

**PEMODELAN GEOID LOKAL UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**Studi Kasus: Universitas Diponegoro Semarang**

Galih Rakapuri, Bambang Sudarsono, Bambang Darmo Yuwono<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788  
Email : galihrakapuri@gmail.com

**ABSTRAK**

Geoid disebut sebagai model bumi yang mendekati sesungguhnya. Lebih jauh geoid di definisikan sebagai bidang equipotensial gayaberat atau bidang nivo yang berimpit dengan permukaan laut rata – rata dan tidak terganggu (Kahar, S. 2007). Di dalam geodesi geoid bereferensi terhadap ellipsoid karena ellipsoid merupakan model matematis pendekatan bumi. Jarak antara permukaan ellipsoid dengan geoid dinamakan undulasi geoid. Di dalam geodesi besaran tinggi adalah salah satu unsur posisi yang sangat penting.

Dalam penelitian ini metodologi yang digunakan adalah pengukuran gravimeter yang hasilnya diolah di *software gravsoft* sehingga menghasilkan pola undulasi gravimetrik. Dibandingkan dengan metodologi pengukuran sipat datar dan GPS geodetik sehingga menghasilkan tinggi H elevasi (ortometrik) dan tinggi h ellipsoid, hasil dari pengukuran digabungkan untuk menghasilkan pola undulasi geometrik .

Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai undulasi geoid didalam Universitas Diponegoro Tembalang Semarang yang dihasilkan dari metode gravimetrik menggunakan model gayaberat terukur berada pada rentang nilai terendah 26,177 meter berada di titik GD 35 hingga rentang nilai tertinggi 26,1960 meter berada di titik GD 23 dan GD 22. Sedangkan untuk nilai undulasi geoid local di wilayah Universitas Diponegoro Tembalang Semarang yang dihasilkan dari metode geometrik berada pada rentang nilai 26,658 meter di GD 35 hingga 26,737 meter di GD 05. Hasil geoid lokal Diponegoro Tembalang Semarang belum bisa di jadikan acuan tinggi untuk pengukuran praktis, kaerna nilai hasil pengukuran belum teliti.

Kata Kunci : Geoid, Geometrik, Gravimetrik, Undulasi

**ABSTRACT**

*Geoid is called as an earth model which approach to the real earth surface. Furthermore, geoid is an gravity equipotential field or nivo field which coincide to the mean sea level and not disturb field (?) Geoid is referenced to ellipsoid because ellipsoid is mathematical model of earth approach. The distant between ellipsoid surface and geoid is called geoid undulation. Height element is one of important position elements in geodesy science.*

*This research used gravimeter measurement method which its results was analyzed using gravsoft software so that producing the gravimetric undulation patterns. It then compared to leveling and GPS Geodetic method in order to get the result as H-elevation (orthometrik) and h-elevation (ellipsoid). The results of measuring was then combined to get geometric undulation patterns.*

*By this research, it was finally known that geoid undulation value in Diponegoro University, Semarang which was gotten from gravimetric method used measured-gravity model has the lowest value of 26,177 in GD 35 and the highest value of 26,196 in GD 23 and GD 22. Besides, local geoid undulation value in Diponegoro University, Tembalang which was gotten from geometric method was in range of 26,658 – 26,737 in GD 35 and GD 05, respectively. Local geoid result in Diponegoro Semarang can't be used as reference for height practical measurement model because it is still not accurate.*

**Keywords :** Geoid, Geometrik, Gravimetry, Undulation

<sup>\*) Penulis, PenanggungJawab</sup>

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Geoid disebut sebagai model bumi yang mendekati sesungguhnya. Lebih jauh geoid di definisikan sebagai bidang equipotensial gayaberat atau bidang nivo yang berimpit dengan permukaan laut rata – rata dan tidak terganggu (Kahar, S. 2007). Di dalam geodesi geoid bereferensi terhadap ellipsoid karena ellipsoid merupakan model matematis pendekatan bumi. Jarak antara permukaan ellipsoid dengan geoid dinamakan undulasi geoid. Di dalam geodesi besaran tinggi adalah salah satu unsur posisi yang sangat penting.

