

ANALISIS KETELITIAN DSM KOTA SEMARANG DENGAN METODE INSAR MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-1

Handaru Aryo Sunu, Bambang Darmo Yuwono, Andri Suprayogi^{*)}

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Telp.(024)76480785, 76480788
Email: handaru.aryo@gmail.com^{*)}

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat menyebabkan semakin berkembang pula teknologi dalam bidang pemetaan. Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk mendapatkan data elevasi, seperti pengukuran terestris yang menghasilkan peta kontur, fotogrametri, atau menggunakan metode penginderaan jauh khususnya dengan menggunakan citra radar dengan metode pengolahan InSAR. Metode InSAR selain dapat digunakan untuk pembuatan informasi ketinggian dapat juga digunakan untuk pembuatan peta deformasi (Pepe, A. dan Calo, F. 2017), identifikasi longsor (Kang, Y. dan Zhao, C, 2017), dan dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti pengukuran GPS untuk pengamatan penurunan muka tanah (Yuwono, B, D, dkk. 2018). Informasi ketinggian (elevasi) dapat berupa tabel koordinat, peta kontur, ataupun model elevasi digital. Informasi ketinggian dapat diaplikasikan pada banyak hal, seperti : pembuatan peta jaringan sungai, analisis daerah rawan longsor, perencanaan jaringan jalan, pemetaan daerah rawan banjir, pembuatan peta deformasi, bahkan hingga keperluan militer. Kota Semarang sebagai salah satu kota pusat pemerintahan dan pusat industri di Pulau Jawa sangat membutuhkan data ketinggian untuk menunjang proses pengembangannya. Data ketinggian dapat digunakan untuk perencanaan tata guna lahan, manajemen drainase, jaringan air bersih, jaringan jalan, identifikasi daerah rawan bencana longsor di Kota Semarang. Hasil dari penelitian ini didapatkan DSM dengan selisih ketinggian 0,148 meter sampai 203,558 meter dengan ketelitian 52,381 meter dengan standar deviasi 35,386 meter.

Kata Kunci: Semarang, InSAR, Informasi Ketinggian

ABSTRACT

Increasing technological developments are also developing technology in the field of mapping. There are many methods that can be done to obtain elevation data, such as terrestrial measurements that produce contour maps, photogrammetry, or use far more sensory methods using radar imagery using the InSAR processing method. In addition, the InSAR method can be used for making height information. It can be used for making deformation maps (Pepe, A. and Calo, F. 2017), landslides (Kang, Y. and Zhao, C, 2017), and can be used with other methods such as GPS measurement to monitor land subsidence (Yuwono, B, D, et al. 2018). Altitude information (elevation) can be a coordinate table, contour map, or digital elevation model. Altitude information can be applied to many things, such as: making river network maps, analyzing landslide prone areas, planning road networks, planning flood-prone areas, making deformation maps, even for military purposes. Semarang City as one of the city center of government and industrial center in Java Island is in dire need of improved data to support its development process. Altitude data can be used for land use planning, drainage management, clean water networks, road networks, identification of landslide prone areas in Semarang City. The results of this study were obtained by DSM with a difference in height of 0.148 meters to 203.558 meters with accuracy of 52.381 meters with a standard deviation of 35.386 meters.

Keywords : Semarang, InSAR, Elevation Information

^{*)}Penulis, Penanggungjawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang pesat menyebabkan semakin berkembang pula teknologi dalam bidang pemetaan. Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk mendapatkan data elevasi, seperti pengukuran terestris yang menghasilkan peta kontur, fotogrametri, atau menggunakan metode penginderaan jauh khususnya dengan menggunakan citra radar dengan metode pengolahan InSAR.

Informasi ketinggian (elevasi) dapat berupa tabel koordinat, peta kontur, ataupun model elevasi digital. Informasi ketinggian dapat diaplikasikan pada banyak hal, seperti : pembuatan peta jaringan sungai, analisis daerah rawan longsor, perencanaan jaringan jalan, pemetaan daerah rawan banjir, pembuatan peta deformasi, bahkan hingga keperluan militer.

Metode InSAR selain dapat digunakan untuk pembuatan informasi ketinggian dapat juga digunakan untuk pembuatan peta deformasi (Pepe, A. dan Calo, F. 2017), identifikasi longsor (Kang, Y. dan Zhao, C, 2017), dan dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti pengukuran GPS untuk pengamatan penurunan muka tanah (Yuwono, B, D, dkk. 2018).

Dalam bidang neotektonik, InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) merupakan teknik penginderaan jauh yang menggunakan citra satelit radar. Sorotan gelombang radar dikirimkan dengan konstan ke muka bumi, dan citra dihasilkan berdasarkan gelombang yang kembali. Intensitas gelombang yang dipantulkan mencerminkan komposisi permukaan bumi, tetapi fase gelombang yang telah menyentuh permukaan bumi dan terpantulkan juga direkam. Membandingkan fase gelombang memungkinkan kita untuk memantau ketinggian dan geometri permukaan hingga skala milimeter, yang mencerminkan gerakan tektonik aktif yang berhubungan dengan gempa. Sebagai tambahan, DEM (Digital Elevation Model) yang akurat dapat dihasilkan dari metode ini (Fossen, H. 2010). Data SAR yang digunakan dalam metode penginderaan jauh memiliki banyak kelebihan, seperti SAR mampu menembus awan dimana sensor pasif pada umumnya tidak mampu menembus awan, SAR juga merupakan sensor aktif yang berarti tidak dipengaruhi oleh keadaan siang atau malam, akuisisi data SAR yang cepat dan ini bisa diaplikasikan untuk pemantauan yang memerlukan temporal yang cepat, mampu menghasilkan tampilan sinoptik (Septiana, B. 2017).

Seperti yang telah disebutkan di atas, pembuatan data ketinggian dengan data SAR menghasilkan data ketinggian yang bermanfaat bagi kehidupan manusia dan dapat dilakukan dengan waktu yang relatif singkat. Kota Semarang sebagai salah satu kota pusat pemerintahan dan pusat

industri di Pulau Jawa sangat membutuhkan data ketinggian untuk menunjang proses pengembangannya. Data ketinggian dapat digunakan untuk perencanaan tata guna lahan, manajemen drainase, jaringan air bersih, jaringan jalan, identifikasi daerah rawan bencana longsor di Kota Semarang. Oleh karena itu penulis memilih Kota Semarang sebagai wilayah penelitian.

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana tingkat ketelitian DSM hasil ekstraksi dari citra Sentinel-1 menggunakan metode InSAR ?

I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memahami proses pembuatan DSM dari citra Sentinel-1 dengan metode InSAR.
2. Mengetahui tingkat ketelitian DSM hasil proses InSAR dengan data Sentinel.
3. Dapat digunakannya metode InSAR untuk pembuatan DEM Kota Semarang
4. Dapat digunakannya DSM untuk pengembangan Kota Semarang.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian terbatas hanya pada Kota Semarang
2. Metode yang digunakan pada penelitian adalah InSAR
3. Data yang digunakan adalah Citra Sentinel-1 Kota Semarang dan DEM eksternal DEMNAS.
4. Pengolahan data menggunakan aplikasi perangkat lunak SNAP dan SNAPHU untuk proses *phase unwrapping*.

I.5. Metodologi Penelitian

Dalam pembuatan penelitian ini urutan atau langkah-langkahnya :

1. Studi literatur mengenai informasi yang terkait dengan penyusunan penelitian.
2. Akuisisi data Sentinel-1 dan DEMNAS Kota Semarang.
3. Pengolahan data mentah citra RADAR Sentinel-1 menjadi DSM
4. Analisis ketelitian hasil DSM
5. Pengambilan Kesimpulan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Studi Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk terhadap beberapa penelitian terdahulu tentang pembentukan DSM

dengan citra Sentinel-1 menggunakan metode InSAR. Penelitian pertama berjudul InSAR DSM using Sentinel 1 and spatial data creation yang dilakukan oleh Vasilis Letsios pada tahun 2019. Selanjutnya Ayubi Mohammad melakukan penelitian pembuatan DEM dengan citra Sentinel-1 pada tahun 2018 dengan judul *Extracting Digital Elevation Model (DEM) from Sentinel-1 Satellite Imagery: case study a part of Cameron highlands, Pahang, Malaysia*. Terakhir Nikolakopoulos dan Kyriou (2015) melaksanakan penelitian pembuatan DSM pulau Mykonos dan Lesvos dengan judul *Preliminary Results of Using Sentinel-1 SAR Data for DSM Generation*.

II.2. Kondisi Umum Kota Semarang

Kota Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia sekaligus kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia sesudah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan dengan luas wilayah 373,70 Km². Sebagai salah satu kota paling berkembang di Pulau Jawa, Kota Semarang mempunyai jumlah penduduk 1,773,905 jiwa pada periode Oktober 2015. Kota Semarang berbatasan dengan kabupaten Demak di sebelah timur, kabupaten Demak di sebelah selatan, kabupaten Kendal di sebelah barat, dan laut Jawa di sebelah utara. Kota Semarang terbagi menjadi dua secara topografi, yaitu Semarang atas yang merupakan dataran tinggi, dan Semarang bawah yang meliputi dataran rendah dan pesisir pantai.

II.3 Informasi Ketinggian

Informasi ketinggian adalah informasi posisi vertikal (ketinggian) suatu titik dari suatu bidang referensi tertentu (datum). Datum yang paling umum digunakan adalah permukaan laut dan permukaan geoid WGS84. Informasi ketinggian dapat berupa kontur, tabel koordinat, atau model digital.

