

Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS

BAMBANG RUDIANTO, NURUL YUHANAFIA

Jurusan Teknik Geodesi, FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: rudianto@itenas.ac.id

ABSTRAK

Secara teoritik, salah satu faktor yang dapat meningkatkan ketelitian posisi pada survei GPS adalah pengikatan terhadap titik ikat. Secara geometrik, penambahan jumlah titik ikat akan meningkatkan nilai kekuatan jaring. Penelitian ini membahas aspek praktis pengaruh dari penambahan titik ikat terhadap peningkatan ketelitian posisi titik dalam suatu survei GPS. Geometri jaring berbentuk jaring segitiga yang diikat terhadap 1 titik, 2 titik, dan 3 titik ikat. Pengukuran dilakukan dengan metode diferensial statik menggunakan receiver GPS satu frekuensi. Jaring GPS yang diteliti termasuk dalam klasifikasi jaring GPS baseline pendek, dengan panjang baseline di bawah 5 km, sedangkan panjang baseline pengikatan diklasifikasikan sebagai baseline menengah, dengan panjang baseline bervariasi dari 18,70 km sampai dengan 40,01 km. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyaknya jumlah titik ikat yang digunakan dalam proses hitungan penentuan posisi pada survei GPS akan meningkatkan ketelitian posisi horizontal, namun di sisi lain ketelitian tingginya akan menurun. Untuk penggunaan titik ikat lebih dari 1 titik, penggunaan titik-titik ikat dengan klasifikasi orde yang sejenis akan menghasilkan ketelitian posisi horizontal yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan titik-titik ikat dengan klasifikasi orde campuran. Penggunaan jumlah titik ikat sebanyak 1, 2 dan 3 titik, masing-masing akan menghasilkan ketelitian horizontal rata-rata sebesar ± 11 cm, ± 10 cm, dan ± 8 cm.

Kata kunci: jumlah titik ikat, ketelitian posisi horizontal, ketelitian posisi vertikal, survei GPS

ABSTRACT

Theoretically, one of the factors that can increase the positioning accuracy of GPS surveying is binding to the control point. Geometrically, the addition of a control point will increase strength of figure. This study discusses the practical aspects of the effect of the addition of a control point to increase position accuracy in a GPS survey. Geometrical observation is a triangular nets are tied to one, two, and three control point. Observations were performed by static differential method using a single frequency GPS receiver. Network geometry of GPS in the classification of short baseline, with long baseline under 5 km, while the length of the baseline binding classified as intermediate baseline, with baseline length varies from 18.70 km to 40.01 km. The result of this research indicate that the large number of control points used in the process in a matter of positioning accuracy of GPS surveying will increase the horizontal position, but vertical position accuracy will lowly. To use more than one control point, the use of control points with same classification order will result in a horizontal position accuracy better than the use of control points with different order classifications. Use as many as the number of control points 1, 2 and 3 points, each of which will produce an average horizontal accuracy of ± 11 cm, ± 10 cm, and ± 8 cm.

Keywords: the number of control point, accuracy of the horizontal position, vertical position accuracy, GPS survey.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, pemanfaatan GPS dalam penentuan posisi titik-titik di permukaan bumi sudah memasyarakat. Namun, pemahaman masyarakat terkait hal tersebut belum begitu baik sebagaimana mestinya, terutama pemahaman terhadap ketelitian hasil yang diperoleh dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya. Beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam perencanaan strategi pengamatan pada survei GPS antara lain: metode pengamatan, waktu saat pengamatan, lamanya waktu pengamatan, dan pengikatan ke titik tetap [Abidin, 2006]. Titik tetap yang dimaksud adalah titik ikat yang berfungsi sebagai titik kontrol koordinat pada proses hitung perataan jaring.

Pemerintah melalui Badan Informasi Geospasial (BIG) telah menyelenggarakan Jaring Kerangka Kontrol Horizontal Nasional (JKKHN) untuk titik ikat orde nol (orde 0) dengan distribusi kerapatan antara 100-200 kilometer, dan titik ikat orde satu (orde 1) dengan distribusi kerapatan antara 20-50 kilometer [Abidin, 2006]. Selain itu, juga dikenal adanya titik ikat orde dua (orde 2) dengan distribusi kerapatan antara 10-15 kilometer, titik ikat orde tiga (orde 3) dengan distribusi kerapatan antara 1-2 kilometer, serta titik ikat perapatan orde empat (orde 4) dengan kerapatan hingga 150 meter yang dikelola dan diselenggarakan oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN), sebagaimana terdapat dalam UU Informasi Geospasial Nomor 4 Tahun 2011 [Anonim, 2011].

Secara geometrik keterlibatan titik ikat yang berfungsi sebagai titik kontrol dalam pengukuran GPS akan meningkatkan nilai kekuatan jaring (*strength of figure*) sehingga diharapkan dapat meningkatkan ketelitian posisi titik-titik jaring [Abidin dkk., 2011]. Penelitian ini sebagai kajian keterkaitan pengaruh penambahan keterlibatan titik ikat terhadap peningkatan ketelitian posisi titik pada survei GPS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan jumlah titik ikat dalam proses hitung perataan jaring terhadap peningkatan ketelitian posisi titik-titik pada survei GPS.

Terkait dengan hal tersebut, permasalahan penelitian dibatasi hal-hal sebagai berikut:

1. Kajian penelitian terbatas untuk jaring GPS dengan *baseline* pendek
2. Pengamatan dilakukan menggunakan *receiver* HI-TARGET HD 8200X satu frekuensi dengan metode diferensial statik, waktu pengamatan adalah 4 jam dengan *epoch* 5 detik dan *mask angle* 10° . Pengamatan dengan
3. Geometri jaring berbentuk jaring segitiga.

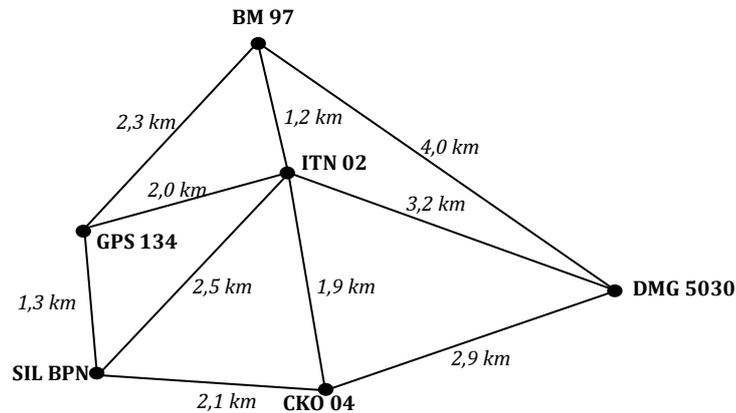
Analisis ketelitian posisi horizontal didasarkan pada harga setengah sumbu panjang dari *elips* kesalahan absolut, sedangkan untuk posisi vertikal didasarkan pada harga simpangan baku tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengacu pada tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, antara lain sebagai berikut :

- Rentang waktu yang baik untuk melakukan pengamatan GPS adalah pada pukul 10 - 18 WIB [Rahman, 2011].
- Lamanya waktu pengamatan untuk suatu pengukuran GPS dengan panjang *baseline* antara 10 km sampai dengan 50 km dengan menggunakan *receiver* satu frekuensi adalah 90 – 180 menit [Abidin, 2006].
- Peningkatan koneksitas *baseline* dari 2 ke 3 secara statistik akan menghasilkan perbedaan ketelitian posisi horizontal yang cukup berarti, sedangkan peningkatan koneksitas dari 3 ke 4 dan 4 ke 5 secara statistik tidak mempunyai perbedaan yang berarti [Utama, 2012].

Penelitian dilakukan terhadap ketelitian posisi titik-titik dengan geometrik berbentuk jaring segitiga yang terdiri dari 6 titik, gambaran distribusi titik yang diteliti adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Geometrik jaring segitiga

Data hasil pengukuran diolah menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center* (TBC) versi 2.60 dengan melibatkan variasi 1, 2, dan 3 titik ikat yang berfungsi sebagai titik kontrol. Dimana titik ikat yang digunakan terdiri dari 1 titik ikat orde 0, yaitu: titik N.0003 dan 2 titik orde 1, yaitu: titik N1.0279 dan N1.0282. telah memiliki koordinat tetap yang diperoleh dari BIG. Berikut harga koordinat titik ikat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Koordinat titik ikat

No.	Nama Titik	Koordinat Geodetik		Koordinat UTM		Lokasi
		Lintang	Bujur	Timur (m)	Utara (m)	
1.	N.0003	06°43'7.9574"S	107°39'38.8343"E	794.162.608	9.256.528.544	Ciater, Kab. Subang
2.	N1.0279	07°2'58.8357"S	107°45'41.4979"E	805.096.503	9.219.856.658	Majalaya
3.	N1.0282	07°02'22.8112"S	107°29'45.8297"E	775.754.650	9.221.129.281	Sadu, Soreang

Sumber : Badan Informasi Geospasial (BIG)

Analisis ketelitian posisi titik dilakukan berdasarkan hasil hitungan terhadap 3 model hitungan sebagai berikut:

- Hitungan model 1, posisi titik-titik pada jaring segitiga (gambar 1) dihitung dengan melibatkan 1 titik ikat (N.0003 ; N1.0279 ; N1.0282)
- Hitungan model 2, posisi titik-titik pada jaring segitiga (gambar 1) dihitung dengan melibatkan 2 titik ikat (N.0003 & N1.0279 ; N.003 & N1.0282)
- Hitungan model 3, posisi titik-titik pada jaring segitiga (gambar 1) dihitung dengan melibatkan 3 titik ikat (N.0003, N1.0279 dan N1.0282)

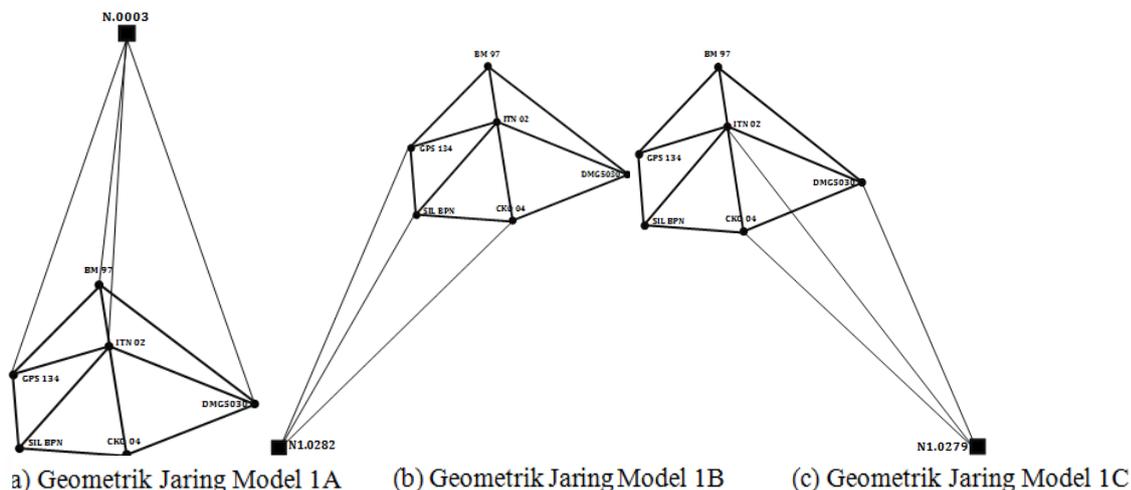
Visualisasi model konfigurasi jaring yang akan diteliti digambarkan melalui gambar 2, 3 dan 4.

Geometrik jaring pada hitungan model 1 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1, merupakan model pengikatan jaring terhadap 1 titik ikat. Hitungan dilakukan terhadap 3 model geometrik jaring sebagai berikut:

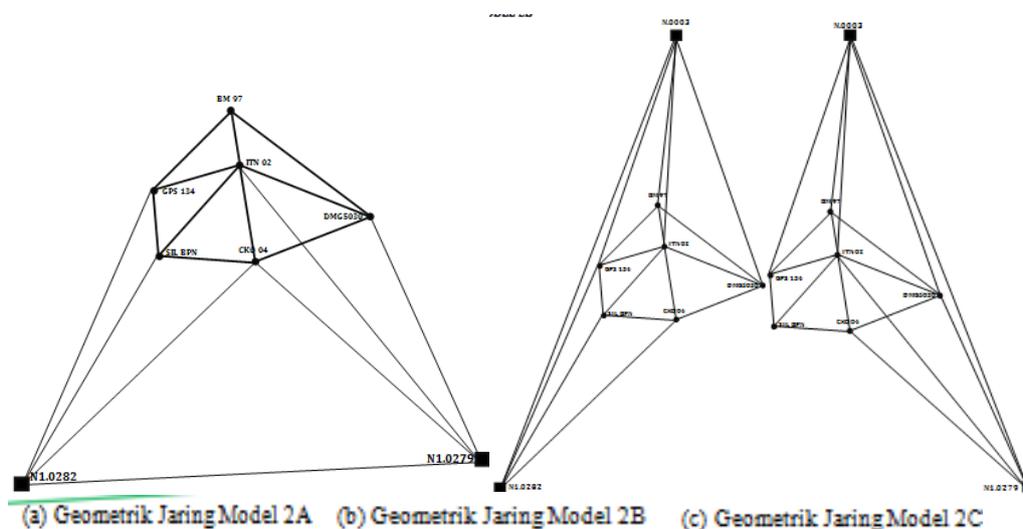
- Geometrik jaring model 1 A, posisi titik dan ketelitiannya dihitung dengan melibatkan 1 titik ikat orde 0.
- Geometrik jaring model 1 B dan 1 C, posisi titik dan ketelitiannya dihitung dengan melibatkan 1 titik ikat orde 1.

Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS

Model hitungan ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh penggunaan 1 titik ikat berdasarkan klasifikasi tingkatan ordenya, baik titik ikat dengan orde 0, maupun titik ikat dengan orde 1 terhadap ketelitian posisi yang dihasilkan.



Gambar 2. Geometrik jaring hitungan model 1

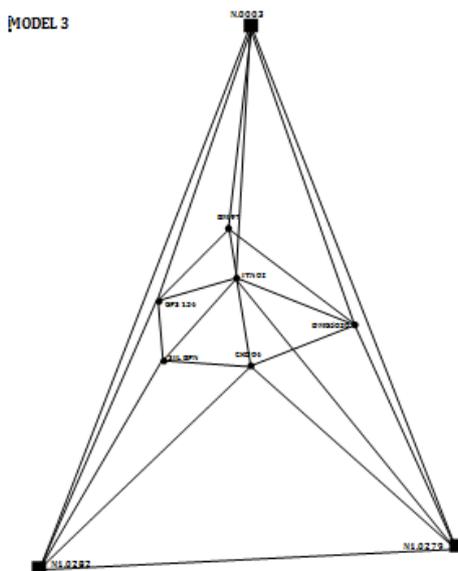


Gambar 3. Geometrik jaring hitungan model 2

Geometrik jaring pada hitungan model 2 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3, merupakan model pengikatan jaring terhadap 2 titik ikat. Hitungan dilakukan terhadap 3 model geometrik jaring sebagai berikut:

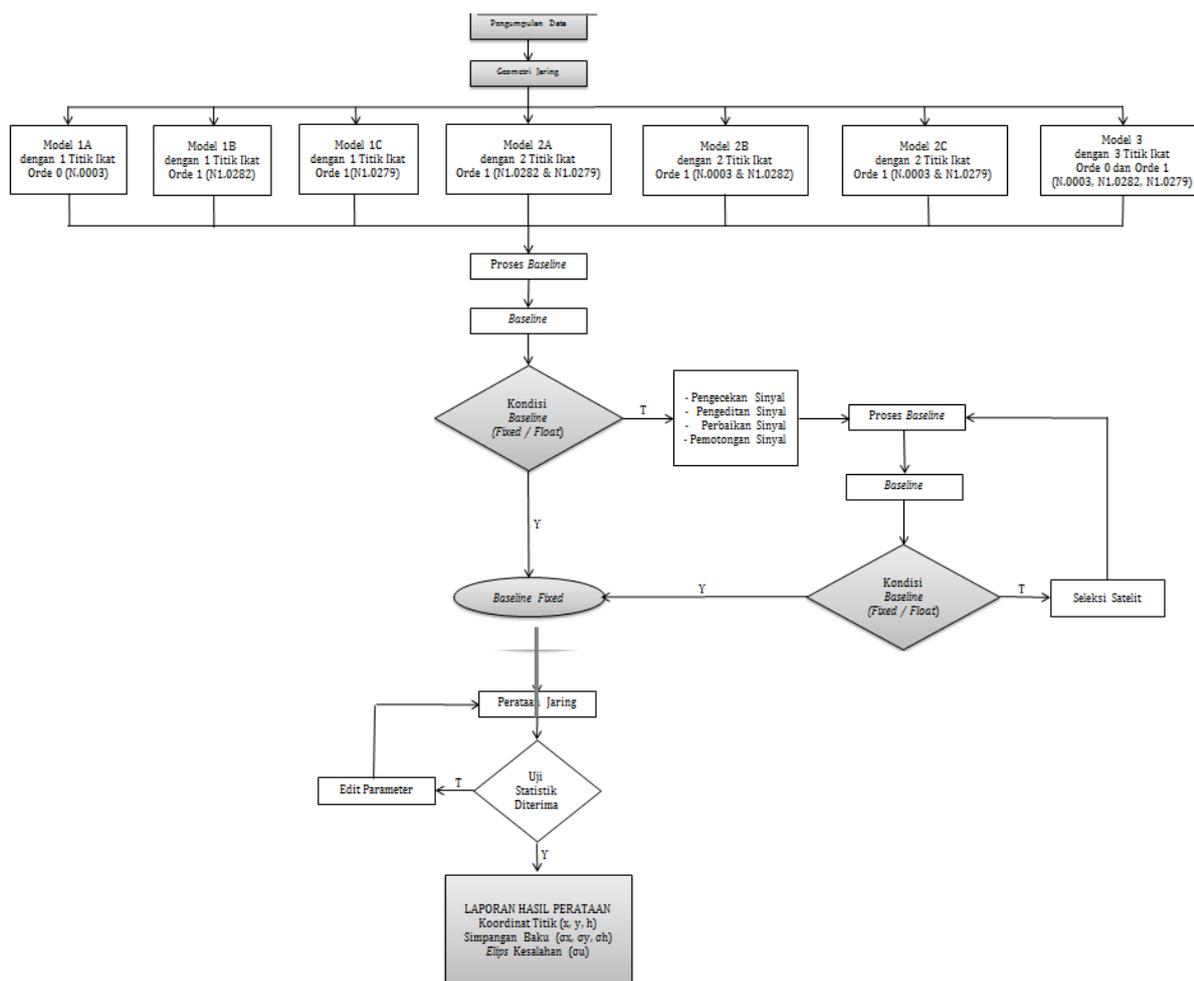
- Geometrik jaring model 2 A, posisi titik dan ketelitiannya dihitung dengan melibatkan 2 titik ikat dengan orde yang sejenis (orde 1)
- Geometrik jaring model 2 B dan 2 C, posisi titik dan ketelitiannya dihitung dengan melibatkan 2 titik ikat dengan orde yang berbeda (orde 0 & orde 1)

Model hitungan ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh penggunaan 2 titik ikat terhadap ketelitian posisi yang dihasilkan, baik titik ikat dengan orde yang sejenis, maupun titik ikat dengan orde campuran (orde 0 dan orde 1).



Gambar 4. Geometrik jaringan hitungan model 3

Geometrik jaringan pada hitungan model 3 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4, merupakan model pengikatan jaringan terhadap 3 titik ikat. Model hitungan ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh penggunaan 3 titik ikat terhadap ketelitian posisi yang dihasilkan. Diagram alir metodologi dijelaskan melalui gambar 5 berikut.



Gambar 5. Diagram alir metodologi penelitian

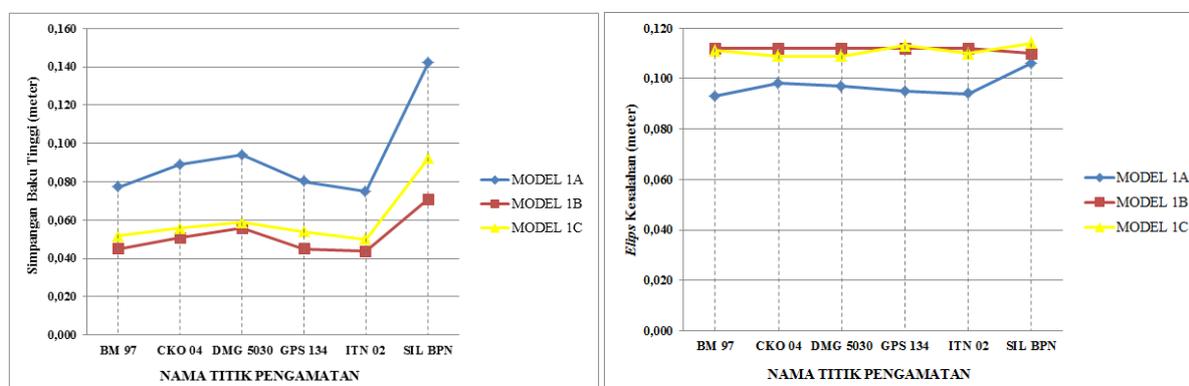
3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil hitungan model 1 merupakan hasil hitungan posisi titik-titik jaring GPS dan ketelitiannya yang diperoleh dari hitung perataan jaring dengan melibatkan 1 titik ikat. Tabel dan gambar berikut adalah rekapitulasi simpangan baku tinggi dan elips kesalahan absolut titik hasil perhitungan menggunakan model hitungan 1. Tabel dan gambar berikut adalah simpangan baku tinggi dan elips kesalahan absolut titik hasil perhitungan menggunakan hitungan model 1.

Tabel 2. Hasil simpangan baku dan ketelitian titik hitungan model 1

Nama Titik	Simpangan Baku Tinggi σ_h (meter)			σ_u (meter)		
	Model 1A	Model 1B	Model 1C	Model 1A	Model 1B	Model 1C
BM 97	0,077	0,045	0,052	0,093	0,112	0,111
CKO 04	0,089	0,051	0,056	0,098	0,112	0,109
DMG 5030	0,094	0,056	0,059	0,097	0,112	0,109
GPS 134	0,080	0,045	0,054	0,095	0,112	0,113
ITN 02	0,075	0,044	0,050	0,094	0,112	0,110
SIL BPN	0,142	0,071	0,092	0,106	0,110	0,114
Rata-rata	0,093	0,052	0,061	0,097	0,112	0,111
Maksimum	0,142	0,071	0,092	0,106	0,112	0,114
Minimum	0,075	0,044	0,050	0,093	0,110	0,109
Rata- rata		0,068			0,107	

*) σ_u = setengah sumbu panjang elips kesalahan absolut.



Gambar 6. Grafik simpangan baku tinggi dan elips kesalahan hitungan model 1

Berdasarkan tabel 2 dan grafik simpangan baku dan ellips kesalahan yang ditunjukkan oleh gambar 6 mengindikasikan bahwa:

- Ketelitian posisi horizontal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 1A memiliki ketelitian yang tinggi dibandingkan dengan model 1B dan 1C. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 1 titik ikat orde 0 dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi horizontal yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan 1 titik ikat orde 1.
- Ketelitian posisi vertikal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 1A memiliki ketelitian yang lebih rendah dibandingkan dengan model 1B dan 1C. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 1 titik ikat orde 0 dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi vertikal yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan 1 titik ikat orde 1.

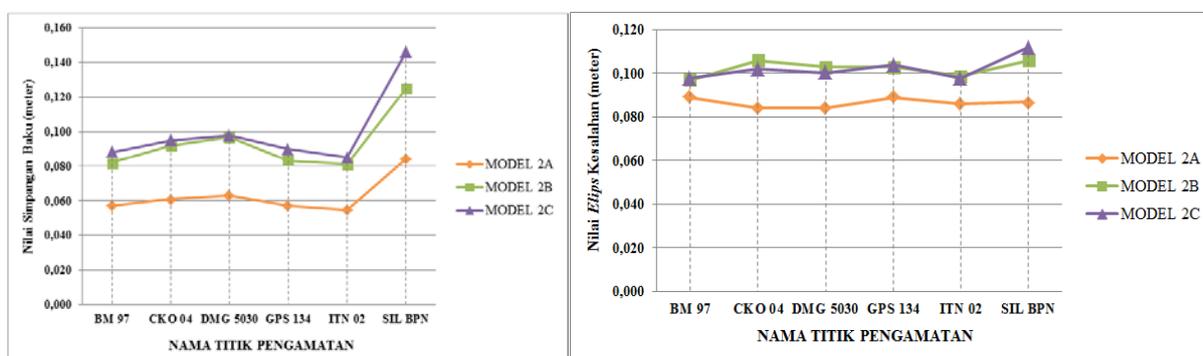
- Penggunaan 1 titik ikat dengan klasifikasi orde 0 menghasilkan ketelitian posisi horizontal rata-rata sebesar ± 10 cm, sedangkan penggunaan 1 titik ikat dengan klasifikasi orde 1 menghasilkan ketelitian posisi horizontal rata-rata sebesar ± 11 cm.

Hasil hitungan model 2 merupakan hasil hitungan posisi titik-titik jaring GPS dan ketelitiannya yang diperoleh dari hitung perataan jaring dengan melibatkan 2 titik ikat dengan klasifikasi menurut orde sejenis (orde 1) dan orde yang berbeda (orde 0 & orde 1). Tabel dan gambar berikut adalah simpangan baku tinggi dan elips kesalahan absolut titik hasil perhitungan menggunakan hitungan model 2.

Tabel 3. Hasil simpangan baku dan ketelitian titik hitungan model 2

Nama Titik	Simpangan Baku Tinggi σ_h (meter)			σ_u (meter)		
	Model 2A	Model 2B	Model 2C	Model 2A	Model 2B	Model 2C
BM 97	0,057	0,082	0,088	0,089	0,097	0,098
CKO 04	0,061	0,092	0,095	0,084	0,106	0,102
DMG 5030	0,063	0,097	0,098	0,084	0,103	0,100
GPS 134	0,057	0,083	0,090	0,089	0,103	0,104
ITN 02	0,055	0,081	0,085	0,086	0,099	0,098
SIL BPN	0,084	0,125	0,146	0,087	0,106	0,112
Rata-rata	0,063	0,093	0,100	0,087	0,102	0,102
Maksimum	0,084	0,125	0,146	0,089	0,106	0,112
Minimum	0,055	0,081	0,085	0,084	0,097	0,098
Rata – rata		0,086			0,097	

*) σ_u = setengah sumbu panjang elips kesalahan absolut.



