

LAND SUBSIDENCE DI SURABAYA (2007-2010)

Eko Yuli Handoko¹, Akbar Kurniawan¹, Angger Sukma M.²

¹Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

²Arsitektur – ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : ekoyh@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia yang mengalami pertumbuhan yang begitu pesat. Perkembangan kota yang tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap kondisi tanah di wilayah Surabaya yang dapat mengakibatkan *land subsidence*. Pemantauan *land subsidence* dilakukan menggunakan metode pengamatan GPS secara teliti pada tahun 2007 dan 2010. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak ilmiah GAMIT. Dari hasil pengolahan data telah terjadi penurunan permukaan tanah di beberapa titik pengamatan di Surabaya dengan kecepatan penurunan yang berbeda-beda. Penurunan yang relatif besar terjadi di titik RKUT sebesar 2,79 cm/tahun.

Kata kunci: Land subsidence, Surabaya, GPS, GAMIT

PENDAHULUAN

Land Subsidence atau disebut juga penurunan permukaan tanah pada dasarnya merupakan perubahan (deformasi) permukaan tanah secara vertikal ke bawah dari suatu bidang referensi tinggi. Fenomena *land subsidence* hampir terjadi di kota-kota besar, baik di dunia maupun di Indonesia. Di Indonesia, fenomena ini terjadi dan telah dilakukan penelitian, antara lain; di Jakarta [Hirose et al., 2001] [Hamdani, R.D, 2004], Bandung [Abidin et al., 2006] dan Semarang [Marsudi, 2001].

Surabaya termasuk kota besar dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang pesat. Infrastruktur, sarana dan prasarana pembangunan semakin lengkap. Pembangunan infrastruktur yang mahal perlu dijaga dan dipelihara. Perencanaan pembangunan dan pengembangan kota memerlukan informasi yang dapat mendukung perencanaan tersebut, salah satunya adalah informasi tentang dinamika permukaan tanah. Pola dan laju turunnya permukaan tanah merupakan informasi yang harus diperhitungkan dalam perencanaan dan penataan suatu wilayah. Penempatan suatu obyek pembangunan dan pusat aktivitas di suatu wilayah, sangat memerlukan tempat atau lokasi-lokasi yang stabil. Keberadaan titik-titik kontrol vertikal di lapangan merupakan barometer untuk mengetahui stabilitas wilayah tersebut secara vertikal. Di masa depan, terutama pada wilayah/kota yang sangat berkembang dimana setiap wilayah mempunyai luas terbatas, pengetahuan mengenai keadaan suatu wilayah

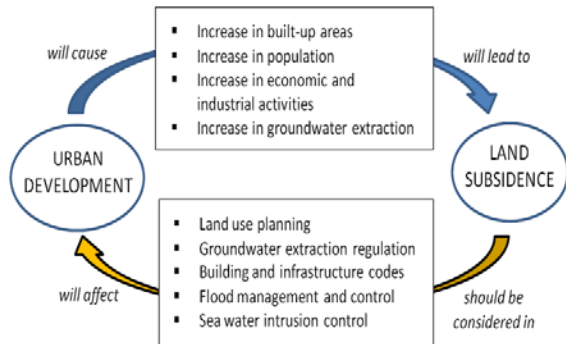
secara vertikal akan sangat memegang peranan penting dalam penataan pembangunan, seperti : pembangunan gedung-gedung tinggi dan pemanfaatan ruang di bawah permukaan tanah

Fenomena *land subsidence* (penurunan tanah) ini merupakan salah satu faktor yang cukup signifikan penyebab terjadinya banjir di suatu daerah atau kawasan. Ketika titik-titik yang mewakili suatu kawasan mengalami penurunan, yang menyebabkan daerah tersebut menjadi lebih rendah dari tempat-tempat lainnya (membuat cekungan), atau malah lebih rendah dari bentang hidrologi yang ada di sekitarnya, maka daerah tersebut akan menjadi daerah yang berpotensi banjir terutama ketika musim hujan tiba.

Pengukuran *land subsidence* dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, antara lain : (1) *leveling* atau pengukuran sipat datar, (2) pengukuran dengan metode GPS, dan (3) pengukuran menggunakan radar InSAR. Dalam pengolahan data GPS untuk keperluan pemantauan *land subsidence* tidak dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak komersial, karena dibutuhkan model estimasi dari baseline dan hitung jaringan yang teliti. Untuk itu, diperlukan perangkat lunak ilmiah pengolahan data GPS, antara lain : Bernese, GYPSI, dan GAMIT.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi terjadinya *land subsidence* di wilayah Surabaya menggunakan metode pengukuran GPS dan

pengolahan data menggunakan perangkat lunak ilmiah GAMIT.



