

INTISARI

Badan Informasi Geospasial (BIG) menetapkan INAGEOID2020 sebagai model geoid nasional melalui Keputusan Kepala BIG Nomor 81 Tahun 2020. INAGEOID2020 dihasilkan dari kombinasi data gayaberat teristris dan *airborne*, model geoid EGM2008, dan data topografi SRTM15. INAGEOID2020 merupakan geoid gravimetrik yang dihitung menggunakan formula *Stokes'* dengan teknik *Remove Compute Restore* dan pendekatan *Fast Fourier Transformation*. Akurasi INAGEOID2020 paling tinggi sebesar 5,1 cm di Pulau Jawa dan paling rendah sebesar 22,4 cm di Pulau Sulawesi. Sesuai Peraturan Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Petunjuk Teknis Ketelitian Peta Dasar, akurasi INAGEOID2020 hanya mampu mendukung pemetaan skala besar 1:5.000. Kondisi itu mendorong diperlukan upaya untuk menghasilkan model geoid di wilayah Indonesia dengan tingkat akurasi yang mampu mendukung pemetaan skala besar sampai 1:1.000. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu menggunakan formula *Hotine* untuk memodelkan geoid.

Pemodelan geoid gravimetrik menggunakan formula *Hotine* dilakukan di wilayah Pulau Bali dengan batasan wilayah dari 8° s.d. 9° Lintang Selatan dan 114,25° s.d. 115,75° Bujur Timur dengan interval grid sebesar 0,01° x 0,01°. Model geoid dihasilkan dari kombinasi data gangguan gayaberat teristris dan *airborne*, model geoid EGM2008 pada derajat 360, data topografi SRTM15, dan data gayaberat laut DTU17. Berdasarkan pada data gayaberat yang digunakan, terdapat tiga model geoid yang dihasilkan, yaitu model geoid dari data teristris, data *airborne*, dan gabungan keduanya. Nilai geoid dikurangkan (*shifting*) dengan nilai undulasi dari empat stasiun pasang surut laut yang terdiri atas stasiun Tanjung Benoa, Celukan Bawang, Nusa Penida, dan Jembrana. Validasi akurasi model geoid menggunakan 154 titik TTG *co-sited* GNSS/sipat datar teliti yang menghubungkan stasiun Tanjung Benoa dan Celukan Bawang. Evaluasi ketelitian vertikal model geoid terhadap skala peta menggunakan 30 titik TTG dan mengacu pada Peraturan Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2018.

Berdasarkan penelitian ini diperoleh tiga kesimpulan. Pertama, model geoid Pulau Bali memiliki pola yang hampir sama dengan undulasi model EGM2008 derajat 360 dan INAGEOID2020 yaitu peningkatan nilai undulasi dari sisi barat daya ke timur laut dengan nilai 32 s.d. 37 m. Hasil validasi menunjukkan bahwa model geoid teristris menggunakan jarak sferis 0,9° memberikan akurasi yang paling tinggi sebesar 20,9 cm. Model geoid *airborne* dan gabungan dengan jarak sferis tersebut menghasilkan akurasi sebesar 19,8 cm dan 20,1 cm, sedangkan INAGEOID2020 sebesar 20,5 cm. Selain itu, koreksi topografi dari data SRTM15 memberikan pengaruh terhadap akurasi model geoid yang relatif kecil, yaitu $\pm 1,3$ mm. Kesimpulan kedua menunjukkan model geoid yang dihasilkan dengan formula *Hotine* lebih akurat daripada model INAGEOID2020 dengan formula *Stokes'*. Validasi ketelitian menunjukkan model geoid teristris, *airborne*, gabungan, dan INAGEOID2020 menghasilkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) secara berurutan sebesar 23,4, 22,9, 23,7, dan 52,3. Penggunaan batas *Linier Error* pada tingkat kepercayaan 90% (LE90) menunjukkan bahwa dengan nilai RMSE model geoid teristris, *airborne*, dan gabungan dapat digunakan untuk pemetaan pada skala 1:1.000 kelas 3, sedangkan INAGEOID2020 hanya mampu untuk skala 1:5.000 kelas 1 atau skala 1:2.500 kelas 3. Kesimpulan ketiga menunjukan model geoid yang dihasilkan dengan formula *Hotine* dapat digunakan untuk pemetaan skala lebih besar dari 1:5.000.