DSM dapat diartikan sebagai model permukaan digital. DSM juga merupakan model elevasi yang menampilkan ketinggian permukaan, jika DTM hanya menampilkan *ground* (permukaan tanah tanpa apapun yang di atasnya) maka DSM menampilkan bentuk permukaan apapun yang ada seperti ketinggian pohon, bangunan dan objek apapun yang berada di atas tanah.

II.4 Sentinel-1

Sentinel-1 merupakan pasangan satelit yaitu sentinel-1A dan Sentinel-1B yang diluncurkan oleh ESA dengan tujuan utama untuk memonitor daratan dan lautan. Sentinel-1 menggunakan sensor C-SAR yang menawarkan pencitraan resolusi menengah dan tinggi di segala cuaca. Disebabkan oleh dua satelit yang mengorbit terpisah 180°, akuisisi data untuk lokasi yang sama dapat dilakukan dengan selang waktu 6 hari saja.

II.5 InSAR

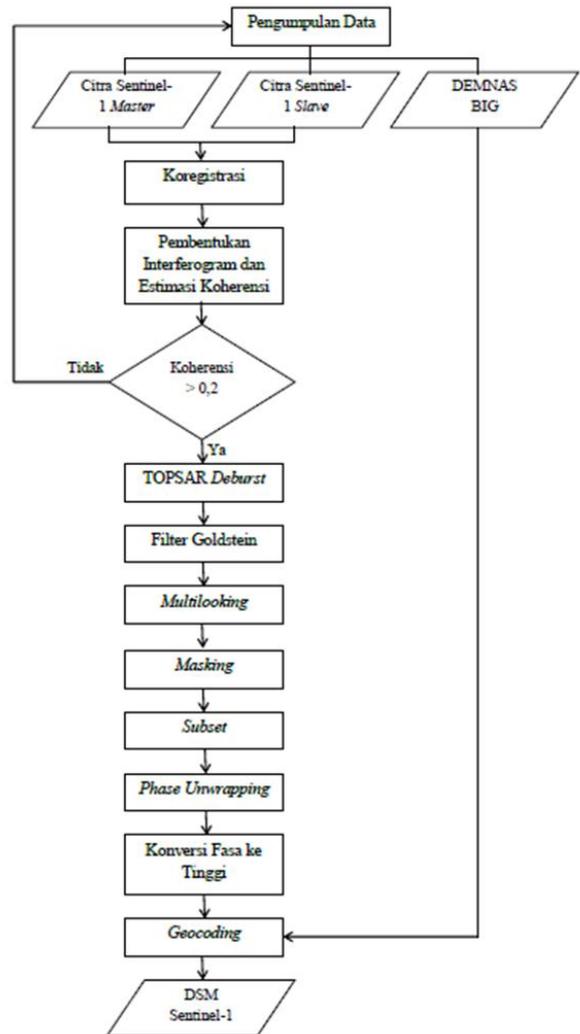
InSAR (*Interferometric Syntetic Aperture Radar*) adalah adalah suatu metode penginderaan jauh yang

menggunakan prinsip kombinasi nilai tiap piksel dari dua data radar. Dari pengertian tersebut, InSAR terdiri dari dua tahapan utama yaitu, pembentukan citra radar (*Single Look Complex/SLC image*) dari data mentah (*SAR data*) hasil pemotretan dengan menggunakan wahana pesawat atau satelit dan pembentukan citra interferogram untuk melihat bentuk topografi (Augustan., 2010).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan, secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan dalam Gambar 1

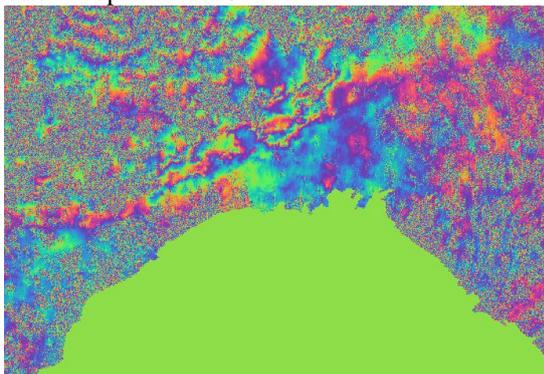


Gambar 1 Diagram Alir Pengolahan Penelitian

III.2 Tahapan Pengolahan

Untuk pembuatan DSM dari data Sentinel-1 dengan InSAR akan melewati beberapa proses seperti yang telah digambarkan pada gambar 3.1. Tahapan Pengolahan tersebut diawali dengan pengumpulan data, yang kemudian akan dilakukan estimasi *baseline* untuk melihat hubungan pasangan citra *master* dan *slave*. Setelah mendapatkan pasangan

