

# KOREKSI TITIK *REFERENCE* DENGAN METODE STATIK PADA PENGUKURAN MIKRO-TOPOGRAFI PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Heri Santoso

**Abstrak** - GPS RTK merupakan bagian dari tipe *Differential GPS* (DGPS) yang mempunyai prinsip data akuisisi lapangan dilakukan koreksi terhadap stasiun acuan (*reference*) atau jaringan. Pemanfaatan DGPS untuk pembuatan peta mikro topografi telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Di perkebunan kelapa sawit, beberapa kewajiban memiliki peta topografi skala detil adalah pada pengelolaan lahan gambut. Ketersediaan titik *reference* dari Badan Informasi Geospasial sebanyak 7.326 titik yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, namun masih terbatas terutama pada areal-areal remote seperti perkebunan kelapa sawit. Penentuan titik *reference* dengan metode *static* merupakan cara yang efisien dan relatif mudah dilakukan. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 15 tahun 2013 tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 menjelaskan ketinggian geoid menjadi sistem referensi vertikal nasional. Pengukuran dengan GPS merupakan ketinggian ellipsoid, sehingga perlu dilakukan penghitungan. Tulisan ini bertujuan untuk melakukan penghitungan ketinggian geoid secara online di BIG dan UNAVCO. Hasil penghitungan menunjukkan ketinggian geoid dari BIG mempunyai selisih sekitar 0.604 meter dengan metode *non cubic (bilinear)* dan 2.922 meter dengan metode interpolasi *cubic*. Penghitungan ketinggian geoid dari BIG mempunyai tingkat ketelitian sebesar 17.3 cm atau setara dengan skala peta 1:5000.

**Kata kunci:** elevasi ellipsoid, elevasi geoid, elevasi orthometric, GPS RTK

## PENDAHULUAN

GPS RTK merupakan bagian dari tipe *Differential GPS* (DGPS) yang mempunyai prinsip data akuisisi lapangan dilakukan koreksi terhadap stasiun acuan (*reference*) atau jaringan. Pemanfaatan DGPS untuk pembuatan peta mikro topografi telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Neale & Chapman, 2014; Santoso, 2014). Di perkebunan kelapa sawit, beberapa kewajiban memiliki peta topografi skala detil adalah pada pengelolaan lahan gambut. Kelestarian gambut sudah menjadi mandatori bagi pelaku usaha perkebunan kelapa sawit yang mengelola lahan gambut. Pengelolaan lahan gambut diharuskan berbasis pada kesatuan hidrologis gambut. Salah satu data yang diperlukan dalam penentuan dan pengelolaan puncak kubah adalah peta topografi

dengan interval kontur 0.5 m (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.10/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2019 Tentang Penentuan, Penetapan, Dan Pengelolaan Puncak Kubah Gambut Berbasis Kesatuan Hidrologis Gambut, 2019).

Pembuatan bangunan konservasi berupa teras gulud di perkebunan kelapa sawit menurut Murtalaksono et al., (2007) memerlukan data beda tinggi antar teras sebesar 80 cm atau dengan kata lain memerlukan peta topografi skala detil (mikro-topografi). Keterbatasan data berupa peta topografi detil mengharuskan manajemen kebun melakukan pemetaan topografi. Pemetaan topografi dapat dilakukan dengan menggunakan pengukuran teresterial (*waterpass* dan *total station*) maupun dengan memanfaatkan *differential global positioning system* (DGPS) (Santoso, 2014; Yuwono & Prasetyo, 2019).

Ketersediaan titik *reference* dari Badan Informasi Geospasial sebanyak 7326 titik yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, namun belum setiap titik

