

PEMANFAATAN TEKNOLOGI GPS UNTUK PEMANTAUAN PENURUNAN PADA JEMBATAN MERR II-C SURABAYA

GPS TECHNOLOGY FOR MONITORING SUBSIDENCE IN MERR II-C SURABAYA BRIDGE

Teguh Hariyanto¹, Achmad Frandik¹

¹Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Email: Teguh_hr@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Jembatan MERR II-C atau Jalan Middle East Ring Road II-C (MERR II-C) dibangun sebagai penunjang fungsi sarana transportasi yang cukup besar dan vital bagi kehidupan khususnya daerah Surabaya. Berdasarkan hasil pengujian tanah di daerah sekitar jembatan (sumber: data pengujian tanah di Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan, Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS, Surabaya), jenis tanah sekitar adalah tanah lempung lunak. Pada tanah lempung lunak, masalah yang akan dijumpai bilamana harus mengkonstruksikan bangunan di atasnya adalah daya dukung tanah yang rendah serta kemampuan tanah yang relatif tinggi (Wirawan,2011). Pada penelitian ini akan dilakukan analisa mengenai penurunan tanah pada daerah sekitar Jembatan MERR II-C, dengan menggunakan metode GPS untuk mendapatkan nilai penurunan tanah di sekitar jembatan. Titik – titik kontrol yang diamati ada 12 titik yang tersebar di area sekitar jembatan. Pengamatan dilakukan 3 kali yaitu pada bulan September, Oktober dan November 2015. Hasil dari pengamatan 3 kali tersebut diperoleh nilai titik yang mengalami penurunan tanah terbesar adalah pada titik 8 sebesar 23 mm dan kenaikan tanah terbesar adalah 4 mm pada titik 4.

Kata Kunci: GPS, Jembatan MERR II-C, penurunan tanah

Abstract

MERR II-C bridge or road Middle East Ring Road II-C (MERR II-C) constructed as a support function sizeable transportation and vital to life, especially the area of Surabaya. Based on the results of soil testing in the area around the bridge (source: soil testing data on Soil and Rock Mechanics Laboratory, Department of Civil Engineering, FTSP - ITS, Surabaya), the type of soil surrounding is soft clay. In the soft clay soil, the problem will be found when the need to construct buildings on it are low soil bearing capacity and congestion relatively high ground (Wirawan, 2011). In this study will be an analysis of land subsidence in the area around the bridge MERR II-C, using a GPS to get a reduction in the value of the land around the bridge. Point - the point being observed there are 12 control points scattered in the area around the bridge. Observations were made 3 time is in September, October and November 2015. Output of observations obtained when the point value of land is the biggest decline 23 mm at point 8 and the largest land rise is 4 mm at point 4.

Keywords: GPS, Land Subsidence, MERR II-C Bridge

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jembatan merupakan suatu bagian dari jalanraya yang berfungsi untuk menghubungkan jalan yang terputus karena adanya rintangan seperti sungai, danau, lembah, jurang, dan lain sebagainya. Jembatan MERR II-C atau Jalan *Middle East Ring Road* II-C (MERR II-C) dibangun sebagai penunjang fungsi sarana transportasi yang cukup besar dan vital bagi kehidupan khususnya daerah Surabaya.

Berdasarkan hasil pengujian tanah di daerah sekitar jembatan (sumber: data pengujian tanah di Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan, Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS, Surabaya), jenis tanah sekitar adalah tanah lempung lunak. Pada tanah lempung lunak, masalah yang akan dijumpai bilamana harus mengkonstruksikan bangunan di atasnya adalah daya dukung tanah yang rendah serta kemampuan tanah yang relatif tinggi (Wirawan,2011). Pada Jembatan MERR II-C terdapat 2 box culvert di sisi Utara sungai, Box

culvert tersebut melintang di bawah oprit jembatan dan menghubungkan jalan perumahan-perumahan dibawah jembatan. Kedua box culvert tersebut mengalami kerusakan, namun yang terlihat lebih buruk kerusakannya adalah box culvert Utara. Berdasarkan pengamatan visual di lapangan, Jembatan MERR II-C mengalami land subsidence (penurunan tanah). Land subsidence sendiri didefinisikan sebagai penurunan muka tanah sebagai fungsi dari waktu, atau dapat juga disebut deformasi vertikal, yang artinya perubahan kedudukan vertikal dari permukaan tanah terhadap bidang referensi yang dianggap tetap (Hamdani, 2004). Land subsidence ini diperkirakan dapat terjadi sebagai akibat dari penetrasi beban lalu lintas yang berlebih dan ditambah lagi kondisi tanah yang kompresibel. Penurunan tanah ini akan menyebabkan ketidaknyamanan para pengguna jalan.