Geoid merupakan referensi tinggi yang dipakai penentuan tinggi orthometrik. Tinggi orthometrik adalah tinggi yang mengacu pada permukaan geoid. Tinggi inilah yang dapat digunakan dalam keperluan praktis seperti survei rekayasa, survei pemetaan. Pada saat ini dan yang akan datang kebutuhan akan model geoid akan mendesak karena pesatnya pengukuran menggunakan GPS untuk keperluan survei rekayasa dan pemetaan.

Berdasarkan bidang referensi yang digunakan, dikenal sistem tinggi geodesi geometrik dan sistem tinggi geodesi fisis. Terdapat macam macam tinggi yaitu tinggi normal, tinggi orthometrik, tinggi dinamis (Navratial dan unger, 2013). Survei pemetaan dan rekayasa dapat menggunakan tinggi geometrik dan tinggi orthometrik yang masing – masing menggunakan bidang referensi berupa ellipsoid dan geoid. Namun demikian, untuk keperluan praktis penentuan tinggi dapat menggunakan bidang referensi berupa mean sea level (MSL). MSL direalisasikan dengan tanda titik geodesi (TTG). Indonesia yang terdiri dari berbagai pulau tidak memungkinkan di bentuknya jaring TTG yang saling terhubung. Di UNDIP sendiri referensi tinggi geoid juga digunakan untuk keperluan praktis, seperti pengikatan titik titik BM yang belum terikat dan belum memiliki koordinat.

Dalam penelitian ini pengukuran praktis di Universitas Diponegoro Tembalang Semarang sangat diperlukan, karena sebagai pengadaan referensi tinggi titik ikat BM. Referensi – referensi titik ikat BM UNDIP di peruntukan untuk pengukuran praktis, dan digunakan juga untuk keperluan pengukuran gedung, waduk, dainase serta jalan. Dari titik ikat BM UNDIP bisa dibentuk model geoid local. UNDIP sendiri memerlukan referensi tinggi dan, pemodelan geoid bisa digunakan sebagai referensi tinggi di daerah UNDIP. Pemodelan geoid bisa dilakukan pengukuran dengan dua metode, metode tersebut adalah metode gravimetrik dan metode geometrik..

Berdasarkan latar belakang tersebut diuraikan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil nilai hitungan metode geoid geometrik dan metode geoid gravimetrik?
2. Bagaimana model lokal geoid UNDIP?

Ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Wilayah studi dilaksanakan di kawasan sekitar Universitas Diponegoro Semarang.
2. Data berupa pengukuran sipat datar dan gaya berat.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1 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 geodetic 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 gayaberat normal yang digunakan. Titik-titik yang memiliki geopotensial yang sama memiliki tinggi dinamis yang sama, karena besarnya gayaberat 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.

### II.2 Geoid

Geoid disebut sebagai model bumi yang mendekati sesungguhnya. Lebih lanjut geoid didefinisikan sebagai bidang equipotensial gayaberat atau bidang nivo yang berimpit dengan permukaan air laut rata-rata (yang tidak terganggu) (Kahar, S. 2007). Banyak ahli mengatakan bahwa definisi geoid tersebut hanyalah suatu ilusi saja, karena suatu permukaan laut rata-rata ideal tanpa gangguan itu tidak pernah ada. Banyak sekali factor-faktor yang mempengaruhi permukaan air laut dan factor tersebut cukup besar, mengingat air laut yang berupa benda cair tentunya tidak mudah bergerak bila ada pengaruh yang kecilpun. Walaupun permukaan air laut yang ideal tidak akan pernah ada, namun tentunya hal itu biasa didekati, yaitu dengan memperhitungkan semua koreksi-koreksi yang harus diberikan kepada permukaan laut tersebut. Dalam hubungannya air laut rata-rata (MSL), topografi muka laut (*sea surface topogrsphy = SST*) mempunyai undulasi terhadap MSL sekitar kurang lebih 2 meter.

