

PENERAPAN METODE *DInSAR* UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN MUKA TANAH MENGGUNAKAN CITRA *SENTINEL-1A* DI KOTA BANDARLAMPUNG

Maida Suradianti, Rian Nurtyawan, Nirmawana Simarmata*)

Program Studi Teknik Geomatika Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan Institut
Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan

Telp.(0721)8030188, 8030188

E-mail: suradiantimaida@gmail.com

ABSTRAK

Kota Bandarlampung secara geologi dilewati oleh beberapa struktur patahan dan beberapa daerahnya ini memiliki formasi berumur *holosen*. Berdasarkan kondisi geologi tersebut dan juga banyaknya aktivitas manusia, seperti pengeboran air tanah, pertambangan dan industri serta kegiatan reklamasi sehingga penurunan muka tanah dapat terjadi. Dalam penelitian ini penurunan muka tanah dapat diketahui melalui metode *DInSAR* dengan menggunakan data *Sentinel-1a* secara temporal dari tahun 2017 sampai tahun 2019. Pengolahan dengan metode *DInSAR* ini dilakukan dengan menggabungkan dua interferogram dari data *Sentinel-1a* didalam suatu aplikasi *open source* bernama SNAP. Berdasarkan hasil analisis penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung sebesar 0,01 m atau 1 cm. Faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung adalah faktor geologi dan juga faktor massa bangunan berdasarkan analisis dengan menggunakan *software ArcGIS*.

Kata kunci: Penurunan Muka Tanah, Sentinel-1, *DInSAR*, SNAP, Interferogram

ABSTRACT

Geology Bandarlampung city is crossed by some fault structures and some of its area has holosen age formation. Based on that geology condition and also many human activities, such as ground-water drilling, mining, industry also reclamation activities, those all cause soil surface subsidence. In this study the soil surface subsidence can be known by using DInSAR metode that use Sentinel-1a data temporarily from 2017 until 2019. Processing by using this DInSAR metode is done by combining two interferograms from Sentinel-1a data in an open source application named SNAP. Based on the analysis soil surface subsidence in Bandarlampung city, the value is 0,01 m or 1 cm. Factor that caused the soil surface subsidence in Bandarlampung city is; Geology and also building mass based on analysis by using ArcGIS software.

Keywords: soil surface subsidence, Sentinel-1, *DInSAR*, SNAP, Interferogram

*)Penulis, Penanggung Jawab.

1. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Peristiwa terjadinya penurunan muka tanah disebabkan karena adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang terkandung di bawahnya. Menurunnya muka tanah ini biasanya terjadi secara perlahan-lahan dalam jangka waktu yang lama sehingga manusia tidak langsung menyadari akan hal itu, namun bagaimanapun juga penurunan muka tanah ini akan berdampak pada kondisi lingkungan sekitar apabila tidak segera diatasi oleh masyarakat (Fatma, 2018).

Fenomena penurunan muka tanah ini sama seperti fenomena alam lainnya yang dapat disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Ada tiga faktor yang menyebabkan penurunan muka tanah terjadi, yaitu faktor alami (*natural subsidence*), faktor pengambilan air tanah (*groundwater extraction*) dan faktor masa bangunan (*settlement*) (Whitaker, 1989)

Peristiwa penurunan muka tanah juga dapat menyebabkan fenomena lain seperti banjir rob dan kerusakan infrastruktur yang tentunya dapat menghambat perkembangan kota dan menimbulkan kerugian bagi masyarakat sehingga perlu

dilakukannya upaya mitigasi. Salah satu diantaranya adalah dengan pemantauan fenomena penurunan muka tanah (Islam, 2017).

Pemantauan penurunan muka tanah di suatu wilayah dapat dikaji dengan beberapa metode geodesi, baik itu dengan pengukuran terestris seperti survey sipat datar (*levelling*), survei Total Station dan survei *GPS* (*Global Positioning System*), maupun dengan metode ekstraterestris yang saat ini banyak dikembangkan seperti teknologi *LiDAR* dan teknologi radar. Meskipun metode ekstraterestris ketelitiannya masih di bawah metode terestris, namun metode ini mampu melakukan pengamatan dan penilaian pada daerah yang luas dengan waktu yang lebih cepat (Islam, 2017).

Salah satu metode teknologi radar yang digunakan dalam pemantauan penurunan muka tanah adalah *DInSAR* (*Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar*). *DInSAR* adalah metode yang telah dikembangkan dengan baik selama beberapa dekade terakhir untuk pengamatan penurunan muka tanah dengan akurasi yang tinggi pada sentimeter, dengan menggunakan *two-pas interferometric*. Selain itu, pengamatan dengan metode *DInSAR* ini dapat dilakukan dengan biaya yang rendah menggunakan citra *SAR*

Sentinel-1a yang disediakan secara gratis dan diolah dengan perangkat lunak SNAP (*Sentinel Application Platform*) yang berbasis sumber terbuka (*open source*).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang dapat ditemukan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pemetaan penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung menggunakan metode *DInSAR* tahun 2017, 2018 dan 2019?
2. Seberapa besar penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung pada tahun 2017-2019 berdasarkan citra *sentinel-1a* menggunakan metode *DInSAR*?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai pada tugas akhir ini ialah menjawab permasalahan yang timbul dari latar belakang diatas, adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Memetakan penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung menggunakan metode *DInSAR* tahun 2017, 2018 dan 2019.
2. Menganalisis seberapa besar penurunan muka tanah di

Kota Bandarlampung pada tahun 2017-2019 berdasarkan citra *sentinel-1a* menggunakan metode *DInSAR*.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian merupakan batasan-batasan yang akan dikaji berdasarkan rumusan masalah dan tujuan pada 1.3. Jadi di tentukan ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan citra *Sentinel-1a* level 1 SLC yang diakuisisi pada tahun 2017 – 2019 dengan masing-masing pasangan citra memiliki nilai *baseline perpendicular* kurang dari 300 m dan koherensi (γ) lebih dari 0,2.
2. DEM SRTM yang digunakan mempunyai resolusi 30 m.
3. Keluaran dari penelitian ini adalah peta penurunan muka tanah Kota Bandarlampung dengan skala 1:50,000.
4. Penelitian ini hanya menghitung perubahan vertikal dengan mengabaikan pergerakan horisontal muka tanah.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Sistem Penginderaan Jauh Aktif

Menurut Lillesand dan Kiefier (2007) penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, wilayah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, wilayah atau gejala yang dikaji.

Komponen-komponen penginderaan jauh yaitu sumber tenaga, sensor dan wahana, interaksi tenaga dan objek, atmosfer, interpretasi dan analisis data serta pengguna data. Sumber tenaga penginderaan jauh terbagi menjadi dua sistem yaitu sistem pasif dan sistem aktif. Sistem pasif merupakan sistem yang menggunakan energi matahari sedangkan sistem aktif memiliki energi sendiri tanpa tergantung oleh energi lain seperti matahari. Hal ini karena sistem aktif menggunakan tenaga buatan seperti gelombang mikro (Dewi, 2009).

II.2 Sistem RADAR (*Radio Detecting and Ranging*)

Sistem RADAR adalah sensor aktif yang menyediakan sumber energi elektromagnetik sendiri. Sensor radar aktif, baik di udara atau di luar angkasa, memancarkan radiasi gelombang mikro dalam serangkaian pulsa dari antenna (Koo, 2008). RADAR (*Radio Detection and Ranging*) sudah ada sejak pada tahun 1940-an dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat (US Navy) untuk mengetahui posisi suatu objek dengan melakukan pengukuran jarak dari sensor radar ke objek yang dituju. Pengamatan RADAR dilakukan terhadap intensitas gelombang radio yang diterima sensor dan waktu yang diperlukan gelombang mulai saat dipancarkan, dipantulkan oleh objek, dan diterima kembali oleh sensor. Waktu yang diperlukan oleh gelombang tersebut dinamakan *time delay*, karena terdapat perbedaan waktu sinyal yang dipancarkan dan sinyal yang diterima oleh sensor sehingga dapat menentukan jarak atau jangkauan ke objek (CCRS, 2005).

II.3 Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR)

Francis dkk. (1996) menuliskan bahwa teknik *DInSAR* pada dasarnya menggunakan dua citra *SAR* untuk mengidentifikasi perubahan spasial suatu daerah yang memanfaatkan koherensi dalam pengukuran fasa interferometrik dari permukaan yang sama. Hasil dari perbedaan fasa menghasilkan jenis citra baru yang disebut interferogram. Interferogram akan menunjukkan apakah wilayah yang diteliti tersebut mengalami penurunan muka tanah atau kenaikan muka tanah. Pendeteksian deformasi, istilah *differential InSAR (DInSAR)* diartikan sebagai pengurangan fasa topografi dan interferogram. Interferogram dibentuk berdasarkan dua data radar dalam format *Single Look Complex (SLC)* dengan resolusi FBS sehingga proses konversi format dan resolusi dilakukan dengan menggunakan *algoritma range oversampling* (Werner, 2007).

II.4 Deformasi

Deformasi didefinisikan sebagai perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu material atau perubahan kedudukan (pergerakan)

suatu materi baik secara absolute maupun relative dalam suatu kerangka referensi tertentu akibat suatu gaya yang bekerja pada materi tersebut (Kuang, 1997).

Deformasi dapat terjadi jika suatu benda atau materi dikenai gaya (*Force*). Deformasi terbagi menjadi dua jenis yaitu, deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah deformasi atau perubahan bentuk yang disebabkan oleh pemberian beban, dimana apabila beban dihilangkan maka bentuk dan ukuran akan kembali ke bentuk semula atau deformasi yang terjadi akan hilang. Daerah deformasi elastis berlaku hukum hooke, yaitu regangan akan sebanding dengan tegangan sesuai dengan modulus elastisitas. Sedangkan deformasi plastis adalah perubahan bentuk yang merupakan kelanjutan dari deformasi elastis yang bersifat permanen meskipun beban dihilangkan (Taufik, 2012).

II.5 Penurunan Muka Tanah

Penurunan muka tanah dapat didefinisikan sebagai turunnya elevasi permukaan tanah terhadap bidang referensi yang dianggap

stabil. Turunnya permukaan tanah yang terakumulasi selama rentang waktu tertentu akan dapat mencapai besaran penurunan hingga beberapa meter (Whittaker, 1989). Berberapa faktor penyebab terjadinya penurunan muka tanah menurut Whittaker dan Reddish, yaitu:

1. Penurunan muka tanah alami (*natural subsidence*) yang disebabkan oleh proses-proses geologi seperti aktivitas vulkanik dan tektonik, siklus geologi, adanya rongga di bawah permukaan tanah dan sebagainya.
2. Penurunan muka tanah yang disebabkan oleh pengambilan bahan cair dari dalam tanah seperti air tanah atau minyak bumi.
3. Penurunan muka tanah yang disebabkan oleh adanya beban-beban berat di atasnya seperti struktur bangunan sehingga lapisan-lapisan tanah di bawahnya mengalami kompaksi/konsolidasi.

Penurunan muka tanah ini

sering juga disebut dengan *settlement*.

4. Penurunan muka tanah akibat pengambilan bahan padat dari tanah (aktivitas penambangan).

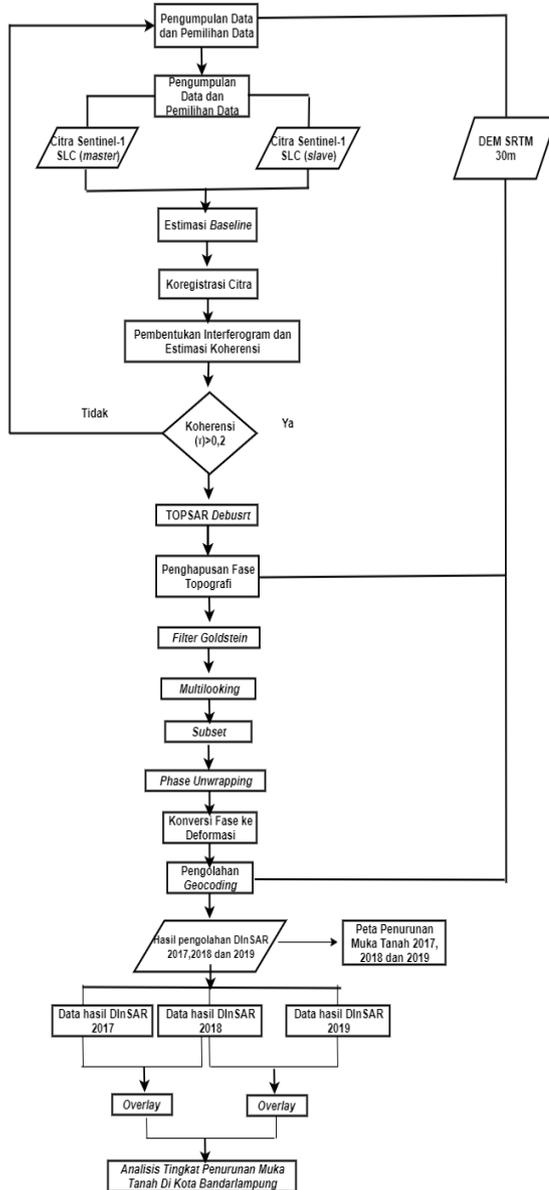
II.6 Sentinel-1a

Sentinel-1 merupakan seri satelit pertama dari tujuh misisatelit yang diluncurkan sebagai bagian dari program *Copernicus* yang digagas oleh *European Commission (EC)* dan *European Space Agency (ESA)*. Seperti satelit SAR *ESA* sebelumnya, *Sentinel-1* memiliki sensor *C-band* dengan dua buah satelit yakni *Sentinel-1a* dan *Sentinel-1b* yang mengorbit secara tandem berjauhan 180°. dan mampu melakukan *repeat cycle* setiap 12 hari dan dengan konstelasi kedua satelit tersebut membuat *Sentinel-1* memiliki *repeat cycle* setiap 6 hari. *Sentinel-1* memiliki 4 mode pengamatan dengan mode utama di daratan adalah mode *Interferometric Wide Swath*

(*IW*) dengan resolusi spasial sekitar 5 m x 20 m.

III. Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian ini bisa terlihat pada Gambar 1. dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan pengolahan dengan metode DInSAR ini memiliki hasil akhir

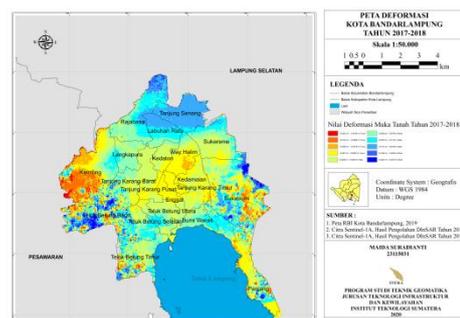
berupa peta deformasi kota Bandarlampung.

IV. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan 3 pasangan citra sentinel-1a yang hasilnya nanti menjadi 2 pasang citra (2017-2018 dan 2018-2019).

IV.1 Tingkat Penurunan Muka Tanah 2017-2018

Hasil dari tingkat penurunan muka tanah tahun 2017-2018 ini, merupakan hasil rata-rata perhitungan dari *overlay* data penurunan muka tanah dengan metode *DInSAR* pada tahun 2017 dan 2018. Hasil perhitungan penurunan muka tanah tahun 2017-2018 disajikan dalam bentuk peta skala 1:50,000 (jika dicetak dalam kertas ukuran A1) pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta deformasi tahun 2017-2018

Nilai deformasi muka tanah tahun 2017-2018 perkecamatan bisa dilihat pada Tabel 6 berikut:

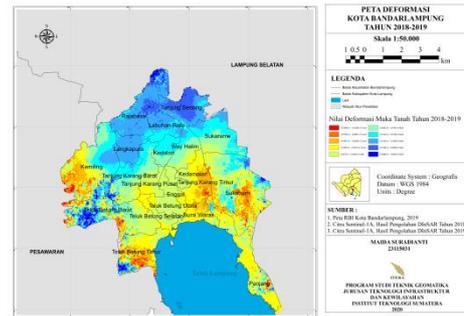
Tabel 6 Nilai Deformasi Muka Tanah Tahun 2017-2018 di Kecamatan Kota Bandar Lampung

No	Nama Kecamatan	Klasifikasi Deformasi	Nilai Deformasi (m)
1	Way Halim	Turun	-0.040 sampai -0.001
2	Kemiling	Turun	-0.040 sampai -0.001
3	Teluk Betung Timur	Turun	-0.001
4	Sukarame	Turun	-0.001
5	Kedamaian	Turun	-0.001
6	Enggal	Turun	-0.001
7	Tanjung Karang Timur	Turun	-0.001
8	Tanjung Karang Pusat	Turun	-0.001
9	Teluk Betung Utara	Turun	-0.001
10	Kedaton	Turun	-0.001
11	Teluk Betuk Barat	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
12	Tanjung Karang Barat	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
13	Panjang	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
14	Langkapura	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
15	Raja Basa	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
16	Suka Bumi	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
17	Teluk Betung Selatan	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
18	Bumi Waras	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.0413
19	Tanjung Seneng	Naik	0.0413
20	Labuhan Ratu	Naik	0.0413

(Sumber: hasil pengolahan penelitian, 2019)

IV.2 Tingkat Penurunan Muka Tanah 2018-2019

Hasil dari tingkat penurunan muka tanah tahun 2018-2019 ini, merupakan hasil rata-rata perhitungan dari *overlay* data penurunan muka tanah dengan metode *DInSAR* pada tahun 2018 dan 2019, berikut hasil perhitungan penurunan muka tanah tahun 2018-2019 yang disajikan dalam bentuk peta skala 1:50,000 (jika dicetak dalam kertas ukuran A1) pada Gambar 3, berikut:



Gambar 3. Peta deformasi tahun 2017-2018

Nilai deformasi muka tanah tahun 2018- 2019 perkecamatan bisa dilihat pada Tabel 7 berikut

Tabel 7 Nilai Deformasi Muka Tanah Tahun 2018-2019 di Kecamatan Kota Bandar Lampung

No	Nama Kecamatan	Klasifikasi Deformasi	Nilai Deformasi (m)
1	Kemiling	Turun	-0.050 sampai -0.001
2	Teluk Betung Timur	Turun	-0.050 sampai -0.001
3	Enggal	Turun	-0.050 sampai -0.001
4	Tanjung Karang Timur	Turun	-0.050 sampai -0.001
5	Bumi Waras	Turun	-0.050 sampai -0.001
6	Kedamaian	Turun	-0.050 sampai -0.001
7	Suka Bumi	Turun	-0.050 sampai -0.001
8	Tanjung Karang Pusat	Turun	-0.001
9	Teluk Betung Utara	Turun	-0.001
10	Teluk Betung Selatan	Turun - Naik	-0.001
11	Kedaton	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
12	Way Halim	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
13	Sukarame	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
14	Teluk Betuk Barat	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
15	Tanjung Karang Barat	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
16	Panjang	Turun - Naik	-0.001 sampai 0.052
17	Labuhan Ratu	Naik	0.052
18	Langkapura	Naik	0.052
19	Raja Basa	Naik	0.052
20	Tanjung Seneng	Naik	0.052

(Sumber: hasil pengolahan penelitian, 2019)

Berdasarkan tabel 3 diketahui nilai penurunan muka tanah di Kota Bandar Lampung dari tahun 2017-2019 yaitu sebesar 0.01 m atau 1cm yang merupakan hasil selisih dari nilai penurunan muka tanah tahun 2017-2018 dan tahun 2018-2019.

Penyebab penurunan muka tanah di Kota Bandar Lampung juga dapat diketahui dengan melakukan *overlay data* hasil pengolahan *DInSAR*

dengan data yang didapat dari BIG yaitu shp RBI Kota Bandarlampung.

Hasil *overlay data* ini ada dua, yaitu:

1. *Overlay data* hasil pengolahan *DInSAR* dengan shp Bangunan Kota Bandarlampung,
2. *Overlay data* hasil pengolahan *DInSAR* dengan shp peta Geologi Kota Bandarlampung.

Berdasarkan hasil dari *overlay data* diketahui bahwa factor utama terjadinya penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung adalah faktor alami, yang dalam penelitian ini menggunakan data shp Geologi dari Peta RBI Kota Bandarlampung dan faktor lainnya yaitu factor *settlement*.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pemetaan penurunan muka tanah di Kota Bandarlampung menggunakan citra *sentinel-1a* dengan metode *DInSAR* tahun 2017, 2018 dan 2019 hasilnya baik. Hal ini ditunjukkan dengan *overlay data* hasil

penurunan muka tanah dengan shp Bangunan dan shp RBI yang sesuai.

2. Hasil pengolahan citra *sentinel-1a* Tahun 2017-2019 dengan metode *DInSAR* di wilayah Kota Bandarlampung memiliki nilai penurunan muka tanah sebesar -0.01 m atau -1 cm, berdasarkan hasil selisih dari pengolahan data penurunan muka tanah tahun 2017-2018 dan 2018-2019 yang disebabkan oleh factor alami, yaitu garis patahan atau sesar.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan kesimpulan yang diperoleh, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat diberikan untuk memaksimalkan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan panjang gelombang *L-band* agar bisa meminimalisir pengaruh vegetasi dan menggunakan polarisasi lainnya (selain VV+VH).

2. Melakukan validasi lapangan menggunakan GPS agar pergerakan horisontal dan ketelitian hasil pengolahan *DInSAR* dapat diketahui.
3. Menganalisis pengaruh vegetasi terhadap penelitian dan menghitung kecepatan penurunan muka tanah menggunakan ROIs (*regionsofinterest*) supaya kecepatan penurunan muka tanah perkecamatan bisa diketahui.

Kuang, S. (1997). *Geodetic Network Analysis and Optimal design: Concepts and Applications*. Chelsa, Michgan: Ann Arbor Press.

Whitaker, B.N. dan Reddish. (1989). *Subsidence Occurrence, Prediction, and Control*. Belanda: Elsevier Science Publishing Company INC.

Daftar Pustaka

ESA. (2019). *Mission Sentinell-1A Over View*. ESA, <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/overview> [2019].

Fatma, D. (2018). *Pengertian Penurunan Muka Tanah*. <https://ilmugeografi.com/fenomena-alam/penurunan-muka-tanah>.

Islam, L. J. (2017). *Analisis Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Kota Semarang Menggunakan Citra Sentinel-1 Berdasarkan Metode DInSAR pada Perangkat Lunak SNAP*. Semarang: Jurnal Geodesi UNDIP.