Gambar 1. Kondisi Jembatan Merr IIC Surabaya

Penurunan tanah (*land subsidence*) terjadi secara perlahan, sehingga analisisnya perlu dilakukan secara berkala (fungsi waktu). Pemantauan *land subsidence* dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan *Global Positioning System* (GPS). Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa terhadap penurunan tanah di sekitar jembatan untuk mengetahui besar penurunan yang akan terjadi dengan menggunakan metode GPS untuk mendapatkan nilai penurunan tanah di sekitar jembatan MERR II-C.

Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar penurunan tanah yang terjadi pada Jembatan MERR II-C
2. Apakah hasil pemantauan penurunan tanah tersebut merupakan penurunan tanah yang signifikan

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Pengambilan data dengan GPS di sekitar Jembatan MERR II-C selama 3 kala
2. Data primer yang digunakan adalah data pengamatan GPS pada titik kontrol / pengamatan penurunan tanah sekitar Jembatan MERR II-C
3. Pengolahan data dengan menggunakan *software* TOPCON TOOLS untuk mendapatkan data koordinat tiap titik.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai penurunan tanah yang terjadi di titik pengamatan dari data pengamatan pada titik-titik pengamatan dengan menggunakan metode GPS.
2. Mengetahui analisis data penurunan tanah dengan tingkat kepercayaan yang signifikan dari hasil pemantauan yang dilakukan

Manfaat Penelitian

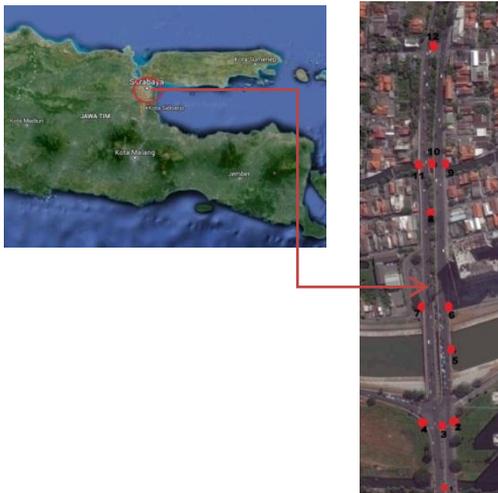
Manfaat dari penelitian penurunan tanah ini adalah:

1. Memberikan informasi perubahan penurunan tanah yang terbaru dengan data pengamatan GPS.
2. Memberikan informasi analisis ada tidaknya penurunan tanah di daerah sekitar Jembatan MERR II-C dalam kurun waktu 3 kala untuk berbagai keperluan semisal penelitian dan keperluan rencana pembangunan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di Kota Surabaya yaitu di jembatan MERR II-C. Secara Geografis terletak di 7°18'38" Lintang Selatan 112°46'50" Bujur Timur (Google Earth).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Data Dan Peralatan

- Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data pengamatan GPS selama 3 kala pada titik yang dipasang di sekitar lokasi jembatan.
2. Data CORS ITS sebagai titik ikat.
3. Data precise epeмеры tiap pengukuran yang didownload <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/product/>

- Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Receiver GPS Geodetic - Topcon Hiper Pro Dual Frequency yang digunakan untuk pengambilan data di 12 titik pengamatan
2. Personal Computer (PC) Pentium IV 2.80 GHz, Memori 0,98 GB, Hard Drive 75 Gb
3. Topcon Tools

Metode Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam kegiatan penelitian ini adalah seperti pada diagram alir dari Tahap Persiapan dan Orientasi Lapangan, Tahap Pengambilan dan Pengolahan Data kemudian Tahap Analisa dan Hasil yang didapat dari pemantauan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengolahan Data GPS

Data yang diambil dari lapangan kemudian diolah dengan menggunakan software TOPCON TOOLS.

Hasil pengolahan dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pengolahan Data Ketinggian

Titik	Ketinggian (m)		
	Kala 1	Kala 2	Kala 3
1	32.560	32.556	32.555
2	34.562	34.564	34.557
3	34.966	34.958	34.960
4	34.520	34.523	34.524
5	36.244	36.242	36.237
6	35.869	35.869	35.866
7	36.103	36.099	36.091
8	34.770	34.757	34.747
9	33.979	33.976	33.974
10	34.016	34.006	34.002
11	33.913	33.915	33.907
12	32.407	32.396	32.393

Kala 1 pada tanggal 22 – 30 September 2015, Kala 2 pada tanggal 27-31 Oktober 2015, Kala 3 pada tanggal 24-28 November 2015. Berdasarkan data di atas, maka didapatkan perbedaan tinggi dari masing-masing titik dari tiap kala, yaitu:

Tabel 2. Nilai Subsidence Maupun Uplift Setiap Titik

Titik	Ketinggian(m)	
	Kala 1-2	Kala 2-3
1	-0.004	-0.001
2	0.002	-0.007
3	-0.008	0.002
4	0.003	0.001
5	-0.002	-0.005
6	0.000	-0.003
7	-0.004	-0.008
8	-0.013	-0.010
9	-0.003	-0.002
10	-0.010	-0.004
11	0.002	-0.008
12	-0.011	-0.003

Pada tabel di atas, nilai negatif (-) menunjukkan bahwa lokasi tersebut mengalami penurunan tanah (*land subsidence*), sedangkan nilai positif (+) menunjukkan bahwa daerah tersebut mengalami kenaikan tanah (*land uplift*).

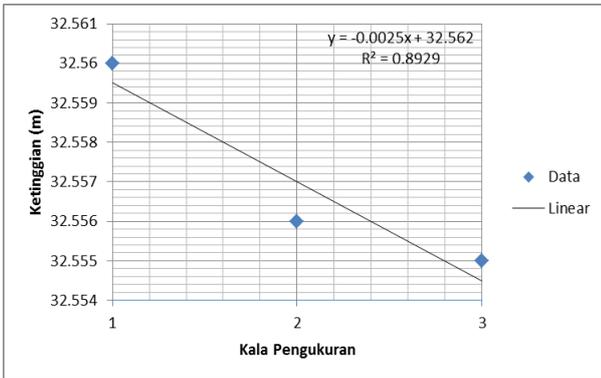
Uji T-Student

Pada pengujian statistik ini digunakan pengujian dengan tingkat kepercayaan 90% ($\alpha = 10\%$), 95% ($\alpha = 5\%$), dan 99% ($\alpha = 1\%$). Dari masing-masing tingkat kepercayaan tersebut secara berurutan didapatkan nilai $t_{df,0,05}$ sebesar 1,782, $t_{df,0,025}$ sebesar 2,179, dan $t_{df,0,005}$ sebesar 3.055. Nilai-nilai tersebut bisa dilihat dalam tabel distribusi t

Tabel 3. Tabel Perhitungan Uji T

Titik	Standar Deviasi		Uji T	
	σ_{21}	σ_{32}	T21	T32
1	0.0035	0.0039	287.3563	257.069409
2	0.0029	0.0036	347.2222	278.551532
3	0.0031	0.0033	322.5806	303.951368
4	0.0028	0.0037	358.4229	273.224044
5	0.0064	0.0035	155.2795	288.184438
6	0.0096	0.0047	104.6025	214.592275
7	0.0045	0.0015	224.7191	662.251656
8	0.0041	0.0048	246.9136	207.900208
9	0.0034	0.0047	290.6977	214.592275
10	0.0040	0.0064	252.5253	156.00624
11	0.0035	0.0045	286.533	223.713647
12	0.0032	0.0043	314.4654	233.100233

