

**PENENTUAN MODEL GEOID DENGAN PENDEKATAN *WATERPASS*
DAN GNSS DI UNIVERSITAS LAMPUNG**

(Tugas Akhir)

Oleh

Ivan Rama Dhanu
1805061030



**PROGRAM STUDI D3 TEKNNIK SURVEY DAN PEMETAAN
JURUSAN GEODESI DAN GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

**PENENTUAN MODEL GEOID DENGAN PENDEKATAN WATERPASS
DAN GNSS DI UNIVERSITAS LAMPUNG**

Oleh :

**Ivan Rama Danu
1805061030**

TUGAS AKHIR

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
AHLIMADYA TEKNIK**



**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SURVEY DAN PEMETAAN
JURUSAN TEKNIK GEODESI DAN GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRAK
**PENENTUAN MODEL GEOID DENGAN PENDEKATAN WATERPASS DAN
GNSS DI UNIVERSITAS LAMPUNG**

Oleh

Ivan Rama Dhanu

Penentuan komponen tinggi *Orthometrik* merupakan permasalahan yang sangat penting didalam survey dan pemetaan. Tinggi *orthometrik* (H) dinyatakan dalam suatu bidang yaitu *geoid*. Penentuan tinggi orthometrik dengan tingkat ketelitian yang baik merupakan hal yang cukup sulit untuk dilakukan mengingat perlu dilakukan penentuan potensial gayaberat dari semua titik diatas permukaan bumi.

Metode penentuan tinggi orthometrik dengan metode GPS (*Global Positioning Sistem*) dapat dilakukan atau disebut juga *GPS heighting* merupakan salah satu alternatif untuk penentuan tinggi orthometrik (H). Penentuan tinggi orthometrik dapat dilakukan kdengan metode gps karena metode gps dapat menghasilkan tinggi elipsoid (h) dengan ketelitian baik. Selanjutnya tinggi elipsoid dapat digunakan untuk penentuan tinggi orthometrik menggunakan nilai undulasi geoid (N).

Dalam penelitian ini data yang digunakan untuk menghasilkan nilai undulasi yang diperoleh dari data tinggi orthometrik (H) dan data elepsoid (h). Dalam penelitian ini menghasilkan tinggi orthometrik dari metode *GPS heighting* tinggi BM PT 116.146 m,. dari hasil pengukuran double stand ternyata masih terdapat kesalahan tinggi orthometrik 1,2 cm. Berdasarkan nilai undulasi SRGI memiliki nilai sebesar 14,241 m dan nilai undulasi EGM 2008 sebesar 13,914 m.

ABSTRACT
PENENTUAN MODEL GEOID DENGAN PENDEKATAN WATERPASS DAN
GNSS DI UNIVERSITAS LAMPUNG

By

Ivan Rama Dhanu

Determination of the orthometric height component is a very important issue in surveys and mapping. Orthometric height (H) is expressed in a plane, namely the geoid. Determining the orthometric height with a good level of accuracy is quite difficult to do considering that it is necessary to determine the potential gravity of all points on the surface of the earth.

The orthometric height determination method with the GPS (Global Positioning System) method can be carried out or it is also called GPS heighting which is an alternative for orthometric height determination (H). Determination of orthometric height can be done using the GPS method because the GPS method can produce ellipsoid height (h) with good accuracy. Furthermore, the height of the ellipsoid can be used to determine the orthometric height using the geoid undulation value (N) In this study.

In this study the data used to produce undulation values were obtained from orthometric height data (H) and ellipsoid data (h). In this study, the orthometric height obtained from the GPS method of height BM PT was 116,146 m. from the results of the double stand measurement it turns out that there is still an orthometric height error of 1.2 cm. Based on the SRGI undulation value it has a value of 14.241 m and the 2008 EGM undulation value is 13.914 m

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : PENENTUAN MODEL GEOID DENGAN
PENDEKATAN WATERPASS DAN GNSS DI
UNIVERSITAS LAMPUNG

Nama Mahasiswa : Ivan Rama Dhanu

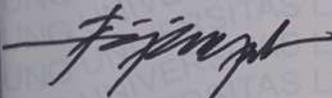
NPM : 1805061030

Program Studi : D3 Teknik Survey dan Pemetaan

Fakultas : Teknik

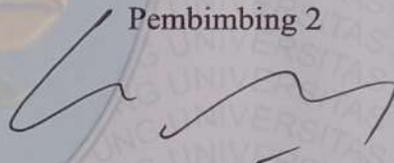
MENYETUJUI

Pembimbing 1



Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.
NIP. 197203022006041002

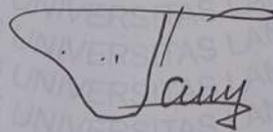
Pembimbing 2



Eko Rahnadi, S.T., M.T.
NIP. 197102102005011002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

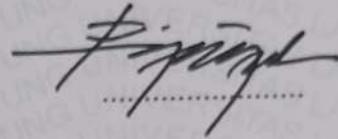


Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM
NIP. 196410121992031002

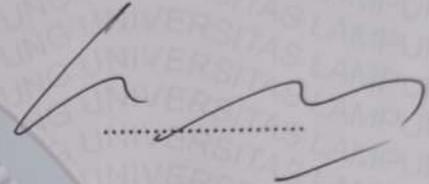
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

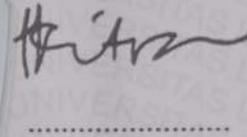
Ketua : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T



Sekretaris : Eko Rahmadi, S.T., M.T.



Penguji : Citra Dewi, S.T., M.Eng



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. ENG. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Tugas Akhir : 14 Juni 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Penulis adalah **IVAN RAMA DHANU** dengan NPM 1805061030 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 karya ini, maka penulis siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 15 Juni 2023
Yang membuat Pernyataan



Ivan Rama Dhanu
NPM 1805061030

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 26 Desember 1998, penulis merupakan anak ke-dua dari pasangan Suryati dan Bapak Agus Mauluddin.

Jenjang akademis penulis dimulai sejak Sekolah Dasar di SDN 1 Triharjo pada tahun 2011. Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Tanjung Bintang pada tahun 2014. Sekolah Menengah Kejuruan di SMK BLK Bandar Lampung 2017.

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan Universitas Lampung. Pada tahun 2021 penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik (KP) di CV Musi Terang dalam pelaksanaan pekerjaan pengukuran Topografi diruas Jalan Kota Gajah- Simpang Randu menggunakan GNSS Metode RTK Kab. Lampung Tengah Prov. Lampung.

MOTTO

“Jangan pernah menyerah teruslah berusaha.”

(I.R.D)

“Pohon yang besar nya sepelukan, tumbuh dari benih yang kecil saja. Menara setinggi Sembilan tingkat, dibangun mulai dari seongkok tanah. Perjalanan seribu dimulai dari satu langkah”.

(Ivan)

Lebih baik pantas menerima penghargaan tetapi tidak memperolehnya, dari pada mendapatkan penghormatan tetapi tidak layak menerimanya.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

Pertama – tama saya ucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk Umi dan Ayah yang selalu mendoakan dan mendukung untuk kesuksesan dan keberhasilan hidupku, serta kasih sayang yang tiada putusnya, akhirnya anakmu ini telah menyelesaikan studinya dan terimakasih atas dukungan dan doa senantiasa kalian berikan kepada saya.

Keluarga besar Longway.stuff serta teman-teman Angkatan 2018 atas perjuangan dan kebersamaannya selama ini yang tidak akan terlupakan.

Almamater tercinta
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji Syukur menyebut nama Allah SWT yang Maha pengasih dan Maha penyayang. Segala puji bagi Allah SWT yang tak henti-hentinya melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan Universitas Lampung. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan untuk para pembaca, serta dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan. Penyusunan Tugas Akhir ini, tidak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika dan Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing 1
4. Bapak Eko Rahmadi S.T., M. T., selaku Dosen pembimbing 2
5. Ibu Citra Dewi, S.T.,M.Eng., selaku Dosen penguji
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi dan moral.
7. Keluarga besar angkatan 2018 yang membantu dan memberikan motivasi kepada penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing serta membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, besar harapan penulis

untuk menerima tanggapan, saran dan kritik yang sifatnya membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi masyarakat, dan mahasiswa.

Bandar Lampung, 03 Juni 2023

Penulis

Ivan Rama Dhanu
NPM 1805061043

DAFTAR ISI

ABSTRACT	iii
SANWACANA	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi Studi Area	3
1.6 Sistematis Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengukuran Sipat Datar/ <i>Waterpass</i>	5
2.2 Pengukuran GPS.....	7
2.3 Pengertian Elevasi	10
2.4.1 Tinggi Ellipsoid.....	12
2.4.2 Tinggi Orthometrik	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Metodologi Penelitian	17
3.2 Peralatan dan Data.....	17
3.2.1. Peralatan.....	17
3.2.2. Data	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.3.1 Studi Literatur	20
3.3.2 Persiapan	20
3.3.3 Survey Lapangan.....	21
3.3.4 Pengumpulan Data	21
3.4 Pengolahan Data.....	23
3.5 Penggambaran	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	31