Penentuan geoid adalah penentuan penyimpangan geoid atau undulasi geoid (N) dan defleksi vertikal ( $\xi$ ) terhadap ellipsoid referensi. Jarak geoid terhadap ellipsoid disebut undulasi geoid (N). Nilai undulasi geoid inilah yang ditentukan untuk memodelkan bentuk geoid yang sebenarnya. Nilai dari undulasi geoid tidak sama di semua tempat, hal ini disebabkan ketidak seragaman sebaran densitas massa bumi..

### II.3 Gayaberat

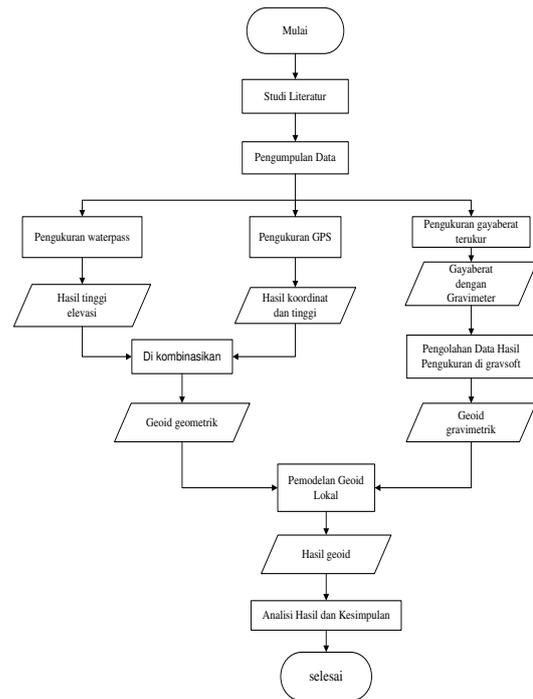
Pengukuran percepatan gayaberat di permukaan bumi merupakan salah satu pekerjaan bagi geodesi dan geofisika. Dalam bidang geofisika, data percepatan gayaberat merupakan bahan interpretasi densitas massa di bawah permukaan bumi untuk menentukan jenis, bentuk, dan ukuran dari suatu material geologi (Li dan Gotze.2001). gayaberat adalah salah satu metode dalam geofisika yang pada prinsipnya adalah berdasarkan anomaly gayaberat yang muncul karena adanya variasi rapat massa batuan yang menggambarkan adanya struktur geologi di bawah permukaan bumi.

Adanya variasi rapat massa batuan di suatu tempat dengan tempat lain, akan menimbulkan medan gaya gravitasi yang tidak merata, perbedaan inilah yang terukur di permukaan bumi. Di permukaan bumi nilai percepatan gravitasi bui dipengaruhi oleh lima faktor, yaitu lintang, ketinggian, topografi di sekitar titik pengukuran, interaksi bumi dengan matahari dan bulan (pasang surut), serta perbedaan rapat masa massa batuan di bawah permukaan bumi.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### III.1 Lokasi Penelitian

Kota Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia secara astronomis Kota Semarang terletak di pantai Jawa Tengah dengan posisi  $06^{\circ} 50'$  -  $07^{\circ} 10'$  LS dan  $109^{\circ} 35'$  -  $110^{\circ} 50'$  BT dan memiliki luas wilayah 37,366 Ha atau 373,70 km<sup>2</sup>. Di sebelah utara Kota Semarang merupakan kawasan pantai laut Jawa dan di sebelah selatan merupakan kawasan perbukitan. Secara topografi, Kota Semarang terdiri atas dataran rendah dan dataran tinggi sehingga memiliki ketinggian yang bervariasi. Penelitian dilakukan di kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang. Gambaran umum uraian metode penelitian tersebut dapat dilihat berupa diagram alir pada gambar III-1 berikut



Gambar III-1. Diagram Alir Penelitian

### III.2 Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam pemodelan geoid local UNDIP antara lain:

1. Data gayaberat relatif di titik-titik pengamatan pada bulan Oktober tahun 2014, berdasarkan penelitian L.M Sabri, ST. MT.
2. Data pengamatan gps di kawasan UNDIP.
3. Data pengukuran leveling.
4. Koefisien geopotensial dari model geopotensial global EGM2008 derajat dan orde 120.