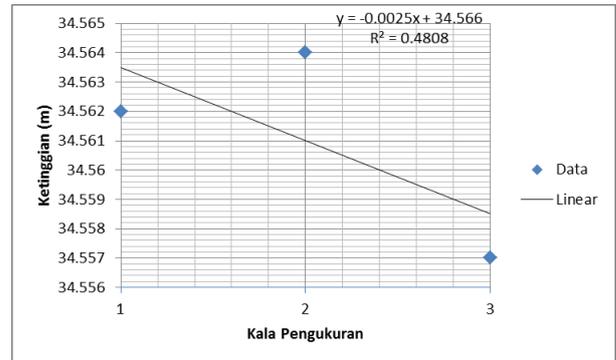
Analisa Pada Setiap Pengukuran



Gambar 3. Grafik perubahan elevasi di titik 1

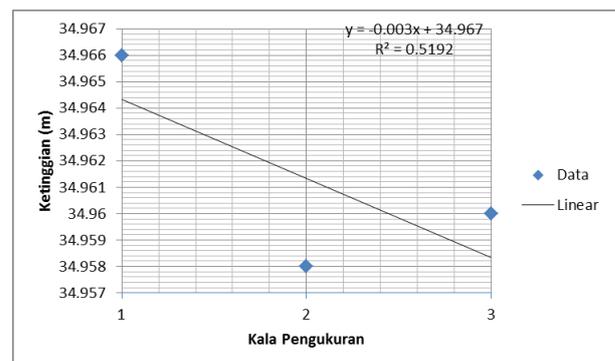
Dari diagram di atas bisa dilihat bahwa pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Hal ini bisa dilihat pada pengukuran mulai kala 1, kala 2 dan kala 3 mengalami penurunan yang relatif linier. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 5mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,8929$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai

determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



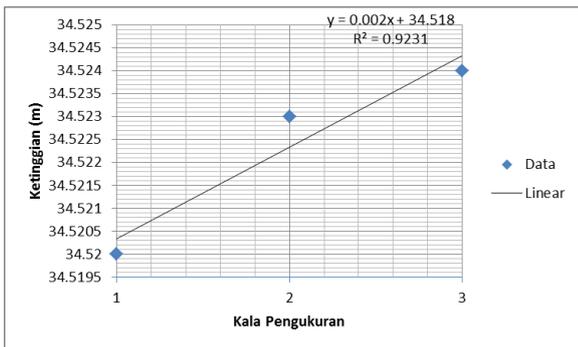
Gambar 4. Grafik perubahan elevasi di titik 2

Dari diagram di atas bisa dilihat bahwa pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Hal ini disebabkan karena pada pengukuran kala pertama, nilai tingginya berbeda dengan kala berikutnya yang mana pada kala pertama mengalami *uplift* dan pada kala berikutnya mengalami *subsidence* yang cukup curam dan hampir mengalami perbedaan yang tidak signifikan dari kala 1 dan kala 3 sehingga menyebabkan kurva regresi linier turun. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 5mm. Dan apabila dilihat dari nilai koefisien korelasi dan determinasinya adalah $R^2 = 0,4808$, maka regresi ini tidak bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Hal ini disebabkan karena pada pengukuran kala kedua, nilai tinggi kala pertama ke kala kedua mengalami sedikit *uplift* dan pada kala kedua ke kala ketiga mengalami *subsidence* yang cukup curam. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan analisa regresi linear sangat buruk digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi kurang dari 0,5 (Bukhori,2011).



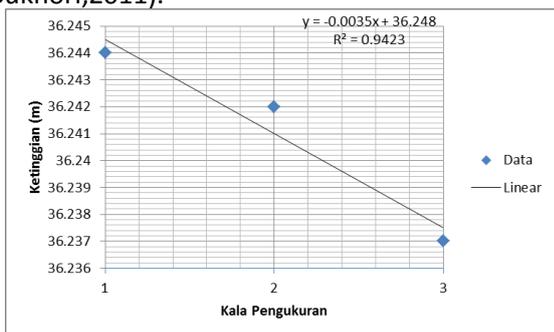
Gambar 5. Grafik perubahan elevasi di titik 3

Dari diagram di atas bisa dilihat bahwa pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Hal ini disebabkan karena pada pengukuran kala pertama, nilai tingginya berbeda dengan kala berikutnya yang mana pada kala pertama mengalami *subsidence* yang cukup curam dan pada kala berikutnya mengalami sedikit *uplift*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 6 mm. Dan apabila dilihat dari nilai koefisien korelasi dan determinasinya adalah $R^2 = 0,5192$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*, namun regresi ini masih rendah digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan semua analisa regresi dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai koefisien determinasi lebih dari 0,5, namun nilai tersebut masih terlalu kecil sehingga tidak bisa dijadikan acuan dengan baik (Bukhori,2011).



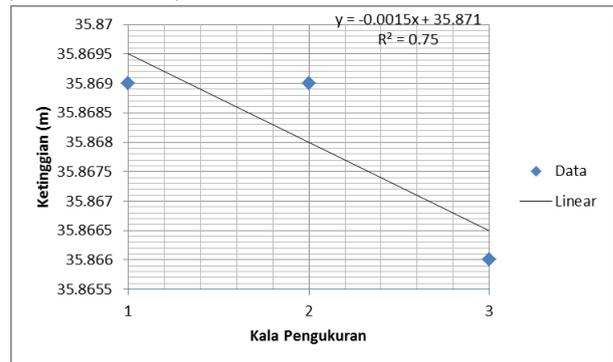
Gambar 6. Grafik perubahan elevasi di titik 4

Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *uplift*. *Uplift* dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 4 mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9231$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *uplift*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *uplift* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



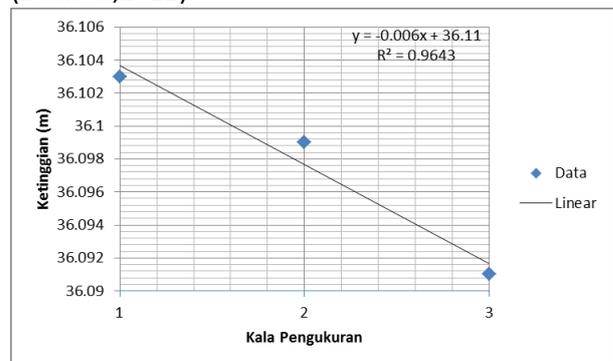
Gambar 7. Grafik perubahan elevasi di titik 5

Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 7mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9423$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



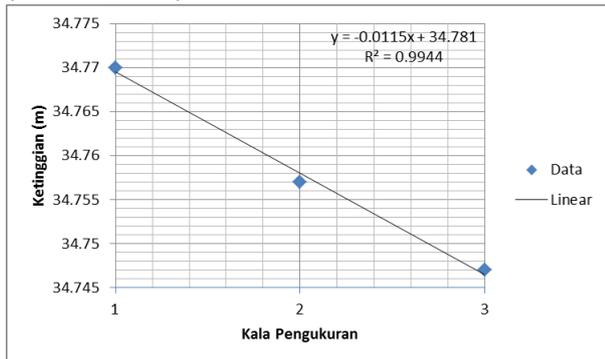
Gambar 8. Grafik perubahan elevasi di titik 6

Dari diagram di atas bisa dilihat bahwa pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Hal ini disebabkan karena pada pengukuran kala pertama, nilai tingginya berbeda dengan kala berikutnya yang mana pada kala pertama tidak mengalami perubahan dan pada kala berikutnya mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 3mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,75$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



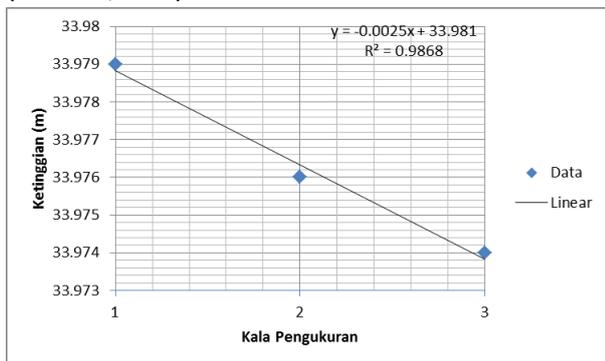
Gambar 9. Grafik perubahan elevasi di titik 7

Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 12 mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9643$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