4.1 Data Tinggi Orthometrik (H) dari pengukuran Waterpass.....	31
4.2 Selisih Tinggi Orthometrik (H) Waterpass.....	32
4.3 Hasil Tinggi <i>Orthometrik</i> GPS.....	32
4.4 Undulasi EGM Pengukuran RTK-NTRIP	33
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Lokasi Studi Area.....	4
Gambar 2 Pengukuran Sipat Datar.....	5
Gambar 3 Tinggi ellipsoid dan tinggi orthometrik.....	7
Gambar 4 Transformasi tinggi <i>ellipsoid</i> ke tinggi <i>orthometrik</i>	8
Gambar 5 Penentuan tinggi secara diferensial.....	9
Gambar 6 Tinggi Terhadap Bidang Refensi.....	11
Gambar 7 Tinggi Eliipsoid.....	12
Gambar 8 Tinggi Orthometrik.....	13
Gambar 9 Software Alltrans EGM2008 Calculator.....	15
Gambar 10 Software Surfer 12.....	15
Gambar 11 Diagram alir.....	18
Gambar 12 Proses Software Alltrans EGM2008 Calculator.....	24
Gambar 13 Contoh Sampel Data Yang Diperoleh.....	24
Gambar 14 Tampilan Software Surfer 11.....	25
Gambar 15 Proses Atur Kertas.....	25
Gambar 16 Proses Pengolahan Data di Software Surfer 11.....	26
Gambar 17 Proses Pengolahan 3D Surfer.....	27
Gambar 18 Tampilan 3D Surfer.....	33
Gambar 19 Proses Pembuatan Model Geoid Dengan 3D Surfer.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tinggi Orthometrik Waterpass.....	31
Tabel 2 Hasil kordinat dan tinggi elipsoid GPS dengan metode NTRIP.....	33
Tabel 3 Nilai undulasi EGM 2008.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu permasalahan penting dalam bidang survei dan pemetaan adalah penentuan nilai komponen Tinggi Orthometrik (H). Penentuan tinggi orthometrik pada bidang geodesi selalu mengacu pada datum tinggi sebagai bidang level atau permukaan tinggi, yaitu geoid. Geoid merupakan bidang fisis dari representatif bentuk bumi yang dinyatakan sebagai bidang equipotensial. Bidang equipotensial merupakan bidang permukaan dimana titik-titik yang membentuk permukaan tersebut memiliki nilai potensial gaya berat yang sama. Untuk keperluan praktis, pada umumnya geoid dianggap berhimpit dengan muka air laut rata-rata (*mean sea level* = MSL).

Dengan menggunakan peralatan waterpass, metode perataan dapat digunakan untuk menentukan ketinggian orthometrik secara akurat dan presisi. Data nilai gayaberat geopotensial dan gayaberat rata-rata sepanjang garis tegak lurus digunakan untuk menghitung nilai gayaberat potensial komponen ketinggian. Akurasi metode ini untuk nilai komponen tinggi adalah 0,7 mm/km (Marti. U, dkk., 2008).

Penentuann tinggi *orthometrik* dengann metode *waterpas* teliti dngan koreksi nilai potensial gaya berat memiliki biaya operasional yng tinggi serta cakupan operasional yng dibatasi oleh kondisi lapangan.

Untuk mengatasi hal tersebut, sebuah metode lainnya dapat dipakai sebagai alternatif penentuan posisi tinggi *orthometrik*. Metode alternatif tersebut adalah metode penentuan tinggi (H) atau beda tinggi (ΔH) *orthometrik* menggunakan data pengamatan GPS (*Global Positioning System*) atau disebut juga metode *GPS Heighting*. Metode GPS merupakan metode penentuan posisi menggunakan Satelit GPS yang dapat memberikan nilai komponen horisontal (L, B), (E, N), (X, Y) dan nilai komponen tinggi yang dinyatakan sebagai tinggi diatas bidang *ellipsoid* (h). Metode penentuan tinggi atau beda tinggi dengan menggunakan metode GPS pada prinsipnya adalah menggunakan data komponen tinggi *ellipsoid* (h) dan nilai undulasi geoid (N) untuk menentukan tinggi *orthometrik* (H). Tinggi yang digunakan untuk pemetaan topografi adalah tinggi *orthometrik* (H), namun tinggi yang dihasilkan pada pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP ini masih merujuk ke tinggi elipsoid (h) belum merujuk ke tinggi *orthometrik*, oleh karena itu diperlukan proses reduksi tinggi menggunakan undulasi dari tinggi elipsoid ke tinggi *orthometrik*.

Nilai undulasi dapat diperoleh dengan beberapa metode, diantaranya adalah metode geometrik yaitu pengukuran lapangan menggunakan GNSS dan Waterpass, gravimetri, geometris satelit, astrogeodetik dan kasus gabungan serta menggunakan aplikasi EGM2008 untuk nilai undulasi geoid global dan nilai undulasi geoid nasional yang dikeluarkan langsung oleh SRGI atau BIG. EGM2008 (*Earth Gravitational Model 2008*) adalah suatu model gravitasi global yaitu sebagai data global yang paling baru dimana telah memasukkan semua data di seluruh dunia baik dari satelit maupun dari pengukuran di lapangan hingga yang terbaru. Global model ini mempresentasikan keadaan bumi yang lebih mutakhir dibandingkan dengan *Earth Gravitational Model 1996* (EGM1996). Tinggi undulasi geoid yang diperoleh dari EGM2008 adalah hasil penggunaan software Alltrans EGM2008 (Giovani, 2023).

Pada Tugas Akhir ini penulis akan membuat model geoid disebagian Universitas Lampung dengan metode *GPS Heighting* dan *Waterpass* dari data undulasi yang dihitung dengan software Alltrans EGM2008.

1.2 Maksud

Adapun maksud dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui nilai undulasi geoid (N) antara *GPS Heighting* dan *Waterpass* dan menentukan model geoid disebagian lingkungan Universitas Lampung.

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah pembuat model geoid disebagian Universitas Lampung dengan metode *GPS Heighting* dan *Waterpass* dari data undulasi yang dihitung dengan software Alltrans EGM2008.

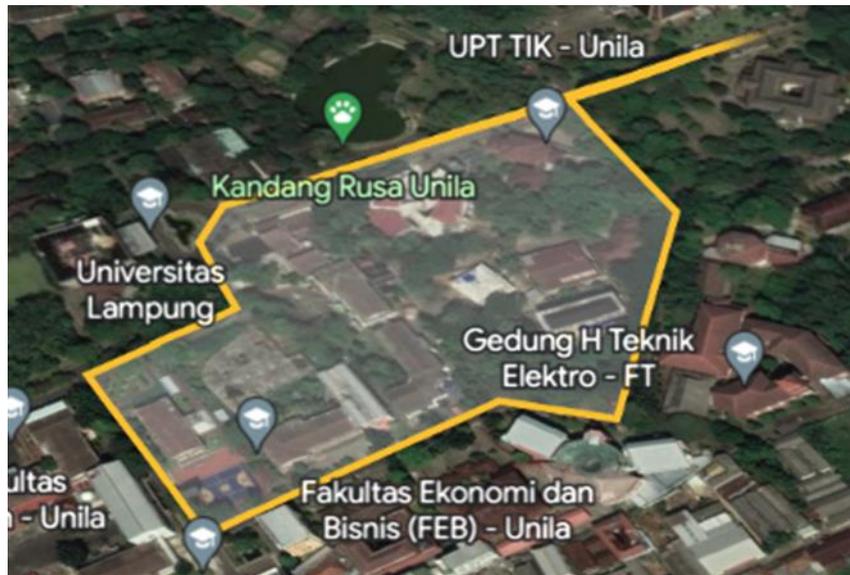
1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengukuran *waterpass double stand* disebagian Universitas Lampung
2. Pengolahan data ukur dari pengamatan *GNSS* metode RTK NTRIP.
3. Perhitungan nilai undulasi geoid
4. Penentuan model geoid dengan EGM 2008 Calculator
5. Pembuatan model geoid dengan asumsi tinggi titik ULP2 (depan perpustakaan unila) memiliki nilai ketinggian orthometris sebesar 116,146 m (dari website SRGI.BIG.GO.ID)

1.5 Lokasi Studi Area

Lokasi Studi Lokasi studi area ini berada disebagian Universitas Lampung.



Gambar 1 Lokasi Studi Area

1.6 Sistematis Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari:

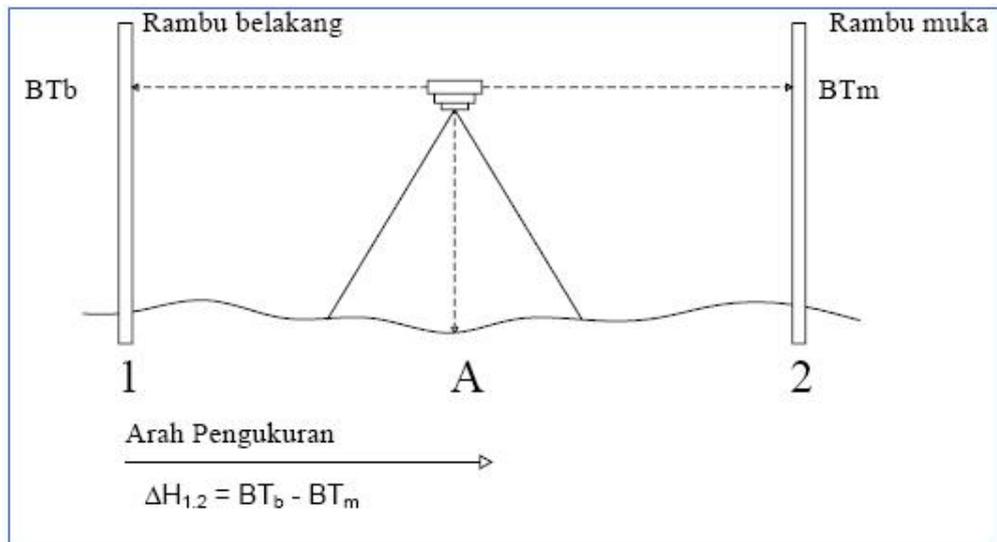
1. Bab I pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, batasan masalah dan lokasi kajian Tugas Akhir.
2. Bab II menjelaskan teori dasar yang berhubungan dengan laporan Tugas Akhir.
3. Bab III menjelaskan kegiatan yang dilakukan dalam Tugas Akhir.
4. Bab IV menjelaskan tentang hasil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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengukuran Sipat Datar/*Waterpass*

Pengukuran sipat datar mempunyai maksud untuk menentukan beda tinggi antara titik-titik pada permukaan bumi. Sebagai acuan penentuan tinggi titik-titik tersebut di gunakan muka air laut rata-rata (MSL) atau tinggi lokal. Dalam hubungan ini *Levelling* dapat di definisikan sebagai suatu metoda untuk menggambarkan ketinggian benda secara relatif terhadap datum sebagai referensi.



Gambar 2 Pengukuran Sipat Datar (Sumber: Masrul 2015)

Datum merupakan bidang mendatar yang melewati titik B. Dalam istilah geodesi datum ketinggian yang digunakan adalah berupa tinggi permukaan air laut rata-rata (*mean sea level*). Berdasarkan datum tersebut dapat dikembangkan jaringan *levelling*, sebagai titik kontrol ketinggian yang biasanya di sebut *Bench Mark* (BM). Pengukuran menyipat datar mempunyai maksud untuk menentukan beda tinggi antara titik-titik pada permukaan bumi. Sebagai acuan terhadap penentuan tinggi titik-titik tersebut di gunakan muka air laut rata-rata (MSL).

Pengukuran Tinggi dengan metode sipat datar atau *waterpass* adalah metode yang paling teliti dibanding dengan metode yang lain. Tinggi suatu obyek di permukaan bumi adalah tinggi yang diukur dari suatu bidang referensi, yang ketinggiannya dianggap nol. Di Geodesi bidang referensi tersebut disebut dengan *Geoid*, yaitu bidang equipotensial yang berhimpit dengan permukaan air laut rata-rata (*mean sea level*), atau disebut juga dengan bidang nivo. Bidang-bidang ini selalu tegak lurus dengan arah gaya berat terhadap setiap titik-titik di permukaan bumi. Pada setiap pekerjaan pengukuran tinggi, alat yang didirikan diatas suatu titik di permukaan bumi harus selalusearah dengan gaya berat. Beda tinggi antara dua titik di permukaan bumi dihitung berdasarkan selisih antara pembacaan benang tengah antara dua rambu belakang dikurangi rambu muka dengan menggunakan peralatan *Waterpass* yang dilengkapi dengan *tripot*, rambu ukur dan meteran. Adapun prinsip dasar pengukuran tinggi dengan *Waterpass* untuk mengukur beda tinggi antara dua buah titik di permukaan bumi

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. Untuk mendapatkan tinggi orthometrik dari tinggi ellipsoid diperlukan data tambahan lain yaitu *undulasi geoid* (N) (Mulyani, 2015).

Dengan adanya undulasi maka tinggi *orthometrik* dapat dihitung dari tinggi *ellipsoid* dengan persamaan $H=h-N$. Ada beberapa metoda untuk mendapatkan harga *undulasi geoid* diantaranya metoda *geometrik* dan metoda *gravimetric*. Pada metoda *geometrik* undulasi *geoid* dihitung dari kombinasi data ketinggian posisi satelit dengan ketinggian dan pengukuran sipat datar (*levelling*). Sedangkan pada metoda *gravimetric*, undulasi *geoid* dihitung dari data gaya berat *terestris* dan model geopotensial *global* (koefisien potensial gayaberat global). (Abidin, 2004)

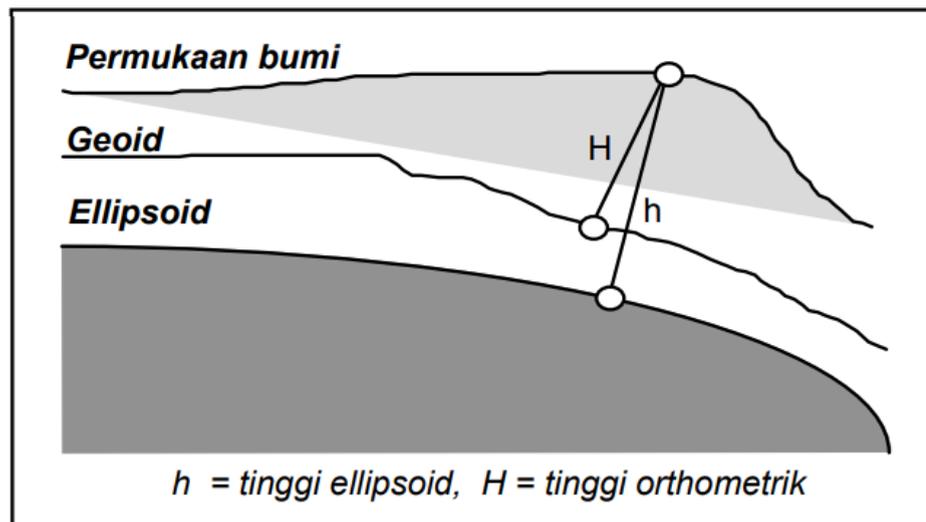
2.2 Pengukuran GPS

Pada dasarnya penentuan posisi dengan GPS adalah pengukuran jarak secara bersama-sama ke beberapa satelit (yang koordinatnya telah diketahui) sekaligus. Untuk menentukan koordinat suatu titik di bumi, *receiver* setidaknya membutuhkan 4 satelit yang dapat ditangkap sinyalnya dengan baik. Secara *default* posisi atau koordinat yang diperoleh bereferensi ke global datum yaitu *World Geodetic System 1984* atau disingkat WGS'84. Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS ini dibagi menjadi dua metode yaitu metode absolut dan metode relatif. (Mohammad,R.,Gani dan Koesoemadinata, R. C. 2008).

Metode absolut atau juga dikenal sebagai *point positioning*, menentukan posisi hanya berdasarkan pada 1 alat penerima (*receiver*) saja. Ketelitian posisi dalam beberapa meter (tidak berketelitian tinggi) dan umumnya hanya diperuntukkan bagi keperluan Navigasi. Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah *receiver*. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu dimuka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai referensi bagi yang lainnya. Metode ini menghasilkan posisi berketelitian tinggi (umumnya kurang dari 1 meter) dan diaplikasikan untuk keperluan survei Geodesi ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi, beda tinggi antara titik-titik pada permukaan bumi. Sebagai acuan

terhadap penentuan tinggi titik-titik tersebut di gunakan muka air laut rata-rata (MSL). (Z. Abidin, H., Andreas dan K. Suganda 2004).

Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan *ellipsoid*, yaitu *ellipsoid* WGS (*World Geodetic System*) 1984 (Abidin, 2001). Tinggi *ellipsoid* (h) tersebut tidak sama dengan tinggi *orthometrik* (H) yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sipat datar (*levelling*). Tinggi *orthometrik* suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas geoid diukur sepanjang garis gaya berat yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi *ellipsoid* suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas *ellipsoid* dihitung sepanjang garis normal *ellipsoid* yang melalui titik tersebut. Seperti pada gambar dibawah ini:

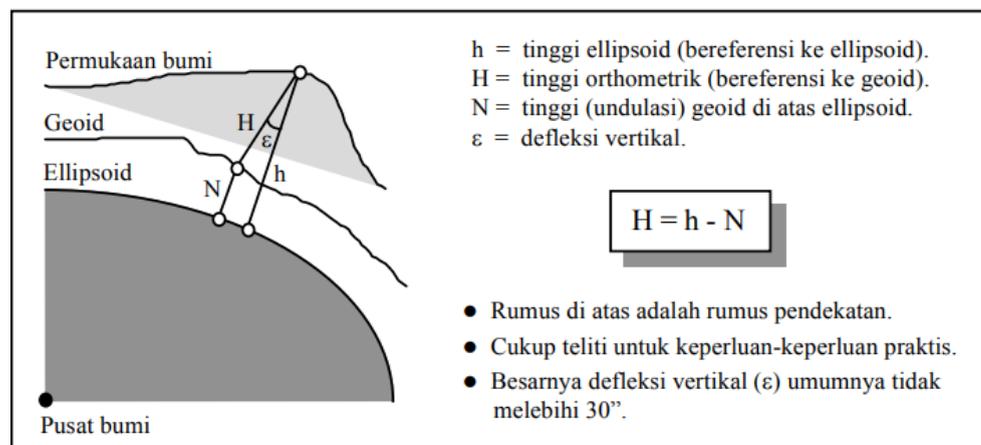


Gambar 3 Tinggi ellipsoid dan tinggi orthometrik sumber: Sai,. (S. 2010)

Untuk keperluan praktis umumnya geoid dianggap berimpit dengan muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level*, MSL). Geoid adalah bidang referensi untuk menyatakan tinggi *orthometrik*. Secara matematis, geoid adalah suatu permukaan yang sangat kompleks yang memerlukan sangat banyak parameter untuk merepresentasikannya. Oleh karena itu untuk merepresentasikan bumi ini secara matematis serta untuk perhitungan matematis orang umumnya

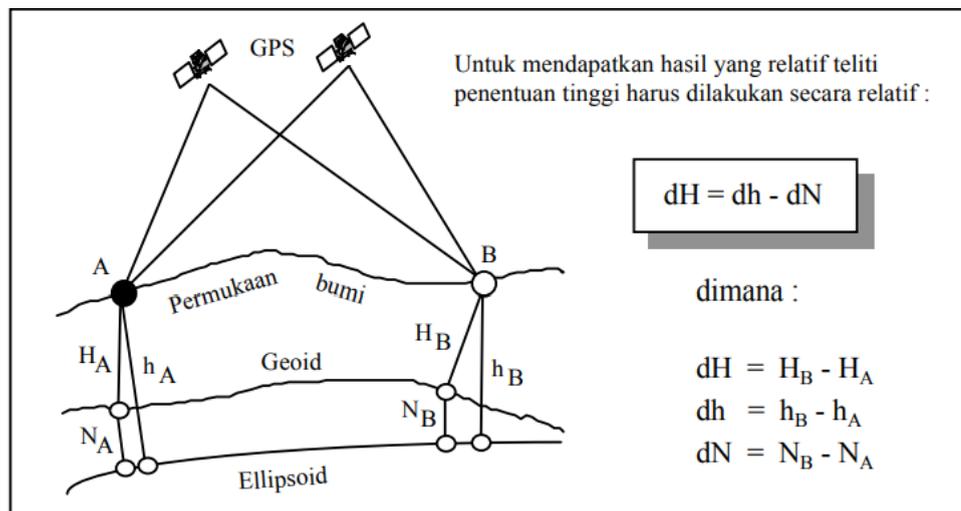
menggunakan suatu *ellipsoid* referensi dan bukan geoid. *Ellipsoid* referensi dan geoid umumnya tidak berimpit, dan dalam hal ini ketinggian geoid terhadap *ellipsoid* dinamakan undulasi geoid (N). (Sai, S. 2010).

Untuk dapat mentransformasi tinggi *ellipsoid* hasil ukuran GPS ke tinggi *orthometrik* maka diperlukan undulasi geoid di titik yang bersangkutan. Geometri dari dan rumus untuk transformasi tersebut ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4 Transformasi tinggi *ellipsoid* ke tinggi *orthometrik*. (Sai, S. 2010)

Ketelitian dari tinggi *orthometrik* yang diperoleh akan tergantung pada ketelitian dari tinggi GPS serta undulasi geoid. Perlu dicatat di sini bahwa penentuan undulasi geoid secara teliti (orde ketelitian cm) bukanlah suatu pekerjaan yang mudah. Disamping diperlukan data gaya berat yang detil, juga diperlukan data ketinggian topografi permukaan bumi serta data densitas material dibawah permukaan bumi yang cukup. Untuk mendapatkan hasil yang relatif teliti, transformasi tinggi GPS ke tinggi *orthometrik* umumnya dilakukan secara diferensial, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 5 Penentuan tinggi secara diferensial (sumber: Sai, S. 2010)

Karena tingkat fleksibilitas operasionalnya yang tinggi serta tingkat ketelitiannya yang relatif cukup tinggi, dapat diperkirakan bahwa penentuan tinggi dengan GPS akan punya peran yang cukup besar di masa mendatang. Beberapa contoh aplikasi yang dapat dipertimbangkan dalam hal ini adalah :

1. Pemantauan perubahan beda tinggi antar titik (berguna untuk mempelajari deformasi struktur, pergerakan lempeng, survai rekayasa, dan lain lain nya);
2. Penentuan tinggi *orthometrik* suatu titik (seandainya geoid yang diketahui);
3. Penentuan geoid (seandainya tinggi orthometrik diketahui), dan
4. Transfer datum tinggi antar pulau.

2.3 Pengertian Elevasi

Elevasi adalah ketinggian titik di permukaan bumi yang di dapat dari dalam suatu pengukuran.

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.

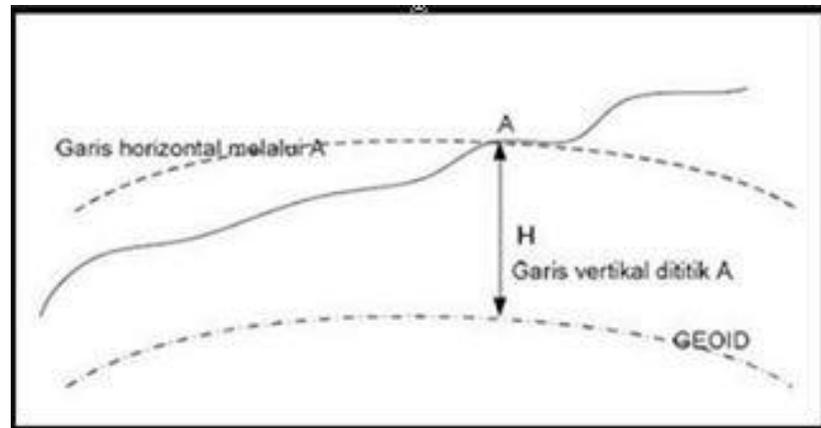
2. Bidang mendatar adalah bidang yang tegak lurus garis vertikal pada setiap titik.
Bidang horizontal berbentuk melengkung mengikuti permukaan laut.
3. Datum adalah bidang yang digunakan sebagai bidang referensi untuk ketinggian, misalnya permukaan laut rata-rata.
4. Elevasi adalah jarak vertikal (ketinggian) yang diukur terhadap bidang datum.

2.4 Sistem Tinggi

Secara umum, sistem tinggi dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu: sistem tinggi geometris dan sistem tinggi fisis. Sistem tinggi geometris adalah sistem tinggi yang pengukurannya dilakukan terhadap bidang acuan matematis atau geometris tanpa memperhitungkan aspek fisik. Salah satunya jenis pengukuran tinggi dengan sistem tinggi geometris adalah tinggi geodetik yang diperoleh dari pengukuran dengan GNSS atau GPS. Adapun sistem tinggi fisis adalah sistem tinggi yang pengukurannya terhadap bidang acuan fisis dan memperhitungkan aspek-aspek fisis, misalnya pengukuran tinggi barometris dan tinggi orthometrik. Sistem tinggi fisis dibagi menjadi tiga, yaitu sistem tinggi dinamik, sistem tinggi orthometrik, dan sistem tinggi normal. Sistem tinggi dinamik adalah tinggi yang dihitung dari perbandingan geopotensial suatu titik terhadap gaya berat normal yang digunakan. Titik-titik yang memiliki geopotensial yang sama memiliki tinggi dinamis yang sama, karena besarnya gaya berat normal akan berlaku di setiap tempat pengukuran (Hofmann-Wellenhof dan Moritz, 2005). Sistem tinggi orthometrik adalah tinggi yang diukur di sepanjang garis unting-unting dari titik di permukaan bumi sampai ke geoid (Hofmann-Wellenhof dan moritz, 2005). Sistem tinggi normal ditemukan oleh Molodenski (1954), dan sifatnya sangat teoritis sehingga tidak pernah dipakai untuk keperluan praktis sistem tinggi normal menggunakan bidang *telluroid* dan *quasi* geoid dalam mempresentasikan ketinggian. Informasi tinggi yang ada di permukaan bumi ada umumnya terdapat dua jenis utama tinggi, yaitu:

1. Tinggi Ellipsoid

2. Tinggi Orthometrik

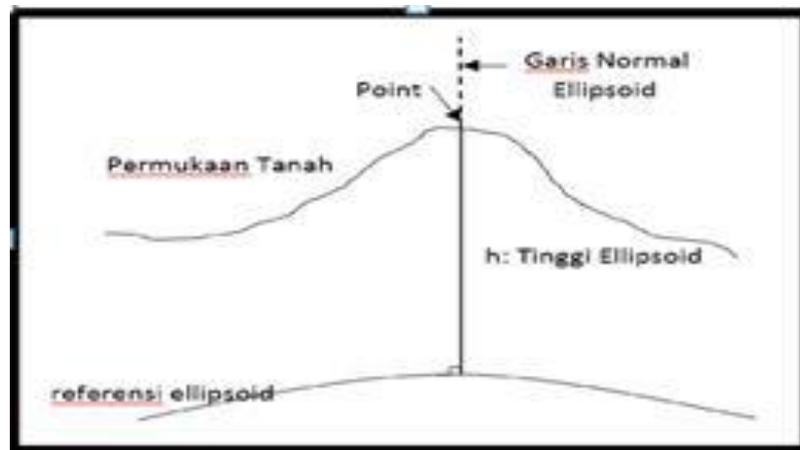


Gambar 6 Tinggi Terhadap Bidang Refensi (Anjasmara, 2005)

2.4.1 Tinggi Ellipsoid

Tinggi *ellipsoid* adalah tinggi yang diperoleh tanpa ada hubungannya dengan gravitasi bumi. Sistem tinggi ini digunakan oleh sistem pengamatan yang dilakukan menggunakan GPS. Tinggi ellipsoid adalah jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal dari permukaan geometris yang diambil dari referensi ellipsoid ke titik tertentu (Featherstone, 2006). Ketinggian titik yang diberikan oleh *GPS* adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, yaitu *ellipsoid World Geodetic System (WGS) 1984* (Abidin, 2001). Tinggi *ellipsoid* (h) tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik (H) yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sifat datar (*levelling*). Tinggi *orthometrik* suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas *geoid* diukur sepanjang garis gayaberas yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi *ellipsoid* suatu titik adalah tinggi titik tersebut

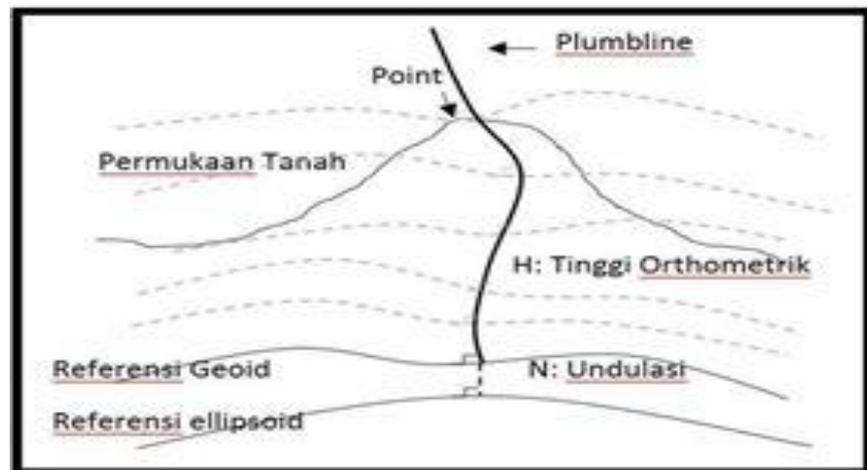
di atas *ellipsoid* dihitung sepanjang garis normal *ellipsoid* yang melalui titik tersebut. Pada Gambar 2.2 dijelaskan referensi tinggi *ellipsoid*. Dimana h : Jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal ke titik tertentu diatas permukaan bumi yang memiliki referensi *ellipsoid* ke titik tertentu.



Gambar 7 Tinggi Eliipsoid (Featherstone, 2006)

2.4.2 Tinggi Orthometrik

Tinggi Orthometrik suatu titik adalah jarak geometris yang diukur sepanjang unting-unting (*Plumb Line*) antara geoid ke titik tersebut. Tinggi *orthometrik* ini merupakan tinggi yang umumnya dimengerti dan paling banyak digunakan. Lain halnya dengan tinggi dinamis, tinggi *orthometrik* ini memiliki nilai geometris. Permukaan geoid referensi sangat unik, dikarenakan satu bidang ekuipotensial yang merupakan bidang yang memiliki nilai gravitasi tunggal sama dengan permukaan laut di lautan terbuka. Dalam keperluan praktisnya tinggi *orthometrik* sangat sulit di realisasikan, karena untuk merealisasikan hal yang perlu diketahui adalah arah tegak lurus dari percepatan gravitasi terhadap permukaan di semua titik yang berada sepanjang jarak tersebut.



Gambar 8 Tinggi Orthometrik (Featherstone, 2006)

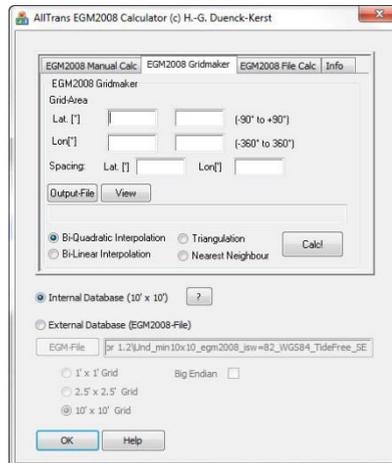
2.5 Alltrans EGM2008 Calculator

Dalam proses memperoleh data menggunakan *Alltrans EGM2008* merupakan *software* kalkulator untuk menghitung undulasi geoid EGM2008 dengan cepat dan mudah. Anda dapat melakukan input manual, input file gabungan dan jaring geoid. Sehingga memungkinkan untuk mengubah nilai ketinggian MSL (*Mean Sea Level*) dan undulasi geoid dalam pesan NMEA GGA.

EGM 2008 menunjukkan perkembangan dari EGM 96 yaitu resolusinya 6 kali lebih baik dan akurasi 3 sampai dengan 6 kali lebih baik bergantung pada kuantitas gayaberat dan kondisi geografi suatu wilayah (Catalão and Sevilla, 2009) atau setara dengan 4.670.00. EGM 2008 merupakan model *spherical harmonic* dari potensial gayaberat bumi yang dikembangkan dengan kombinasi kuadrat terkecil dari model gayaberat ITG- GRACE03S dan diasosiasikan dengan matriks kesalahan kovarian. Informasi gayaberat didapatkan dari pengukuran anomali gayaberat *free-air* dengan grid 2,5 menit. Grid tersebut dibentuk dari kombinasi data terestrial, turunan altimetri dan data gayaberat dari *airborne* (Suryaningsih dan Mutiara, 2017). Informasi gayaberat didapatkan dari pengukuran anomali gayaberat *free-air*

dengan grid 2,5 menit. Grid tersebut dibentuk dari kombinasi data terestrial, turunan altimetri dan data gayaberat tambahan hingga 2.190. Semua area merupakan data gayaberat yang berkualitas yang didapatkan dari *undulasi geoid* EGM 2008 dan pengukuran *GPS/Levelling* secara independen dibawah orde 5 sampai dengan 10 cm. Defleksi vertikal EGM 2008 di Amerika Serikat dan Australia mencapai 1,1 hingga 1,3 perdetik dari nilai astrogeodesi independen. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa EGM2008 merupakan model *geoid* yang detail dan sesuai dengan kondisi sesungguhnya. EGM2008 juga berhubungan dengan perhitungan model gayaberat berdasarkan satelit GRACE.

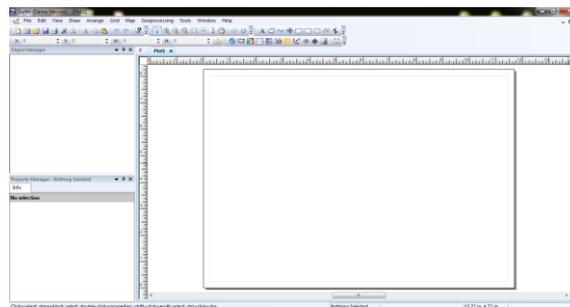
EGM 2008 menunjukkan perkembangan data dan data gravitasi pada EGM 2008 tidak memperhitungkan koreksi pasang surut yang diakibatkan gaya tarik menarik bumi dengan bulan (*Tide-Free*). Data EGM 2008 mengkombinasikan data satelit altimetri, data gayaberat terestris dan data gaya berat *satellite* GRACE dan Model Geopotensial ini memiliki resolusi 5' Bujur dan 5' Lintang. *Earth Gravitational Model 2008* (EGM 2008). Sebagai data global yang paling baru EGM 2008 telah memasukkan semua data di seluruh dunia baik dari satelit maupun dari pengukuran di lapangan hingga yang terbaru. Global model ini mempresentasikan keadaan bumi yang lebih mutakhir dibandingkan dengan *Earth Gravitational Model 1996* (EGM 1996) (Ramdani, 2008).



Gambar 9 Software Alltrans EGM2008 Calculator

2.6 Surfer

Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan surface tiga dimensi.



Gambar 10 Software Surfer 11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi pada Tugas Akhir ini meliputi persiapan, pengumpulan data, pengukuran *waterpass* dan pengukuran GNSS, pengolahan data perhitungan elevasi *waterpass*, elevasi GNSS dan setelah dilakukan pengolahan data selanjutnya masuk ke tahap penggambaran.

3.2 Peralatan dan Data

3.2.1. Peralatan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

Perangkat Lunak terdiri dari :

1. Laptop
2. Mouse
3. Waterpass
4. GNSS *Geodetic Hi Target V60 + Controller*
5. Meteran
6. Statif
7. Palu , paku dan Rambu ukur

Perangkat Lunak terdiri dari :

1. *Microsoft Word* 2016 digunakan untuk penulisan laporan.
2. *Microsoft Exel* 2016 digunakan untuk pengolahan data.
3. Program all trans EGM 2008 Calculator untuk menghitung undulasi geoid
4. Surfer untuk mengolah terrain / geoid model

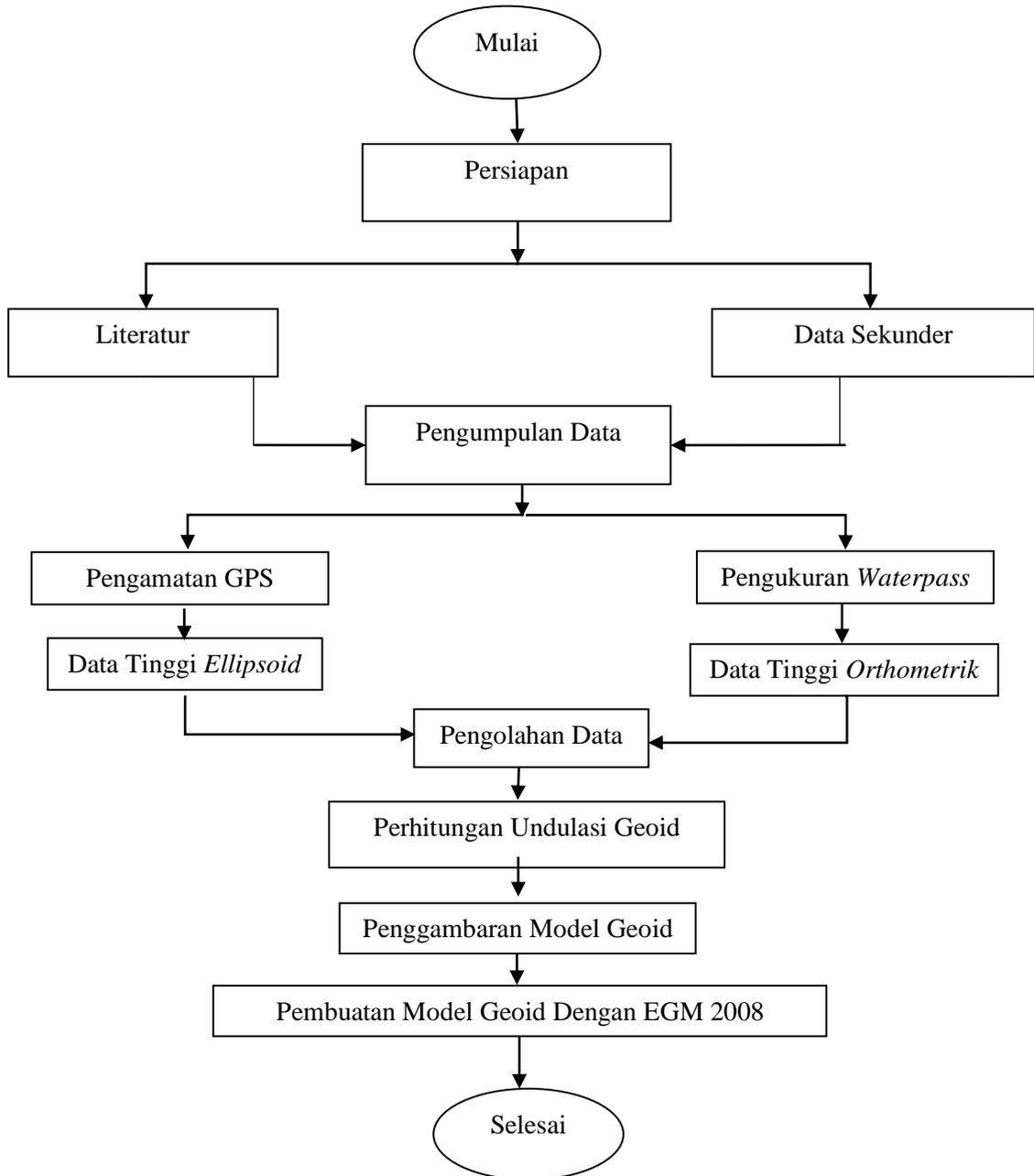
3.2.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data elevasi dari pengukuran sipat datar di titik yang telah di buat di sebagian lingkungan kampus Universitas Lampung.
2. Data pengukuran GNSS Metode NTRIP di sebagian Universitas Lampung.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan dari penelitian yang dilakukan akan dijelaskan pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 11 Diagram alir

3.3.1 Studi Literatur

Dalam tahapan ini penulis mengumpulkan informasi serta membaca tinjauan pustaka pada penelitian-penelitian sejenis nya yang sudah dilakukan sebelumnya dari berbagai sumber jurnal penelitian, buku serta untuk teori penulis mengumpulkan informasi dari pembelajaran yang dilakukan pada perkuliahan maupun dari video pembelajaran yang dibuat dari ahli ilmu Geodesi di Indonesia. Penulis menemukan penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan GPS dengan metode NTRIP pada pengambilan data koordinat dan digunakan untuk penentuan tinggi Orthometrik

3.3.2 Persiapan

Sebelum melakukan penelitian penulis melakukan persiapan mulai dari peminjaman instrumen alat-alat penelitian dari jurusan, melakukan kalibrasi alat waterpass, kegiatan akuisisi data dan membuat desain rencana pengukuran, serta persiapan-persiapan lainnya guna menunjang pekerjaan selama penelitian berlangsung.

3.3.3 Survey Lapangan

Survei lapangan merupakan kegiatan yang normatif saat dilakukannya suatu penelitian, selain itu juga kegiatan ini berguna untuk meninjau kondisi lapangan sebelum penulis memulai penelitian yang sudah direncanakan. Pada saat survei lapangan ini penulis melakukan pemasangan patok pada titik-titik yang sudah di rancang sebelumnya.

3.3.4 Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung menggunakan pengukuran *levelling* dan pengamatan GPS. Data yang diambil meliputi data :

1. Data Beda Tinggi
2. Data *GPS* Geodetik

1. Pengukuran Waterpass

Waterpas merupakan alat yang digunakan dalam penentuan beda tinggi antara dua titik. Ketinggian bacaan benang diafragma mendatar atau yang sering dikenal sebagai bacaan benang tengah yang menunjukkan ketinggian garis bidik digunakan sebagai garis mendatar acuan.

Pada pengukuran ini menggunakan metode pengukuran beda tinggi pulang pergi *double stand* dengan melakukan pengukuran ke titik BM (*Bench Mark*) UNILA yang telah ditentukan yaitu BM Perpustakaan, Langkah-Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Mendirikan alat Waterpass diantara 2 titik, Titik BM (*Bench Mark*) dan P1. Titik BM Perpustakaan sebagai acuan yang telah diketahui ketinggiannya.
- b. Kemudian setel alat dengan dengan mengatur nivo kotak dan nivo tabung.
- c. Bak ukur atau rambu ukur diletakkan di atas titik BM Perpustakaan dan P1.

- d. Waterpass diarahkan ke titik BM Perpustakaan disebut pembacaan belakang, Lalu catat pembacaan benang atas, benang tengah dan benang bawah. Setelah itu arahkan waterpass pada titik P1 lakukan pembacaan benang atas, benang tengah dan benang bawah.
- e. Setelah itu dirikan lagi alat waterpass di tempat yang berbeda sebagai pengukuran *double stand*. Lakukan pengukuran seperti langkah diatas.
- f. Setelah itu pindahkan alat diantara dua titik, Titik P1 dan P2. Ulangi cara melakukan pengukuran diatas sampai ke titik terakhir yaitu BM Perpustakaan sebagai pengukuran pergi.

2. Pengamatan GPS Metode RTK NTRIP

Pada pengamatan GPS ini memperoleh data tinggi Ellipsoid yang akan diolah menjadi tinggi Orthometrik.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pengamatan menggunakan GPS Geodetik *type* V60.
- b. Dirikan alat GPS diatas titik BM, setting dengan menyambungkan *Controller*. Pengamatan ini menggunakan metode ntrip.
- c. Pengamatan dilakukan mulai dari titik BM Perpustakaan P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12 kembali ke BM Perpustakaan.
- d. Setelah itu data di yang diperoleh dari pengamatan GPS di Export ke laptop dan menjadi data GNSS

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan dua cara, yaitu menghitung hasil metode geometrik yaitu pengukuran beda tinggi dari pengukuran sipat datar dan Pengamatan GPS Kemudian pengolahan data menggunakan *software* HGO (*Hi-Target Geomatics Office*) menggunakan data GNSS.

Pengolahan data *Waterpass* dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan data beda tinggi pada pengukuran double stand. Dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan Jarak Optis

Jarak Optis dilakukan pada titik-titik utama dan titik detail. Jarak Optis adalah Hasil dari Selisih antara benang atas dengan benang bawah dikalikan seratus.

$$DA = (BA - BB) \times 100 \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

BA = Benang Atas

BB = Benang Bawah

b. Perhitungan Beda Tinggi dan Tinggi Tanah Cara menghitung dan mengukur beda tinggi antara satu titik dengan titik yang lain dapat dilihat melalui batas atas, batas tengah dan batas bawah pada hasil data pembidikan. Beda tinggi adalah hasil selisih antara benang tengah belakang (yang dijadikan patokan) dan benang tengah muka (yang ditinjau).

$$\Delta H = BT_blk \dots\dots\dots -$$

$$BT_muka \dots\dots\dots 2$$

Keterangan :

ΔH = Beda tinggi

BT_blk = Benang tengah titik yang dijadikan patokan

BT_muka = Benang Tengah titik yang ditinjau

- c. Mencari tinggi tanah adalah hasil selisih beda tinggi dengan tinggi tanah pada titik yang di jadikan patokan atau yang diketahui.

$$H_{\text{muka}} = \Delta H - H_{\text{blk}} \dots \dots \dots 3$$

Keterangan :

H = Tinggi tanah yang di tinjau

ΔH = Beda tinggi H_blk = Tinggi tanah yang dijadikan patokan

- d. Menghitung Kesalahan Penutup

Tahap ini dilakukan perhitungan kesalahan penutup hasil pengukuran beda tinggi atau levelling, untuk mengetahui kualitas data pengukuran atau seberapa besar kesalahan penutup dan toleransinya. Dengan rumus toleransi $12 \text{ mm} \sqrt{d}$ (d =jumlah jarak dalam satuan kilometer) dan jumlah beda tinggi sebagai kesalahan penutupnya.(SNI 19-6988-2004 tentang Jaring kontrol vertikal dengan metode sipatdatar)

Tabel 1. Standar kesalahan penutup pada jaring kerangka vertikal

Kelas pengukuran	Toleransi per-seksi (mm/km)	Toleransi per-jalur (mm/km)	Toleransi per-kring (mm/km)
LAA	$2 \sqrt{d}$	$2 \sqrt{D}$	$3 \sqrt{D}$
LA	$4 \sqrt{d}$	$4 \sqrt{D}$	$5 \sqrt{D}$
LB	$8 \sqrt{d}$	$8 \sqrt{D}$	$8 \sqrt{D}$
LC	$12 \sqrt{d}$	$12 \sqrt{D}$	$12 \sqrt{D}$
LD	$18 \sqrt{d}$	$18 \sqrt{D}$	$18 \sqrt{D}$

Sumber : SNI 19-6988-2004 tentang Jaring kontrol vertikal dengan metode sipatdatar

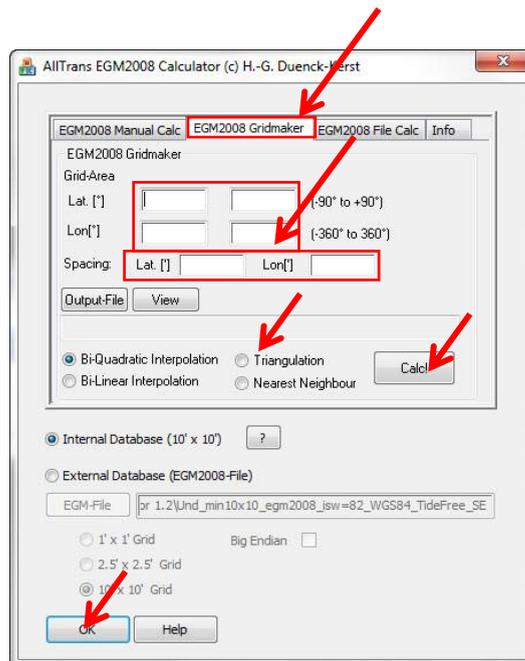
Dari hasil perhitungan waterpass didapatkan jumlah jarak pengukuran adalah 1,167550 kilometer dan beda tinggi 0,012 m. Sehingga kita bisa

menghitung orde dari waterpass yang diukur yaitu memenuhi syarat $12 \text{ mm} \times \text{akar } d$ (d =jumlah jarak dalam satuan kilometer) dan jumlah beda tinggi sebagai kesalahan penutupnya yaitu $12 \text{ mm} \times \text{akar } 1,16755 = 12,99324$ (kategori orde 3).

3.4.1 Pengolahan Data menggunakan EGM 2008 ALL TRANS

Adapun Langkah perhitungan dengan software ini adalah sebagai berikut:

1. Cari koordinat - koordinat Lintang dan Bujur dengan menggunakan *Software Google Earth* Dalam hal. ini koordinat – koordinat yang diperlukan hanya koordinat batas kiri atas dan koordinat batas kanan bawah.
2. Setelah didapat koordinat – koordinat batas kemudian buka *Alltrans EGM2008 Calculator* → pilih EGM2008 Gridmarker → masukkan Grid-Areanya atau koordinat – koordinat batasnya → isi *spacing* sesuai pilihan pada *External Database (EGM2008-File)* → klik *Output File* untuk pilih Ok.



Gambar 12 Proses *Software Alltrans EGM2008 Calculator*

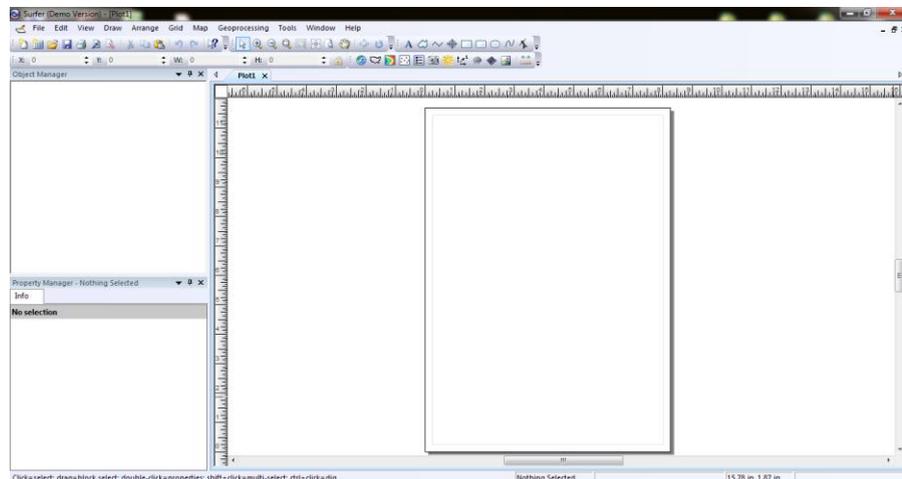
File	Edit	Format	View	Help
5.000000	119.000000	59.782		
5.000000	119.016667	59.871		
5.000000	119.033333	59.961		
5.000000	119.050000	60.051		
5.000000	119.066667	60.140		
5.000000	119.083333	60.230		
5.000000	119.100000	60.319		
5.000000	119.116667	60.409		
5.000000	119.133333	60.499		
5.000000	119.150000	60.588		
5.000000	119.166667	60.678		
5.000000	119.183333	60.766		
5.000000	119.200000	60.853		
5.000000	119.216667	60.941		
5.000000	119.233333	61.029		
5.000000	119.250000	61.116		
5.000000	119.266667	61.204		
5.000000	119.283333	61.291		
5.000000	119.300000	61.379		
5.000000	119.316667	61.466		
5.000000	119.333333	61.554		
5.000000	119.350000	61.641		
5.000000	119.366667	61.729		
5.000000	119.383333	61.816		
5.000000	119.400000	61.904		
5.000000	119.416667	61.991		
5.000000	119.433333	62.079		
5.000000	119.450000	62.166		
5.000000	119.466667	62.254		
5.000000	119.483333	62.341		
5.000000	119.500000	62.429		
5.000000	119.516667	62.516		
5.000000	119.533333	62.604		
5.000000	119.550000	62.691		
5.000000	119.566667	62.779		
5.000000	119.583333	62.866		
5.000000	119.600000	62.954		
5.000000	119.616667	63.041		
5.000000	119.633333	63.129		
5.000000	119.650000	63.216		

Gambar 13 Contoh sampel data yang diperoleh

3.4.2 Permodelan

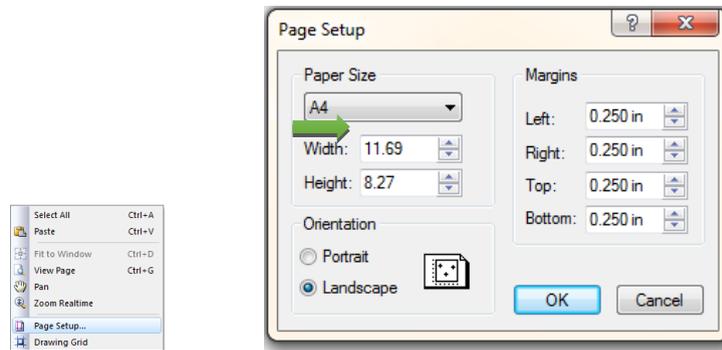
Permodelan data – data yang sudah di proses pada *Software Alltrans EGM2008 Calculator* menggunakan *Software Surfer 11*, berikut proses permodelannya :

1. Buka *Software Surfer 11*.



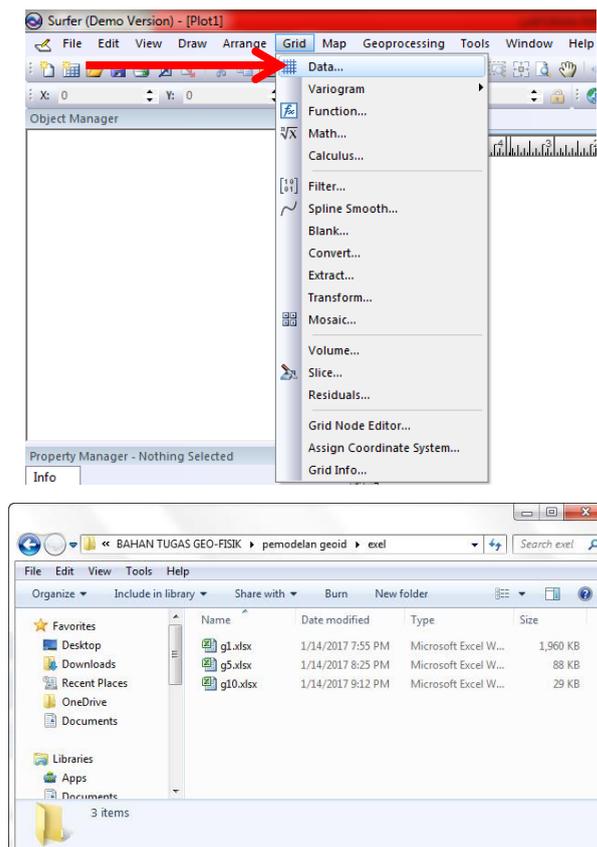
Gambar 14 Tampilan *Software Surfer 11*

2. Atur kertas pada layout dengan cara klik kanan pada kertas kemudian muncul berbagai pilihan menu pilih *Page Setup*, atur sesuai kebutuhan.



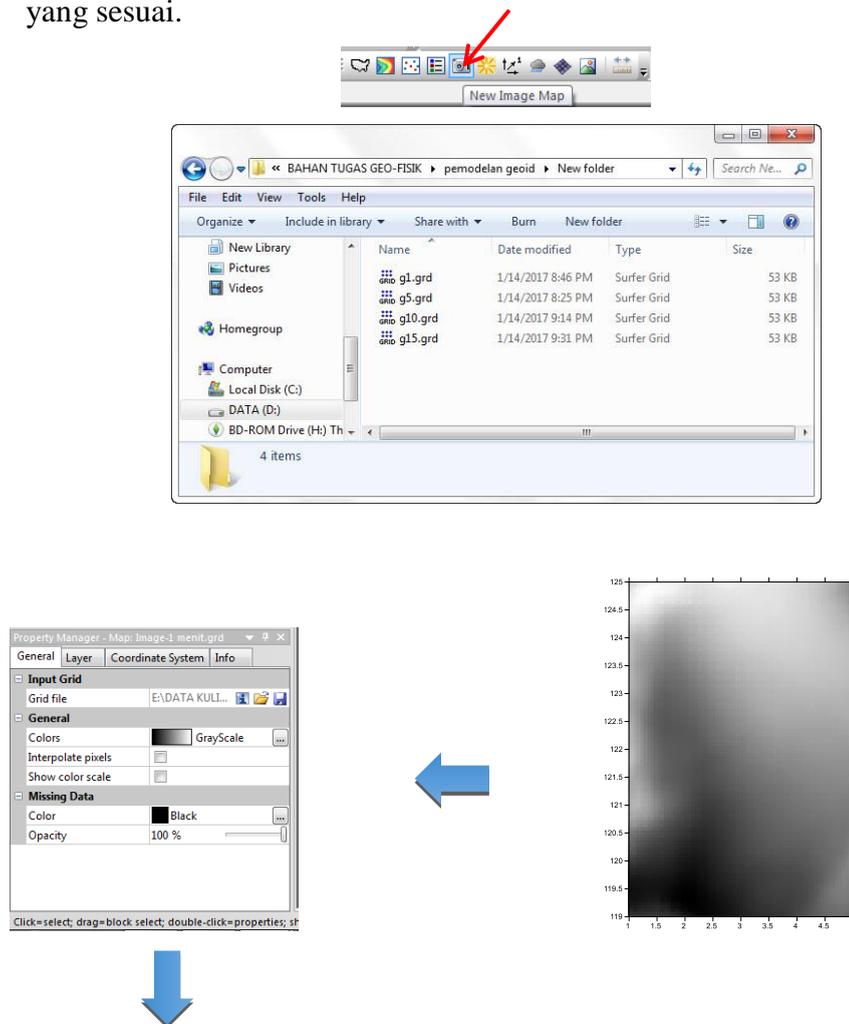
Gambar 15 Proses Atur Kertas

3. Selanjutnya pilih menu *Grid* → *Data* → akan muncul *window Open Data* pilih data yang akan di proses. Setelah proses selesai data siap digunakan pada *Software Surfer 11*.

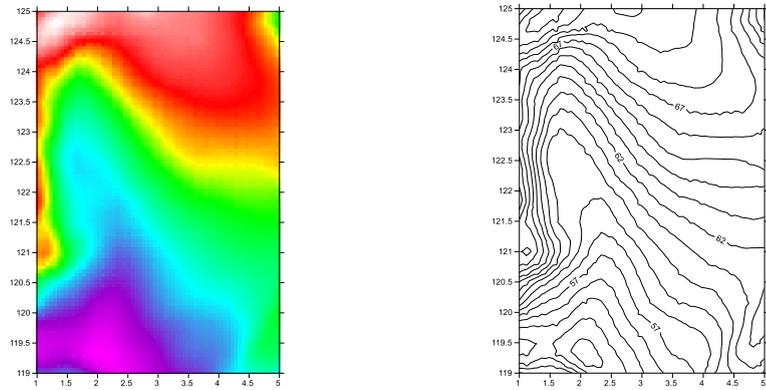


Gambar 16 Proses Pengolahan Data di *Software Surfer 11*

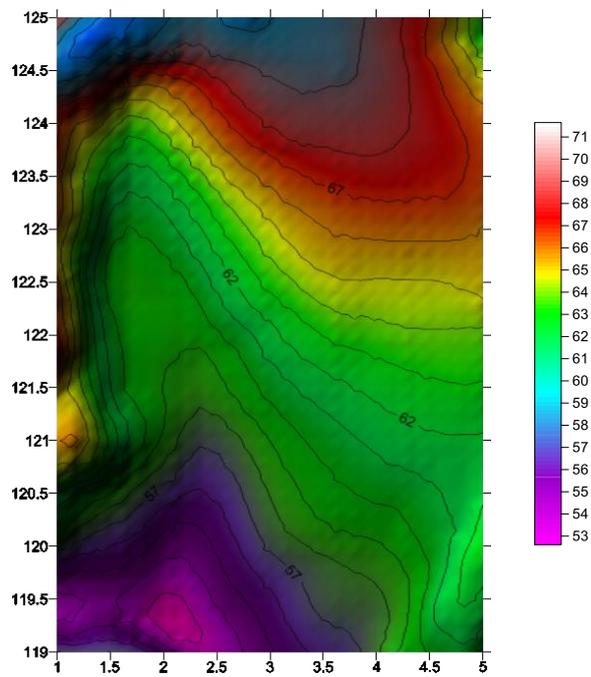
4. Dalam permodelan ini akan ditampilkan Surface 3D tampak atas, Surface 3D tampak samping dan kontur. Berikut proses yang dilakukan : Pilih *New Image Map* → akan muncul *window Open Data* pilih data yang akan di proses → kemudian akan muncul tampilan yang masih berwarna *GrayScale* → rubah tampilan warna sesuai keinginan pada *General Colours* → akan muncul sesuai pilihan → untuk menampilkan kontur dan bentuk 3Dnya klik kanan pada *Image* kemudian *Add Contour Layer* dan *3D Surface Layer* hingga menampilkan pemodelan geoid yang sesuai.



Gambar 17 Proses Pengolahan 3D Surfer



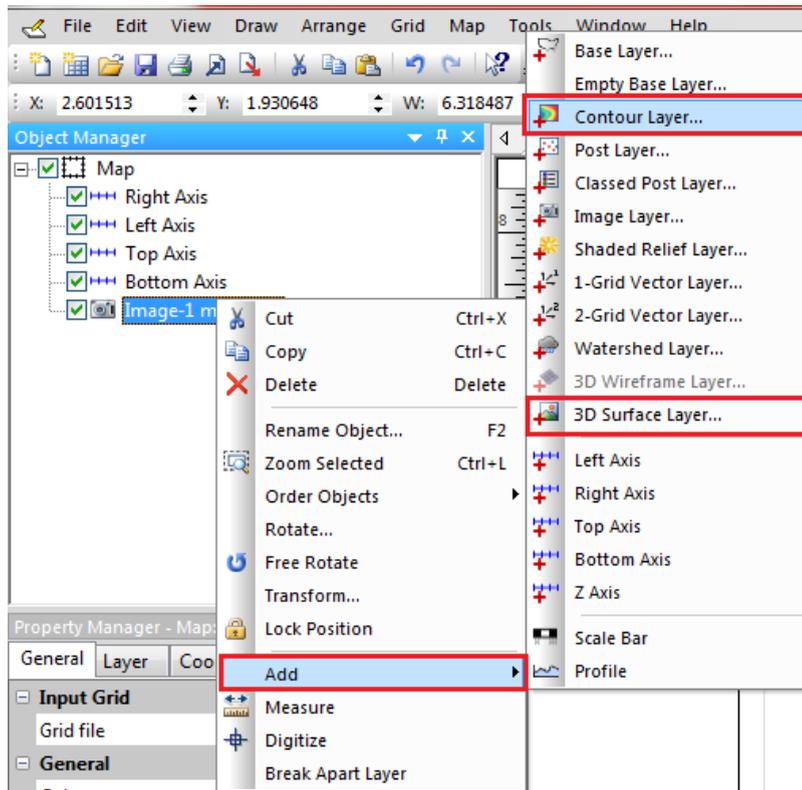
Modelan Geoid Interval Spacing 1' x 1' (Triangulation)



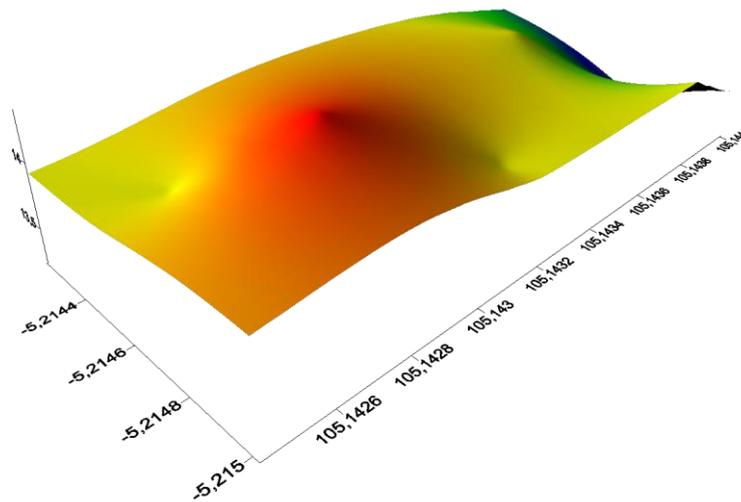
Gambar 18 Tampilan 3D Surfer

3.5 Penggambaran

Penggambaran elevasi dilakukan setelah pengolahan data selesai, hasil dari proses penggambaran berupa peta yang kemudian terdapat perbedaan ketelitian elevasi dalam pengukuran antara alat *GNSS* dengan alat *waterpass*. Model geoid di gambarkan dengan *Surfer* atau *Global Mapper*.



Gambar 19 Proses pembuatan model geoid dengan 3D Surfer



Gambar 20 Model undulasi geoid dengan 3D Surfer

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian penentuan tinggi orthometrik menggunakan metode RTK NTRIP-Levelling, dapat peneliti simpulkan sebagai berikut:

1. Nilai undulasi SRGI memiliki nilai sebesar 14,241 m dan nilai undulasi EGM 2008 sebesar 13,914 m.
2. Berdasarkan perka BIG hasil kedua ketelitian masuk skala 1:1.000 untuk ketelitian geometri peta RBI, sehingga tinggi dari pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP dengan geoid SRGI dapat digunakan untuk pengukuran topografi.

4.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penentuan tinggi orthometrik pada penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data referensi titik tinggi yang akurat untuk keperluan praktikum di lingkungan Universitas Lampung
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan cakupan daerah yang lebih luas dan daerah dengan terrain yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H., Andreas, H., Maulana, D., Hendrasto, M., Gamal, M., dan K. Suganda, O. 2004. Penentuan Tinggi Orthometrik Gunung Semeru Berdasarkan Data Survei GPS dan Model Geoid EGM 1996. *ITB Journal of Sciences*, 36(2), 145–157. <https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2004.36.2.4>
- Lestariya, A. W., dan Ramdani, D. 2006. Analisis Komparatif Penentuan Tinggi dengan GPS dan Sipat Datar. *Geomatika*, 12(1), 1–10.
- Mohammad, R., Gani, G., Hadian, D., dan Koesoemadinata, R. C. 2008. Penggunaan Egm 2008 pada Pengukuran Gps Levelling di Lokasi Deli Serdang- Tebing Tinggi Provinsi Sumatera Utara. *Seminar Nasional FTG Universitas Padjadjaran*, 131–135.
- Rakapuri, G., Sudarsono, B., dan Yuwono, D. 2016. PEMODELAN GEOID LOKAL UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG Studi Kasus: Universitas Diponegoro Semarang. *Jurnal Geodesi Undip Oktober*, 5(4), 15–21.
- Ramdani, D. (2010). Penggunaan EGM2008, EGM1996 dan GPS-Leveling Untuk Tinggi Undulasi Geoid Di Sulawesi. *Widyariset*, 135–139.
- Sai, S. 2010. Studi Penentuan Tinggi Orthometrik Menggunakan Metode Gps Heighting (Studi Kasus: Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandara Abdurahman Saleh Malang). *Spectra*, VIII(15), 51–62.