Adapun beberapa *hardware* dan *software* yang digunakan adalah :

1. Perangkat Keras (*hardware*)
  - Gravimeter Scintrex CG-5 Autograv.
  - GPS tipe geodetic Topcon Hiper II, Hiper Gb
  - Digital leveling geomax ZDL 700
  - Laptop ASUS tipe k24j
2. Perangkat Lunak (*software*)
  - ArcGIS 10
  - Topcon Link V.7.5
  - TopSURV v.7
  - Gravsoft
  - Microsoft Office 2007

### III.3 Pelaksanaan

Pengumpulan data meliputi data gayaberat relatif menggunakan Gravimeter Scintrex CG-5 Autograv, data tinggi orthometrik hasil pengukuran sipat datar waterpas, serta data koordinat tinggi ellipsoid hasil pengukuran GPS.

**II.3.1 Pengambilan data Gayaberat relatif**

Pengamatan gayaberat menggunakan metode relatif. Pengukuran dan pengambilan data gayaberat dilakukan dengan cara looping dan urutan pengambilan data tiap periode pengukuran harus tetap. Pengukuran dilakukan di seluruh wilayah Kota Semarang, sedangkan penelitian penulis dilakukan hanya dilingkup sekitar kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang. Hal ini bertujuan supaya masing-masing titik gayaberat mendapatkan koreksi drift yang lebih kecil dibanding pada titik di akhir looping. Untuk setiap pengamatan titik dilakukan pembacaan kurang lebih 5 kali pengamatan, tergantung pada kondisi noise atau gangguan di sekitar titik pengamatan.

**III.3.2 Pengambilan Data Pengukuran Leveling**

Pengukuran dilaksanakan dari TTG 449 yang berada di daerah Sukun Kecamatan Banyumanik sampai dengan GD 21 yang berada di daerah Universitas Diponegoro Semarang. Pengukuran sipat datar waterpas menggunakan alat digital leveling ZDL700. Metode pengukur dilakukan dengan cara lompat katak untuk bak ukurnya, penembakan dilakukan dengan BFBF sebanyak 2 bacaan 2 kali berdiri alat untuk perseksi pegi dan pulang.

**III.3.3 Pengambilan Data Pengukuran GPS**

Pengukuran dilaksanakan di sekitar kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang. Pengukuran GPS menggunakan metode statik, durasi waktu pengukuran kisaran 1(satu) sampe 2 (dua) jam pengamatan GPS. Pengamatan GPS menggunakan 4 (empat) alat GPS, 2 (dua) GPS hiper II dan 2 (dua) alat GPS hiper Gb, pengamatan GPS di laksanakan selama dua hari pengamatan.

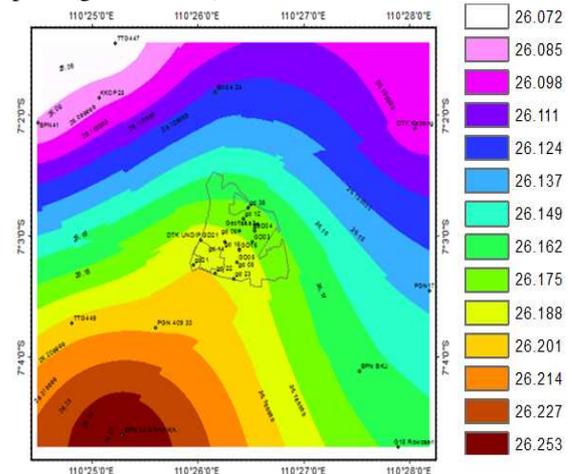
Pengamatan gps menggunakan metode statik, pengamatan secara 6 jam pengamatan, dimana titik koordinat didapat Gd 16 yang diikat ke CSEM terikat atau tereferensi dengan koordinat CSEM.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pemodelan yang diperoleh dari pengolahan data pada software Gravsoft, pengukuran sipat datar (waterpas) dan pengukuran gps geodetik di sekitar kawasn Universitas Diponegoro Tembalang Semarang yaitu perbandingan antara nilai undulasi lokal gayaberat terukur dalam hasil gravsoft dengan nilai undulasi gravimetrik sesuai data dan pengolahan yang ada di lapangan, dan dibandingkan dengan undulasi geoid geometrik. Batasan koordinat pengolahan geoid lokal UNDIP yang digunakan adalah -7°04' LS sampai dengan -6°06' LS dan 110°00' BT sampai dengan 110°08' BT dan di ubah di pengolahan dimodel gravsoft ke batas -7°01' LS sampai dengan -7°0' LS dan 110°04' BT sampai dengan 110°05' BT untuk mempermudah proses pengolahan anomali dan undulasi dimodel gravsoft.

**IV.1 Hasil Hitungan Gravimeter**

Dalam pemodelan geoid, nilai hasil undulasi dari hasil pengolahan dan perhitungan di software Gravsoft dari pengukuran gravimeter di sekitar Tembalang dengan nilai gayaberat terukur menghasilkan nilai undulasi lokal UNDIP dan batas pengolahan -7°04' LS sampai dengan -6°06' LS dan 110°00' BT sampai dengan 110°08' BT dan di ubah di pengolahan dimodel gravsoft ke batas -7°01' LS sampai dengan -7°0' LS dan 110°04' BT sampai dengan 110°05' BT pola undulasi ditunjukkan seperti pada (gambar.IV.1).



Gambar IV.1. Pola Undulasi Universitas Diponegoro Semarang

Tabel IV-1. Hasil Perhitungan Undulasi Gravimetrik

NAME	L	B	Undulasi sekitar UNDIP
BPN41	-7,034512	110,408191	26,087
DTK Ketileng	-7,035240	110,467660	26,104
PGN17	-7,057696	110,469941	26,146
BPN BKJ	-7,068741	110,458923	26,167
G18 Rowosari	-7,079089	110,464945	26,171
TTG447	-7,023640	110,420376	26,072
KKOP28	-7,031060	110,417807	26,095
BM04 24	-7,030391	110,436063	26,126
Geofisika1	-7,048480	110,442380	26,182
Geofisika2	-7,049000	110,442380	26,182
GD04	-7,049440	110,442340	26,184
GD16	-7,052030	110,439930	26,189
GD03	-7,050890	110,441920	26,185
DTK UNDIP	-7,050620	110,433780	26,194
GD05	-7,053670	110,439500	26,192
GD21	-7,050620	110,433780	26,194
PGN 409 33	-7,062785	110,426769	26,207
TTG449	-7,062101	110,413545	26,201
BPN 34 GRAFIKA	-7,077517	110,421437	26,253

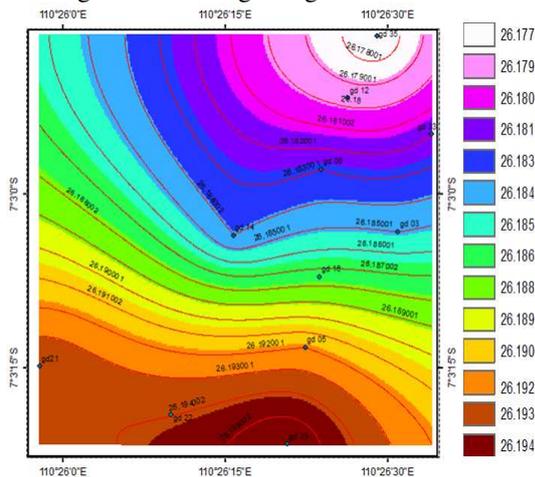
Dari nilai yang dihasilkan pengolahan gravsoft diperoleh nilai maksimum dan nilai minimum. Perhitungan nilai undulasi maksimum terdapat di daerah Banyumanik tepatnya dititik BPN 34 Grafika sebesar 26,253 m, sedangkan nilai undulasi minimum terdapat di daerah pertigaan Kaliwiru tepatnya dititik TTG447 dengan nilai sebesar 26,072 m. Pola yang dihasilkan membentuk kontur sesuai dengan nilai undulasi terendah ke nilai undulasi tertinggi dengan pola berpusat dititik BPN 34 Grafika.

Dari proses pengolahan gravsoft diambil data yang telah terinterpolasi untuk mencari nilai undulasi di kawasan UNDIP. Dengan data pengukuran gayaberat di kawasan UNDIP dititik GD 16, GD 03, GD 05, GD 21 yang telah diproses dan diolah di software pengolahan gravsoft. Dari hasil pengolahan tersebut titik – titik GD terukur menginterpolasi titik – titik GD yang belum terukur disekitarnya. Sedangkan nilai hasil perhitungan undulasi gravimetrik dari interpolasi titik – titik ukuran gayaberat di lokasi penelitian sekitar Universitas Diponegoro Semarang melalui pengukuran gravimeter menghasilkan nilai terendah dan tertinggi. Nilai terendah ditunjukkan di titik GD 35 dengan nilai undulasinya 26,1770 m, sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan di titik GD 23 dengan nilai undulasi 26,1960 m, hasil dari interpolasi titik – titik gravimeter bisa dilihat di tabel berikut,

Table IV-2. Hasil Perhitungan Undulasi Gravimetrik

No	No titik	Undulasi gravimetrik
1	TTG 449	26,201
2	PGN/P29	26,207
3	GD 21/p53	26,194
4	GD 22	26,196
5	GD 23	26,196
6	GD 05	26,192
7	GD 16	26,187
8	GD 14	26,184
9	GD 03	26,185
10	GD 06	26,183
11	GD 12	26,179
12	GD 33	26,182
13	GD 35	26,177

Berikut gambar model geoid gravimetrik



Gambar IV-2. Gambar Model Undulasi Geoid Gravimetrik

#### IV.2 Hasil Hitungan Geoid Geometrik

Data hasil pengukuran leveling berupa tinggi (H) atau tinggi elevasi dikombinasikan dengan data pengamatan GPS yang berupa tinggi (h) atau tinggi ellipsoid. Setelah mengkombinasi hasil dari

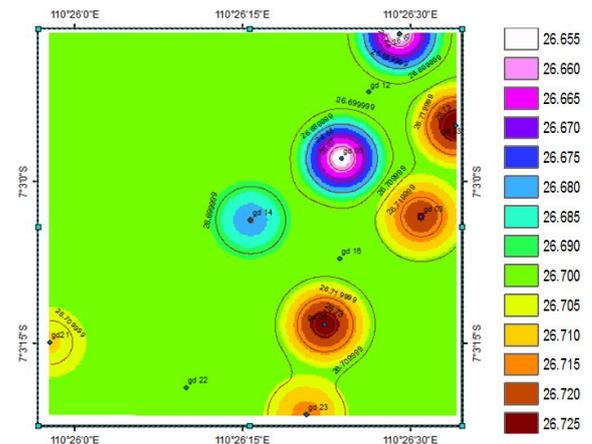
pengukuran leveling (H) dan pengamatan GPS (h) diperoleh nilai undulasi geoid (N).