Gambar 1 Hubungan land subsidence dan perkembangan kota [Abidin, 2004]

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran *landsubsidence* di kota Surabaya menggunakan metoda differential GPS secara teliti. Digunakan GPS tipe *geodetic dual frequency*. Dalam studi pemantauan land subsidence di wilayah Surabaya, titik-titik pemantauan diikatkan pada titik IGS (*International GNSS Service*) yang tersebar di sekitar Indonesia (Gambar 2). Sedangkan titik-titik sebaran pemantauan GPS di wilayah Surabaya ditunjukkan pada gambar 3.

Pengukuran dilakukan pada tahun 2007 dan 2010 dengan menggunakan peralatan GPS tipe *geodetic dual frequency*. Lama pengamatan sekitar 20 – 25 jam tiap titik pengamatan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data pengamatan yang sangat banyak sehingga dalam proses pengolahan data dapat diperoleh hasil yang baik

Pengolahan data GPS teliti menggunakan perangkat lunak GAMIT (GPS Analysis MIT). GAMIT (*GPS Analysis Software of Massachusetts Institute of Technology and Scripps Institution of Oceanography*) merupakan sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *the Harvard Smithsonian Center for Astrophysics and The Scripps Institution of Oceanography at MIT* untuk melakukan analisis terhadap pengamatan GPS yaitu estimasi koordinat stasiun, percepatan, fungsi post-seismik deformasi, *atmospheric delay*, orbit satelit, dan parameter orientasi bumi. GAMIT menggunakan algoritma perataan

kuadrat terkecil untuk menentukan estimasi dari posisi relatif stasiun, parameter orbit dan rotasi bumi, *zenith delay*, dan ambiguitas fase dengan menyesuaikan pengamatan fase *double difference* [Herring et.al, 2009]. Diperlukan data orbit teliti (*precise ephemeris*) dalam format **.sp3* untuk menghasilkan ketelitian orbit yang baik, karena dengan ketelitian orbit yang baik akan dapat menghasilkan posisi satelit yang teliti.



Gambar 2 Sebaran titik-titik IGS



Gambar 3. Sebaran titik-titik GPS di Surabaya

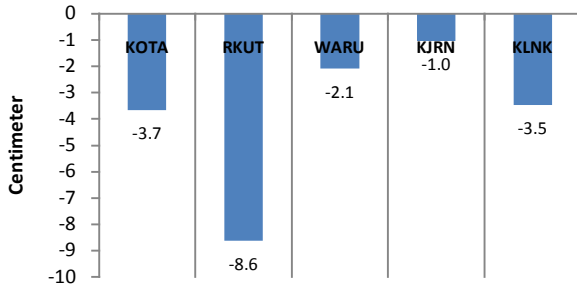
HASIL DAN ANALISA

Dari pengolahan data pengamatan GPS tahun 2007 dan 2010, diperoleh hasil penurunan permukaan tanah, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1: Kecepatan Penurunan Titik Pengamatan

Titik GPS	Penurunan (cm / tahun)	Lokasi
KOTA	- 1,20	Tugu Bambu Runcing Jl. Sudirman
RUKT	- 2,79	Rungkut Industri
WARU	- 0,67	Bundaran Waru

Titik GPS	Penurunan (cm / tahun)	Lokasi
KLNK	-1,07	Koramil Kalianak Krembangan
SBRT	0,00	Dearah Dukuh Pakis

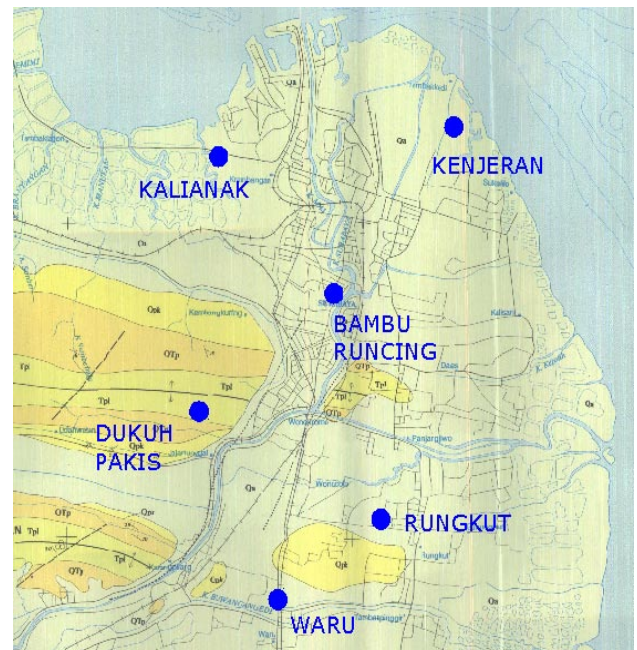


Gambar 4. Besarnya penurunan titik-titik GPS, selama tahun 2007 - 2010

Terjadi penurunan pada titik pengamatan yang berbeda-beda. Titik KOTA terletak di jalan utama Surabaya, yaitu Jalan Sudirman, tepatnya di Tugu Bambu runcing. Titik ini dikelilingi bangunan / gedung yang tinggi, sehingga penurunan yang terjadi dimungkinkan akibat beban bangunan dan/atau pengambilan air tanah oleh bangunan /gedung tinggi.

Titik RUKT terletak di kawasan industri Rungkut. Penurunan terjadi dimungkinkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan di sekitar kawasan industri. Titik WARU terletak di bundaran Waru. penurunan terjadi dimungkinkan adanya beban bangunan tinggi (dekat pusat perbelanjaan/mall) dan jalan tol. Titik KJRN terletak di sekitar kantor polisi Kenjeran. daerah ini mengalami penurunan relative kecil dibandingkan dengan daerah lainnya. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat kondisi tanah di wilayah tersebut tidak terdapat bagunan yang tinggi dan tidak banyak pengambilan air tanah yang berlebihan.

Titik KLNK terletak di daerah dekat kawasan industri margomulyo. Kemungkinan terjadi penurunan akibat kondisi tanah berupa alluvial dekat pantai yang masih belum stabil sehingga berkonsolidasi dan pengambilan air tanah industri yang berlebihan. Titik SBRT yang terletak di daerah Dukuh Pakis, tidak mengalami penurunan tanah karena titik ini secara Geologi terletak pada Formasi Lidah, sehingga lapisan tanah dibawahnya adalah batuan sedimen lempung yang bersifat keras, sehingga akan relatif stabil terhadap adanya penurunan tanah. (Gambar 5)



Gambar 5. Lokasi titik pengamatan yang digambarkan pada peta geologi lembar Surabaya (Sukardi, 1992)

KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa sebelumnya, dapat disimpulkan telah terjadi penurunan permukaan tanah di beberapa titik pengamatan di Surabaya dengan kecepatan penurunan yang berbeda-beda. Penurunan yang relatif besar terjadi di titik RKUT sebesar 2,79 cm/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., R. Djaja, H. Andreas, M. Gamal, D. Murdohardono, R. Rajiyiwiryo, 2003, Penurunan Tanah di Cekungan Bandung pada Periode 2000 – 2002 Hasil Estimasi Metode Survei GPS, *Journal JTM*, Vol.X, No.2 / 2003
- Abidin, 2004. ITB and its activities in GPS, INSAR, and Satellite Altimetry Related Research. *SEAMERGES Kick off Meeting*, Bangkok, 3-5 March 2004
- Abidin, H.Z., R. Djaja, H. Andreas, M. Gamal, K. Hirose, Y. Maruyama. 2004. Capabilities and Constraints of Geodetic Techniques for Monitoring Land Subsidence in The Urban Areas in Indonesia. 3rd FIG Regional Conference for Asia and the Pacific, FIG, Jakarta-Indonesia, October 3-7, 2004
- Abidin, H.Z., Heri A., M. Gamal, D. Darmawan, 2006, Land Subsidence Characteristics of Bandung Basin (Indonesia) between 2000 and 2005 as Estimated from GPS Surveys, *XXIII International FIG Congress*, Munich, Germany, 8 – 13 October.
- Hamdani, R.D., 2004, Deformasi Vertikal Permukaan Tanah dan Korelasinya dengan Penurunan Muka Air Tanah, *Desertasi*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Herring.T.A,King.R.W.,McClusky.S.C.2009.GAMIT Reference Manual. *Department of earth, Atmospheric, and Planetary Sciences*,MIT, Massachusetts
- Hirose, K., Yuichi M., Dodid M., Asep E., Hasanuddin Z.A., 2001, Land Subsidence Detection Using JERS-1 SAR Interferometry, *22nd Asian Conference on Remote Sensing*, Singapore, 5 – 9 November.
- Marsudi, 2001. Prediksi Laju Amblesan Tanah di Dataran Aluvial Semarang – Propinsi Jawa Tengah, *Disertasi*, Institut Teknologi Bandung
- Sukardi.1992.**Geologi Lembar Surabaya dan Sapulu,Jawa**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung