MSL, so that we find the comparison between BM 02 Unnes ellipsoid point with results measurement

Keywords: control points, the basic framework of vertical, bench mark

Abstrak: Tahun 2009 Universitas Negeri Semarang (UNNES) telah melakukan kegiatan pengukuran Kerangka Dasar Horizontal dan Kerangka Dasar Vertikal dengan menggunakan *Global Positioning Systems* (GPS) tipe Geodetik dan pemasangan 2 bench mark (BM) Namun pada perkembangannya ketinggian (Z) di suatu wilayah dipermukaan bumi selalu berubah-ubah dan menurut beberapa wacana yang berkembang, khusus untuk wilayah kota semarang sendiri dikabarkan mengalami penurunan ± 5 cm dari rata-rata muka air laut (MSL) setiap tahunnya. Bagaimana dengan ketinggian Kampus UNNES Sekaran ?, Dalam penelitian ini perlu diteliti seberapa besar perubahan ketinggian dari suatu posisi (kampus Unnes) pada tahun 2010. Pengukuran kerangka kontrol vertikal BM Unnes diikatkan pada Titik Tinggi Geodesi (TTG) nomor 449 dengan ketinggian 221.004 MSL di daerah "Ada Swalayan" Banyumanik. Evaluasi hasil pengukuran dengan GPS Titik Tinggi dari tinggi ellipsoid eksisting BM 02 UNNES yaitu ± 223.147 MSL dan setelah melalui proses pengolahan data dari pengukuran titik tinggi terestris untuk BM 02 Unnes adalah ± 219.237 MSL, sehingga kita dapati perbandingan antara titik ellipsoid BM 02 Unnes dengan hasil pengukuran

Kata kunci : titik kontrol, kerangka dasar vertikal, bench mark

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam rangka rencana pengembangan dan pemantapan UNNES sebagai kampus konservasi, salahsatu yang menjadi faktor sebagai bahan pertimbangan suatu keputusan dalam perencanaan adalah peta. Peta sendiri selalu berkaitan dengan kegiatan pemetaan dimana dilakukan pengukuran-pengukuran

diatas permukaan bumi yang tidak beraturan. Dalam kegiatan pengukuran tersebut dibagi menjadi pengukuran mendatar untuk mendapatkan hubungan antara titik-titik dipermukaan bumi (Kerangka Dasar Horizontal) dan pengukuran-pengukuran tegak (Kerangka Dasar Vertikal) serta pengukuran detail (Topografi).

Tahun 2009 Universitas Negeri Semarang (UNNES) telah melakukan kegiatan pengukuran Kerangka Dasar Horizontal dan Kerangka Dasar Vertikal dengan menggunakan *Global Positioning Systems* (GPS) tipe Geodetik dan pemasangan 2 bench mark (BM) serta 9 patok penolong, ditempatkan tersebar di kampus UNNES Sekaran yang diikatkan pada Jaring Kontrol Nasional ORDE I Bakosurtanal, sehingga BM yang tersebar di Unnes adalah BM Orde II dengan ketelitian ± 6 mm dan diketahui melalui besaran koordinat UTM (X, Y) dan ketinggian ellipsoid (Z). Sedangkan untuk pengukuran detail topografi menggunakan Total Station, saat ini pada tahap pengolahan.

Namun pada perkembangannya ketinggian (Z) di suatu wilayah dipermukaan bumi selalu berubah-ubah dan menurut beberapa wacana yang berkembang, khusus untuk wilayah kota semarang sendiri dikabarkan mengalami penurunan ± 5 cm dari rata-rata muka air laut (MSL) setiap tahunnya. Bagaimana dengan ketinggian Kampus UNNES Sekaran ?, atas dasar tersebut maka Pengukuran Kontrol Ketinggian BM Unnes harus dilakukan untuk dapat mengetahui posisi tinggi BM Unnes saat ini.