Gambar 7. Grafik simpangan baku dan elips kesalahan hitungan model 2

Berdasarkan tabel 3 dan grafik simpangan baku dan ellips kesalahan yang ditunjukkan oleh gambar 7 mengindikasikan bahwa:

- Ketelitian posisi horizontal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 2A memiliki ketelitian yang tinggi dibandingkan dengan model 2B dan 2C. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 2 titik ikat orde sejenis (orde 0 saja atau orde 1 saja) dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi horizontal yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan 2 titik ikat orde campuran (gabungan orde 0 dan orde 1).
- Ketelitian posisi vertikal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 2A memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan model 2B dan 2C. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 2 titik ikat orde sejenis (orde 0 saja atau orde 1 saja) dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi vertikal yang

Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS

lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan 2 titik ikat orde campuran (gabungan orde 0 dan orde 1).

- Penggunaan 2 titik ikat gabungan orde 0 dan orde 1 pada hitung perataan jaringan menghasilkan ketelitian posisi horizontal rata-rata sebesar ± 10 cm, sedangkan penggunaan 2 titik ikat orde 1 (sejenis) menghasilkan ketelitian posisi horizontal rata-rata sebesar ± 9 cm.

Hasil hitungan model 3 merupakan hasil hitungan posisi titik-titik jaring GPS dan ketelitiannya yang diperoleh dari hitung perataan jaring dengan melibatkan 3 titik ikat. Tabel berikut adalah simpangan baku tinggi dan elips kesalahan absolut titik hasil hitungan model 3.

Tabel 4. Simpangan baku dan ketelitian titik hitungan model 3

Nama Titik	Simpangan Baku Tinggi σ_h (meter)	σ_u (meter)
BM 97	0,088	0,071
CKO 04	0,095	0,073
DMG 5030	0,098	0,073
GPS 134	0,089	0,074
ITN 02	0,086	0,071
SIL BPN	0,131	0,080
Rata-rata	0,098	0,074
Maksimum	0,131	0,080
Minimum	0,086	0,071

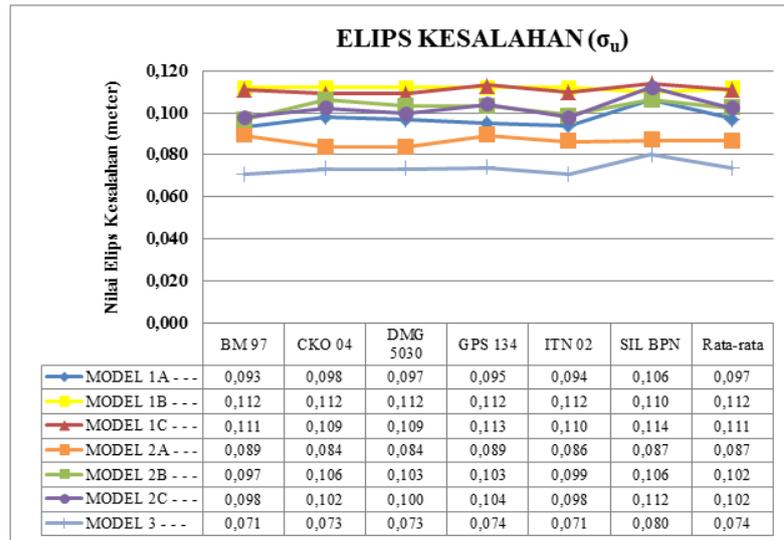
*) σ_u = setengah sumbu panjang elips kesalahan absolut.

Rekapitulasi simpangan baku tinggi dan elips kesalahan absolut titik hasil hitungan ketiga model ditampilkan melalui tabel berikut.

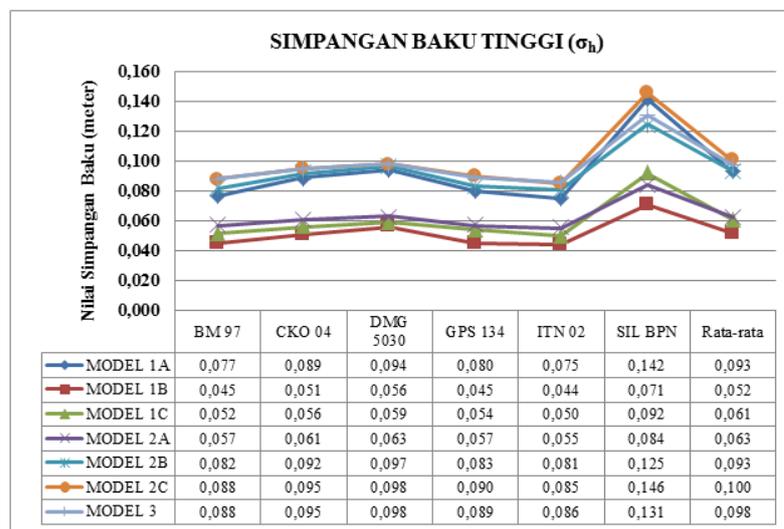
Tabel 5. Rekapitulasi hasil hitungan model 1, 2, dan 3

Model Hitungan	Rata-rata	
	Simpangan Baku Tinggi σ_h (meter)	σ_u (meter)
1	0,068	0,107
2	0,086	0,097
3	0,086	0,074

*) σ_u = setengah sumbu panjang elips kesalahan absolut.



Gambar 8. Grafik perbandingan elips kesalahan



Gambar 9. Grafik Perbandingan simpangan baku tinggi

Berdasarkan tabel 5 dan grafik simpangan baku dan ellips kesalahan yang ditunjukkan oleh Gambar 9 dan Gambar 8 mengindikasikan bahwa:

- Ketelitian posisi horizontal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 3 memiliki ketelitian yang tinggi dibandingkan dengan model 1 dan model 2. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 3 titik ikat dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi horizontal yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan 1 titik ikat dan 2 titik ikat.
- Ketelitian posisi vertikal rata-rata dari titik yang diperoleh dari hasil hitungan model 1 memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan model 2 dan 3. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan 1 titik ikat dalam proses hitung perataan jaring akan menghasilkan ketelitian posisi vertikal yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan 2 titik ikat dan 3 titik ikat.
- Penggunaan jumlah titik ikat sebanyak 1, 2 dan 3 titik masing-masing menghasilkan ketelitian horizontal rata-rata sebesar ± 11 cm, $\pm 0,10$ cm dan ± 8 cm.
- Penggunaan 1 titik ikat dengan klasifikasi orde 0 pada hitung perataan jaringan menghasilkan ketelitian tinggi rata-rata sebesar ± 10 m, sedangkan penggunaan 1 titik ikat dengan klasifikasi orde 1 menghasilkan ketelitian tinggi rata-rata sebesar ± 6 cm.

Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS

- Penggunaan 2 titik ikat gabungan orde 0 dan orde 1 pada hitung perataan jaringan menghasilkan ketelitian tinggi rata-rata sebesar $\pm 0,10$ cm, sedangkan penggunaan 2 titik ikat orde 1 (sejenis) dapat menghasilkan ketelitian tinggi rata-rata sebesar ± 7 cm.
- Penggunaan jumlah titik ikat sebanyak 1, 2 dan 3 titik masing-masing menghasilkan ketelitian tinggi titik rata-rata sebesar $\pm 0,7$ cm, $\pm 0,9$ cm dan $\pm 0,10$ cm.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Banyaknya jumlah titik ikat yang digunakan dalam proses hitungan penentuan posisi pada survei GPS akan meningkatkan ketelitian posisi horizontal, namun di sisi lain ketelitian tingginya akan menurun.
2. Bila dalam proses hitung perataan jumlah titik ikat yang digunakan lebih dari 1 titik, maka penggunaan titik-titik ikat dengan klasifikasi orde yang sejenis (misal: orde 0 saja atau orde 1 saja) akan menghasilkan ketelitian posisi horizontal yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan titik-titik ikat dengan klasifikasi orde campuran (misal: gabungan orde 0 dan orde 1).
3. Penggunaan jumlah titik ikat sebanyak 1, 2 dan 3 titik, masing-masing akan menghasilkan ketelitian horizontal rata-rata sebesar ± 11 cm, ± 10 cm, dan ± 8 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

1. Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk penyediaan data koordinat titik ikat
2. Taufan Akbar Utama, S.T. yang telah berkontribusi dalam penyediaan sebagian data GPS yang digunakan dalam penelitian ini.
3. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2006). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, PT. Pradnya Paramitha: Jakarta.
- Abidin, H.Z., Jones, A., Kahar, J. (2011). *Survei Dengan GPS*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Anonim, (2011). *UU Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 No. 4, Jakarta.
- Rahman, R. R. (2011). *Pengaruh Waktu Pengamatan terhadap Ketelitian Posisi dalam Survey GPS*, Skripsi Jurusan Teknik Geodesi Itenas, Bandung.
- Rahman, R. R. (2011). *Pengaruh Waktu Pengamatan terhadap Ketelitian Posisi dalam Survey GPS*, Skripsi Jurusan Teknik Geodesi Itenas, Bandung.
- Utama, T.A. (2012). Analisis Pengaruh Koneksitas Jaring Terhadap Ketelitian Posisi Pada Survei GPS, Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung.