

## PERBANDINGAN AKURASI DAN PRESISI ANTARA METODE SURVEY STATIK DAN RTK PADA PENGUKURAN PENURUNAN TUBUH BENDUNGAN PONRE PONRE

Haeril Abdi Hasanuddin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The monitoring of the settlement of the Ponre-Ponre dam aims to determine the condition of the dam's body still in the condition as planned or not. To find out the settlement of the weir body requires tools and methods with high accuracy and precision. This study aims to compare the accuracy and precision of the two GNSS (Global Navigation Satellite System) survey methods and use a survey method with higher accuracy and precision values. The benefit of this research is to complete the data series of dam settlement with the latest measurement data. This study compared the results of the static survey method measurements with the RTK survey of the parameters of the value of accuracy and precision values. The method with a smaller value of accuracy and precision is used to measure the decrease in the body of the dam. The results of this study indicate that the static survey method gives an accuracy value and a smaller order precision value than the RTK survey method. Decreasing body dam in the last four years (2015 - 2018) has decreased by 4,483 cm every year.

**Keywords:** *settlement, GNSS, static survey, RTK survey*

### 1. PENDAHULUAN

Bendungan merupakan salah satu sarana/prasarana irigasi yang penting dalam infrastruktur pengairan. Bendungan merupakan konstruksi yang menahan, menampung, serta menaikkan elevasi permukaan air serta mengontrol penggunaannya. Pemerintah telah membangun beberapa bendungan yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia dalam rangka pemberdayaan sumber daya air agar bermanfaat untuk mengairi sawah-sawah serta beberapa manfaat lainnya.

Bendungan Ponre Ponre merupakan salah satu bendungan yang ada di Sulawesi Selatan. Bendungan yang memiliki tinggi 55 m dengan kapasitas tampung bersih (efektif) 48,7 juta meter kubik, luas genangan 300 ha serta catchment areal seluas 78 km tersebut berada di sungai Tinco, anak sungai Wallanae, yang secara administratif berada di Kecamatan Kahu dan Libureng Kabupaten Bone. Bendungan dengan jenis urugan baru dengan lapis beton (*Concrete Faced Rockfill Dam*) ini dibangun tahun 2005 sampai tahun 2008 dan kemudian kurang dari satu tahun waktu untuk mengisi bendungan agar dapat menjalani fungsinya.

Ada banyak hal yang dapat menyebabkan penurunan fungsi bendungan, salah satu yang perlu ditinjau adalah terjadinya penurunan akibat beban bangunan (*settlement*). Penambahan bangunan di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab lainnya yang sangat terkait dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Proses pemampatan ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan konstruksi bangunan yang ada diatas permukaan tanah. Dengan adanya kejadian tersebut maka dilakukan suatu penelitian khusus untuk mengetahui penurunan (*settlement*) tubuh bendungan, dibutuhkan pengukuran yang presisi dan akurasi yang tinggi.

Untuk mengetahui penurunan dari tubuh bendung memerlukan alat dan metode yang akurat dan presisi yang tinggi yang bisa dilakukan menggunakan alat ukur GPS Geodetik. Global Position System (GPS) merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Salah satu alat yang menggunakan Global Position System (GPS) yaitu GPS Geodetik yang menggunakan satelite dimana mempunyai akurasi yang sangat tinggi serta ketelitian yang dihasilkan sangat akurat dari GPS Navigasi. Dari survey satelit ini terdapat beberapa metode-metode yang memiliki akurasi dan presisi yang tinggi, maka dari inilah kita harus mengetahui mana metode yang memiliki akurasi dan presisi yang tinggi.

### 2. METODE PENELITIAN

---

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Haeril Abdi Hasanuddin, Telp 08124280879, haeril.abdi@poliupg.ac.id

Lokasi penelitian yaitu di Bendungan Ponre Ponre. Bendungan dengan jenis urugan baru dengan lapis beton (Concrete Faced Rockfill Dam) ini terletak pada koordinat 119°54'51" hingga 120°04'48" Bujur Timur dan 04°46'48" hingga 05°59'21" Lintang Selatan.



Gambar 01. Lokasi survey penelitian  
(Sumber: GoogleEarth, 2018)

Peralatan yang digunakan untuk memperoleh data adalah sebagai berikut:

1. 3 set GPS Geodetik Trimble R10, perangkat alat survey GNSS untuk perekaman data dari satelit
2. Laptop & Printer, digunakan untuk mengolah dan mencetak data hasil pengukuran.
3. Perangkat lunak pengolah kata dan angka, digunakan untuk melakukan proses pengolahan data
4. Trimble Business Centre (TBC), perangkat lunak untuk mengolah data ephemerides satelit menjadi data koordinat

Data-data sekunder yang digunakan untuk menunjang survey satelit adalah sebagai berikut:

1. Data Koordinat dan elevasi BM pada Bendungan Ponre Ponre.
2. Data hasil pengukuran Settlement pada tahun-tahun sebelumnya
3. Data- data penunjang lainnya yang dianggap perlu.

### Pengumpulan Data (Survey)

Pada tahap ini kami mulai melakukan pengukuran pada bendung Ponre-ponre dengan menggunakan dua metode untuk mendapatkan perbandingan akurasi dan presisi dari metode tersebut.

#### Statik Survey

1. Metode Triangulasi menjadi metode yang digunakan dalam pengukuran Statik Survey ini.
2. Menentukan jumlah titik BM "Bench Mark" yang dikontrol, pengukuran ini jumlah titik yang akan dikontrol berjumlah 6 titik yaitu BM.A, BM.G, BM.H, BM.I, BM. M, BM.N.
3. Menentukan jumlah sesi observasi dilapangan dalam bentuk sketsa yang telah dibuat untuk memudahkan pengukuran dilapangan.

Sesi observasi sebagai berikut;

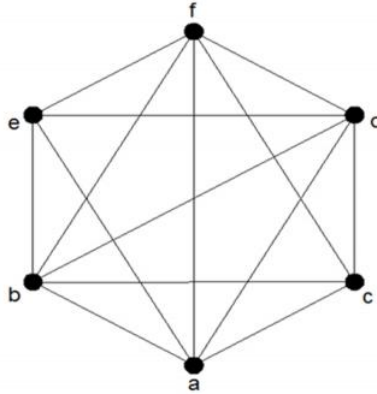
Obs 01	BM.A – BM.G – BM.H	Obs 07	BM.G – BM.I – BM. M	Obs 12	BM.I – BM. M – BM.A
Obs 02	BM.A – BM.G – BM.I	Obs 08	BM.H – BM.I – BM. M	Obs 14	BM.I – BM.H – BM.G
Obs 03	BM.A – BM.G – BM. M	Obs 09	BM.H – BM.I – BM.N	Obs 15	BM.I – BM.N – BM.A
Obs 04	BM.A – BM.G – BM.N	Obs 10	BM.H – BM.I – BM.A	Obs 16	BM. M – BM.N – BM.A
Obs 05	BM.G – BM.H – BM.I	Obs 11	BM.H – BM.N – BM.A	Obs 17	BM. M – BM.N – BM.H
Obs 06	BM.G – BM.H – BM. M	Obs 12	BM.I – BM. M – BM.N	Obs 18	BM. M – BM.N – BM.G

4. Lama 1 (satu) sesi observasi adalah 30 menit.

#### RTK Survey

1. Dari 3 (tiga) metode diatas, maka Radio RTK menjadi pilihan pengukuran sebab metode ini memiliki akurasi tinggi serta biaya lebih terjangkau.

2. Menentukan jumlah titik BM “Bench Mark” yang dikontrol, dalam pengukuran ini jumlah titik yang akan dikontrol berjumlah 6 titik yang kemudian diberi penamaan titik BM.A, BM.G, BM.H, BM.I, BM. M, BM.N.
3. Menentukan jumlah sesi observasi dilapangan dalam bentuk sketsa yang telah dibuat untuk memudahkan pengukuran dilapangan. Titik pengukuran, yaitu:



Gambar 02. Sketsa titik pengukuran RTK Survey

Base station pada titik BM.A dan rover akan bergerak ke titik BM.G, BM.H, BM.I, BM. M, dan BM.N.  
 Base station pada titik BM.G dan rover akan bergerak ke titik BM.A, BM.H, BM.I, BM. M, dan BM.N.  
 Base station pada titik BM.H dan rover akan bergerak ke titik BM.A, BM.G, BM.I, BM. M, dan BM.N.  
 Base station pada titik BM.I dan rover akan bergerak ke titik BM.A, BM.G, BM.H, BM. M, dan BM.N.  
 Base station pada titik BM. M dan rover akan bergerak ke titik BM.A, BM.G, BM.H, BM.I, dan BM.N.  
 Base station pada titik BM.N dan rover akan bergerak ke titik BM.A, BM.G, BM.H, BM.I, dan BM. M.

**Analisis Hasil Pengukuran**

Dari hasil pengujian 2 (dua) metode di atas maka diperoleh hasil pengukuran yang kemudian dianalisis untuk memperoleh perbandingan akurasi dan presisi guna mencari metode yang digunakan untuk pengukuran penurunan tubuh bendung.

**Analisis Presisi**

Data hasil survey di unduh dari *receiver* lalu dilakukan *Post Processing* dan dilanjutkan dengan *Network Adjustment* dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center*.

Titik data hasil survey di plot pada bidang gambar dengan menggunakan perangkat lunak Autocad, lalu Setiap titik data hasil survey pada masing-masing BM akan dihubungkan dengan dua titik data terdekat dengan menggunakan garis sehingga membentuk luasan segitiga. Dengan pola yang sama, seluruh titik data hasil survey akan membentuk luasan segitiga yang saling terhubung pada masing-masing BM.

Setiap luasan segitiga dihitung luasnya sebagai nilai yang mewakili kerapatan antara titik-titik data hasil survey.

Setelah diketahui luas dari setiap luasan segitiga pada setiap titik Bm yang diamati, maka data luasan tersebut di analisis dengan menggunakan perhitungan statistik sederhana untuk menentukan nilai maximum, minimum, median, mean, dan deviasi agar diketahui kualitas kelompok datanya.

Nilai Elevasi tiap titik data hasil survey di analisis dengan menggunakan perhitungan statistik sederhana untuk menentukan nilai maximum, minimum, median, mean, dan deviasi agar diketahui kualitas kelompok datanya.

**Analisis Akurasi**

Data hasil survey di unduh dari *receiver* lalu dilakukan *Post Processing* dan dilanjutkan dengan *Network Adjustment* dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center*.

Nilai Easting, Northing, dan Elevasi dari tiap titik data hasil survey diperkurangkan dengan nilai Easting, Northing, dan Elevasi dari titik Referensi yang telah ditetapkan. Hasil selisih yang diperoleh di absolutkan sehingga tidak terdapat nilai negatif.

Nilai selisih Easting, Northing, dan Elevasi tersebut di analisis dengan menggunakan perhitungan statistik sederhana untuk menentukan nilai median, mean, dan deviasi agar diketahui kualitas kelompok datanya.

**Survey Penurunan Tubuh Bendung**

- a. Menentukan titik-titik pengamatan pada tubuh bendung sama dengan titik yang telah dibuat pada pengukuran penurunan tubuh bendung yang lalu yang dilakukan oleh Tawakkal dan Vivianty Sriayu pada tahun 2015.
- b. Melakukan pengukuran pada tubuh bendung untuk mengetahui penurunan bendung Ponre-ponre.

Untuk lebih jelasnya, prosedur penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) seperti yang ditampilkan pada gambar 7

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN NILAI PRESISI

Hasil hitungan luasan segitiga yang dibentuk dari kumpulan titik-titik data koordinat bidang dari hasil survey dari kedua metode survey di analisis dengan menggunakan metode statistik sederhana untuk mengukur kualitas datanya, diperlihatkan pada tabel 01.

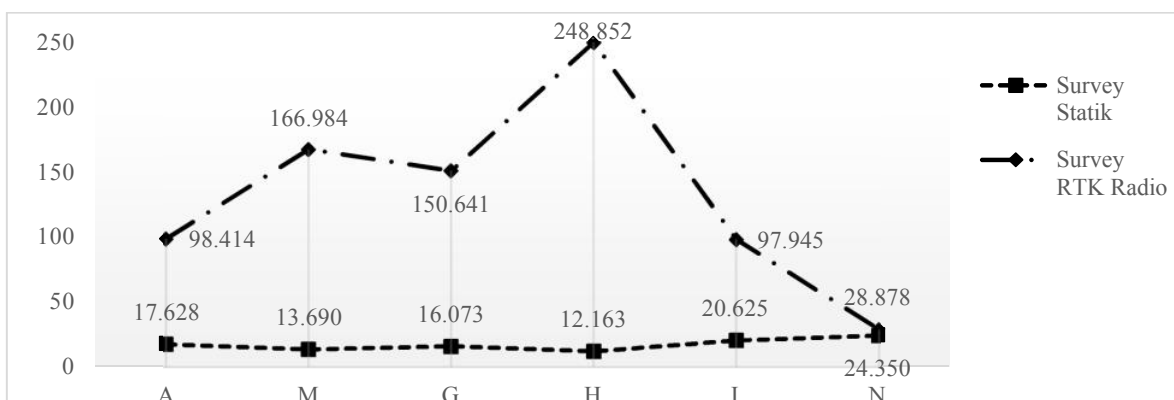
Tabel 1. Hasil analisis statistik data Koordinat bidang hasil pengukuran dengan dua metode survey GNSS

Nama Titik Obs.	STATIK SURVEY (x10 <sup>-4</sup> )					RTK SURVEY (x10 <sup>-4</sup> )				
	Geo. Mean	Median	Ave. Dev.	Max - Min	Jarak Titik	Geo. Mean	Median	Ave. Dev.	Max - Min	Jarak Titik
BM.A	1.763	1.805	2.315	14.755	201.77	9.841	16.885	21.275	67.250	476.74
BM.G	1.607	1.445	2.987	11.865	192.67	16.698	18.605	15.331	41.955	620.99
BM.H	1.216	1.115	0.939	3.220	167.60	15.064	15.415	16.860	49.840	589.82
BM.I	2.063	4.370	1.800	7.835	218.25	24.885	14.640	29.417	66.935	758.09
BM.M	1.369	1.575	1.699	9.715	177.81	9.794	8.630	32.110	90.300	475.60
BM.N	1.745	2.125	1.410	4.210	200.74	2.888	7.265	3.674	10.570	258.25

Kumpulan titik-titik data elevasi dari hasil survey dari kedua metode survey di analisis dengan menggunakan metode statistik sederhana untuk mengukur kualitas datanya diperlihatkan pada tabel 02.

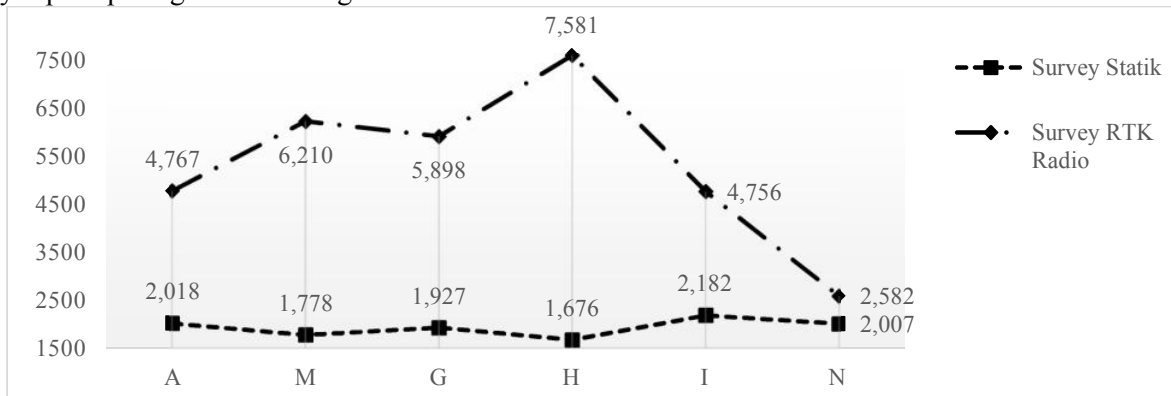
Tabel 2. Hasil analisis statistik data elevasi hasil pengukuran dengan dua metode survey GNSS

Nama Titik Obs.	STATIK SURVEY (x10 <sup>-4</sup> )					RTK SURVEY (x10 <sup>-4</sup> )				
	Geo. Mean	Median	Ave. Dev.	Max - Min	Jarak Titik	Geo. Mean	Median	Ave. Dev.	Max - Min	Jarak Titik
BM.A	216.13	216.14	10.673	58	-	216.13	216.14	197.60	75	-
BM.G	217.45	217.49	49.630	170	-	217.48	217.49	150.40	490	-
BM.H	208.77	208.77	35.850	305	-	208.66	208.76	216.80	72	-
BM.I	119.71	119.73	45.070	170	-	119.73	119.74	140.00	56	-
BM.M	220.57	220.55	74.074	246	-	220.54	220.54	216.00	80	-
BM.N	240.48	240.47	25.470	108	-	240.48	240.48	85.60	26	-



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai geometric mean data koordinat bidang dari kedua metode survey GNSS

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2, dibuat grafik perbandingan nilai Geometric Mean kelompok data koordinat bidang dan data elevasi hasil pengukuran dengan menggunakan metode Statik Survey dan RTK Survey seperti pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai geometric mean data elevasi dari kedua metode survey GNSS

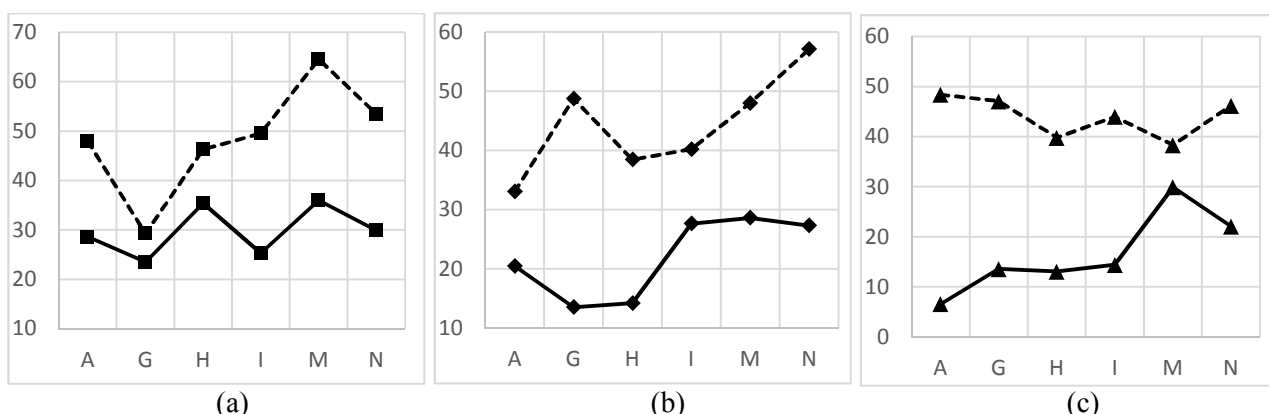
Pada gambar 1 memperlihatkan nilai *Geometric Mean* data koordinat bidang hasil pengukuran Statik Survey pada semua titik BM yang di observasi menunjukkan nilai satu orde lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengukuran RTK Survey. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai presisi metode Statik Survey lebih baik dibandingkan dengan metode RTK Survey. Pada gambar 2 juga menampilkan nilai geometric mean data elevasi pada semua titik BM yang diobservasi menunjukkan pola yang sama bahwa hasil metode statik survey memberi hasil yang lebih presisi dibandingkan dengan metode RTK survey.

**NILAI AKURASI**

Nilai akurasi dihitung dengan melakukan analisis statistik sederhana terhadap nilai selisih dari tiap data hasil pengukuran pada ketiga nilai koordinat terhadap nilai dari titik referensi yang telah ditetapkan. Hasil analisis statistik diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis statistik data selisih nilai E, N, dan Z antara titik data survey dengan titik referensi

Nama Titik	STATIK SURVEY (x10 <sup>-3</sup> )			RTK SURVEY (x10 <sup>-3</sup> )		
	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation
Geo BM.A	28.578	20.496	6.561	47.971	23.063	48.406
Mean BM.G	23.466	13.546	13.584	29.220	48.742	47.085
BM.H	35.404	14.231	13.064	46.309	38.456	39.798
BM.I	25.264	27.648	14.396	49.547	40.217	43.967
BM.M	35.991	28.609	29.915	64.581	47.980	38.3167
BM.N	29.875	27.334	22.064	53.467	57.079	46.174

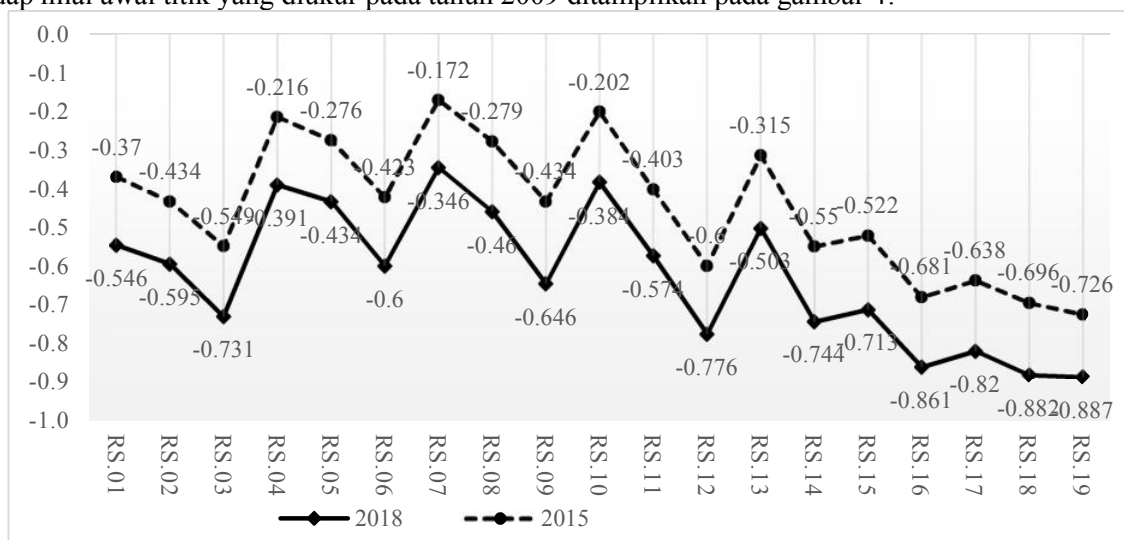


Gambar 3. Grafik perbandingan nilai geometric mean data selisih N, E, Z dari kedua metode survey GNSS

Dari ketiga grafik pada gambar 3, grafik (a) menampilkan selisih nilai Easting, grafik (b) menampilkan selisih nilai Northing, dan grafik (c) menampilkan metode survey statik. Ketiga grafik menunjukkan metode survey statik (garis utuh) memberi nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode survey RTK (garis putus-putus).

**PENURUNAN TUBUH BENDUNGAN PONRE PONRE**

Hasil pengukuran penurunan tubuh bendungan Ponre Ponre dengan menggunakan survey GNSS dengan metode statik survey dibandingkan dengan hasil pengukuran yang dilakukan pada tahun 2015 terhadap nilai awal titik yang diukur pada tahun 2009 ditampilkan pada gambar 4.



**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Survey penentuan posisi dengan menggunakan survey GNSS dengan metode survey statik menunjukkan nilai presisi dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode survey RTK Radio.
- 2) Dalam kurung waktu enam tahun pertama (2009 – 2015) terjadi penurunan sebesar 7.444 cm setiap tahunnya, dan dalam kurung waktu empat tahun terakhir (2015 – 2018) terjadi penurunan sebesar 4.483 cm setiap tahunnya, menunjukkan bahwa penurunan titik RSP pada tubuh bendungan Ponre Ponre menunjukkan penurunan.

Besar penurunan yang terjadi dalam kurung waktu empat tahun terakhir berkisar antara 0.158 meter hingga 0.212 meter.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

Abidin, Hasanuddin Z, 1994. Modul 8 : Perencanaan dan Survey GPS, Institut Teknologi Bandung, Bandung.  
 Hasanuddin, Haeril Abdi, 2014. Panduan Penggunaan GPS Geodetik Trimble R10, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Ningsih, Arianti Eka, 2014. Kajian Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Metode DGPS POST PROCESSING dengan menggunakan RECEIVER TRIMBLE GEOXT 3000 SERIES, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro, Semarang.

Online Source:

[http://id.wikipedia.org/wiki/Jalan\\_layang](http://id.wikipedia.org/wiki/Jalan_layang). Diakses pada 18 Februari 2015

[http://www.academia.edu/6332626/Jenis\\_-\\_jenis\\_Jembatan](http://www.academia.edu/6332626/Jenis_-_jenis_Jembatan). Diakses pada 21 Februari 2015

**6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pihak Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui Politeknik Negeri Ujungpandang yang telah memberikan pendanaan sehingga penelitian/pengabdian kepada masyarakat dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan pada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.