---

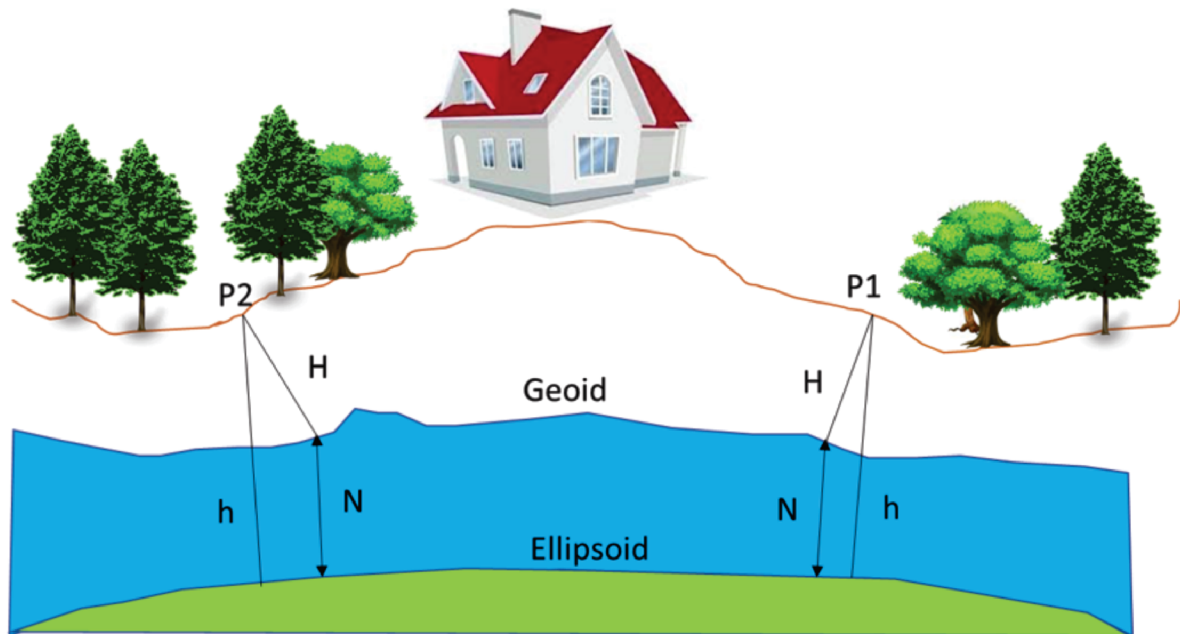
*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Heri Santoso (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia

Email: hs\_jmp@yahoo.com

memiliki nilai horisontal, vertikal, dan gayaberat. Jaringan kontrol geodesi (JKG) yang mempunyai ketiga nilai (horisontal, vertikal, dan gaya berat) hanya berjumlah 317 titik (BIG, 2019), sehingga masih sangat terbatas terutama pada areal-areal remote seperti perkebunan kelapa sawit. Penentuan titik *reference* dengan metode *static* merupakan cara yang efisien dan relatif mudah dilakukan (Correa-

Muños & Cerón-Calderón, 2018; Julianto et al., 2018; Santoso, 2014). Pada pengukuran elevasi terdapat beberapa jenis elevasi yaitu elevasi ellipsoid, geoid, dan ortometrik (Gambar 1). Elevasi ellipsoid adalah ketinggian di atas ellipsoid, elevasi geoid sangat dipengaruhi oleh fluktuasi muka air laut, dan elevasi orthometric adalah ketinggian di atas geoid atau di atas muka air laut (Apel et al., 2012).



Gambar 1. Ilustrasi ketinggian ellipsoid ( $h$ ), geoid ( $N$ ), dan orthometric ( $h$ ). Ilustrasi dimodifikasi dari (Knippers, 2009)

Pelaksanaan pemetaan elevasi saat ini sudah sangat berkembang seiring dengan perkembangan teknologi GPS (Santoso, 2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 15 tahun 2013 tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI 2013) menjelaskan ketinggian geoid menjadi sistem referensi vertikal nasional. Sedangkan pada pengukuran titik-titik *reference* dengan GPS merupakan elevasi ellipsoid. Dengan demikian diperlukan koreksi titik *reference* tersebut ke geoid dan orthometric. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan cara teknis koreksi titik *reference* yang berupa elevasi ellipsoid serta menghitung elevasi geoid dan orthometric secara online.

