

# ANALISIS KETELITIAN DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN GPS DENGAN METODE DIFERENSIAL STATIK DALAM MODA JARING DAN RADIAL

Oleh : Syafril Ramadhon

## ABSTRAK

*Ketelitian data Global Positioning Systems (GPS) dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Kebutuhan pengguna dalam hal ini adalah terkait dengan ketelitian posisi yang diinginkan, apakah teliti, sedang, atau untuk keperluan navigasi. Ketelitian posisi GPS tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor dan parameter yang antara lain adalah ketelitian data, geometri satelit, metode penentuan posisi, dan strategi pemrosesan data. Metode yang umum digunakan untuk mendapatkan ketelitian data yang tinggi adalah metode diferensial statik. Survei penentuan posisi secara diferensial dengan metode GPS statik dapat dilaksanakan dalam moda jaring dan moda radial. Pemilihan kedua moda tersebut akan mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh, waktu penyelesaian survei, serta biaya operasional survei. Permasalahan yang muncul adalah berapakah perbedaan ketelitian posisi, jumlah baseline, sesi dan waktu pengukuran dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial. Dari hasil pengukuran didapat perbandingan ketelitian rata-rata koordinat tiga dimensi antara moda jaring dan radial dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode statik adalah 9.1 mm untuk sumbu easting, 2.7 mm untuk sumbu northing, 2.3 cm untuk tinggi dan 1 cm untuk beda jarak setiap titik. Perbandingan jumlah baseline, sesi dan waktu pengukuran antara moda jaring dan radial dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode statik adalah moda radial lebih membutuhkan jumlah baseline, sesi dan waktu pengukuran yang lebih sedikit (56%) apabila dibandingkan dengan moda jaring.*

Kata Kunci : GPS, Diferensial, Statik, Jaring, Radial, Ketelitian.

## BAB I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Ketelitian data *Global Positioning Systems* (GPS) dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Kebutuhan pengguna dalam hal ini adalah terkait dengan ketelitian posisi yang diinginkan, apakah teliti, sedang, atau untuk keperluan navigasi. Posisi yang teliti biasanya digunakan untuk penentuan titik ikat di bidang survey dan pemetaan. Ketelitian posisi GPS tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor dan parameter yang antara lain adalah ketelitian data, geometri satelit, metode penentuan posisi, dan strategi

pemrosesan data.

Metode yang umum digunakan untuk mendapatkan ketelitian data yang tinggi (kisaran cm sampai dengan mm) adalah metode diferensial statik. Hal tersebut dikarenakan data pengukuran yang didapatkan pada suatu titik pengamatan lebih banyak apabila dibandingkan dengan metode diferensial kinematik. Dalam metode penentuan posisi dengan GPS menggunakan metode diferensial statik tersebut terdapat dua jenis moda, yaitu moda radial dan moda jaring. Perbedaan mendasar dari moda tersebut adalah jumlah sesi pengamatan yang dilakukan, dimana untuk moda radial, untuk setiap titik

pengamatan hanya diukur satu kali, sedangkan dalam moda jaring setiap titik pengamatan diukur lebih dari satu kali. Secara metode tentunya moda radial akan lebih efisien dari segi waktu pengukuran dibandingkan dengan moda jaring.

Secara sepintas, tentunya metode diferensial statik dengan moda jaring akan memberikan ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan moda radial, karena jumlah data pengukuran dalam satu titik pengamatan lebih banyak. Akan tetapi berapakah kisaran ketelitian antara metode pengukuran GPS dalam moda jaring dan radial, sehingga pengguna GPS dalam menentukan posisi suatu titik dapat menghitung secara ekonomis kebutuhan ketelitian data yang dibandingkan dengan waktu pengukuran yang berdampak pada pengeluaran biaya pengukuran.

### I.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang dikedepankan dalam penelitian ini adalah berapakah perbedaan ketelitian posisi dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial.

### I.3 Rumusan Masalah

Masalah yang dikedepankan dalam penelitian ini adalah untuk memberikan analisis ketelitian posisi antara dalam

penentuan posisi menggunakan GPS dengan menggunakan metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial.

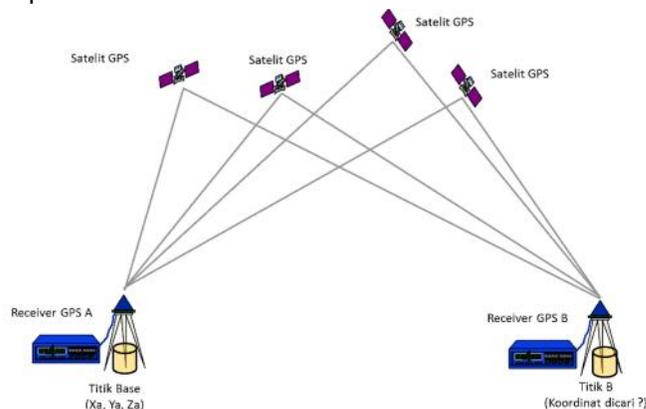
### I.4 Tujuan Penulisan

Memberikan analisis ketelitian posisi, jumlah *baseline*, sesi dan waktu pengukuran yang diperlukan dalam kegiatan penentuan posisi menggunakan GPS dengan menggunakan metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Metode Diferensial Statik Moda Jaring dan Radial