Gambar 10. Grafik perubahan elevasi di titik 8

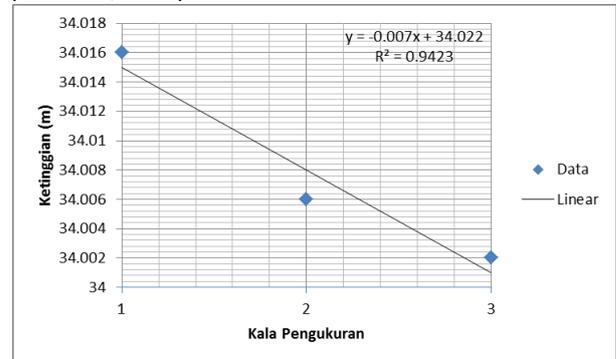
Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 23 mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9944$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



Gambar 11. Grafik perubahan elevasi di titik 9

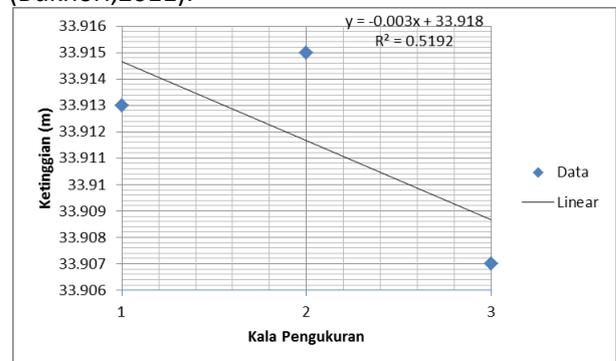
Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 5mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9868$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai koefisien determinasi lebih dari 0,5, namun nilai

tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



Gambar 12. Grafik perubahan elevasi di titik 10

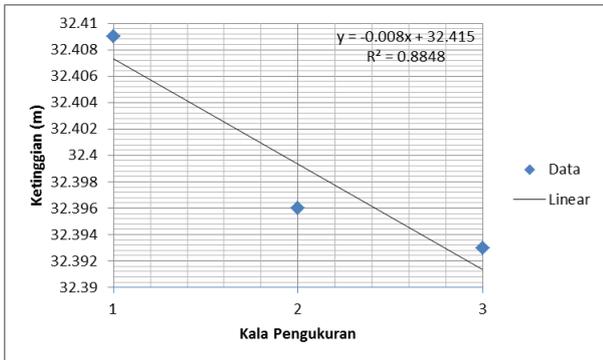
Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 14 mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9423$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



Gambar 13. Grafik perubahan elevasi di titik 11

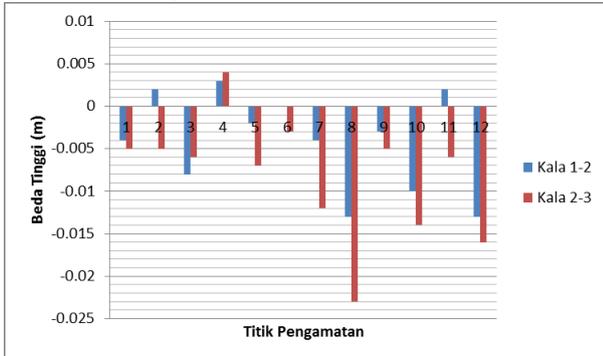
Dari diagram di atas bisa dilihat bahwa pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 6 mm. Dan apabila dilihat dari nilai koefisien korelasi dan determinasinya adalah $R^2 = 0,5192$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*, namun regresi ini masih rendah digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan semua analisa regresi dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai koefisien determinasi lebih dari 0,5, namun nilai

tersebut masih terlalu kecil sehingga tidak bisa dijadikan acuan dengan baik (Bukhori,2011).



Gambar 14. Grafik perubahan elevasi di titik 12

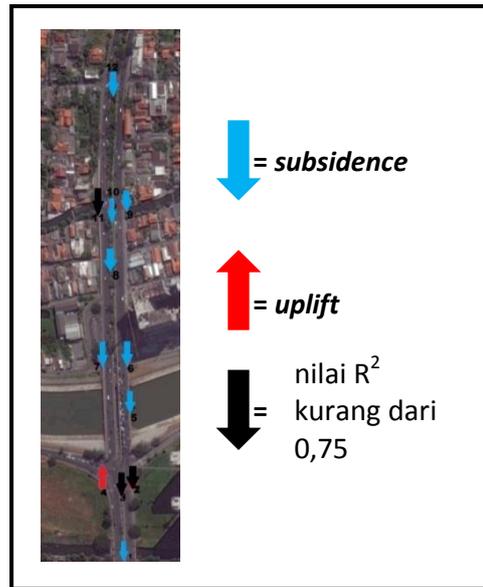
Pada regresi linier, pengukuran tiap kala mengalami *subsidence*. Penurunan dari kala 1 sampai kala 3 sebesar 16 mm. Dan apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,8848$, maka regresi ini bisa digunakan untuk menggambarkan kondisi *subsidence*. Jadi secara umum dapat disimpulkan bahwa bisa digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* karena memiliki nilai determinasi lebih dari 0,5 atau 50 % (Bukhori,2011).



Gambar 15. Grafik perubahan elevasi titik pengamatan

Pada grafik perubahan tinggi 12 titik pengukuran dapat diketahui bahwa penurunan tanah terbesar terdapat pada titik 8 adalah 23mm. *uplift* terbesar adalah 4 mm pada titik 4.

Pada gambar diketahui semua titik mengalami *subsidence* kecuali pada titik 4 yang mengalami *uplift*. Pada titik 2,3 dan 11 yang memiliki nilai koefisien determinasi kurang dari 0,75 sehingga nilai tersebut masih terlalu kecil sehingga tidak bisa dijadikan acuan dengan baik untuk menggambarkan *subsidence* maupun *uplift*.



Gambar 16. Hasil sebaran titik beserta keadaan tanah selama pengamatan

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian tentang penurunan tanah pada Jembatan MERR II - C Surabaya ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari penelitian ini membuktikan bahwa pengamatan GPS pada Jembatan MERR-II C setelah dilakukan uji statistik dengan tingkat kepercayaan 90%,95% dan 99% terdapat daerah yang mengalami *uplift* maupun *subsidence*.
2. Semua titik mengalami *subsidence* kecuali pada titik 4 yang mengalami *uplift*. *Subsidence* terbesar adalah sebesar 23 mm pada titik 8 dan *uplift* terbesar adalah 4 mm pada titik 4.
3. Penggunaan semua analisa regresi dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat *subsidence* maupun *uplift* kecuali pada titik 2,3 dan 11 yang memiliki nilai koefisien determinasi kurang dari 0,75 sehingga nilai tersebut masih terlalu kecil sehingga tidak bisa dijadikan acuan dengan baik untuk menggambarkan *subsidence* maupun *uplift*.

Saran

1. Perlu adanya penelitian/pemantauan lanjutan mengenai penurunan tanah ini dengan lama kala pengamatan yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang akurat.

2. Melakukan pengecekan pada receiver GPS dan bila perlu bawa tenaga cadangan (baterai/aki)
3. Diharapkan untuk pemantauan selanjutnya bisa menggunakan titik yang sudah digunakan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2006). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Anisah. (2008). *Pemanfaatan Teknologi GPS Untuk Pemantauan Pergerakan Tanah Dan Korelasinya Dengan Zonasi Kerentanan Gerakan Tanah*. Surabaya: Teknik Geomatika ITS.
- Bakti, L. M. (2010). *Kajian Sebaran Potensi Rob Kota Semarang dan Usulan*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Bukhori, I. (2011). *Model Estimasi Uplift dan Subsidence dari Hasil Ukuran GPS Menggunakan Metode Polinomial di Area Lumpur Sidoarjo*. Surabaya: Teknik Geomatika ITS.
- Gamal, M. (2007). Karakteristik Deformasi Gunungapi Ijen dalam Periode 2002-2005 Hasil Estimasi Metode Survei GPS. *PROC. ITB Sains & Tek*, Vol. 39 A, No. 1&2, 1-22.
- Kurniawan, A. (2011). *Evaluasi Penurunan Muka Tanah Di Wilayah Kota Surabaya Dari Pengamatan Global Positioning System Dengan GAMIT/GLOBK*. Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika ITS.
- Prawoko, A. A. (2008). *Pemantauan Land Subsidence untuk Daerah Sekitar Semburan Lumpur Sidoarjo dengan Menggunakan GPS*. Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika ITS.
- Pribadi, W. (2014). Monitoring Pergerakan Tanah Di Sekitar Semburan Lumpur Sidoarjo Menggunakan Data Satelit. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW)*, 2301-6752.
- Wirawan, A. Z. (2012). Evaluasi Penurunan dan Kestabilan Tiga Jembatan MERR II-C yang Menumpu di Atas Tanah Lempung Lunak. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1*, 1-6

LAMPIRAN

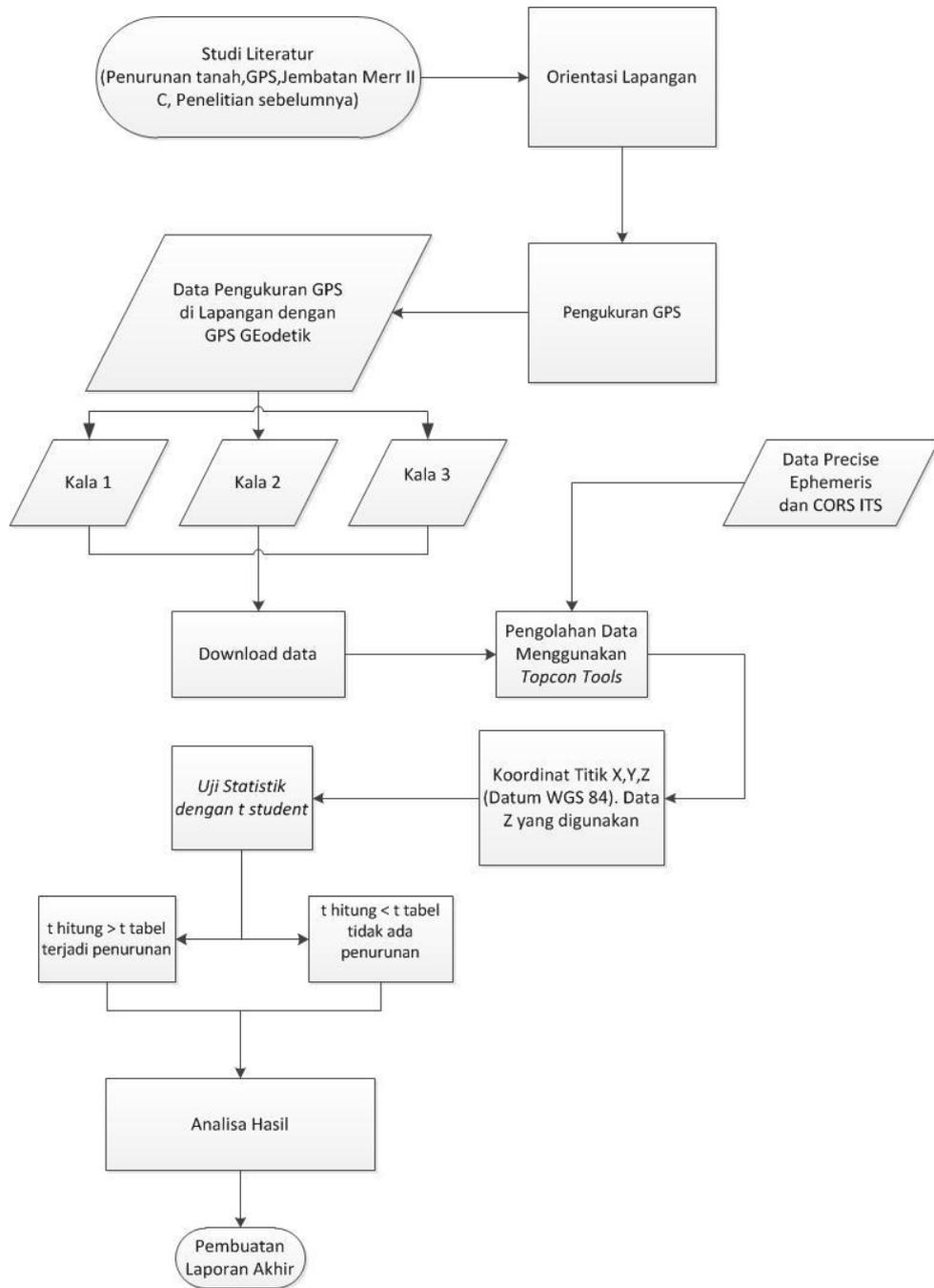


Diagram Alir Pengolahan Data