Nilai hasil kombinasi  $H - h = N$  geoid geometrik dapat dilihat pada tabel sebagai berikut,

Tabel IV-3. Perhitungan Geoid Geometrik

No	No titik	Elevasi	GPS	Undulasi geometrik
1	TTG 449	221,004	247,579	26,575
2	PGN/P29	205,588	232,189	26,601
3	GD 21/p53	205,7735	232,487	26,714
4	GD 22	210,335	237,078	26,743
5	GD 23	195,241	221,962	26,721
6	GD 05	210,096	236,833	26,737
7	GD 16	211,207	237,91	26,703
8	GD 14	197,775	224,464	26,689
9	GD 03	194,699	221,429	26,730
10	GD 06	197,399	224,057	26,658
11	GD 12	187,134	213,8	26,666
12	GD 33	185,684	212,424	26,740
13	GD 35	187,050	213,708	26,658

Perhitungan diatas menunjukkan hasil dari kombinasi perhitungan tinggi elevasi dan tinggi ellipsoid, menghasilkan nilai undulasi geoid geometrik.



Gambar IV-3. Gambar Model Undulasi Geoid Geometrik

#### IV.3 Perbandingan Nilai Undulasi Gravimetrik Dengan Nilai Undulasi Geometrik

Ada beberapa metoda untuk mendapatkan harga undulasi geoid diantaranya metoda geometrik dan metode gravimetrik. Pada metoda geometrik undulasi geoid dihitung dari kombinasi data ketinggian ellipsoid pengukuran GPS dengan ketinggian elevasi atau orthometrik pengukuran sipat datar (levelling), sedangkan pada metode gravimetrik, undulasi geoid dihitung dari data gayaberat terestris dan model geopotensial global (koefisien potensial gayaberat global).

Perbandingsn nilai undulasi geoid lokal UNDIP dilakukan untuk mengetahui nilai selisih

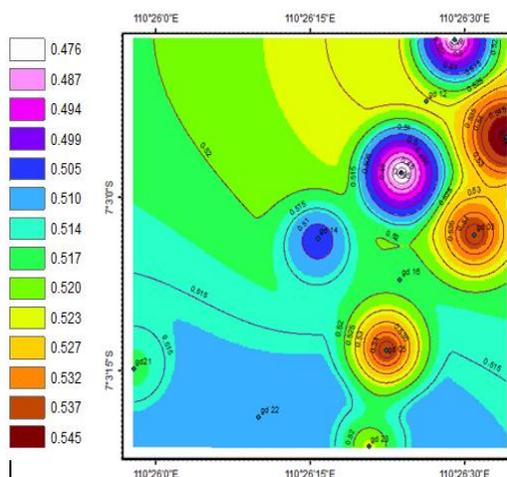
undulasi geoid lokal UNDIP. Perbandingan dilakukan dengan menghitung selisih antara nilai undulasi gravimetrik dengan nilai undulasi geometrik. Berikut hasil selisih diantara undulasi geoid gravimetrik dan geoid geometrik.

Tabel IV-4. Hasil Perhitungan Selisih Undulasi Geoid Gravimetrik Undulasi Geometrik

No	No titik	Elevasi	GPS	Undulasi gravimetrik	Undulasi geometrik	Selisih
1	TTG 449	221,004	247,579	26,201	26,575	-0,374
2	PGN/P29	205,588	232,189	26,207	26,601	-0,394
3	GD 21/p53	205,774	232,487	26,194	26,714	-0,520
4	GD 22	210,335	237,078	26,196	26,743	-0,547
5	GD 23	195,241	221,962	26,196	26,721	-0,525
6	GD 05	210,096	236,833	26,192	26,737	-0,545
7	GD 16	211,207	237,910	26,187	26,703	-0,516
8	GD 14	197,775	224,464	26,184	26,689	-0,505
9	GD 03	194,699	221,429	26,185	26,730	-0,545
10	GD 06	197,399	224,057	26,183	26,658	-0,475
11	GD 12	187,134	213,800	26,179	26,666	-0,487
12	GD 33	185,684	212,424	26,182	26,740	-0,558
13	GD 35	187,050	213,708	26,177	26,658	-0,481
					Simpangan baku	-0,498
						0,055

Hasil perhitungan selisih nilai undulasi geoid gravimetrik dengan nilai undulasi geometrik untuk geoid lokal UNDIP memiliki selisih paling besar berada di titik GD 22 sebesar -0.5470 cm, sedangkan nilai selisih paling kecil berada di titik TTG449 sebesar -0.3740 cm. Untuk ketelitian simpangan baku pertitik berkisar nilai 0.0548 setara dengan 5 sentimeter dari undulasi geoid gravimetrik dan undulasi geoid geometrik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan data gayaberat terestris dalam penelitian ini belum dapat meningkatkan ketelitian.

Berikut gambar model selisih undulasi geometrik dan gravimetrik.



Gambar IV-4. Model Selisih Undulasi Geometrik Dan Gravimetrik

## V. Kesimpulan dan Saran

### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai undulasi geoid lokal di sekitar wilayah UNDIP yang dihasilkan dari metode gravimetrik menggunakan model gayaberat terukur berada pada rentang nilai 26,072 meter berada di titik TTG447 hingga 26,253 meter berada di titik BPN Grafika. Untuk nilai undulasi geoid didalam wilayah UNDIP yang dihasilkan dari metode gravimetrik menggunakan model gayaberat terukur berada pada rentang nilai terendah 26,177 meter berada di titik GD 35 hingga rentang nilai tertinggi 26,196 meter berada di titik GD 23 dan GD 22. Sedangkan untuk nilai undulasi geoid lokal di wilayah UNDIP yang dihasilkan dari metode geometrik berada pada rentang nilai 26,658 meter di GD 35 hingga 26,7370 meter di GD 05. Hasil dari perhitungan selisih nilai undulasi geoid gravimetrik dengan nilai undulasi geometrik untuk geoid lokal UNDIP memiliki selisih paling besar berada di titik GD 03 sebesar -0,545 meter, sedangkan nilai selisih paling kecil berada di titik GD 06 sebesar -0,475 meter.
2. Hasil geoid lokal UNDIP belum bisa dijadikan acuan tinggi untuk pengukuran praktis, karena nilai hasil pengukuran belum teliti.

### V.2 Saran

Dari hasil analisis yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

1. Distribusi titik pengukuran gayaberat sebaiknya dapat mewakili setiap titik tinggi atau titik GD yang ada di Universitas Diponegoro Semarang.
2. Pada setiap titik pengukuran sipat datar harus menggunakan waterpas teliti untuk mendapatkan tinggi orthometrik yang akurat dan pengukuran GPS untuk tinggi ellipsoid harus disertai dengan pengamatan gayaberat terukur.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai interval grid yang digunakan dalam pembuatan bidang detail, bidang kasar, dan bidang referensi dalam perhitungan kontribusi terrain.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai persentase kontribusi gelombang panjang, gelombang menengah, dan gelombang pendek.
5. Penggunaan data SRTM pada perhitungan gelombang rendah harus lebih teliti.

### VI. Daftar Pustaka

- Djurnasih, Eka. Kerangka Dasar Vertikal. Catatan Kuliah. Teknik Geodesi dan Geomatika. ITB. Bandung
- Hofmann-wellenhof, Bernhard, Herlmut Moritz 2005. Physical Geodesy. Springer

- Kahar, Sutomo. 2007. Diktat Pelengkap Kuliah Kerangka Dasar Vertikal. Penerbit Teknik Geodesi UNDIP. Semarang.
- Rastawira, Tanggo., 2013. Pemodelan Geoid Kota Semarang. Progam Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Triarahmanhana, Bagas., 2014. Pemodelan Geoid Lokal D.I. Yogyakarta sebagai Referensi Tinggi Survei Kadaster 3D. Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta