

Pengaruh Jumlah Titik Ikat Pada Pengamatan GNSS Metode *Post Processing* Kinematik *Long Baseline* Menggunakan *Gamit Track*

Rasta Sukma Septanza¹, Fajriyanto² Eko Rahmadi³

^{1,2,3}Universitas Lampung; Jl. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT – UNILA
rastasukmaseptanza@gmail.com

(Diterima 02 Agustus 2023 , Disetujui 24 Desember 2023)

Abstrak

Analisis pengaruh jumlah titik ikat dengan GNSS metode kinematik, bertujuan untuk mengetahui hasil ketelitian GNSS. Pada penentuan posisi dengan GPS, cukup umum digunakan lebih dari satu monitor *station*. Secara teoritis, penggunaan beberapa monitor *station* sekaligus akan lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan satu monitor *station* saja. Dengan menggunakan beberapa monitor *station* sekaligus, maka jumlah *baseline* yang diamati akan semakin banyak. Dengan itu maka dapat diharapkan bahwa tingkat kepresisian dan ketelitian dari posisi akan meningkat. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat ketelitian suatu objek pengamatan. *GAMIT TRACK* merupakan salah satu program pengolahan data GNSS, program tersebut menggunakan algoritma *Melbourne-Wubben Wide Lane (MW-ML)* untuk mengatasi ambiguitas fase dari *channel L1-L2* secara terpisah dan penggunaannya yang cukup sederhana. Penulis mencoba menerapkan pengukuran GNSS metode kinematik dengan pengolahan *post processing* dengan objek pengamatan yang membentuk lingkaran dengan radius 0,5 m menggunakan program *GAMIT TRACK*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah titik ikat yang digunakan maka hasilnya semakin baik, ini dibuktikan pada masing – masing titik pengamatan dengan nilai *RMSe* terkecil pada pengukuran 4 titik ikat GMA yaitu 0,027423465 meter, pada pengukuran 4 titik ikat TMP yaitu 0,102065246 meter. Hasil pengamatan dan pengolahan data pada penelitian ini mendapatkan hasil perhitungan yang semakin mendekati 0, maka penelitian ini cukup baik karena menghasilkan kepresisian hingga orde sentimeter.

Kata kunci: *GAMIT TRACK*, GNSS, Ketelitian, Kinematik, *RMSe*

1. Pendahuluan

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinu di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. Pada saat ini, sistem GPS sudah sangat banyak digunakan orang di seluruh dunia. Di Indonesia pun, GPS sudah banyak diaplikasikan, terutama yang terkait dengan aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi. Penentuan posisi dengan survey GNSS dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain, *rapid static*, *stop and go*, *real time*, *pseudo-kinematic*.

Perangkat lunak ilmiah pengolah data GNSS yang dikembangkan pada saat ini dan sering digunakan dalam penelitian seperti analisis data deformasi ataupun ketelitian titik koordinat adalah *GAMIT*, perangkat lunak tersebut selain untuk pengolahan data statik juga menawarkan suatu program pengolahan data kinematik yaitu *TRACK* yang mampu menganalisis data pengamatan GNSS metode kinematik dengan ketelitian yang cukup baik, dan tidak memakan waktu yang lama pada proses pengolahan data pengukuran GNSS. Pengolahan data menggunakan *GAMIT TRACK* mampu mengolah data pengamatan GNSS dengan jarak *baseline* lebih dari 10 km serta dapat memberikan hasil yang baik [3].

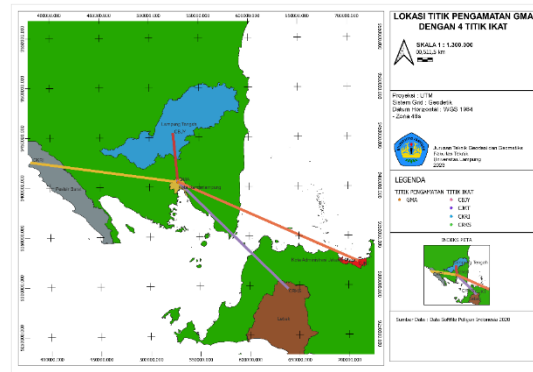
Pada penentuan posisi dengan GPS, cukup umum digunakan lebih dari satu

monitor *station* ataupun titik tetap. Secara teoritis, penggunaan beberapa monitor *station* sekaligus akan lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan satu monitor *station* saja. Dengan menggunakan beberapa monitor *station* sekaligus, maka jumlah *baseline* yang diamati akan semakin banyak. Dengan itu maka dapat diharapkan bahwa tingkat keandalan dan ketelitian dari posisi akan meningkat. Disamping itu penggunaan beberapa monitor *station* juga dapat digunakan untuk mengestimasi parameter dari beberapa kesalahan bias (seperti orbit, ionosfer dan troposfer) yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan tingkat ketelitian dari posisi titik.