Dalam penggunaannya GPS dapat digunakan secara absolut, yaitu metode penentuan posisi dengan hanya menggunakan satu buah *receiver* GPS/GNSS. Namun metode ini hanya memberikan ketelitian dengan kisaran 3 s.d 10 m (Abidin, 2006). Ketelitian tersebut dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode diferensial. Pada penentuan posisi secara diferensial, posisi suatu titik (*rover*) ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*stasiun referensi/base*) seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Prinsip pengukuran diferensial

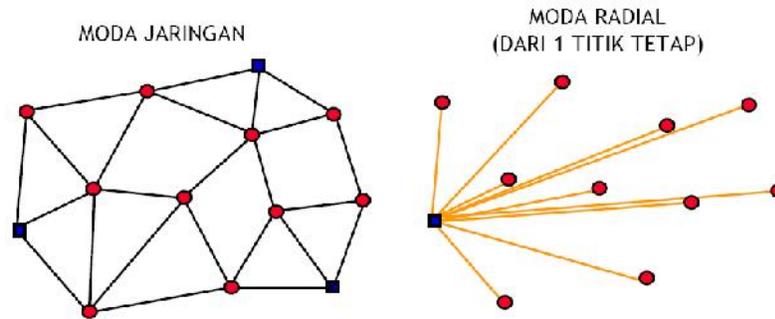
Pada metode diferensial, dilakukan pengurangan data yang diamati oleh dua *receiver* GPS pada waktu yang sama (bertampalan) yang bertujuan untuk mereduksi dan menghilangkan beberapa jenis kesalahan dan bias data GPS. Pereduksian dan pengeliminasian kesalahan dan bias ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data sehingga akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi posisi yang diperoleh dengan kisaran mm sampai dengan sentimeter.

Metode penentuan posisi secara diferensial statik adalah penentuan posisi titik-titik yang diam (statik) dalam jangka waktu tertentu tergantung jarak antara *base* dan *rover* sehingga ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan penentuan posisi statik biasanya lebih banyak. Hal ini menyebabkan tingkat ketelitian posisi yang didapatkan umumnya relatif tinggi (dapat mencapai orde mm). Pada prinsipnya, Metode GPS statik dilakukan dengan menggunakan metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan *baseline* per *baseline* selama selang waktu tertentu (beberapa puluh menit sampai beberapa jam tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan) dalam suatu jaringan (kerangka) dari titik-titik yang akan ditentukan posisinya. Aplikasi utama dari survey GPS adalah untuk penentuan titik-titik ikat pemetaan berketelitian tinggi. Berikut diberikan karakteristik tentang survey GPS

diferensial statik (Abidin, 2006):

1. Metode penentuan posisi yang digunakan adalah metode penentuan posisi secara diferensial.
2. Diperlukan minimal dua buah *receiver* GPS tipe geodetik (diutamakan dual frekuensi)
3. Penentuan posisi sifatnya statik (titik-titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak).
4. Data pengamatan yang digunakan untuk penentuan posisi adalah data fase.
5. Pengolahan data umumnya dilakukan secara *post-processing*.
6. Antar titik tidak perlu untuk saling "bisa terlihat", yang terpenting adalah setiap titik bisa "melihat" satelit.
7. Umumnya jaringan dibangun sesi per sesi dari pengamatan *baseline* selama selang waktu tertentu.
8. Pelaksanaan sesi pengamatan suatu *base line* sifatnya berdiri sendiri.

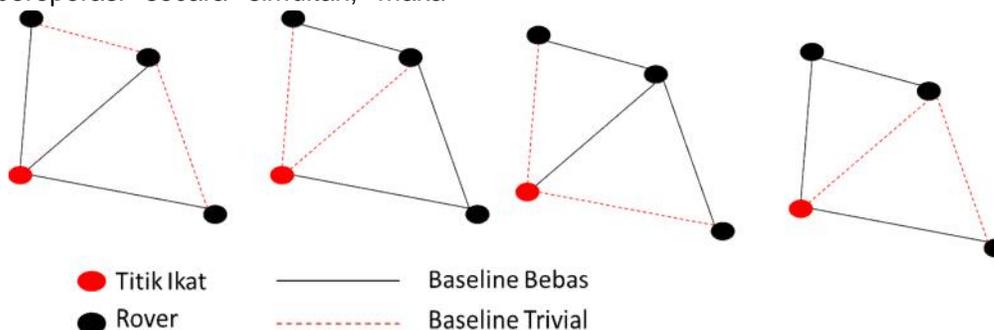
Survei penentuan posisi dengan metode GPS statik dapat dilaksanakan dalam moda jaring dan moda radial. Pemilihan kedua moda tersebut akan mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh, waktu penyelesaian survei, serta biaya operasional survei. Moda radial umumnya menghasilkan tingkat ketelitian posisi yang rendah, namun waktu survei lebih cepat yang berdampak pada biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan moda jaring. Gambar 2.2 berikut memberikan ilustrasi moda jaring dan radial dalam survei GPS statik.