citra master dan *slave* selanjutnya dilakukan pencocokan citra *slave* terhadap citra *master* pada tahapan koregistrasi citra. Dari citra yang sudah dilakukan tahapan koregistrasi dilakukan pembentukan interferogram dan estimasi koherensi dari pasangan citra *master* dan *slave*. Nilai koherensi (γ) dari pasangan citra tersebut harus lebih dari 0,2 apabila kurang dari 0,2 pasangan citra tersebut tidak dapat dilanjutkan pengolahannya dan harus diganti dengan pasangan citra lain dengan nilai koherensi yang memenuhi syarat. Apabila nilai koherensi telah memenuhi syarat lebih dari 0,2 maka dilakukan langkah TOPSAR *Deburst* yang bertujuan menggabungkan beberapa *burst* menjadi satu citra utuh. Setelah penggabungan tersebut dilanjutkan proses *filtering* untuk mengurangi derau fase dan proses *multilooking* yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi citra untuk selanjutnya dilakukan proses *phase unwrapping*. Sebelum proses *phase unwrapping* dilakukan pemotongan citra sesuai area studi untuk meringankan kinerja komputer dalam proses tersebut dan juga untuk membuang daerah dengan nilai koherensi rendah. Proses *phase unwrapping* mengubah fase relatif menjadi fase absolut yang hasilnya dapat dilakukan perubahan dari fase ke nilai ketinggian. Tahapan terakhir adalah proses *geocoding* yang dibantu dengan DEMNAS dan menghasilkan nilai ketinggian yang sudah terkoreksi secara geometrik. Semua pemrosesan data kecuali *phase unwrapping* dilakukan dalam perangkat lunak yang dikembangkan oleh ESA (*European Space Agency*) yaitu SNAP (*Sentinel Application Platform*). Sedangkan tahap *phase unwrapping* dilakukan dengan perangkat lunak sumber terbuka SNAPHU di sistem operasi LINUX.



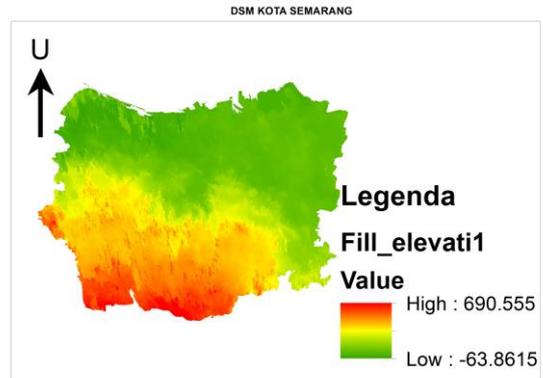
Gambar 2. Saluran Fase Interferogram

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis Pengolahan InSAR

Hasil dari pengolahan InSAR berupa DSM dengan resolusi 14 x 14 meter. DSM pasangan 2018 didapatkan dari pasangan citra yang diakuisisi pada tanggal 1 Juni 2018 dan 14 Mei 2018 dengan baseline temporal 18 hari dan baseline tegak lurus 145.93 meter. Dari hasil pengolahan didapatkan DSM dengan ketinggian maksimal 690 meter dan

ketinggian paling rendah -249 meter. Nilai minus yang tidak alami terjadi pada bagian barat daya Kota Semarang kemungkinan besar terjadi karena kesalahan pada proses *phase unwrapping*. Untuk menanggulangi nilai minus yang tidak alami, dilakukan pengolahan lanjutan dengan operasi *Fill* pada ArcToolbox. Setelah melalui proses tersebut, nilai minus minimum berubah dari -249 meter ke -63 meter.



Gambar 3. DSM Kota Semarang

IV.2 Uji Analisis Ketelitian DSM Hasil Pengolahan InSAR

DSM hasil pengolahan InSAR yang selanjutnya akan disebut DSM Sentinel-1 harus dicek ketelitiannya dengan DEM pembanding lain yang diketahui nilai absolutnya dan dianggap benar. Dari DSM Sentinel-1 dan DEM acuan, dapat diketahui RMSE (*Root Mean Square Error*) dari DEM hasil olahan dengan rumus :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_j)^2}{N - 1}}$$

Dengan y_i = nilai elevasi dari DEM
 y_j = nilai elevasi DEM acuan
 N = jumlah poin sampel

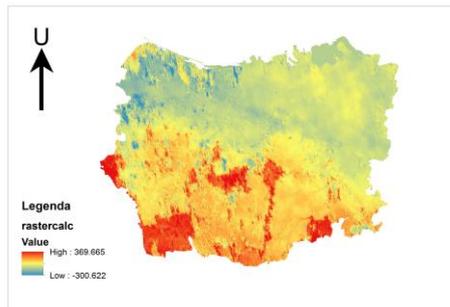
Tabel 1. Hasil Perhitungan dengan titik sampel

Rata-rata Δh	Δh max	Δh min	Standar Deviasi	RMSE
38.738	203.558	0.148	35.386	52.381

Perhitungan *rmse* dilakukan dengan membandingkan nilai ketinggian dari DSM Sentinel-1 dan DEMNAS di titik yang sama. Titik-titik sampel dibuat secara acak sebanyak 137 titik di seluruh permukaan DSM. Nilai ketinggian dari DSM Sentinel-1 dan DEMNAS diambil sesuai koordinat dari titik-titik sampel yang ada. Nilai ketinggian tersebut lalu dihitung sesuai rumus IV.1 dan didapatkan nilai RMSE sebesar 52,381 meter dengan

standard deviasi 35,386 meter. Adapun tabel hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan koordinat persebaran titik sampel dapat dilihat di Lampiran.

Selain penghitungan RMSE, dilakukan juga penghitungan selisih dari DEM acuan dengan DSM hasil proses InSAR. Hasil selisih dari DSM dengan DEMNAS memberikan informasi kesalahan dari DSM. Nilai kesalahan maksimum sebesar 203,558 meter berada pada daerah dengan elevasi tinggi, dan nilai kesalahan minimum sebesar 0,148 meter. Adapun citra hasil selisih dapat dilihat di gambar 4.



Gambar 4. Selisih DSM Sentinel-1 dengan DEMNAS

Selanjutnya jika dihubungkan dengan pola tataguna lahan, terlihat bahwa daerah yang memiliki perbedaan paling tinggi adalah daerah perkebunan di daerah dengan elevasi tinggi dan daerah tambak pada bagian barat daya Kota Semarang. Hal ini disebabkan gelombang C-Band yang dibawa oleh satelit Sentinel-1 tidak dapat dipantulkan dengan baik di daerah dengan vegetasi tinggi dan daerah yang tersaturasi air. Daerah yang memiliki perbedaan paling rendah pada daerah pemukiman. Hal ini disebabkan karena daerah pemukiman tidak banyak terjadi perubahan dan menghasilkan nilai koherensi yang tinggi pada pasangan citra radar.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

1. Hasil pengolahan Citra Sentinel-1 sangat dipengaruhi oleh nilai baseline temporal dan tegak lurus. Baseline temporal yang cukup singkat dan baseline tegak lurus yang panjang pun belum menjamin hasil DEM yang akurat.
2. Hasil validasi dengan perbandingan dengan DEMNAS menghasilkan selisih paling tinggi sebesar 203,558 meter berada pada daerah dengan vegetasi tinggi dan tambak, dan nilai kesalahan minimum sebesar 0,148 meter pada daerah pemukiman.
3. Ketelitian dari DSM Sentinel-1 berdasarkan 137 titik sampel acak sebesar 52,381 meter dengan standar deviasi 35,386 meter.
4. Dari analisis visual dapat disimpulkan bahwa perbedaan terbesar berada pada daerah dengan penggunaan lahan sebagai perkebunan dan area tambak, hal ini berbanding lurus dengan nilai koherensi yang kecil dikarenakan gelombang C-

Band pada citra Sentinel-1 tidak dapat memantulkan gelombang dengan sempurna pada daerah dengan vegetasi rapat dan daerah berair. Perbedaan elevasi paling rendah terdapat pada daerah pemukiman karena tidak terjadi banyak perubahan dan penghalang bagi gelombang C-band yang menyebabkan nilai koherensi daerah tersebut lebih besar.

V.2 Saran

1. Pilih pasangan citra dengan benar agar syarat-syarat pembentukan DEM yang baik dapat terpenuhi. Sebaiknya data citra dipilih dengan mempertimbangkan nilai baseline temporal, tegak lurus, dan nilai koherensinya.
2. Penggunaan DEM eksternal dengan resolusi yang besar untuk tahapan proses koregistrasi dan *Terrain Correction* juga sangat dianjurkan untuk hasil koregistrasi yang lebih akurat dan untuk me-mask out daerah tanpa nilai ketinggian.
3. Perlu adanya penelitian pembuatan DSM dengan metode InSAR lain dengan citra radar dengan resolusi spasial yang lebih baik, dan dengan band yang sesuai.
4. Perlu adanya kajian penelitian pembuatan DSM sebagai metode pembandingan dengan metode InSAR.

Daftar Pustaka

- Aryani, D.I, dkk. 2017. Kajian Prosedur Pembuatan Automatic DEM (*Digital Elevation Model*) Menggunakan Citra Satelit Pleiades (Studi Kasus Kota Bandung – Jawa Barat).
- Augustan. 2010. Mengamati Perubahan Gunung Api di Indonesia dengan Metode InSAR Indonesia :
- Fossen, H. 2010. *Structural Geology*.
- Hernasari, H, A. 2008 Studi Pemanfaatan *Band* yang berbeda pada InSAR (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*)
- Ismullah, I.H. 2004. Pengolahan Fasa untuk Mendapatkan Model Tinggi Permukaan Dijital (DEM) pada Radar Apertur Sintetik Interferometri (INSAR) Data Satelit
- Julzarika, A. 2009. Pemanfaatan *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR) Untuk Permodelan 3D.
- Kang, Y. dan Zhao, C. 2017. *Application of InSAR Techniques to an Analysis of the Guanling Landslide*.
- Letsios, V. 2019. *InSAR DSM using Sentinel 1 and spatial data creation*.
- Islam, L, J, F. 2017. Analisis Penurunan Muka Tanah (*Land Subsidence*) Kota Semarang Menggunakan Citra Sentinel-1 Berdasarkan Metode DinSAR pada Perangkat Lunak SNAP.
- Mohammadi, A. 2018 *Extracting Digital Elevation Model (Dem) From Sentinel-1 Satellite*

- Imagery: Case Study A Part Of Cameron Highlands, Pahang, Malaysia.*
- Nikolakopoulos, K dan Kyriou, A. 2015. *Preliminary Results of Using Sentinel-1 SAR Data for DSM Generation.*
- Pemerintah Kota Semarang, 2012. Profil Kota Semarang.
- Pepe, A dan Calo, F. 2018. *A Review of Interferometric Synthetic Aperture RADAR (InSAR) Multi-Track Approaches for the Retrieval of Earth's Surface Displacements.*
- Poedjoprajitno, S. 2008. Reaktivitas Sesar Kaligarang, Semarang.
- Prasetyo, Y. 2014 Studi Penurunan Muka Tanah (*Land Subsidence*) Menggunakan Metode *Permanent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar (PS-InSAR)* di Kawasan Kota Cimahi - Jawa Barat
- Purtwanti, T, H. 2013. DEM. Bahan ajar fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Richards, J, A. 2009. *Remote Sensing with Imaging Radar.*
- Septiana, B. 2017. Analisis Perbandingan Hasil Orthorektifikasi Metode *Range Doppler Terrain Correction* dan Metode *SAR Simulation Terrain Correction* Menggunakan data SAR Sentinel – 1
- Yuwono, B,D. Prasetyo, Y. Islama, L, J, F. 2018 *Investigation of Potential Landsubsidence using GNSS CORS UDIP and DinSAR,* Sayung, Demak, Indonesia
- Yu, J.H, dkk. 2009. *Digital Elevation Model Generation From Interferometric Synthetic Aperture Radar Using Multi-Scale Method*
- _____. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-1-sar/sar-instrument/acquisition-modes>. Diakses pada 21 Oktober 2018

Lampiran 1. Tabel. Koordinat Persebaran Titik Sampel

N o.	Bujur (°)	Lintan g (°)	Keting gian DSM (meter)	Keting gian DEM NAS (meter)	Δh (meter)
1	110.309 243	- 6.9421 27	-6.243	49.691	- 55.93 4
2	110.293 971	- 6.9493 49	10.649	49.681	- 39.03 3
3	110.333 263	- 6.9547 43	50.456	49.713	0.743
4	110.311 878	- 6.9669 13	33.662	53.706	- 20.04 4
5	110.284 277	- 6.9681 43	14.151	59.037	- 44.88 6
6	110.323 195	- 6.9690 90	30.442	56.714	- 26.27 2
7	110.290 886	- 6.9708 22	25.406	72.678	- 47.27 3
8	110.292 029	- 6.9723 49	22.194	67.165	- 44.97 2
9	110.328 389	- 6.9832 04	80.381	97.052	- 16.67 2
10	110.300 783	- 6.9871 04	103.04 7	131.95 7	- 28.91 0
11	110.293 780	- 6.9920 50	129.53 4	160.01 3	- 30.47 9
12	110.321 630	- 6.9956 49	222.92 6	174.29 9	48.62 7
13	110.327 351	- 6.9974 36	149.99 2	138.84 8	11.14 4
14	110.332 184	- 6.9983 33	138.05 9	117.76 8	20.29 1
15	110.293 256	- 7.0022 16	195.72 9	205.28 2	-9.553
16	110.289 055	- 7.0046 24	177.04 2	171.14 3	5.899
17	110.316 146	- 7.0059 35	227.13 6	187.14 7	39.98 9

18	110.307 104	- 7.0129 12	308.03 6	231.26 6	76.77 0
19	110.331 525	- 7.0140 91	286.90 2	212.49 1	74.41 1
20	110.300 481	- 7.0188 75	162.65 1	235.74 8	- 73.09 7
21	110.305 312	- 7.0207 88	273.06 9	221.75 2	51.31 7
22	110.316 759	- 7.0216 95	298.70 4	219.17 0	79.53 3
23	110.313 449	- 7.0233 42	295.97 3	219.75 7	76.21 6
24	110.320 699	- 7.0237 34	288.59 4	238.75 9	49.83 5
25	110.290 678	- 7.0245 79	187.71 5	187.56 7	0.148
26	110.285 203	- 7.0281 29	221.33 6	178.49 4	42.84 1
27	110.295 861	- 7.0458 10	320.78 1	289.79 7	30.98 4
28	110.324 483	- 7.0458 52	340.26 1	281.67 9	58.58 2
29	110.304 749	- 7.0572 61	313.45 1	289.10 9	24.34 2
30	110.314 016	- 7.0706 19	342.62 2	314.92 2	27.70 0
31	110.309 559	- 7.0732 81	371.70 9	315.83 8	55.87 1
32	110.319 214	- 7.0823 19	333.48 1	282.32 2	51.16 0
33	110.327 354	- 7.0839 83	381.21 1	302.80 2	78.40 9
34	110.323 152	- 7.0862 64	372.24 8	318.85 9	53.38 9
35	110.312 969	- 7.0904 43	395.66 3	324.21 5	71.44 7
36	110.333 693	- 7.0989 88	404.82 2	371.82 4	32.99 8
37	110.386 676	- 6.9586	49.697	52.753	-3.056

		28			
38	110.368 485	- 6.9607 65	35.184	49.734	- 14.55 0
39	110.391 760	- 6.9609 22	60.311	52.055	8.256
40	110.394 426	- 6.9648 66	66.849	51.746	15.10 4
41	110.407 779	- 6.9665 35	62.259	51.750	10.50 9
42	110.349 395	- 6.9693 81	22.481	50.727	- 28.24 6
43	110.399 628	- 6.9747 85	45.383	53.746	-8.364
44	110.396 064	- 6.9770 68	46.660	52.745	-6.085
45	110.385 371	- 6.9841 71	48.276	56.477	-8.201
46	110.381 041	- 6.9883 60	48.018	67.636	- 19.61 7
47	110.354 965	- 6.9885 79	100.19 3	104.70 4	-4.511
48	110.367 685	- 6.9885 96	55.873	63.740	-7.867
49	110.405 840	- 6.9913 15	64.884	60.742	4.142
50	110.409 273	- 6.9922 09	97.014	71.054	25.96 1
51	110.360 428	- 6.9936 70	85.079	96.569	- 11.49 0
52	110.339 947	- 6.9954 21	124.65 4	128.75 0	-4.096
53	110.403 414	- 6.9984 29	65.996	72.857	-6.862
54	110.359 910	- 7.0004 05	98.068	98.579	-0.511
55	110.364 997	- 7.0010 47	93.885	102.00 1	-8.117
56	110.360 671	- 7.0020 58	92.251	98.622	-6.371

57	110.338 029	- 7.0022 81	177.94 9	173.89 3	4.056
58	110.357 737	- 7.0082 81	137.06 0	120.74 8	16.31 2
59	110.406 439	- 7.0202 92	194.57 0	143.25 8	51.31 2
60	110.365 352	- 7.0206 19	77.900	89.758	- 11.85 8
61	110.334 440	- 7.0215 93	298.94 1	242.75 8	56.18 3
62	110.356 696	- 7.0253 10	274.33 3	202.70 2	71.63 1
63	110.407 323	- 7.0253 76	207.42 3	146.75 7	60.66 5
64	110.376 536	- 7.0282 59	141.62 0	85.941	55.67 9
65	110.362 032	- 7.0297 65	305.55 0	149.34 7	156.2 03
66	110.345 240	- 7.0305 04	286.71 0	240.74 5	45.96 5
67	110.406 294	- 7.0346 53	219.91 0	115.16 4	104.7 46
68	110.399 421	- 7.0373 13	282.16 5	140.90 4	141.2 61
69	110.391 517	- 7.0506 47	319.67 7	254.78 0	64.89 7
70	110.410 840	- 7.0613 47	335.31 4	278.78 2	56.53 2
71	110.405 621	- 7.0636 28	337.60 2	226.19 2	111.4 10
72	110.394 167	- 7.0669 18	353.81 2	266.23 3	87.57 9
73	110.336 282	- 7.0681 10	353.02 2	292.15 1	60.87 0
74	110.357 902	- 7.0733 50	403.57 6	329.60 5	73.97 1
75	110.384 359	- 7.0760 55	393.48 3	331.55 4	61.92 9
76	110.355 098	- 7.0765	439.44 8	301.32 1	138.1 28

		24			
77	110.388 553	- 7.0793 65	399.00 6	340.81 5	58.19 2
78	110.350 005	- 7.0802 02	373.53 3	300.38 5	73.14 8
79	110.405 596	- 7.0832 00	403.04 5	339.54 5	63.49 9
80	110.403 429	- 7.0862 47	460.50 9	256.95 1	203.5 58
81	110.409 530	- 7.0905 76	419.34 6	378.96 6	40.38 0
82	110.399 098	- 7.0906 89	440.85 5	378.56 7	62.28 9
83	110.352 400	- 7.0955 83	355.46 7	386.81 4	- 31.34 8
84	110.396 673	- 7.0967 87	460.73 0	368.25 7	92.47 4
85	110.349 090	- 7.0972 31	362.74 9	395.43 8	- 32.68 9
86	110.351 760	- 7.0982 51	371.27 6	407.89 9	- 36.62 3
87	110.468 099	- 6.9382 65	35.620	50.798	- 15.17 8
88	110.456 901	- 6.9438 44	36.269	50.786	- 14.51 7
89	110.464 532	- 6.9439 80	59.300	53.236	6.064
90	110.468 092	- 6.9448 74	58.962	52.791	6.170
91	110.430 953	- 6.9453 39	62.429	53.771	8.658
92	110.489 326	- 6.9507 43	57.697	56.331	1.365
93	110.440 482	- 6.9537 38	62.506	51.770	10.73 7
94	110.428 272	- 6.9541 05	60.361	52.764	7.598
95	110.435 520	- 6.9555 12	52.128	51.766	0.362

96	110.471 259	- 6.9559 34	52.152	54.046	-1.893
97	110.414 273	- 6.9605 70	66.570	51.755	14.81 5
98	110.439 964	- 6.9618 72	96.845	53.764	43.08 0
99	110.488 419	- 6.9656 12	80.591	56.780	23.81 1
100	110.486 254	- 6.9681 52	51.230	56.777	-5.547
101	110.437 539	- 6.9689 86	72.425	53.760	18.66 5
102	110.439 440	- 6.9748 34	73.466	53.758	19.70 9
103	110.453 298	- 6.9792 99	74.389	55.759	18.63 0
104	110.478 228	- 6.9795 81	72.099	58.353	13.74 7
105	110.460 548	- 6.9801 96	75.614	58.760	16.85 4
106	110.433 836	- 6.9809 28	60.649	54.007	6.641
107	110.477 845	- 6.9816 14	73.907	60.293	13.61 4
108	110.453 547	- 6.9845 10	76.459	54.757	21.70 2
109	110.479 748	- 6.9858 10	65.989	61.718	4.270
110	110.440 543	- 7.0095 31	63.688	61.750	1.938
111	110.489 131	- 7.0130 18	61.958	70.594	-8.636
112	110.426 037	- 7.0133 26	153.97 5	123.19 5	30.77 9
113	110.432 396	- 7.0143 51	151.45 7	127.80 9	23.64 8
114	110.425 780	- 7.0161 22	177.72 8	143.75 2	33.97 7
115	110.486 837	- 7.0167	52.654	69.748	- 17.09

		01			4
11 6	110.421 705	- 7.0191 67	178.82 6	142.55 7	36.26 9
11 7	110.425 394	- 7.0195 53	175.63 0	138.75 2	36.87 8
11 8	110.437 478	- 7.0198 22	143.07 3	109.54 8	33.52 5
11 9	110.423 485	- 7.0200 59	177.06 2	142.75 3	34.30 9
12 0	110.443 710	- 7.0203 37	127.62 6	111.79 8	15.82 8
12 1	110.466 349	- 7.0235 41	86.941	75.074	11.86 7
12 2	110.420 292	- 7.0300 95	242.03 4	180.75 7	61.27 7
12 3	110.451 073	- 7.0331 82	170.43 7	109.03 5	61.40 2
12 4	110.477 909	- 7.0377 88	89.030	78.691	10.33 8
12 5	110.436 932	- 7.0505 77	305.06 7	248.35 4	56.71 3
12 6	110.438 200	- 7.0537 55	312.84 7	258.76 5	54.08 2
12 7	110.488 577	- 7.0544 49	118.46 3	105.16 1	13.30 1
12 8	110.452 181	- 7.0645 75	297.39 7	171.10 2	126.2 95
12 9	110.479 912	- 7.0666 40	163.47 1	90.058	73.41 3
13 0	110.422 664	- 7.0668 27	323.76 4	263.55 7	60.20 7
13 1	110.433 595	- 7.0747 20	306.63 5	244.79 2	61.84 4
13 2	110.426 086	- 7.0773 79	330.83 4	261.36 6	69.46 8
13 3	110.436 512	- 7.0824 76	333.16 9	204.14 9	129.0 20
13 4	110.422 883	- 7.0949 14	384.69 1	327.89 7	56.79 4

13 5	110.416 775	- 7.0960 50	457.45 7	401.11 1	56.34 5
13 6	110.504 188	- 6.9679 17	63.181	55.652	7.529
13 7	110.499 734	- 6.9704 54	58.996	62.717	-3.721