

KAJIAN PENERAPAN PENGUKURAN GPS METODE *RAPID STATIC* MENGGUNAKAN PENGOLAHAN SOFTWARE GAMIT TRACK PADA PENGUKURAN BIDANG TANAH

Nicolas Akbar¹, Fauzan Murdapa², Eko Rahmadi³, Romi Fadly³

Universitas Lampung; Jl. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Tlp. (0724) 70494/Fax. (0721) 701609

Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT – UNILA

*email korespondensi : muhammadakbar4136@gmail.com

(Diterima 8 September 2022, Disetujui 29 Desember 2022)

Abstrak

Pengukuran bidang tanah di Indonesia maraknya pada saat ini menggunakan pengukuran GPS metode *Real Time Kinematik (RTK)* dengan metode *pengkoreksian Networked Transport of RTCM via internet protocol (NTRIP)* yang mengandalkan pengiriman koreksi via jaringan internet. Pada daerah tertentu terdapat kendala pada proses tersebut dikarenakan beberapa faktor salah satunya jaringan internet yang terbatas. Metode Pengamatan GPS dengan proses *post processing* dapat menjadi alternatif dalam mengatasi hal tersebut karena proses koreksi dilakukan saat pengolahan. Metodologi penelitian meliputi proses pengamatan data GPS dengan metode *rapid static* dengan interval 1 detik dan lama pengamatan 10 menit di setiap titiknya secara kontinu kemudian melakukan pencatatan waktu mulai dan selesai alat merekam pada masing-masing titik batas bidang tanah, selanjutnya data tersebut diproses pada *software GAMIT TRACK*. Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan perhitungan RMSE dan juga perbandingan terhadap toleransi pengukuran bidang tanah dari Badan Pertanahan Nasional (BPN). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koordinat hasil pengolahan GAMIT TRACK menghasilkan kualitas yang cukup baik, ini dibuktikan dengan nilai selisih koordinat terhadap pengukuran terestris *ETS* yaitu 0,0413 meter pada *Easting (dx)* dan 0,0266 meter pada *Northing (dy)* dengan nilai $RMSE_r$ sebesar 0,0501 meter. Perbandingan untuk nilai panjang sisi bidang tanah rata-rata mempunyai selisih sebesar 0,0065 meter dengan nilai $RMSE_{ps}$ 0,0066 meter. Nilai akurasi luas bidang tanah yang dihasilkan memiliki nilai $RMSE_l$ 0,0645 m². Uji hasil pengukuran bidang tanah pengolahan GAMIT TRACK terhadap toleransi pengukuran BPN untuk ketelitian dengan peta skala 1:1000 yakni 0,3 meter atau lebih baik, maka ketelitian pengukuran tersebut masih masuk toleransi. Uji toleransi perbedaan pengukuran hasil panjang sisi yakni dibawah 10 sentimeter maka perbedaan hasil pengukuran panjang sisi masih masuk toleransi. Uji toleransi hasil perbedaan pengukuran luas bidang tanah BPN yakni tidak lebih dari 0,5 √luas atau dalam hal ini $\leq 8,99$ m² maka hasil pengukuran luas bidang tanah masih masuk toleransi pengukuran luas BPN.

Kata Kunci : Bidang Tanah, ETS, GAMIT TRACK, GPS, *Rapid Static*

1. Pendahuluan

Satelit *GPS (Global Positioning System)* merupakan sistem satelit navigasi serta sistem satelit penentuan posisi pertama yang diinisiasi oleh angkatan laut Amerika Serikat, yang bekerja

sama dengan angkatan udara. GPS merupakan salah satu dari sistem *GNSS (Global Navigation Satellite System)*, dimana selain Amerika Serikat terdapat negara-negara lain yang memiliki sistem satelit navigasinya sendiri seperti *GLONASS*

yang dikelola oleh pemerintah Rusia, Galileo oleh beberapa negara Uni Eropa dan BeiDou oleh pemerintah China (1).

Pengimplementasian GPS pada pengukuran lahan guna pendaftaran tanah di Indonesia, populer dengan penggunaan metode *Real Time Kinematik*, dimana hasil koordinat-koordinat titik batas bidang tanah langsung dapat diketahui koordinatnya secara *real time* dengan menggunakan *receiver* GPS namun, kita sebagai ahli geodesi dan petugas lapangan pastilah mengalami kendala-kendala dalam proses implementasi tersebut terutama pada daerah-daerah atau bidang tanah yang memiliki topografi tidak mendukung terlebih jika pada suatu daerah yang akan dipetakan tidak didukung dengan sinyal *provider* yang memadai sehingga data koreksi fase tidak tersampaikan dengan baik dari base station ke *rover* ataupun koneksi *receiver* terhadap satelit akan terganggu dan mengakibatkan koordinat yang dihasilkan tidak teliti atau tidak tepat (2).

Dari masalah tersebut peneliti mencoba untuk menerapkan metode perekaman statik singkat atau *rapid static* dengan prinsip merekam data dengan interval singkat pada setiap titik secara kontinu dan mengeliminasi hasil-hasil perekaman *outlier* dari setiap titik dan menseleksi hasil perekaman yang baik dengan parameter tertentu sehingga koordinat yang dihasilkan adalah koordinat yang paling baik.

GAMIT adalah perangkat lunak analisis GNSS berbasis ilmiah yang dikembangkan di *Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge dan University of Montana, Missoula, MT, Amerika Serikat*. GAMIT Track sendiri merupakan produk baru dari perangkat lunak GAMIT dimana algoritma yang terdapat di GAMIT Track ini berfungsi untuk memperbaiki masalah ambiguitas dalam penentuan posisi dengan data fase baik secara *post processing* maupun secara *real time*, GAMIT TRACK menggunakan algoritma *Melbourne-Wubben Wide Lane (MW-WL)* untuk mengatasi ambiguitas fase dari channel (L1-L2) secara terpisah (3).

Pengujian akurasi dari posisi horizontal pada penelitian ini menggunakan persamaan *Root Mean Square Error (RMSEr)*, RMSEr adalah hasil perhitungan akar kuadrat dari rata-rata

kuadrat selisih nilai koordinat pengukuran dan nilai koordinat dari hasil pengukuran independent yang memiliki akurasi lebih tinggi (4).

2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di lapangan parkir mahasiswa (*shutte bus*) Universitas Lampung, lokasi tersebut dipilih dengan memperhatikan lokasi yang mempunyai visibilitas terhadap langit yang cukup baik, dan juga memperhatikan mobilitas masyarakat yang minim agar titik-titik sampel penelitian tidak terganggu oleh kegiatan-kegiatan masyarakat sekitar seperti tergeser ataupun hilang. Penelitian ini menggunakan stasiun *base* dan *rover* dengan *baseline* terpaut jarak ± 10 km, dimana *rover* berada di parkir mahasiswa (*shuttle bus*) Universitas Lampung yang digunakan untuk pengamatan bidang tanah, sedangkan *base* berada di Lapangan Baruna Ria, Desa Karang Maritim, Kec. Panjang, Kota Bandar Lampung.

Pengamatan GPS Metode *rapid static* yang berlokasi di parkir mahasiswa (Shuttle Bus) Universitas Lampung sebagai bidang tanah penelitian, bidang tanah tersebut terdiri dari 4 titik dimana dalam penelitian ini peneliti memberi nama SB01, SB02, SB03, SB04. Kegiatan pelaksanaan pengukuran dimulai dengan memasang *receiver* dengan stick/ pole dan juga tripole untuk penahan *receiver* agar tetap seimbang selanjutnya melakukan konfigurasi alat menyesuaikan dengan perencanaan pengukuran, dimana dalam penelitian ini perekaman dilakukan dengan interval 1 detik, mask angle 15%, tinggi alat 1,7 meter. Setelah melakukan konfigurasi alat selanjutnya alat dihidupkan dan mulai merekam, saat alat dihidupkan tidak diharuskan langsung berada di posisi titik batas bidang tanah, setelah alat hidup selanjutnya mulai menuju ke titik batas bidang tanah yang pertama (SB01) kemudian seimbangkan *receiver* dengan bantuan tripole dan mulai didiamkan selama 10 menit, setelah alat didiamkan 10 menit, *receiver* langsung menuju ketitik selanjutnya (SB02) tanpa perlu mematikan *receiver* dan melakukan

konfigurasi ulang, seperti itu hingga semua titik terekam.

Program TRACK ini membutuhkan file pengamatan dan juga file pendukung, serta butuh file *command prompt* untuk input data proses, jika telah dipersiapkan seluruh data dan file input, program TRACK dapat dijalankan dengan perintah :

```
Track -f <file command> -a <ambin file> -
d (day of year)
```

Dalam pengolahan TRACK di penelitian ini dilakukan *running* program sebanyak 3 kali, masing-masing proses dilakukan dengan maksud dan tujuan serta proses tertentu yang akan dijelaskan dibawah ini:

1. *Running 1*

Pada Running pertama pada program TRACK membutuhkan input *approx position xyz* dari setiap tipe stasiun yang ditetapkan (Fix dan kinematik), dan juga pada input *site_stats* diberikan nilai konstrain yang tinggi agar titik stasiun terutama pada titik ber-tipe Kinematik dapat melakukan penyesuaian posisi (*adjustment position*).

2. *Running 2*

Pada running ke 2 kita melakukan pembaruan koordinat stasiun pada bagian input *Apriori coordinate* berdasarkan hasil penyesuaian pada running pertama. Kemudian pada input *site_stats* diberikan nilai constrain yang kecil untuk penentuan nilai ambiguitas pada pengamatan tersebut. Untuk menghasilkan file nilai ambiguitas fase perlu dibuat file berekstensi (.amb) dari file ekstensi (.sum).

3. *Running 3*

Pada running ke 3 berguna untuk mendapatkan koordinat final dari titik pengamatan, untuk itu, pada input *site_stats* akan diberikan nilai konstrain realistik (1) pada koordinat x y dan z

Pada hasil pengolahan GAMIT TRACK pada setiap titik koordinat bidang tanah terdapat ratusan koordinat yang membentuk sebaran titik, maka dari itu diperlukan eliminasi terhadap koordinat-koordinat yang dianggap *outlier* atau sebarannya titiknya jauh. Untuk mengeliminasi koordinat-koordinat tersebut diperlukan beberapa

parameter yaitu, parameter waktu alat melakukan pengamatan di setiap titik dan juga nilai *outlier* untuk mengklasifikasikan nilai *outlier* di setiap titik bidang tanah.

1. Parameter waktu alat melakukan pengamatan di setiap titik didapat pada catatan perekaman yang dilakukan peneliti saat di lapangan, karena pada pengamatan alat merekam data GPS secara kontinu pada setiap titik tanpa dimatikan, dan pada setiap titik tersebut alat didiamkan selama 10 menit dengan catatan waktu sebagai berikut:

Tabel 1. Waktu pengamatan

Nama Titik	Waktu Mulai Berdiri Alat (WIB)	Waktu Selesai Berdiri Alat (WIB)
SB01	16.41	16.51
SB02	16.52	17.02
SB03	17.03	17.13
SB04	17.14	17.24

2. Setelah menyeleksi koordinat berdasarkan waktu pengamatan, kemudian melakukan penyeleksi berdasarkan nilai 2 kali standar deviasi dari setiap titik. Nilai standar deviasi diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$SDx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \Delta \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$SDy = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Y_i - \Delta \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Dimana SDx = Standar deviasi koordinat sumbu x, SDy = Standar deviasi koordinat sumbu y, X_i = Koordinat *easting* ke i, Y_i = Koordinat *northing* ke i, \bar{X} = Rata-rata koordinat *easting*, \bar{Y} = Rata-rata koordinat *northing*, n = Jumlah data.