Kata kunci: Model geoid, formula *Hotine*.

ABSTRACT

The National Geospatial Information Agency of Indonesia (BIG) has designated INAGEOID2020 as the national geoid model through Decision of the Head of BIG Number 81 of 2020. INAGEOID2020 is derived from a combination of terrestrial and airborne gravity data, the EGM2008 geoid model, and SRTM15 topographic data. INAGEOID2020 is a gravimetric geoid calculated using Stokes' formula with the Remove Compute Restore technique and Fast Fourier Transformation approach. The highest accuracy of INAGEOID2020 is 5.1 cm in Java Island, while the lowest accuracy is 22.4 cm in Sulawesi Island. According to the Head of BIG Regulation Number 6 of 2018 concerning Revises to Head of BIG Regulation Number 15 of 2014 on Technical Instructions for Basic Map Accuracy, the accuracy of INAGEOID2020 can only support large-scale mapping up to 1:5,000. Given this limitation, efforts are required to produce a geoid model in Indonesia with a higher level of accuracy to support large-scale mapping up to 1:1,000. One of the methods that can be used is the Hotine formula for geoid modeling.

The gravimetric geoid modeling using the Hotine formula was conducted in the Bali Island region, bounded by 8° to 9° South Latitude and 114.25° to 115.75° East Longitude, with a grid interval of 0.01° x 0.01°. The geoid model was generated from a combination of terrestrial and airborne gravity disturbance data, the EGM2008 geoid model at degree 360, SRTM15 topographic data, and DTU17 marine gravity disturbance data. Based on the gravity data used, three geoid models were produced i.e., terrestrial data, airborne data, and combining both. The geoid values were shifted by subtracting them from the undulation values of four tide gauge stations: Tanjung Benoa, Celukan Bawang, Nusa Penida, and Jembrana. The accuracy of the geoid model was validated using 154 precise co-located GNSS/leveling points that connect the Tanjung Benoa and Celukan Bawang stations. The vertical accuracy evaluation of the geoid model against map scale used 30 points and referred to the regulations stated in Head of BIG Regulation Number 6 of 2018.

From this study, three conclusions were drawn. **First**, the geoid model of Bali Island has a similar pattern to the undulation of the EGM2008 model at degree 360 and INAGEOID2020, with an increase in undulation values from the southwest to the northeast with values ranging from 32 to 37 meters. The validation results showed that the terrestrial geoid model using a spherical distance of 0.9° provided the highest accuracy at 20.9 cm. The airborne and combined geoid models using the same spherical distance yielded accuracies of 19.8 cm and 20.1 cm, respectively, while INAGEOID2020 had an accuracy of 20.5 cm. Additionally, the topographic correction from the SRTM15 data had a relatively small impact on the geoid model's accuracy, approximately ± 1.3 mm. The **second** conclusion indicates that the geoid model generated using the Hotine formula is more accurate than the INAGEOID2020 model using the Stokes' formula. The accuracy validation showed that the terrestrial, airborne, combined, and INAGEOID2020 geoid models produced Root Mean Square Error (RMSE) values of 23.4, 22.9, 23.7, and 52.3, respectively. Using the Linear Error 90% Confidence Level (LE90) indicates that with the RMSE values, the terrestrial, airborne, and combined geoid models can be used for mapping at 1:1,000 scale with Class 3 accuracy, while INAGEOID2020 is only suitable for 1:5,000 scale at Class 1 accuracy or 1:2,500 scale at Class 3 accuracy. The **third** conclusion demonstrates that the geoid model generated using the Hotine formula can be used for mapping at scales larger than 1:5,000.

Keyword: geoid model, Hotine formula.