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang ada serta untuk memperoleh gambaran dan substansi yang jelas tentang ruang lingkup studi dan kedalaman pembahasan, maka penelitian ini difokuskan pada bagaimana mendapatkan satu ketinggian absolut suatu titik BM dalam hal ini BM yang tersebar di lingkungan Universitas Negeri Semarang (UNNES), melalui pengukuran terestris langsung dilapangan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar perubahan ketinggian

dari suatu posisi (kampus Unnes) pada tahun 2010. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui posisi vertikal dari Bench Mark yang tersebar di lingkungan Kampus UNNES Sekaran saat ini, maka Pengukuran Kontrol ketinggian kerangka dasar vertikal dilakukan dengan mengacu kepada bidang rujukan ketinggian tertentu (Titik Tinggi Geodesi).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan satu nilai ketinggian suatu titik (BM) yang tersebar di lingkungan Universitas Negeri Semarang (UNNES) sehingga data tersebut dapat dimanfaatkan dan menjadi salahsatu faktor pengambilan keputusan dalam rangka perencanaan pembangunan selanjutnya.

Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal

Kerangka dasar vertikal merupakan teknik dan cara pengukuran kumpulan titik-titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi vertikalnya berupa ketinggiannya terhadap bidang rujukan ketinggian tertentu. Bidang ketinggian rujukan ini biasanya berupa ketinggian muka air laut rata-rata (mean sea level - MSL) atau ditentukan lokal.

Pengadaan jaring kerangka dasar vertikal dimulai oleh Belanda dengan menetapkan MSL di beberapa tempat dan diteruskan dengan pengukuran sipat datar teliti. Bakosurtanal, mulai akhir tahun 1970-an memulai upaya penyatuan sistem tinggi nasional dengan melakukan pengukuran sipat datar teliti yang melewati titik-titik kerangka dasar yang telah ada maupun pembuatan titik-titik baru pada kerapatan tertentu. Jejaring titik kerangka dasar vertikal ini disebut sebagai Titik Tinggi Geodesi (TTG).

Hingga saat ini, pengukuran beda tinggi sipat datar masih merupakan cara Pengukuran

beda tinggi yang paling teliti. Sehingga ketelitian kerangka dasar vertikal (K) dinyatakan sebagai batas harga terbesar perbedaan tinggi hasil pengukuran sipat datar pergi dan pulang. Pada tabel 2 ditunjukkan contoh ketentuan ketelitian sipat teliti untuk pengadaan kerangka dasar vertikal. Untuk keperluan pengikatan ketinggian, bila pada suatu wilayah tidak ditemukan TTG, maka bisa menggunakan ketinggian titik triangulasi sebagai ikatan yang mendekati harga ketinggian teliti terhadap MSL.

Tabel 1. Tingkat Ketelitian

Tingkat ketelitian	K
I	3 mm
II	6 mm
III	8 mm

Pelaksanaan pengukuran kerangka dasar vertikal dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara, yaitu metode sipat datar, pengukuran Trigonometris dan pengukuran Barometris.

Metode sipat datar prinsipnya adalah mengukur tinggi bidik alat sipat datar optis di lapangan menggunakan rambu ukur. Hingga saat ini, pengukuran beda tinggi dengan menggunakan metode sipat datar optis masih merupakan cara pengukuran beda tinggi yang paling teliti. Sehingga ketelitian kerangka dasar vertikal (KDV) dinyatakan sebagai batas harga terbesar perbedaan tinggi hasil pengukuran sipat datar pergi dan pulang.

Pengukuran Trigonometris prinsipnya adalah adalah perolehan beda tinggi melalui jarak langsung teropong terhadap beda tinggi dengan memperhitungkan tinggi alat, sudut vertikal (zenith atau inklinasi) serta tinggi garis bidik yang diwakili oleh benang tengah rambu ukur.

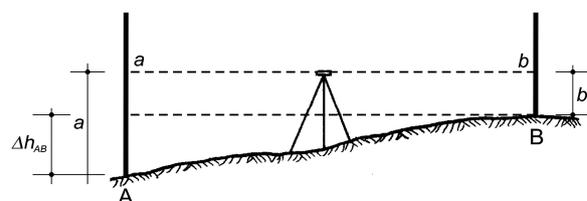
Pengukuran Barometris pada prinsipnya adalah mengukur beda tekanan atmosfer. Pengukuran tinggi dengan menggunakan metode barometris dilakukan dengan menggunakan sebuah barometer sebagai alat utama.

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

Metode Pengukuran Sifat Datar Optis

Metode sipat datar optis adalah proses penentuan ketinggian dari sejumlah titik atau pengukuran perbedaan elevasi. Perbedaan yang dimaksud adalah perbedaan tinggi di atas air laut ke suatu titik tertentu sepanjang garis vertikal. Perbedaan tinggi antara titik-titik akan dapat ditentukan dengan garis sumbu pada pesawat yang ditunjukkan pada rambu yang vertikal.

Tujuan dari pengukuran penyipat datar adalah mencari beda tinggi antara dua titik yang diukur. Misalnya bumi, bumi mempunyai permukaan ketinggian yang tidak sama atau mempunyai selisih tinggi. Apabila selisih tinggi dari dua buah titik dapat diketahui maka tinggi titik kedua dan seterusnya dapat dihitung setelah titik pertama diketahui tingginya.



Gambar 1. Prinsip penentuan beda tinggi dengan sipat datar.

Keterangan gambar:

A dan B : titik di atas permukaan bumi yang akan diukur beda tingginya

a dan b : bacaan rambu atau tinggi garis mendatar/ garis bidik di titik A dan B

H_A dan H_B : ketinggian titik A dan B di atas bidang referensi

Δh_{AB} : beda tinggi antara titik A dan B
Beda tinggi antara A dan B dirumuskan sebagai:

$$(\Delta h_{AB}) = a - b$$

Apabila $(a-b)$ hasilnya positif (+), maka dari A ke B berarti naik, atau B lebih tinggi daripada A. Sebaliknya, apabila $(a-b)$ negatif (-), maka dari A ke B turun atau B lebih rendah daripada A.

Sebelum digunakan alat sipat datar mempunyai syarat yaitu: garis bidik harus sejajar dengan garis jurusan nivo. Dalam keadaan di atas, apabila gelembung nivo tabung berada di tengah garis bidik akan mendatar. Oleh sebab itu, gelembung nivo tabung harus di tengah setiap kali akan membaca skala rambu.

Karena interval skala rambu umumnya 1 cm, maka agar kita dapat menaksir bacaan skala dalam 1 cm dengan teliti, jarak antara alat sipat datar dengan rambu tidak lebih dari 60 meter. Artinya jarak antara dua titik yang akan diukur beda tingginya tidak boleh lebih dari 120 meter dengan alat sipat datar ditempatkan di tengah antar dua titik tersebut dan paling dekat 3,00 m.

Beberapa istilah yang digunakan dalam pengukuran alat sipat datar, diantaranya:

a. Stasion

Stasion adalah titik dimana rambu ukur ditegakan; bukan tempat alat sipat datar ditempatkan. Tetapi pada pengukuran

horizontal, stasion adalah titik tempat berdiri alat.

b. Tinggi Alat

Tinggi alat adalah tinggi garis bidik di atas tanah dimana alat sipat datar didirikan.

c. Tinggi Garis Bidik

Tinggi garis bidik adalah tinggi garis bidik di atas bidang referensi ketinggian (permukaan air laut rata-rata)

d. Pengukuran Ke Belakang

Pengukuran ke belakang adalah pengukuran ke rambu yang ditegakan di stasion yang diketahui ketinggiannya, maksudnya untuk mengetahui tingginya garis bidik. Rambunya disebut rambu belakang.

e. Pengukuran Ke Muka

Pengukuran ke muka adalah pengukuran ke rambu yang ditegakan di stasion yang diketahui ketinggiannya, maksudnya untuk mengetahui tingginya garis bidik. Rambunya disebut rambu muka.

f. Titik Putar (turning point)

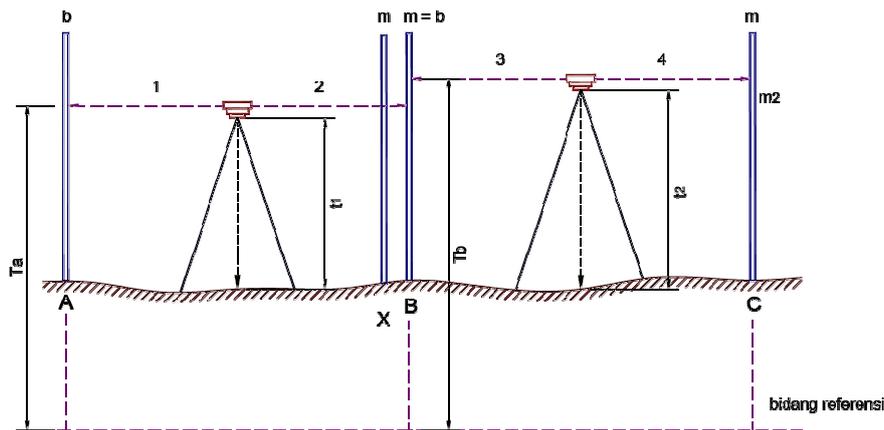
Titik putar (turning point) adalah stasion dimana pengukuran ke belakang dan ke muka dilakukan pada rambu yang ditegakan di stasion tersebut.

g. Stasion Antara (intermediate stasion)

Stasion antara (intermediate stasion) adalah titik antara dua titik putar, dimana hanya dilakukan pengukuran ke muka untuk menentukan ketinggian stasion tersebut.

h. Seksi

Seksi adalah jarak antara dua stasion yang berdekatan, yang sering pula disebut slag. Istilah-istilah di atas dijelaskan pada gambar 2.



Gambar 2. Keterangan Pengukuran Sifat Datar

Keterangan Gambar 2:

1. A, B, dan C = stasion: X = stasion antara
2. Andaikan stasion A diketahui tingginya, maka:
 - a. Disebut pengukuran ke belakang, $b =$ rambu belakang;
 - b. Disebut pengukuran ke muka, $m =$ rambu muka. Dari pengukuran 1 dan 2, tinggi stasion B diketahui, maka:
 - c. Disebut pengukuran ke belakang;
 - d. Disebut pengukuran ke muka, stasion B disebut titik putar
3. Jarak AB, BC dst masing-masing disebut seksi atau slag.
4. $T_i =$ tinggi alat;
5. $T_{gb} =$ tinggi garis bidik.

Pengertian lain dari beda tinggi antara dua titik adalah selisih pengukuran ke belakang dan pengukuran ke muka. Dengan demikian akan diperoleh beda tinggi sesuai dengan ketinggian titik yang diukur.

Pengukuran sipat datar kerangka dasar vertikal harus diawali dengan mengidentifikasi kesalahan sistematis dalam hal ini kesalahan garis bidik alat sipat datar optis melalui suatu pengukuran sipat datar dalam posisi 2 stand (2 kali berdiri alat). Kesalahan garis bidik adalah

kemungkinan terungkitnya garis bidik teropong ke arah atas atau bawah diakibatkan oleh keterbatasan pabrik membuat alat ini betul-betul presisi.

Pengertian lain dari beda tinggi antara dua titik adalah selisih pengukuran ke belakang dan pengukuran ke muka. Dengan demikian akan diperoleh beda tinggi sesuai dengan ketinggian titik yang diukur.

Pengukuran sipat datar kerangka dasar vertikal harus diawali dengan mengidentifikasi kesalahan sistematis dalam hal ini kesalahan garis bidik alat sipat datar optis melalui suatu pengukuran sipat datar dalam posisi 2 stand (2 kali berdiri alat). Kesalahan garis bidik adalah kemungkinan terungkitnya garis bidik teropong ke arah atas atau bawah diakibatkan oleh keterbatasan pabrik membuat alat ini betul-betul presisi.

Langkah-langkah dalam pengukuran sipat datar kerangka dasar vertikal adalah sebagai berikut :

1. Surveyor akan menerima peta dan batas – batas daerah pengukuran.
2. Ketua tim menandai semua peralatan yang dibutuhkan serta mengambil peta dan batas-

- batas pengukuran di laboratorium. Lalu menyerahkannya pada laboran.
3. Ketua tim memeriksa kelengkapan alat, lalu anggota tim membawanya ke lapangan.
 4. Survei ke daerah yang akan dipetakan pada jalur batas pemetaan.
 5. Menentukan lokasi-lokasi patok atau merencanakan lokasi-lokasi patok sehingga jumlah slag itu genap.
 6. Setelah selesai merencanakan lokasi-lokasi patok (menggunakan Cat) lalu menandainya di lapangan.
 7. Melakukan pengukuran kesalahan garis bidik. Hal ini dilakukan dengan cara mendirikan rambu diantara 2 titik (patok) dan dirikan statif serta alat sipat datar optis kira-kira di tengah antara 2 titik tersebut. Yang perlu diperhatikan pengukuran itu tidak harus dilaksanakan jauh dari laboratorium.
 8. Sebelum digunakan, alat sipat datar harus terlebih dahulu diatur sedemikian rupa sehingga garis bidiknya (sumbu II) sejajar dengan bidang nivo melalui upaya menyetengahkan gelembung nivo yang terdapat pada nivo kotak. Bidang nivo sendiri merupakan bidang equipotensial yaitu bidang yang mempunyai energi potensial yang sama.
 9. Sebelum pembacaan dilakukan adalah mengatur agar sumbu I (sumbu yang tegak lurus garis bidik) benar-benar tegak lurus dengan sumbu II melalui upaya menyetengahkan gelembung nivo tabung. Setelah sama, langkah selanjutnya kedua nivo yaitu nivo kotak dan nivo tabung diatur, barulah kita melakukan pembacaan rambu. Rambu yang dibaca harus benar-benar tegak lurus terhadap permukaan tanah.
 10. Ketengahkan gelembung nivo dengan prinsip perputaran 2 sekrup kaki kiap dan 1 sekrup kaki kiap. Setelah gelembung nivo di tengah, lalu memasang unting-unting.
 11. Untuk memperjelas benang diafragma dengan memutar sekrup pada teropong.
 12. Sedangkan untuk memperjelas objek rambu ukur dengan memutar sekrup fokus diatas teropong.
 13. Setelah itu, membaca benang atas, benang tengah, dan benang bawah rambu belakang. Kemudian membaca kembali benang atas, benang tengah, dan benang bawah rambu muka. Hasil pembacaan di tulis pada formulir yang telah disiapkan. Kemudian mengukur jarak dengan menggunakan pita ukur dari rambu belakang ke alat dan dari alat ke rambu belakang (hasilnya di rata-ratakan) serta mengukur juga jarak rambu muka ke alat dan dari alat ke rambu muka (hasilnya dirata-ratakan). Kemudian alat digeser sedikit (slag 2) lakukan hal yang sama sampai slag akhir pengukuran selesai.
 14. Setelah pengukuran selesai, lalu kembali ke laboratorium untuk mengembalikan alat.
 15. Setelah itu melakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan adalah pengolahan data untuk mengeliminir kesalahan acak atau sistematis dengan dilengkapi instrumen tabel kesalahan garis bidik dan sistematis.
- Kesalahan sistematis berupa kesalahan garis bidik kita konversikan ke dalam pembacaan benang tengah mentah yang akan menghasilkan benang tengah setiap slag yang telah dikoreksi dan merupakan fungsi dari jarak muka atau belakang dikalikan dengan koreksi garis bidik.

METODE PENELITIAN

Perencanaan

1. Metode pengukuran sipat datar yang digunakan adalah pengukuran sipat datar pergi-pulang, dimana dengan melihat medan lapangan, asumsi pelaksanaan pengukuran dalam satu hari adalah 1 km pergi dan 1 km pulang.
2. Personil, Peralatan dan Bahan
 - a. Jumlah team adalah 4 team
 - b. Alat yang digunakan PPD (Pesawat penyipat datar) tipe otomatis 2 unit.
 - c. Dalam 1 team terdiri dari 1 orang surveyor, 2 orang pemegang rambu dan 1 orang mencatat bacaan rambu.
 - d. Bahan pendukung adalah paku payung untuk bantu, cat serta kuas sebagai penanda titik bantu dan peta rencana pengukuran sebagai bahan orientasi.
 - e. Formulir ukur dan alat tulis serta kertas sket pengukuran.

Peninjauan Lapangan

1. Pencarian Titik Tinggi Geodesi (TTG) yang dianggap stabil dalam artian tidak berubah-ubah dalam jangka waktu tertentu pengamatan, dan dapat dijadikan sebagai rujukan pada saat pelaksanaan pengukuran dalam hal ini TTG nomor 449 dengan ketinggian 221,004 di daerah jalan setiabudi di depan ADA swalayan semarang.
2. Jalur yang dipilih untuk pengukuran adalah jalur yang melalui jalan Setiabudi – Jatingaleh – Unika – Untag - Ikip Veteran – Jembatan besi arah ke Unnes Sekaran – Trangkil – Banaran – Pintu masuk utama Unnes Sekaran dan kurang lebih jarak antara TTG dengan Kampus Unnes Sekaran adalah $\pm 12,6$ km.

Pengolahan Data

Hasil dari pengambilan data dilapangan dan pengolahan adalah tinggi titik-titik (patok) yang diukur yang diukur untuk keperluan penggambaran dalam pemetaan.

Adapun langkah-langkah pengolahan data hasil pengukuran adalah sebagai berikut :

- a. menuliskan nilai benang atas (BA), benang tengah (BT) dan benang bawah (BB).
- b. Mencari nilai kesalahan garis bidik
- c. Menghitung BT koreksi (BTK) si setiap slag.
- d. Menghitung beda tinggi di setiap slag dari bacaan benang tengah koreksi belakang dan muka. Beda tinggi awal suatu slag diperoleh melalui pengurangan benang tengah belakang koreksi dengan benang tengah muka koreksi. Beda tinggi setiap slag harus memenuhi syarat beda tinggi sama dengan nol jika jalur pengukuran berawal dan berakhir pada titik yang sama. Penjumlahan beda tinggi awal setiap slag merupakan kesalahan acak beda tinggi yang harus dikoreksi kepada setiap slag berdasarkan bobot tertentu.
- e. Menghitung jarak ($\sum d$) setiap slag dengan menjumlahkan jarak belakang dan jarak muka.
- f. Menghitung total jarak ($\sum(\sum d)$) jalur pengukuran dengan menjumlahkan semua jarak slag.
- g. Menghitung bobot koreksi setiap slag dengan membagi jarak slag dengan total jarak permukaan. Sebagai bobot koreksi, kita menggunakan jarak setiap slag yang merupakan penjumlahan jarak muka dan belakang. Total bobot adalah jumlah jarak semua slag. Koreksi tinggi setiap slag dengan demikian diperoleh melalui negatif kesalahan acak beda tinggi dikalikan jarak

dengan slag tersebut dan dibagi dengan total jarak seluruh slag.

- h. Menghitung tinggi titik-titik pengukuran (T_i) dengan cara menjumlahkan tingi titik sebelumnya dengan tingi titik koreksi yang hasilnya akan sama dengan nol.
- i. Jika tidak sama dengan nol maka pengolahan data harus diulangi dan diidentifikasi kembali letak kesalahannya. Jika tinggi titik awal diketahui, maka tinggi titik-titik koreksi diperoleh dengan cara menjumlahkan tinggi titik awal terhadap beda tinggi koreksi slag secara berurutan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data Lapangan Double Stand

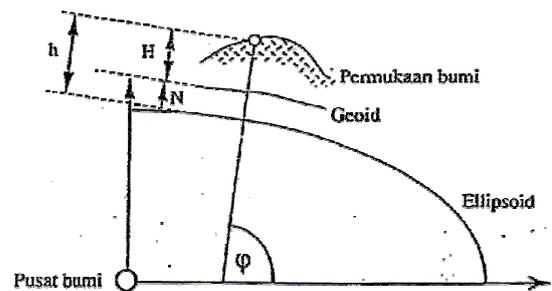
Pengambilan data lapangan dibagi kedalam 4 tim dimana setiap tim pengambilan jaraknya berbeda-beda seperti berikut :

1. Tim 1 memulai pengambilan data dari TTG 449 depan ADA swalayan Banyumanik sampai dengan jembatan tol Jatingaleh (data Terlampir).
2. Tim 2 memulai pengambilan data jembatan tol jatingaleh sampai dengan kampus UNTAG (data Terlampir).
3. Tim 3 memulai pengambilan data Kampus UNTAG sampai dengan Jembatan besi arah UNNES (data Terlampir).
4. Tim 4 memulai pengambilan data Jembatan Besi Arah Unnes menuju BM 2 Kampus Unnes Sekaran (data Terlampir).

Pengukuran Tinggi dengan Geographic Potitioning System (GPS)

Tinggi yang didapatkan dengan GPS (h) adalah tinggi ellipsoid dan bukan tinggi orthometrik (H) seperti yang didapatkan dari leveling. Juga tergantung pada ellipsoida

referensi yang digunakan. Dapat dirubah ke tinggi orthometrik jika undulasi geoid (N) diketahui. Umumnya ketelitian tinggi dari GPS 2-3 kali lebih rendah dibandingkan ketelitian posisi horizontalnya, satelit hanya bisa mengamati horizon. "One sided geometry" ini hanya memberikan setengah dari konfigurasi optimal, dan efeknya lebih terasa pada penentuan tinggi. Tidak adanya satelit dibawah pengamat juga menyebabkan tidak adanya pengeliminiran efek-efek kesalahan dan bias yang mempengaruhi tinggi. Dalam kasus posisi horizontal, adanya satelit di timur-barat ataupun utara-selatan, sedikit banyak punya kemampuan untuk mengeliminir tersebut, tergambar dalam ilustrasi gambar seperti dibawah ini.



Gambar 1. Penentuan Posisi Tinggi Dengan GPS

Penentuan posisi dengan GPS (X,Y,Z) melalui 3 aspek perhitungan yang harus dilakukan secara matang yaitu :

1. Eliminasi kesalahan dan bias;
2. Geometri satelit pengamat;
3. Teknik resolusi ambiguity.

Setelah melalui pengolahan dengan menggunakan software pengolah data pengukuran GPS didapat tinggi titik ellipsoid BM 02 Unnes adalah ± 223.147 MSL.

Pengolahan dan Klasifikasi Data Hasil Pengukuran Tinggi Sifat Datar

Sebelum mengolah data hasil pengukuran dilakukan klasifikasi dan inputing

data dimana pengolahannya dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data yaitu Microsoft Excel. Adapun contoh

perhitungan yang dilakukan disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Contoh Tabel Pengambilan dan pengolahan Pengukuran Ketinggian Elevasi Titik Kerangka Vertikal BPN Orde 2 UNNES

Titik	Target	T. Alat	BA	BT	BB	ΔH		Jarak Titik (meter)	Keterangan
						Per Titik	Rata2		
P1	P0	1.38	0.271	0.161	0.051	1.219		22	
	P2		2.695	2.570	2.445	-1.190	-1.195	25	
P2	P1	1.36	0.275	0.160	0.045	1.200		25	
	P3		2.510	2.435	2.360	-1.075	-1.078	15	

Hasil dari penelitian ini adalah berupa besaran titik tinggi BM 02 Unnes dalam bentuk tabel seperti berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Evaluasi Titik Tinggi UNNES

Pengukuran Ketinggian Elevasi Titik Kerangka Vertikal BPN Orde 2 UNNES

Segmen	nilai
Total ah P0 - P5	-3.533
Total Ah P0 - P115	-30.205
Total AH PN - P101 (PN)	-47.766
Total AH BM2 - 90	56.209
Total ah P akhir - P58	71.767
Total ah PN - P1	42.832
Total ah TTG - P1	-91.071
TOTAL AH	-1.767

JKG → TKG 049 Banyumanik (No.449) Elevasi : 221.004

BM 2 UNNES Elevasi : 219.237

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dari pengambilan data dan pengolahan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengukuran kerangka kontrol vertikal BM Unnes diikatkan pada Titik Tinggi Geodesi (TTG) nomor 449 dengan ketinggian 221.004 MSL di daerah "Ada Swalayan" Banyumanik.
2. Evaluasi hasil pengukuran dengan GPS Titik Tinggi dari tinggi ellipsoid eksisting BM 02 UNNES yaitu ± 223.147 MSL dan setelah

melalui proses pengolahan data dari pengukuran titik tinggi terestris untuk BM 02 Unnes adalah ± 219.237 MSL, sehingga kita dapati perbandingan antara titik ellipsoid BM 02 Unnes dengan hasil pengukuran terestris sebesar ± 3.910 MSL.

Saran

1. Tinggi titik BM 02 Unnes dapat menjadi acuan (titik ikat) untuk pengukuran tinggi BM lainnya yang tersebar dilingkungan kampus Unnes Sekaran.
2. Diharapkan pengukuran titik tinggi (kerangka kontrol vertikal) dilakukan setiap tahun agar gejala-gejala perubahan lahan dapat teridentifikasi secara tepat sehingga dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan pekerjaan kesipilan terutama yang menyangkut perkerasan jalan yang dapat dideteksi melalui perubahan tinggi muka tanah setiap tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Dr, 2000, Penentan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Budiono, M. dan kawan-kawan. 1999. Ilmu Ukur Tanah. Angkasa. Bandung.

Mustofa, Kgs. Zulkifli Ansori, Aris Munanto dan Eko Resmono, 2009, Peran dan Kontribusi Peta Tematik Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan di Bidang Pertanahan, BPN, Jakarta.

Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan 2005. Struktur Kurikulum Program Studi Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI. Jurusan Diktekbang FPTK UPI. Bandung.

Sidjabat .Rowland P., Ir.MSE, 2008, Metoda Pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 2 dan 3, Kasubdit Pengukuran Kawasan dan Wilayah, Direktorat Pengukuran Dasar, Deputy I, BPN-RI.

..... (1983). Ukur Tanah 2. Jurusan Teknik Sipil PEDC. Bandung