Penelitian ini akan digunakan data pembandingan untuk melihat hasil kualitas koordinat metode *rapid static* pada pengukuran bidang tanah, data pembandingan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* dengan cara membuat titik kontrol disekitar bidang tanah yaitu titik BMSB sebagai Benchmark dan titik CPSB sebagai backsight

yang kemudian akan mengamati titik-titik bidang tanah yakni SB01, SB02, SB03, SB04.

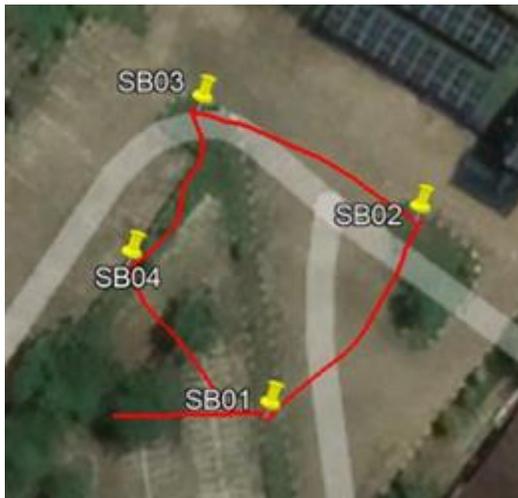
Perhitungan ketelitian atau *Root Mean Square Error (RMSE)* menggunakan rumus statistik berdasarkan hasil pengukuran dari data pembandingan, yakni data pengukuran Electronic *Total Station (ETS)*, nilai RMSE ini akan menggambarkan kualitas dari hasil pengolahan GAMIT TRACK.

Pengecekan toleransi kualitas hasil pengukuran pada penelitian ini dibagi menjadi 3, yaitu ketelitian hasil pengukuran koordinat batas bidang tanah, ketelitian hasil pengukuran jarak dan juga ketelitian hasil pengukuran luasan bidang tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan bidang tanah dengan gamit track

Hasil pengolahan dengan TRACK terdapat ribuan data dari setiap titik bidang tanah pada satu output file (.LC), yang kemudian akan diseleksi berdasarkan waktu berdiri alat di setiap titik dan juga dieliminasi berdasarkan nilai 2 kali standar deviasi, masing-masing hasil pengolahan dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 1. Plot Hasil Pengolahan Gamit Track

Setelah dilakukan seleksi dan eliminasi data *outlier* menghasilkan koordinat final seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2. Koordinat final hasil program GAMIT TRACK

Nama Titik	Easting (m)	Northing (m)	Zona
SB01	526.755,437	9.406.734,500	48 S
SB02	526.767,745	9.406.751,072	48 S
SB03	526.749,275	9.406.760,083	48 S
SB04	526.743,446	9.406.746,950	48 S

Hasil pengolahan data Electronic Total Station (ETS)

Hasil Pengolahan Data *Electronic Total Station (ETS)* merupakan koordinat batas bidang tanah (SB01, SB02, SB03, SB04) yang akan digunakan sebagai koordinat acuan nilai benar untuk metode *GPS Rapid Static*.

Tabel 3. Koordinat hasil pengukuran ETS

Nama Titik	Easting (m)	Northing (m)	Zona
BMSB	526.747,097	9.406.777,277	48 S
CPSB	526.713,564	9.406.777,560	48 S
SB01	526.755,393	9.406.734,539	48 S
SB02	526.767,708	9.406.751,096	48 S
SB03	526.749,241	9.406.760,104	48 S
SB04	526.743,395	9.406.746,972	48 S

Perbedaan hasil koordinat batas bidang tanah

Tabel 4. Perbandingan hasil koordinat batas bidang tanah

Nama Titik	Selisih Koordinat ETS - GPS		Jarak Resultan (m)
	Easting (m)	Northing (m)	
SB01	0,0445	0,0392	0,0593
SB02	0,0368	0,0246	0,0442
SB03	0,0333	0,0207	0,0392

SB04	0,0505	0,0220	0,0551
Rata-rata	0,0413	0,0266	0,0494

Pada tabel di atas, perhitungan perbedaan koordinat antara pengukuran GPS metode *rapid static* menggunakan GAMIT TRACK dan pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* dihasilkan perbedaan selisih koordinat pada fraksi sentimeter (cm) dengan rata-rata selisih koordinat Easting yaitu 0,0413 meter dan selisih koordinat Northing yaitu 0,0266 meter serta untuk selisih rata-rata jarak resultan antar koordinat yang dihasilkan dari kedua pengukuran yaitu 0,0494 meter.

Perbedaan Panjang Sisi dan Luasan Bidang Tanah

Tabel 5. Perbedaan hasil panjang sisi bidang tanah

Perbedaan Panjang Sisi Bidang Tanah			
Sisi	Panjang Sisi (m)		Selisih Panjang Sisi (m)
	ETS	GPS	
SB01-SB02	20,635	20,642	0,0071
SB02-SB03	20,547	20,552	0,0049
SB03-SB04	14,375	14,369	0,0057
SB04-SB01	17,277	17,286	0,0082
	Rata-rata		0,0065

Pada seluruh sisi bidang tanah (SB01-SB02, SB02-SB03, SB03-SB04, SB04-SB01) selisih hasil pengukuran GPS metode *rapid static* terhadap pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* diperoleh nilai seperti pada **Error! Reference source not found.** dengan nilai rata-rata selisih panjang sisi yaitu 0,0065 meter.

Tabel 6. Perbandingan luas bidang tanah Akurasi Luas Bidang Tanah

Metode	ETS	GPS
Luas (m ²)	323,4668	323,5313
Selisih (m ²)	0,0645	

Pengukuran luas bidang tanah antara pengukuran GPS metode *rapid static* terhadap pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* mempunyai perbedaan yaitu senilai 0.06445 meter persegi, selisih berada pada nilai fraksi sentimeter persegi (cm²).

Hasil Perhitungan Akurasi

1. Perhitungan akurasi atau ketelitian posisi horizontal dihitung dengan nilai *Root Mean Square Error (RMSEr)*, perhitungan akurasi posisi horizontal dihitung dengan cara mengakarkan nilai jumlah kuadrat selisih koordinat easting dan kuadrat selisih koordinat northing dibagi dengan jumlah titik, ketelitian akurasi horizontal bernilai 0,0501 m atau ketelitian berada dalam fraksi sentimeter (cm).
2. Perhitungan akurasi panjang sisi bidang tanah yang dihasilkan oleh olahan software GAMIT TRACK menghasilkan nilai RMSE panjang sisi sebesar 0,0066 m.
3. Nilai akurasi luasan bidang tanah pada hasil pengolahan software GAMIT TRACK ditunjukkan oleh nilai RMSE luas terhadap hasil pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* yaitu sebesar 0,0645 meter persegi.

Hasil Uji Toleransi Ketelitian BPN

1. Toleransi ketelitian peta dasar

Hasil perhitungan akurasi horizontal atau RMSEr pada koordinat pengukuran GPS *rapid static* adalah sebesar 0,0501 meter jika mengacu pada ketentuan toleransi BPN yaitu sebesar 0,3 meter atau lebih baik, maka hasil pengukuran GPS metode *rapid static* dengan pengolahan menggunakan GAMIT TRACK dinyatakan masuk toleransi ketelitian posisi BPN pada skala 1:1000 (untuk luas bidang tanah dibawah 10 Hektare).
2. Toleransi ketelitian panjang sisi bidang tanah

Berdasarkan toleransi pengukuran panjang sisi bidang tanah pada petunjuk

teknis PMNA/KaBPN No. 3 tahun 1997 toleransi perbedaan pengukuran panjang sisi bidang tanah yaitu dibawah 10 cm, semua nilai hasil pengukuran panjang sisi bidang menunjukkan nilai yang masih termasuk dalam nilai toleransi, dimana rata-rata selisih perbedaan panjang sisi yang dihasilkan adalah 0,0065 meter.

3. Toleransi pengukuran luas bidang tanah

Hasil perhitungan selisih luas bidang tanah yang dihasilkan oleh pengukuran GPS metode rapid static menggunakan pengolahan software GAMIT TRACK jika dibanding dengan luas bidang tanah hasil pengukuran Electronic Total Station (ETS) mempunyai selisih sebesar 0,0645 m², dimana jika mengacu pada batas toleransi pengukuran luas dari BPN menggunakan rumus sebelumnya yakni sebesar 8,993 m² maka hasil pengukuran GPS metode rapid static menggunakan pengolahan software GAMIT TRACK masih masuk toleransi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian kajian penerapan pengukuran GPS metode rapid static menggunakan GAMIT TRACK pada pengukuran bidang tanah menghasilkan kualitas pengukuran yang cukup baik hal tersebut dapat dilihat dari beberapa simpulan di bawah ini:

1. Nilai akurasi posisi horizontal atau $RMSE_r$ dari hasil pengolahan GAMIT TRACK terhadap hasil pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* adalah sebesar 0,0501 m. Nilai akurasi pada hasil pengukuran panjang sisi atau $RMSE_{ps}$ 0,0066 meter. Nilai akurasi pada hasil pengukuran luasan bidang tanah atau $RMSE_l$ sebesar 0,0645 meter persegi.
2. Uji hasil pengukuran batas bidang tanah menggunakan pengamatan GPS metode *rapid static* menggunakan pengolahan GAMIT TRACK terhadap ketentuan toleransi pengukuran yang dibuat oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN) untuk ketelitian peta dasar yaitu sebesar 0,3 m

atau lebih baik, dengan nilai ketelitian yang dihasilkan sebesar 0,0501 m, maka nilai ketelitian masih masuk dalam toleransi. Uji hasil perbedaan pengukuran untuk panjang sisi bidang tanah dengan toleransi pengukuran jarak dari BPN yaitu dibawah 10 sentimeter dengan nilai rata-rata 0,0065 meter maka panjang sisi yang dihasilkan masih masuk dalam toleransi. Uji toleransi hasil pengukuran luasan bidang tanah menghasilkan perbedaan sebesar 0,0645 m² atau sebesar 0,02 persen, jika mengacu pada toleransi pengukuran luas dari BPN adalah $\leq 8,3$ m² maka luasan yang dihasilkan masih masuk toleransi.

3. Pengukuran bidang tanah menggunakan data pengukuran GPS metode *rapid static* yang diolah dengan GAMIT TRACK dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran bidang tanah, dibuktikan dengan nilai akurasi yang cukup baik dan hasil pengukuran yang masih masuk dalam toleransi pengukuran dari BPN.

5. Daftar Pustaka

1. Abidin HZ. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Bandung: ITB Press; 2021.
2. Andreas H, Zainal Abidin H, Anggreni Sarsito D, Pradipta D. Study the capabilities of RTK Multi GNSS under forest canopy in regions of Indonesia. E3S Web Conf. 2019;94.
3. Herring TA, Floyd MA, Perry M. Introduction to and basics of processing with track. 2018;(July). Available from: http://geoweb.mit.edu/~floyd/courses/gg/201807_Bishkek/
4. Badan Informasi Geospasial. Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Badan Inf Geospasial Bogor. 2014;