### Bahan dan Metode

Keberadaan titik *reference* yang terbatas pada areal remote seperti perkebunan kelapa sawit di lahan gambut, penentuan titik *reference* secara *static* menjadi solusi. Pengukuran metode *static* pada tulisan ini mengacu pada dengan menggunakan GPS RTK EPOCH 50. Prinsip pengukuran GPS RTK adalah adanya sebuah titik acuan (*base station*) yang sudah diketahui koordinatnya dan akan dijadikan sebagai titik koreksi terhadap titik-titik akuisisi dengan GPS lapangan (GPS rover) secara *real time*. Beberapa tahap kegiatan dalam penentuan titik *reference* adalah sebagai berikut:

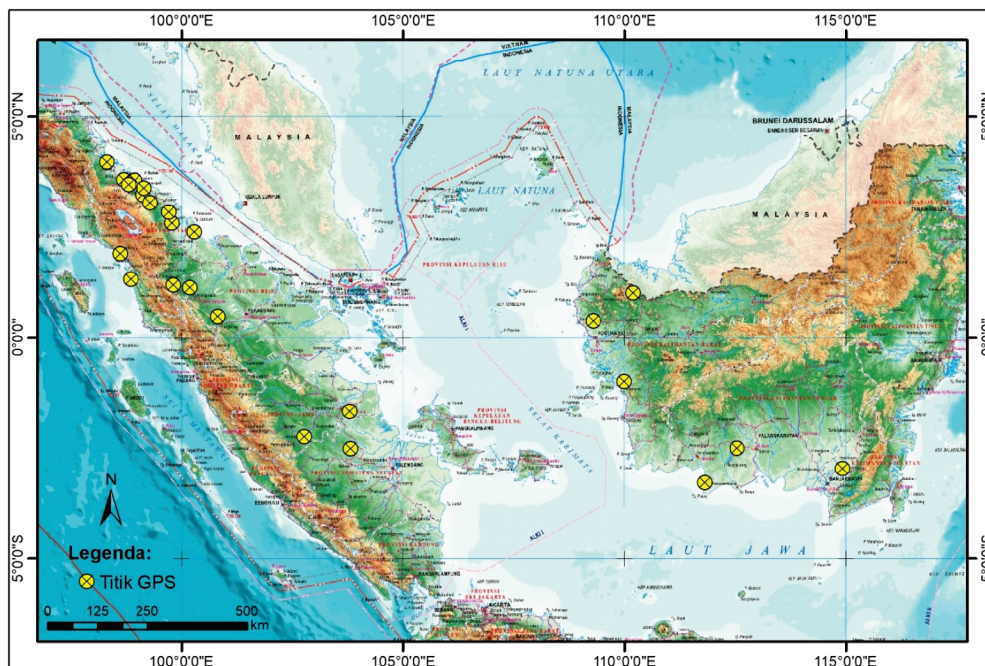
1. Tahap pertama, penentuan *base station* (titik acuan). Penentuan letak untuk titik reference diusahakan lokasi yang relatif aman dan mudah dijangkau. Lokasi titik reference dapat dibuatkan patok untuk keperluan pemetaan. Pemasangan single GPS EPOCH 50 untuk merekam posisi x, y, dan z dengan metode *static* dengan waktu > 2 jam (Donahue et al., 2012).
2. Tahap kedua, koreksi titik reference, data yang didapatkan dari pengukuran metode *static* kemudian dilakukan koreksi dengan metode PPP (*Precise Point Positioning*). Koreksi dilakukan secara *online* pada website CSRS (*Canadian Spatial Reference System*) <http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/> (Santoso, 2014).
3. Tahap ketiga, posisi x, y, dan z hasil koreksi dengan metode PPP digunakan untuk menghitung elevasi geoid dan orthometric secara online dari <https://srgi.big.go.id/srgi2>. Sistem referensi vertical nasional berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 15 tahun 2013 tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI 2013) adalah ketinggian geoid. Ketinggian geoid adalah bidang ekuipotensial medan gaya berat bumi yang berimpit dengan muka laut rata-rata global (<https://www.big.go.id/content/produk/geoid->

indonesia). Sedangkan elevasi orthometric (H) dihitung dari hasil pengukuran elevasi ellipsoid dari GPS (h) dikurangi dengan elevasi geoid (N) ( $H=h-N$ ).

Elevasi geoid selanjutnya dapat digunakan sebagai acuan pengukuran mikrotopografi pada lahan gambut. Data-data yang digunakan pada tulisan ini adalah 24 titik hasil pengukuran titik *reference* dengan metode *static* pada beberapa areal perkebunan lahan gambut dan pasang surut.

### Hasil dan Pembahasan

Sebaran 24 titik base GPS yang digunakan pada tulisan ini disampaikan pada Gambar 2. Enam titik GPS terletak di Pulau Kalimantan dan 18 titik GPS tersebar di Pulau Sumatera. Berdasarkan website BIG (<https://srgi.big.go.id/page/model-geoid>) sebanyak 265 titik validasi di Pulau Kalimantan dengan tingkat ketelitian 6.6 cm dan 26 titik validasi di Pulau Sumatera dengan akurasi tingkat ketelitian sebesar 17.3 cm. Hasil perhitungan ketinggian geoid dari ke-24 titik base GPS disampaikan pada Tabel 1. Berdasarkan akurasi ketinggian tersebut, peta ketinggian yang dihasilkan setara dengan skala peta 1:5000 (BIG, 2019)



Gambar 2. Peta lokasi 24 titik base yang digunakan pada penelitian ini (sumber peta: BIG, 2019)

Ketinggian geoid hasil perhitungan secara online di BIG menunjukkan adanya nilai negatif, hal ini terjadi jika nilai ketinggian geoid berada di bawah ketinggian ellipsoid. Nilai negatif ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut berada di bawah muka air laut, mengingat geoid menunjukkan level muka air laut. Titik-titik yang digunakan dalam tulisan ini sebagian besar

merupakan titik-titik *reference* pada lahan gambut dan pasang surut serta sebagian kecil diambil pada areal kering. Titik-titik pada areal gambut dan pasang surut secara periodik mengalami banjir. Dengan demikian lokasi dengan nilai geoid negatif akan terdampak banjir jika terjadi pasang dan atau hujan yang melebihi daya dukung arealnya.

Tabel 1. Perhitungan ketinggian geoid dan tingkat ketelitian dari BIG

Lintang	Bujur	Ketinggian (m)			Ketelitian (m)
		Ellipsoid	Geoid	Orthometris	
-2.25088	102.7715	43.152	6.272	36.879	0.172
1.310343	98.85574	-12.466	-13.346	0.88	0.172
-1.00203	110.0039	35.221	33.751	1.469	0.246
0.996926	110.1953	78.029	33.941	44.087	0.246
0.366623	109.3015	60.461	31.17	29.29	0.246
2.583721	99.78226	-2.796	-9.252	6.456	0.172
0.465394	100.8221	37.593	-2.661	40.254	0.172
3.219446	99.12283	69.9	-12.954	82.854	0.172
3.556087	98.68704	12.59	-15.739	28.329	0.172
-2.96892	114.9322	45.843	46.88	-1.037	0.246
3.549205	98.94227	1.641	-14.646	16.287	0.172
3.956622	98.31366	2.906	-18.396	21.302	0.172
1.119732	100.1855	59.267	-6.187	65.454	0.172
1.885755	98.60789	0.5	-14.532	15.032	0.172
-2.50667	112.551	47.482	40.801	6.68	0.246
3.374383	99.15234	-1.214	-13.451	12.237	0.172
2.833672	99.71283	5.835	-9.816	15.651	0.172
2.377216	100.2802	0.195	-7.578	7.773	0.172
1.176142	99.81627	194.858	-7.342	202.2	0.172
-3.28701	111.8176	36.6	37.14	-0.54	0.246
3.445836	98.80034	25.866	-14.796	40.662	0.172
3.03683	99.28943	90.127	-11.889	102.016	0.172
-1.68203	103.8024	20.544	10.125	10.418	0.172
-2.52383	103.8192	34.076	10.643	23.432	0.172

Penghitungan elevasi geoid dan orthometric setelah koreksi titik GPS umum dilaksanakan secara online, selain di <https://srgi.big.go.id/srgi2> (SRGI 2013) dapat juga dilakukan secara online di <https://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/geoid-height-calculator/geoid-height-calculator.html> (Karney, 2020). Hasil penghitungan secara online di UNAVCO dan perbedaan penghitungan dari keduanya disampaikan pada Tabel 2. Penghitungan ketinggian geoid di UNAVCO (GeographicLib: Geoid height (sourceforge.io)) dapat dilakukan menggunakan dua metode interpolasi yaitu *bilinear (non-cubic)* dan *cubic (least squares fit)*. Secara umum perbedaan ketinggian hasil penghitungan geoid dan orthometris dari BIG dan UNAVCO dengan metode *cubic* sekitar  $\pm 2.922$  meter dan dengan metode *bilinear* sebesar  $\pm 0.604$  meter. Dengan demikian jika penghitungan geoid dilakukan melalui website UNAVCO, metode penghitungan geoid dengan metode *bilinear* mempunyai selisih yang lebih kecil dengan penghitungan geoid dari website BIG.

## KESIMPULAN

Ketinggian geoid ditetapkan sebagai sistem referensi vertical nasional berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 15 tahun 2013. Koreksi ketinggian ellipsoid dari hasil pengukuran GPS RTK secara static dapat dilakukan dengan metode *precise point positioning* (PPP) secara online pada website CSRS <http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/>. Penghitungan ketinggian geoid dan orthometrik dapat dilakukan secara online melalui website <https://srgi.big.go.id/srgi2>. Akurasi ketelitian penghitungan ketinggian geoid secara online tersebut sebesar 17.3 cm atau setara dengan skala peta 1:5000. Alternatif lain untuk menghitung ketinggian geoid dapat dilakukan secara online melalui website <https://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/geoid-height-calculator/geoid-height-calculator.html> dengan memilih metode interpolasi *non-cubic (bilinear)*.

## DAFTAR PUSTAKA

Apel, H., Hung, N. G., Thoss, H., & Schöne, T. (2012). GPS buoys for stage monitoring of large rivers.

*Journal of Hydrology*, 412–413, 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.043>

- BIG. (2019). *Informasi Produk Model Geoid Indonesia (INAGEOID2020)*. Badan Informasi Geospasial. <http://srgi.big.go.id/page/jaring-kontrol-geodesi>
- Correa-Muños, N. A., & Cerón-Calderón, L. A. (2018). Precision and accuracy of the static gnss method for surveying networks used in civil engineering. *Ingenieria e Investigacion*, 38(1), 52–59. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v38n1.64543>
- Donahue, B., Nrcan, G. S. D., Wentzel, J., & Nrcan, S. G. B. (2012). *Guidelines for RTK / RTN GNSS Surveying in Canada*. July, 0–26.
- Julianto, E. N., Safrel, I., & Taveriyanto, A. (2018). High Accuracy Geodetic Control Point Measurement Using GPS Geodetic With Static Methods. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 20(2), 81–89. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v20i2.16300>
- Karney, C. F. . (2020). *GeographicLib version 1.51*. <https://geographiclib.sourceforge.io/1.51/>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor P.10/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2019 tentang Penentuan, Penetapan, dan Pengelolaan Puncak Kubah Gambut Berbasis Kesatuan Hidrologis Gambut, 1 (2019).
- Knippers, R. (2009). *Geometric Aspects of Mapping*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). [https://kartoweb.itc.nl/geometrics/Reference\\_surfaces/refsurf.html](https://kartoweb.itc.nl/geometrics/Reference_surfaces/refsurf.html)
- Murtalaksono, K., Siregar, H. H., & Darmosarkoro, W. (2007). *Model Neracaair Di Pe Rkebunan Kelapa Sawit (Water Balance Model in Oil Palm Plantation)*. 15(1).
- Neale, T., & Chapman, W. (2014). Precision Agriculture for CTF farms. *Controlled Traffic and Precision Agriculture Conference*, 156–160.
- Santoso, H. (2014). Akurasi Metode Pengukuran GPS RTK (Real Time Kinematic) Untuk Pemetaan Mikro Topografi di Areal

Tabel 2. Perhitungan ketinggian geoid dan tingkat ketelitian dari UNAVCO

Lintang	Bujur	Ketinggian (m)										
		Geoid					Orthometris					
		Ellipsoid	BIG	UNAVCO-1	UNAVCO-2	Delta-1	Delta-2	BIG	UNAVCO-1	UNAVCO-2	Delta-1	Delta-2
-2.250881667	102.7715361	43.152	6.272	5.56	6.68	0.712	-0.408	36.879	37.59	36.47	-0.711	0.409
1.310342697	98.85573616	-12.466	-13.346	-10.06	-13.82	-3.286	0.474	0.88	-2.41	1.35	3.29	-0.47
-1.002028697	110.0038639	35.221	33.751	30.41	33.42	3.341	0.331	1.469	4.81	1.8	-3.341	-0.331
0.996925989	110.1952922	78.029	33.941	33.63	33.25	0.311	0.691	44.087	44.4	44.78	-0.313	-0.693
0.366623078	109.3014776	60.461	31.17	35.49	30.42	-4.32	0.75	29.29	24.97	30.04	4.32	-0.75
2.5837214	99.78226452	-2.796	-9.252	-6.89	-9.98	-2.362	0.728	6.456	4.09	7.19	2.366	-0.734
0.465394119	100.8221005	37.593	-2.661	0.3	-3.27	-2.961	0.609	40.254	37.3	40.87	2.954	-0.616
3.219445692	99.12283393	69.9	-12.954	-9.69	-13.78	-3.264	0.826	82.854	79.59	83.68	3.264	-0.826
3.556087	98.68703992	12.59	-15.739	-12.57	-16.74	-3.169	1.001	28.329	25.16	29.33	3.169	-1.001
-2.968923672	114.9321707	45.843	46.88	54.88	45.32	-8	1.56	-1.037	-9.03	0.52	7.993	-1.557
3.549204528	98.94227133	1.641	-14.646	-10.77	-15.43	-3.876	0.784	16.287	12.41	17.07	3.877	-0.783
3.956622139	98.31365833	2.906	-18.396	-16.68	-19.55	-1.716	1.154	21.302	19.58	22.46	1.722	-1.158
1.119732333	100.1855376	59.267	-6.187	-0.57	-6.59	-5.617	0.403	65.454	59.83	65.86	5.624	-0.406
1.885755278	98.60789464	0.5	-14.532	-10.67	-15.18	-3.862	0.648	15.032	11.17	15.68	3.862	-0.648
-2.506668417	112.5509516	47.482	40.801	43.85	39.91	-3.049	0.891	6.68	3.63	7.57	3.05	-0.89
3.374383167	99.15234311	-1.214	-13.451	-11.28	-14.15	-2.171	0.699	12.237	10.07	12.94	2.167	-0.703
2.833671833	99.71282914	5.835	-9.816	-8.29	-10.52	-1.526	0.704	15.651	14.12	16.36	1.531	-0.709
2.377216167	100.2801684	0.195	-7.578	-3.03	-8.1	-4.548	0.522	7.773	3.23	8.29	4.543	-0.517
1.1761415	99.81627456	194.858	-7.342	-6.45	-7.91	-0.892	0.568	202.2	201.31	202.77	0.89	-0.57
-3.287011961	111.8175586	36.6	37.14	41.73	36.74	-4.59	0.4	-0.54	-5.13	-0.14	4.59	-0.4
3.445836361	98.80034197	25.866	-14.796	-12.48	-15.74	-2.316	0.944	40.662	38.34	41.61	2.322	-0.948
3.036829528	99.28943147	90.127	-11.889	-8.34	-12.65	-3.549	0.761	102.016	98.47	102.78	3.546	-0.764
-1.682026194	103.8024172	20.544	10.125	14.63	10.46	-4.505	-0.335	10.418	5.91	10.09	4.508	0.328
-2.523826139	103.8192415	34.076	10.643	15.55	10.86	-4.907	-0.217	23.432	18.53	23.21	4.902	0.222

Keterangan: BIG= Badan Informasi Geospasial; UNAVCO-1 = penghitungan geoid dengan metode *cubic*; UNAVCO-2 = penghitungan geoid dengan metode *non-cubic*

Perkebunan Kelapa Sawit. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 22(3), 134–143.

Yuwono, B. D., & Prasetyo, Y. (2019). Analysis Deformation Monitoring Techniques Using GNSS Survey and Terrestrial Survey (Case

Studi: Diponegoro University Dam, Semarang, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 313(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/313/1/01204>