Dari masalah tersebut peneliti mencoba untuk menerapkan metode perekaman kinematik dengan prinsip mengeliminasi hasil – hasil perekaman *outlier* dari beberapa lama waktu perekaman dan menyeleksi hasil perekaman yang baik dengan parameter tertentu sehingga koordinat dan bentuk bulatan yang dihasilkan adalah koordinat serta bulatan yang paling baik.

2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan di daerah Kota Bandar Lampung dengan memperhatikan lokasi yang mempunyai visibilitas terhadap langit yang cukup baik. Titik pengamatan berada di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung (titik pengamatan TMP), gedung Graha Mandala Alam (titik pengamatan GMA), serta titik tetap atau stasiun referensi yang akan digunakan sebagai titik ikat berada di kecamatan Gunung Sugih (CBJY), Kecamatan Pesisir Tengah (CKRI), Kecamatan Rangkas Bitung (CRKS) serta Kecamatan Tanjung Priok (CJKT). Penelitian ini dilakukan pada tanggal 18 Desember 2022.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Taman Makam Pahlawan dan Graha Mandala Alam

Data yang diperlukan pada penelitian ini ialah data yang didapatkan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan menggunakan metode kinematik (*tracking*) yang berlokasi di Taman Makam Pahlawan dan Graha Mandala Alam dengan objek pengamatan berbentuk lingkaran pada bidang datar dengan titik tengah ber radius 0,5 m, pengamatan kinematik dilakukan dengan interval 30". Data yang didapatkan dari pengamatan GNSS ialah *RAW* data yang nantinya akan dikonversi menjadi data *RINEX* dan disimpan dalam *folder rinex*.

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> -d <day of year>
```

Dalam pengolahan *TRACK* di penelitian ini dilakukan running program sebanyak 2 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 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.

Dalam penelitian ini ada beberapa skema pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Skema tersebut dibuat untuk melihat pengaruh jumlah titik ikat yang digunakan. Skema tersebut dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

1. Skema pertama yaitu dengan menggunakan 1 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY dengan jarak baseline 49,64 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung sedangkan titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.
2. Skema kedua yaitu dengan menggunakan 2 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY dan titik ikat CKRI. Panjang baseline TMP ke CBJY sepanjang 49,64 km dan panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah dan titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat.
3. Skema ketiga yaitu dengan menggunakan 3 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, dan titik ikat CRKS. Panjang baseline TMP ke CBJY ialah 49,64 km, panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km, dan panjang baseline TMP ke CRKS ialah 152,22 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar

Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, dan titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak.

4. Skema keempat yaitu dengan menggunakan 4 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, titik ikat CRKS, dan titik ikat CJKT. Panjang baseline TMP ke CBJY ialah 49,64 km, panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km, panjang baseline TMP ke CRKS ialah 152,22 km, dan panjang baseline TMP ke CJKT ialah 196,27 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak, dan titik ikat CJKT kependekan dari Cors Jakarta adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Tanjung Priok, Tanjung Priok, Kota Jakarta Utara.
5. Skema kelima yaitu dengan menggunakan 1 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY dengan jarak baseline 48,23 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung sedangkan titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

6. Skema keenam yaitu dengan menggunakan 2 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY dan titik ikat CKRI. Panjang baseline GMA ke CBJY sepanjang 48,23 km dan panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah dan titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat.
7. Skema ketujuh yaitu dengan menggunakan 3 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, dan titik ikat CRKS. Panjang baseline GMA ke CBJY ialah 48,23 km, panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km, dan panjang baseline GMA ke CRKS ialah 153,59 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, dan titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak.
8. Skema kedelapan yaitu dengan menggunakan 4 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, titik ikat CRKS, dan titik ikat CJKT. Panjang baseline GMA ke CBJY ialah 48,23 km, panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km, panjang baseline GMA ke CRKS ialah 153,59 km, dan panjang baseline GMA ke CJKT ialah 197,35 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan

dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak, dan titik ikat CJKT kependekan dari Cors Jakarta adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Tanjung Priok, Tanjung Priok, Kota Jakarta Utara.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung ketelitian Geometri yang dihasilkan dari metode kinematik GNSS. Ketelitian geometri merupakan nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat atau posisi suatu objek pada peta dibandingkan dengan koordinat posisi objek yang dianggap sebenarnya.

Standar Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat antara titik uji hasil ukuran yang dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan secara acak dan tersistematik. Persamaan RMSE dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RMSE_n = \sqrt{\frac{\sum_n^i (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2}{n}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana RMSE = Root Mean Square Error, x_1 = nilai koordinat x pengukuran, y_1 = nilai koordinat y pengukuran, n = jumlah data, X = nilai koordinat x sebenarnya, Y = nilai koordinat y sebenarnya [1].

Dari rumus diatas didapatkan persamaan turunan yang didapatkan dari penelitian ini pada persamaan 2.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(r-0,5)^2}{n}} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana r = jarak titik pusat pengamatan, 0,5 = radius lingkaran, n = jumlah data [4].

Untuk mendapatkan nilai jarak pada penelitian ini didapatkan persamaan 3.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana x_1 = nilai koordinat x pengamatan lingkaran, y_1 = nilai koordinat y pengamatan lingkaran, x_2 = nilai koordinat x titik tengah, y_2 = nilai koordinat y titik tengah.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan GNSS menggunakan metode kinematik berbentuk lingkaran yang diikatkan pada 4 buah stasiun Ina-Cors serta mengamati variasi titik terjauh dan terdekat yang menghasilkan data berupa koordinat UTM (X,Y). Nilai koordinat didapatkan menggunakan *Software GAMIT* pada program *TRACK* dan diplot menggunakan *scatter plot* yang ada di *Microsoft Excel* dengan tujuan melihat hasil koordinat dari *GAMIT*. Adapun macam-macam hasil pengamatan seperti dibawah ini:

A. Titik pengamatan TMP

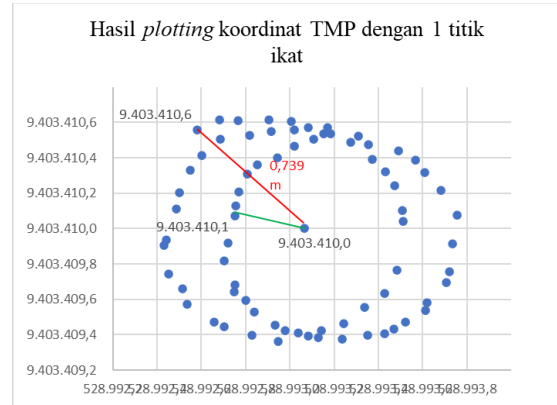
Pengamatan ini dilakukan di lokasi Taman Makam Pahlawan dengan mengikat kepada 4 buah stasiun Ina-Cors yang menghasilkan data berupa koordinat UTM.

1. 1 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Taman Makam Pahlawan dengan titik pengamatan TMP serta 1 titik ikat Ina-Cors CBJY. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 1 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.993,185	9.403.410,538
2	528.993,107	9.403.410,506
.	.	.
71	528.992,765	9.403.410,612
72	528.992,684	9.403.410,613
73	528.992,582	9.403.410,560



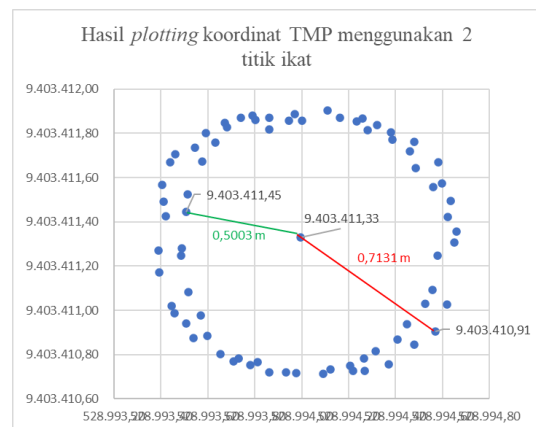
Gambar 2. Hasil plotting koordinat TMP dengan 1 titik ikat

2. 2 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Taman Makam Pahlawan dengan titik pengamatan TMP serta 2 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY dan CKRI. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 2 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.993,791	9.403.411,882
2	528.993,741	9.403.411,871
3	528.993,672	9.403.411,849
4	528.993,591	9.403.411,801
5	528.993,545	9.403.411,734
.	.	.
74	528.993,862	9.403.411,818



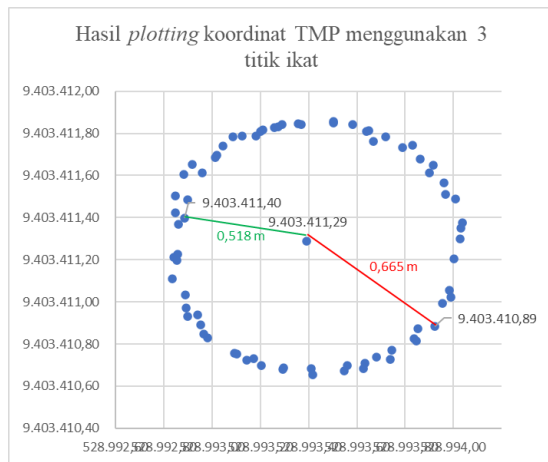
Gambar 3. Hasil plotting koordinat TMP dengan 2 titik ikat

3. 3 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Taman Makam Pahlawan dengan titik pengamatan TMP serta 3 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY, CKRI, dan CRKS. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 3 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.993,257	9.403.411,826
2	528.993,209	9.403.411,817
.		
73	528.993,289	9.403.411,842
74	528.993,183	9.403.411,787



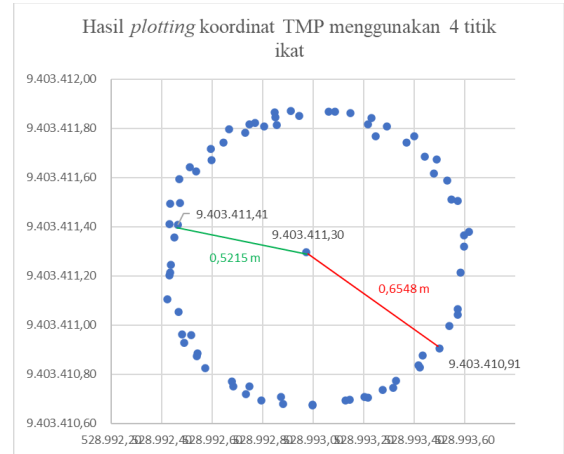
Gambar 4. Hasil plotting koordinat TMP dengan 3 titik ikat

4. 4 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Taman Makam Pahlawan dengan titik pengamatan TMP serta 4 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY, CKRI, CRKS, dan CJKT. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini

Tabel 4. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 4 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.992,856	9.403.411,813
.		
73	528.992,847	9.403.411,864
74	528.992,747	9.403.411,815



Gambar 5. Hasil plotting koordinat TMP dengan 4 titik ikat

B. Titik pengamatan GMA

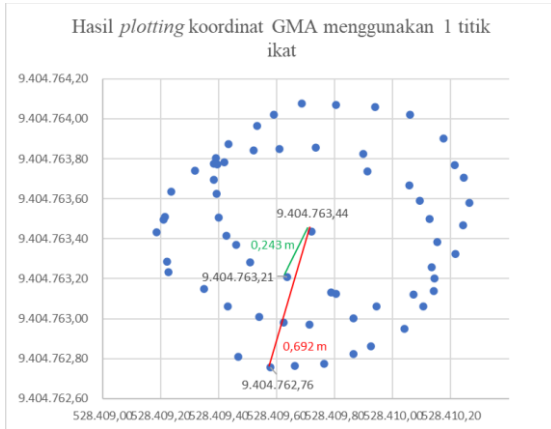
Pengamatan ini dilakukan di lokasi Graha Mandala Alam dengan mengikat kepada 4 buah stasiun Ina-Cors yang menghasilkan data berupa koordinat UTM.

1. 1 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Graha Mandala Alam dengan titik pengamatan GMA serta 1 titik ikat Ina-Cors CBJY. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 1 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.409,468	9.404.762,811
2	528.409,578	9.404.762,759
3	528.409,662	9.404.762,766
.		
64	528.409,787	9.404.763,133



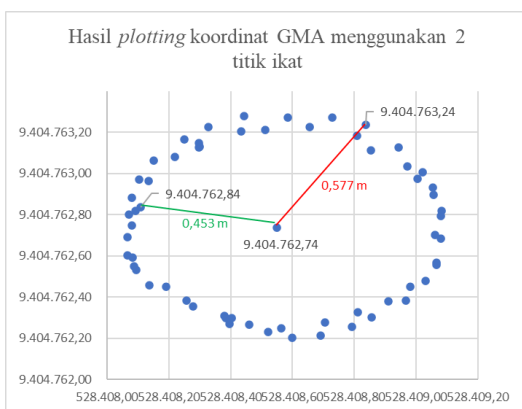
Gambar 6. Hasil plotting koordinat GMA dengan 1 titik ikat

2. 2 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Graha Mandala Alam dengan titik pengamatan GMA serta 2 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY dan CKRI. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 2 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.408,397	9.404.762,271
2	528.408,522	9.404.762,229
3	528.408,600	9.404.762,204
.		
58	528.408,137	9.404.762,458
59	528.408,258	9.404.762,382
60	528.408,404	9.404.762,299
61	528.408,379	9.404.762,308



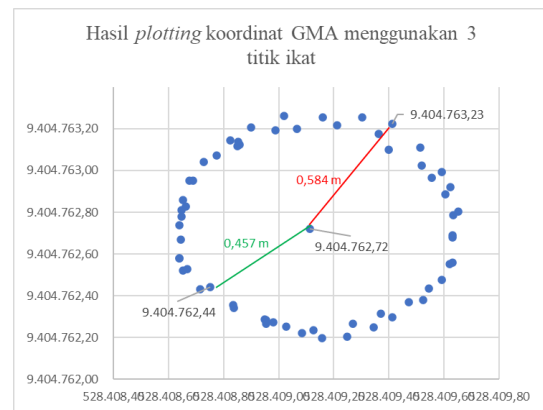
Gambar 7. Hasil plotting koordinat GMA dengan 2 titik ikat

3. 3 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Graha Mandala Alam dengan titik pengamatan GMA serta 3 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY, CKRI, dan CRKS. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 7. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 3 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.408,953	9.404.762,265
2	528.409,083	9.404.762,220
3	528.409,158	9.404.762,196
.		
61	528.408,954	9.404.762,282



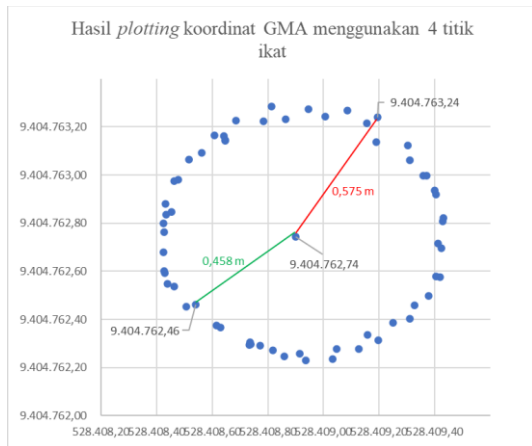
Gambar 8. Hasil plotting koordinat GMA dengan 3 titik ikat

1. 4 Titik Ikat

Pengamatan ini dilakukan di Graha Mandala Alam dengan titik pengamatan GMA serta 4 titik ikat Ina-Cors yaitu CBJY, CKRI, CRKS, dan CJKT. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 4 titik ikat

No	X (m)	Y (m)
1	528.408,733	9.404.762,293
2	528.408,858	9.404.762,246
.		
60	528.408,772	9.404.762,292
61	528.408,738	9.404.762,298



Gambar 9. Hasil plotting koordinat GMA dengan 4 titik ikat

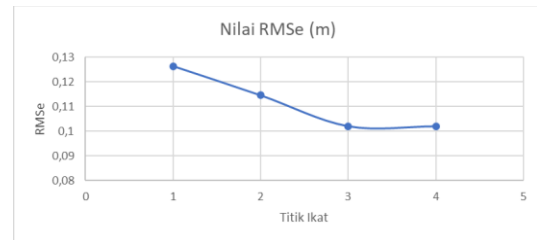
Hasil utama yang akan dibandingkan dalam penelitian ini adalah nilai RMSe pada setiap pengukuran GPS metode kinematik dengan menggunakan 1 titik ikat, 2 titik ikat, 3 titik ikat, serta 4 titik ikat Ina_Cors.

1. Koordinat TMP

Tabel 9. Nilai variasi RMSe pengukuran koordinat TMP

Variasi Titik Ikat	Nilai RMSe (m)
1 titik ikat	0,126385904
2 titik ikat	0,114586883
3 titik ikat	0,102090234
4 titik ikat	0,102065246
Rata – rata	0,111282067

Pada tabel yang telah disajikan di atas adalah nilai RMSe pada masing – masing jumlah titik ikat pada pengukuran koordinat TMP. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pada variasi 4 titik ikat memiliki nilai RMSe terkecil dengan nilai 0,102065246 m atau 10,2 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai RMSe terbesar dengan nilai 0,126385904 m atau 12,6 cm. Dari hasil nilai diatas mendapatkan hasil nilai rata – rata RMSe yaitu sebesar 0,111282067 m atau 11,1 cm.



Gambar 10. Grafik nilai RMSe pada titik pengamatan TMP

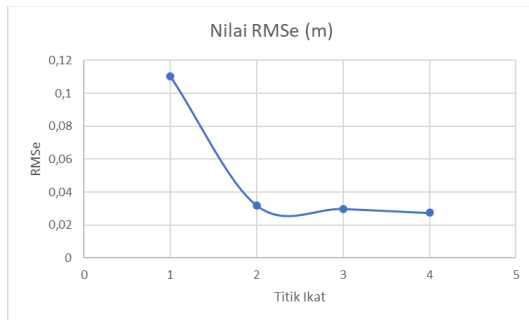
Berarti pada penelitian ini nilai yang paling bagus adalah pada pengukuran GNSS metode kinematik *post processing long baseline* yang menggunakan variasi 4 titik ikat di koordinat Taman Makam Pahlawan dengan nilai yaitu 0,102065246 m.

2. Koordinat GMA

Tabel 10. Nilai variasi RMSe pengukuran koordinat GMA

Variasi Titik Ikat	Nilai RMSe (m)
1 titik ikat	0,110265532
2 titik ikat	0,031913058
3 titik ikat	0,029895668
4 titik ikat	0,027423465
Rata – rata	0,049874431

Pada tabel yang telah disajikan di atas adalah nilai RMSe pada masing – masing jumlah titik ikat pada pengukuran koordinat GMA. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pada variasi 4 titik ikat memiliki nilai RMSe terkecil dengan nilai 0,027423465 m atau 2,7 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai RMSe terbesar dengan nilai 0,110265532 m atau 11,02 cm. Dari hasil nilai diatas mendapatkan hasil nilai rata – rata RMSe yaitu sebesar 0,049874431 m atau 4,98 cm.



Gambar 11. Grafik nilai RMSe pada titik pengamatan GMA

Berarti pada penelitian ini nilai yang paling bagus adalah pada pengukuran GNSS metode kinematik *post processing long baseline* yang menggunakan variasi 4 titik ikat di koordinat Graha Mandala Alam dengan nilai yaitu 0,027423465 m.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa pengaruh jumlah titik ikat hasil pengolahan data pengamatan GNSS metode kinematik long baseline menggunakan perangkat lunak GAMIT TRACK, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil ketelitian data pengamatan GNSS berdasarkan dari variasi jumlah titik ikat pada pengamatan koordinat TMP menunjukkan bahwa variasi 4 titik ikat memiliki nilai RMSe terkecil dengan nilai 0,102065246 m atau 10,2 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai RMSe terbesar dengan nilai 0,126385904 m atau 12,6 cm.
2. Hasil ketelitian data pengamatan GNSS berdasarkan dari variasi jumlah titik ikat pada pengamatan koordinat GMA juga menunjukkan bahwa variasi 4 titik ikat memiliki nilai RMSe terkecil dengan nilai 0,027423465 m atau 2,7 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai RMSe terbesar dengan nilai 0,110265532 m atau 11,02 cm.
3. Ada beberapa hal yang mempengaruhi tingkat ketelitian dan kepresisian dalam melakukan penelitian ini, diantaranya ialah jumlah titik ikat yang digunakan. Semakin banyak jumlah titik ikat yang digunakan dalam pemrosesan data maka dapat menghasilkan ketelitian dan kepresisian yang cukup baik. Sebaliknya, semakin sedikit jumlah

titik ikat yang digunakan maka data yang dihasilkan menjadi kurang baik. Berisi kesimpulan yang diperoleh dan memuat jawaban atas pertanyaan penelitian.

5. Daftar Pustaka

1. Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
2. Gumilar, I., Bramanto, B., 2021. *Metode Penentuan Posisi dengan GNSS dan Langkah Praktis pengolahan Data GNSS*. Bandung: PT. Refika Aditama.
3. Herring, T A et al. 2010. "GAMIT Reference Manual." (June): 1–168.
4. Purnama, F.A., Fajriyanto, dan Rahmadi, E. 2022. *Studi Ketelitian Hasil Pengolahan Data Pengamatan GNSS Metode Kinematik Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT TRACK*. Datum.
5. Wahyuning, S. 2021. *Dasar – Dasar Statistik*. Semarang. Yayasan Prima Agus Teknik. 1-105.