Gambar 2.2. Moda jaringan dan moda radial dalam survei statik GPS (Abidin, 2006)

Dalam moda jaringan, perlu diperhatikan tentang *baseline* trivial. *Baseline* trivial adalah *baseline* yang dapat diturunkan dari *baseline-baseline* lainnya dari satu sesi pengamatan. *Baseline* yang bukan trivial dinamakan sebagai *baseline* bebas (*independent*). Pada satu sesi pengamatan, jika ada sejumlah  $n$  receiver yang beroperasi secara simultan, maka

akan ada sebanyak  $(n-1)$  *baseline* bebas yang dapat terdiri dari beberapa kombinasi. Set dari  $(n-1)$  *baseline* bebas yang akan digunakan dapat mempengaruhi kualitas dari posisi titik yang diperoleh. *Baseline* trivial dan *baseline* bebas apabila digunakan empat receiver GPS secara simultan diilustrasikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Ilustrasi *Baseline* bebas dan trivial

Dalam pengolahan data, *baseline* trivial tidak boleh disertakan dalam proses pengolahan. Oleh karena itu ketika pengamatan, apabila terdapat *baseline* trivial, maka pengukuran terhadap *baseline* tersebut harus diulang. Dasar penyebab *baseline* trivial tidak boleh disertakan dalam pengolahan data adalah:

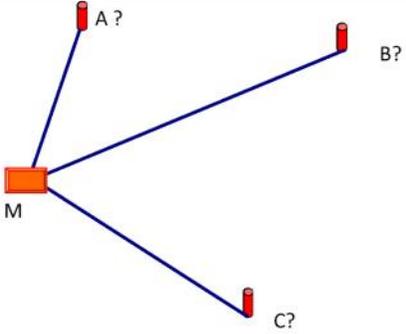
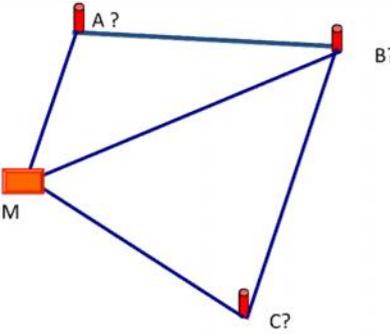
1. Spesifikasi geometris jaring menjadi tidak terpenuhi.
2. Informasi yang masuk ke dalam perataan jaringan menjadi berkurang.
3. Tingkat ketelitian dari titik yang diperoleh secara teoritis akan berkurang.
4. Hasil yang diberikan oleh hitung perataan jaring tidak mencerminkan kondisi yang sebenarnya, atau dengan kata lain tidak realistis.
5. Pengikutsertaan *baseline* trivial dalam perataan jaringan akan memberikan hasil perataan yang terkesan lebih presisi dibandingkan kondisi yang sebenarnya.

- 6. Karena pada dasarnya tidak ada informasi tambahan, maka tingkat ketelitian titik yang diperoleh relatif tidak akan berubah.
- 7. Karena semakin banyaknya *baseline* yang terlibat, maka beban pengolahan data semakin bertambah.

Apabila dibandingkan antara moda radial dan jaring, moda radial membutuhkan waktu dan jumlah sesi pengukuran yang lebih sedikit (30 s.d 40%) dibanding dengan metoda jaring. Terkait dengan ketelitian data, moda jaringan lebih teliti, karena setiap titik diamati lebih dari satu

kali, sehingga data ukuran lebih lebih banyak. Berbeda halnya dengan metode radial, dimana satu titik hanya diukur satu kali, sehingga tidak ada ukuran lebih pada titik tersebut. Terkait dengan efisiensi waktu, moda radial tentunya secara tidak langsung memberikan efisiensi pula terhadap biaya survey atau pengukuran. Dari ilustrasi tersebut, maka dapat disimpulkan penggunaan moda radial dan jaringan pada tiga titik yang akan ditentukan posisinya dengan menggunakan dua buah *receiver* GPS pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan metode radial dan jaring

 <p style="text-align: center;">Metode Radial</p>	 <p style="text-align: center;">Metode Jaring</p>
Tiga sesi pengukuran untuk menghasilkan tiga <i>baseline</i> bebas	Lima sesi pengukuran untuk menghasilkan lima <i>Baseline</i> bebas
Geometri untuk penentuan posisi relatif lebih lemah	Geometri untuk penentuan posisi relatif lebih kuat
Waktu akuisisi dan pengolahan data relatif lebih cepat	Waktu akuisisi dan pengolahan data relatif lebih lama
Biaya logistik, transportasi, dan akomodasi lebih murah	Biaya logistik, transportasi, dan akomodasi lebih mahal
Kontrol kualitas relatif lemah	Kontrol Kualitas relatif kuat

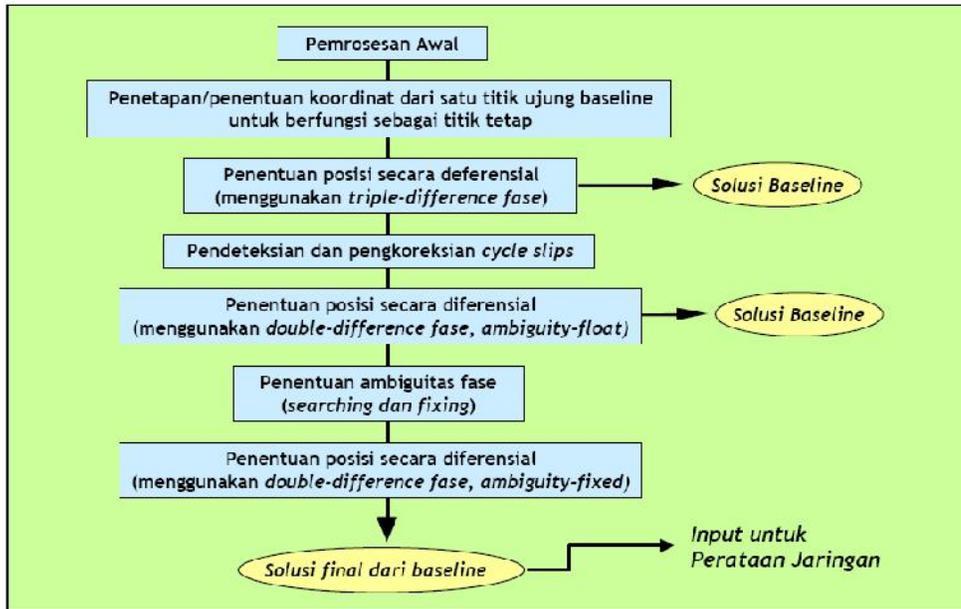
**II.2 Pengolahan Data Survey GPS Diferensial Statik**

Pada metode GPS static, pemrosesan data

GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan umumnya terdiri dari tiga tahapan perhitungan, yaitu:

- Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam jaringan,
- Perataan jaringan yang melibatkan semua *baseline* untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan,
- Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS 1984 ke datum yang diperlukan oleh pengguna apabila diperlukan.

Pengolahan data dari setiap *baseline* GPS pada dasarnya bertujuan untuk menentukan nilai estimasi vektor *baseline* atau koordinat relatif ( $dX$ ,  $dY$ ,  $dZ$ ). Proses estimasi yang digunakan untuk pengolahan *baseline* umumnya berbasiskan metode kuadrat terkecil. Diagram alir dari proses pengolahan *baseline* GPS diberikan pada gambar 2.4.



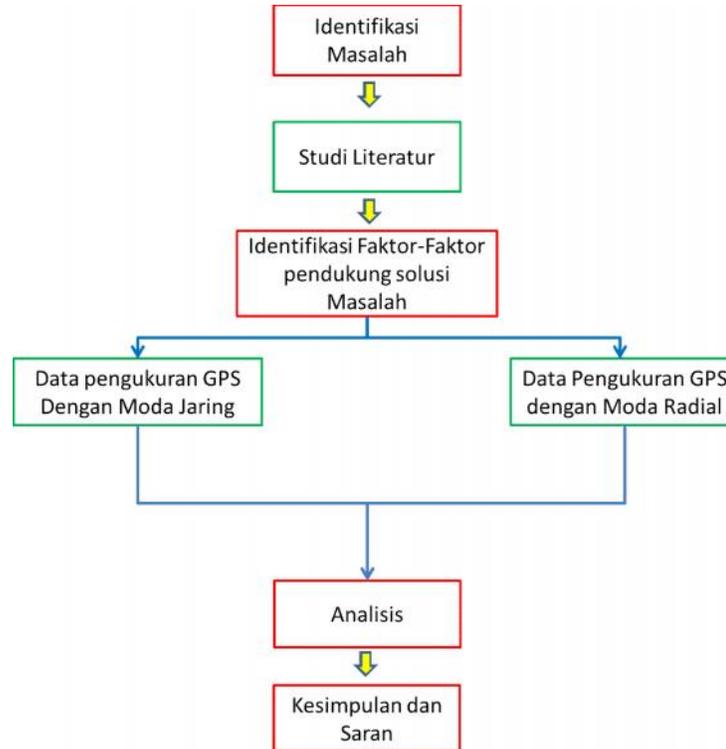
Gambar 2.4. Diagram Alir pengolahan *baseline* GPS (Abidin, 2006)

Untuk mengolah data GPS, terdapat perangkat lunak yang sudah merupakan bawaan dari *receiver* GPS sesuai merk yang biasa disebut perangkat lunak komersial, dan juga perangkat lunak ilmiah yang dibuat oleh suatu lembaga atau institusi ilmiah. Perangkat lunak komersial biasanya ditujukan untuk melayani pengolahan data survey GPS statik untuk keperluan pengadaan titik kontrol pemetaan, dan relatif mudah dioperasikan. Perangkat lunak ilmiah umumnya lebih canggih, baik dalam strategi pengolahan data dan dalam strategi penanganan

kesalahan dan bias dan digunakan untuk mengolah data survei geodesi yang menuntut ketelitian tinggi dan memiliki cakupan jaringan yang umumnya berskala regional atau bahkan global.

### BAB III. METODOLOGI

Dalam penelitian ini dibahas tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan untuk dapat mengakomodir kegiatan analisis data. Secara umum metodologi dari penelitian terkait analisis ketelitian data antara moda jaring dan radial diberikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Secara detail tahapan-tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang dikedepankan adalah berapakah perbedaan ketelitian posisi dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial.

#### 2. Studi Literatur

Untuk memberikan dasar solusi atas masalah tersebut maka dilakukan kajian literatur terkait metode diferensial statik dalam moda jaring dan radial. Melalui studi literatur didapatkan bahwa ketelitian data dengan metode GPS metode diferensial statik dengan moda jaring lebih baik dibandingkan dengan moda radial, meskipun secara waktu pengamatan lebih lama. Akan tetapi

kisaran ketelitian yang diberikan tidak dimunculkan.

#### 3. Identifikasi Faktor-Faktor Pendukung Solusi Masalah

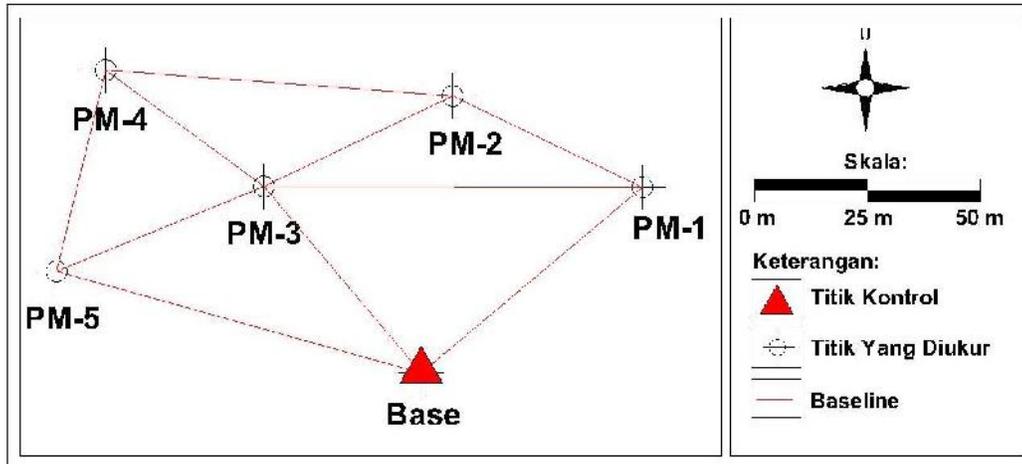
Untuk mengetahui tingkat ketelitian data maka dilakukan pengukuran untuk menentukan koordinat 3-dimensi terhadap lima titik dengan menggunakan metode diferensial statik dalam moda jaring dan moda radial dengan lama pengukuran untuk masing-masing *baseline* adalah selama 30 menit. Dalam hal ini hasil koordinat 3-dimensi menggunakan metode diferensial statik menggunakan metode jaring adalah sebagai data yang dianggap benar. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran kelima titik tersebut dalam moda radial.

a. Pengukuran dengan Metode

Diferensial Statik Dengan Moda Jaring

Penentuan posisi titik-titik dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan tiga buah *receiver* GPS Geodetik merk Topcon dengan titik ikat yang sudah diketahui koordinatnya. Kegiatan

pengukuran dilakukan di Jl. Kaliurang kilometer 14 Daerah Istimewa Yogyakarta. Jumlah *baseline* bebas dalam pengukuran ini berjumlah 10 buah. Gambar 3.2 memberikan peta titik-titik yang akan diukur dengan dengan *baseline* bebas pengukuran.



Gambar 3.2 Peta Pengukuran GPS Metode Diferensial Statik Dalam Moda Jaring

Karena *receiver* GPS yang digunakan berjumlah tiga buah, maka dibagi 3 tim untuk mengukur *baseline* dengan waktu pengukuran untuk setiap sesi adalah 30 menit, sehingga untuk mengukur seluruh *baseline*

tersebut dengan tiga *receiver* GPS diperlukan lima sesi pengukuran. Tabel 3.1 memberikan ilustrasi kegiatan pengukuran dengan Metode Diferensial Statik Dalam Moda Jaring.

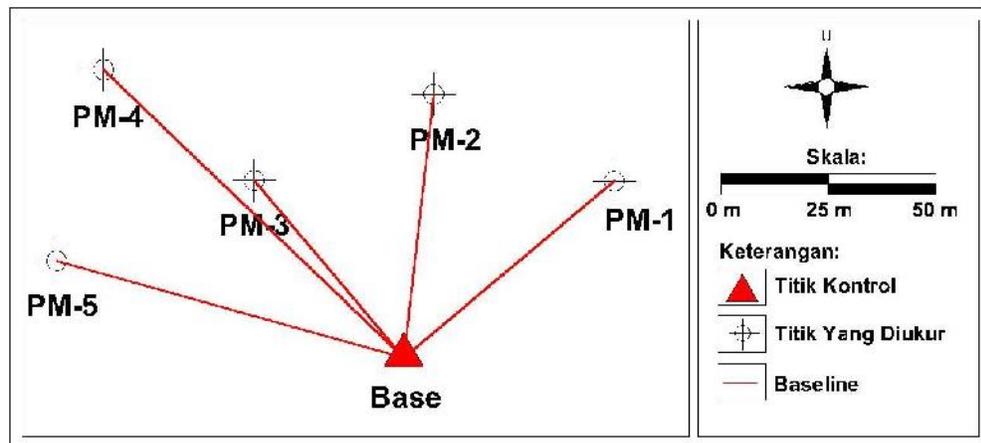
Tabel 3.1 Ilustrasi Kegiatan Pengukuran Dalam Moda Jaring

Tim	Sesi 1	Moving	Sesi 2	Moving	Sesi 3
	(09.00 – 09.30 )	(09.30 – 09.45 )	(09.45 – 10.15 )	(10.15 – 10.30 )	(10.30 – 11.00 )
	Tim 1	B		B	
Tim 2	1		5		5
Tim 3	3		3		3
<i>Baseline</i> yang Diukur	B-1 B-3		B-5 3-5		4-5 3-4

Tim	Sesi 4	Moving	Sesi 5
	(11.15 – 11.45)	(11.45 – 12.00)	(12.00 – 12.30)
Tim 1	4		1
Tim 2	2		2
Tim 3	3		3
<i>Baseline yang Diukur</i>	2-4 2-3		1-2 1-3

- b. Pengukuran dengan Metode Diferensial Statik Dengan Moda Radial  
 Penentuan posisi titik-titik dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan tiga buah *receiver* GPS Geodetik merk Topcon

dengan titik ikat yang sudah diketahui koordinatnya. Jumlah *baseline* dalam pengukuran ini berjumlah 5 buah. Gambar 3.2 memberikan peta titik-titik yang akan diukur dengan dalam moda radial.



Gambar 3.3 Peta Pengukuran GPS Metode Diferensial Statik Dalam Moda Jaring

Karena *receiver* GPS yang digunakan berjumlah tiga buah, maka dibagi 3 tim untuk mengukur *baseline* dengan waktu pengukuran untuk setiap sesi adalah 30 menit, sehingga untuk mengukur seluruh *baseline*

tersebut dengan tiga *receiver* GPS diperlukan tiga sesi pengukuran. Tabel 3.2 memberikan ilustrasi kegiatan pengukuran dengan Metode Diferensial Statik Dalam Moda radial.

Tabel 3.2 Ilustrasi Kegiatan Pengukuran Dalam Moda Radial

Tim	Sesi 1	Moving	Sesi 2	Moving	Sesi 3
	(13.00 – 13.30)	(13.30 – 13.45)	(13.45 – 14.15)	(14.15 – 14.30)	(14.30 – 15.00)
	B		B		B
Tim 1	B		B		B
Tim 2	1		3		5
Tim 3	2		4		-
<i>Baseline yang Diukur</i>	B-1 B-2		B-3 B-4		B-5

Setelah dilakukan kegiatan pengukuran, baik dalam moda jaring dan moda radial, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak SKI PRO. Pengolahan data untuk moda jaring terdiri dari dua tahapan, yaitu proses pengolahan

*baseline* dan pengolahan jaring. Sedangkan proses pengolahan data untuk moda radial hanya terdiri dari satu tahapan, yaitu pengolahan *baseline*. Hasil keluaran dari tahapan pengolahan data adalah data koordinat 3-dimensi titik-titik yang ditentukan koordinatnya

## BAB IV. HASIL

### IV.1 Hasil Koordinat 3-dimensi Menggunakan Metode Diferensial Statik Dengan Moda Jaring

Tabel 4.1 Hasil Pengolahan Data Koordinat Menggunakan Metode Diferensial Statik Dengan Moda Jaring

Titik	Easting (m)	Northing (m)	Tinggi Ellipsoid (m)	Sd. Easting (m)	Sd. Northing (m)	Sd. Tinggi (m)
<b>BASE</b>	436072.7540	9159096.0000	807.3710	0	0	0
<b>PM1</b>	436121.6815	9159137.1044	811.6392	0.0058	0.004	0.0128
<b>PM2</b>	436079.7658	9159157.3809	811.8741	0.0052	0.0035	0.0089
<b>PM3</b>	436037.9132	9159137.3408	808.8246	0.0032	0.0023	0.0051
<b>PM4</b>	436002.8495	9159163.1997	810.4082	0.0052	0.0032	0.0091
<b>PM5</b>	435991.8613	9159118.6195	806.6470	0.0043	0.0028	0.0076

## IV.2 Hasil Koordinat 3-dimensi Menggunakan Metode Diferensial Statik Dengan Moda Radial

Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Data Koordinat Menggunakan Metode Diferensial Statik Dengan Moda Radial

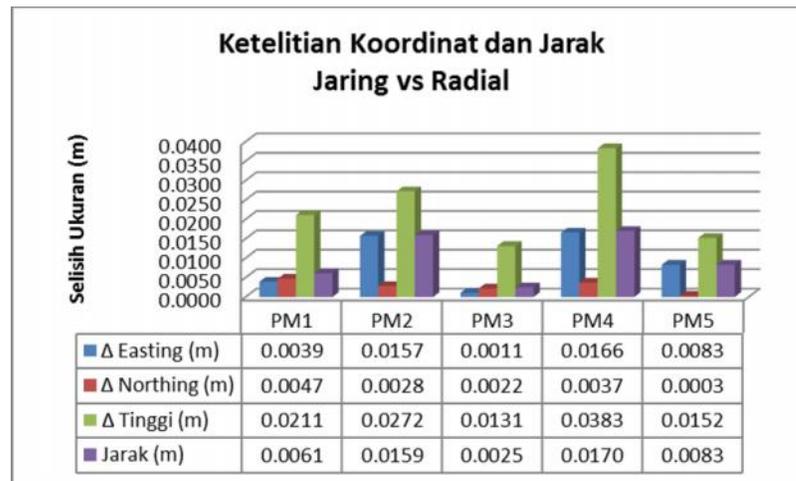
Titik	Easting (m)	Northing (m)	Tinggi Ellipsoid (m)	Sd. Easting (m)	Sd. Northing (m)	Sd. Tinggi (m)
BASE	436072.754	9159096.000	807.3710	0	0	0
PM1	436121.6854	9159137.0997	811.6181	0.0005	0.0008	0.0016
PM2	436079.7815	9159157.3781	811.8469	0.0006	0.0004	0.0015
PM3	436037.9121	9159137.3430	808.8115	0.0003	0.0002	0.0007
PM4	436002.8661	9159163.1960	810.3699	0.0006	0.0004	0.0017
PM5	435991.8696	9159118.6198	806.6318	0.0004	0.0002	0.0011

## BAB V. ANALISIS

### V.1 Analisis Koordinat Hasil Pengukuran Metode Diferensial Statik Moda Jaring dan Moda Radial

Dalam kegiatan ini dilakukan perbandingan data koordinat dari lima titik berdasarkan data dari titik ikat *base* yang sudah diketahui koordinatnya menggunakan moda jaring dan radial. Selisih perbedaan untuk sumbu *easting*, secara rata-rata adalah sebesar 9 mm, dengan selisih terkecil di titik PM1 sebesar 3.9 mm dan terbesar di titik PM 4 sebesar 1.6 cm. Selisih perbedaan untuk sumbu *northing*,

secara rata-rata adalah sebesar 2.7 mm, dengan selisih terkecil di titik PM5 sebesar 0.3 mm dan terbesar di titik PM 1 sebesar 4.7 mm. Selisih perbedaan untuk data tinggi, secara rata-rata adalah sebesar 2.3 cm, dengan selisih terkecil di titik PM3 sebesar 1.3 cm dan terbesar di titik PM 4 sebesar 3.8 cm. Selisih perbedaan untuk jarak antar titik, secara rata-rata adalah sebesar 1 cm, dengan selisih terkecil di titik PM1 sebesar 6 mm dan terbesar di titik PM 4 sebesar 1.7 cm. Gambar 4.1 memberikan ilustrasi selisih koordinat tiga dimensi dan jarak antar titik dalam moda jaring dan radial.



Gambar 4.1 Perbandingan Koordinat 3D dan Jarak Antar Titik Dalam Moda Jaring dan Radial

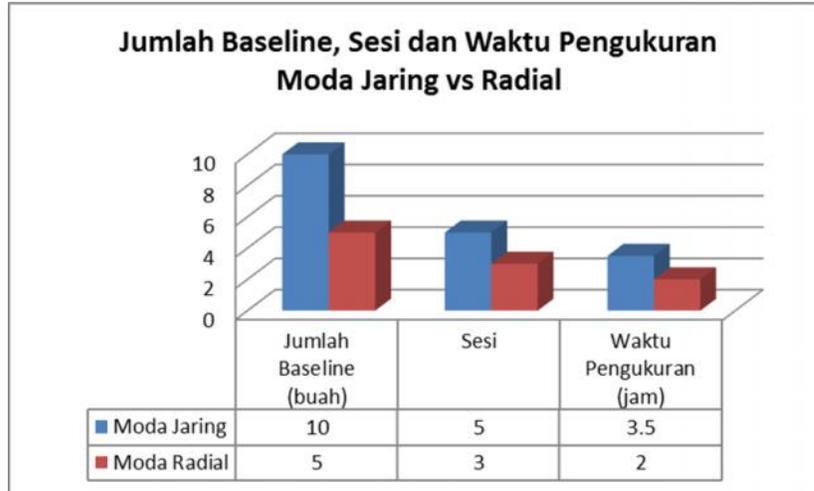
Selisih jarak terbesar di titik PM 4 terjadi dikarenakan obstruksi disekitar titik pengamatan yang terdiri dari bangunan dan pepohonan yang lebih banyak dibandingkan dengan lokasi-lokasi titik yang lain. Hal tersebut mengakibatkan data pengamatan GPS yang masuk menjadi lebih sedikit karena data dari satelit GPS banyak terputus-putus (*cycle slip*) karena sinyal pengamatan GPS yang diterima oleh *receiver* GPS terhalang oleh pepohonan. Selain *cycle slip*, terjadi fenomena *multipath* yang diakibatkan oleh sinyal GPS yang masuk ke *receiver* GPS terpantul terlebih dahulu oleh bangunan yang ada di sekeliling lokasi pengukuran.

Apabila dilihat dari segi ketelitian data tinggi yang diperlihatkan dalam kolom standar deviasi tinggi, rata-rata ketelitian tinggi besarnya dua sampai tiga kali lebih besar apabila dibandingkan dengan ketelitian horisontal. Hal tersebut diakibatkan karena satelit-satelit GPS yang bisa diamati hanya berada di atas horison (*on-side Geometry*) sehingga apabila dilihat secara geometris menjadi tidak optimal dan tidak ada pengeliminiran kesalahan di komponen tinggi sebagai akibat dari posisi satelit yang terdapat di atas geometri satelit yang hanya dapat melakukan penghilangan kesalahan sebagaimana untuk posisi horisontal.

## V.2 Analisis Jumlah Baseline, Sesi dan

### Waktu Pengukuran

Analisis jumlah *baseline*, sesi dan waktu pengukuran dilakukan dengan membandingkan antara jumlah sesi dan waktu pengukuran antara moda jaring dan radial. Untuk jumlah *baseline* yang digunakan dalam menentukan posisi dari lima titik dibutuhkan 10 buah *baseline* untuk moda jaring dan lima buah *baseline* untuk moda radial, sehingga jumlah *baseline* di moda radial 50% lebih sedikit dibandingkan dengan moda jaring. Terkait jumlah sesi, dibutuhkan lima sesi untuk moda jaring dan tiga sesi untuk moda radial, sehingga jumlah sesi di moda radial 60% lebih sedikit dibanding dengan moda jaring. Adapun waktu pengukuran dan perpindahan alat dibutuhkan 3.5 jam untuk moda jaring dan dua jam untuk moda radial, sehingga jumlah waktu pengukuran untuk moda radial 57% lebih sedikit dibanding dengan moda jaring. Apabila diambil nilai rata-rata antara jumlah *baseline*, jumlah sesi dan jumlah waktu pengukuran maka moda radial 56% lebih efisien dibandingkan moda jaring. Perlu diingat, bahwa untuk penelitian ini, jarak antar titik kesemuanya di bawah 300 m. Apabila dilakukan penelitian dengan jarak antar titik yang lebih jauh tentunya jumlah waktu pengukuran akan berbeda. Gambar 4.2 memberikan ilustrasi perbandingan jumlah *baseline*, sesi dan waktu pengukuran antara moda jaring dan radial.



Gambar 4.2 Perbandingan Antara Jumlah *Baseline*, Sesi dan Waktu Pengukuran Moda Jaring dan Radial

## BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Perbandingan ketelitian rata-rata koordinat tiga dimensi antara moda jaring dan radial dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode statik adalah 9.1 mm untuk sumbu easting, 2.7 mm untuk sumbu northing, 2.3 cm untuk tinggi dan 1 cm untuk beda jarak setiap titik.
- Perbandingan jumlah *baseline*, sesi dan waktu pengukuran antara moda jaring dan radial dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode statik adalah moda radial lebih

membutuhkan jumlah *baseline*, sesi dan waktu pengukuran yang lebih sedikit (56%) apabila dibandingkan dengan moda jaring.

### Saran

Dilakukan penelitian terkait dengan perbandingan ketelitian antara moda jaring dan radial dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan metode statik dengan panjang *baseline* yang lebih besar, sehingga dapat diketahui pengaruh *baseline* yang panjang terhadap ketelitian koordinat dan jumlah waktu pengukuran yang dibutuhkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. (2006). Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Abidin, H.Z. (1994). Penentuan Posisi Dengan GPS. Bandung: Penerbit ITB.
- Abidin, H.Z. (2007). *GPS Positioning*. Bandung : Teknik Geodesi dan Geomatika FTSL ITB.