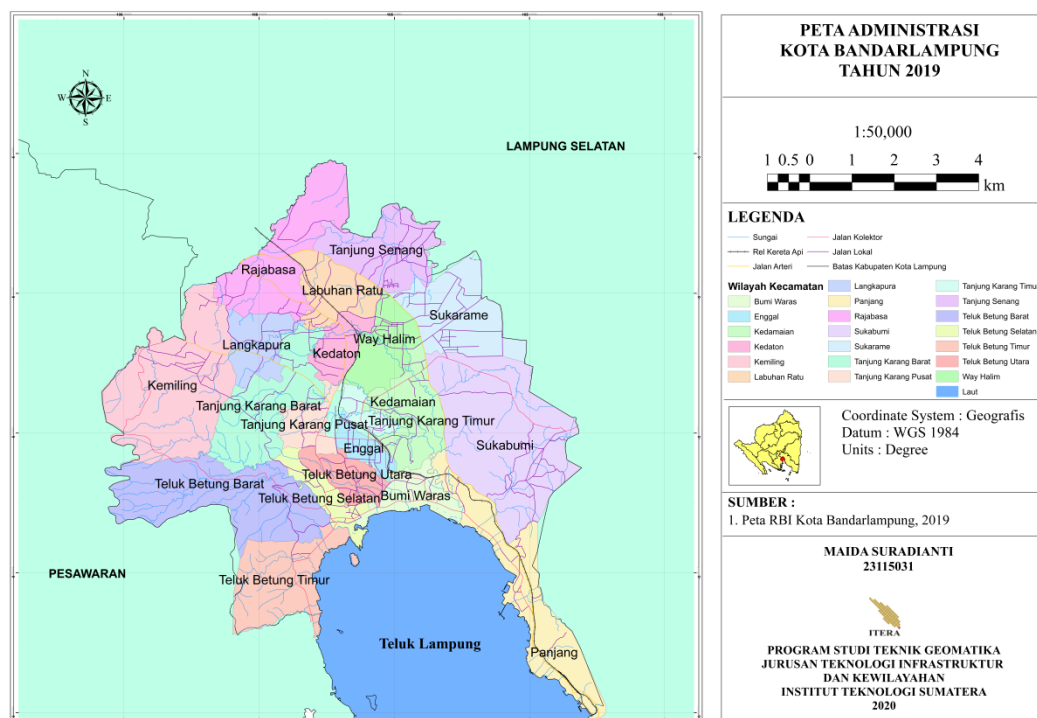


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Kota Bandarlampung merupakan Ibu Kota Provinsi Lampung, yang secara geografis terletak pada 5°20' - 5°30' Lintang Selatan (LS) dan 105°28' - 105°37' Bujur Timur, yang memiliki luas wilayah daratan 19.722 Ha (197,22 Km²), dengan panjang garis pantai sepanjang 27,01 Km, dan luas perairan kurang lebih ± 39,82 Km². Wilayah Kota Bandarlampung yang terdiri dari 20 (dua puluh) kecamatan dan 126 (seratus dua puluh enam) kelurahan (BPS, 2018). Lokasi penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kota Bandarlampung

Ibukota Provinsi Lampung terletak pada ketinggian 0-700 meter diatas permukaan laut, dan dibagi menjadi 4 kelas geomorfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Secara umum ibukota Bandarlampung didominasi oleh daerah pemukiman penduduk dan diikuti oleh daerah perkebunan, persawahan serta ladang (Utoyo,2012). Topografi Ibukota Provinsi Lampung terdiri dari:

1. Daerah pantai, yaitu sekitar Teluk Betung bagian Selatan dan Panjang.
2. Daerah perbukitan, yaitu sekitar Teluk Betung bagian Utara.
3. Daerah dataran tinggi serta sedikit bergelombang terdapat di sekitar Tanjung karang bagian Barat yang dipengaruhi oleh Gunung Balau serta perbukitan Batu Serampok di bagian Timur Selatan.
4. Teluk Lampung dan pulau – pulau kecil bagian Selatan (BPS, 2018)

3.2 Alat dan Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data utama dan data pendukung. Data utama dari penelitian ini yaitu data citra *sentinel-1a* dan Data *Digital Elevation Model (DEM)* yang digunakan untuk memantau perubahan , sedangkan data pendukung dari penelitian ini yaitu data deformasi yang diamati dengan *Global Positioning System (GPS)* yang digunakan untuk validasi pada hasil pengolahan deformasi menggunakan citra *sentinel-1a*. sedangkan peralatan yang digunakan yaitu SNAP dan ArcGIS. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai data dan peralatan:

3.2.1 Alat Penelitian

Spesifikasi peralatan sangat menunjang dan mempengaruhi dalam proses penelitian tugas akhir ini. Peralatan dibagi menjadi dua yaitu peralatan perangkat keras yang berupa komputer atau laptop dan peralatan perangkat lunak yaitu SNAP dan ArcGIS 10.3. Berikut spesifikasi dari peralatan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1 Alat Penelitian

Alat	Kegunaan
Laptop ASUS X435M	Penulisan Penelitian
Laptop ACER E5-553G-F79R	Pengolahan Data
SNAP 5.0	Pengolahan Data
SNAPHU 1.4.2	Pengolahan Data
ArcGIS 10.5	Pembuatan Peta Deformasi

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini berupa data-data seperti data citra *sentinel-1a*, *DEM SRTM* dan *shp* peta Kota Bandarlampung. Berikut bahan penelitian beserta spesifikasinya:

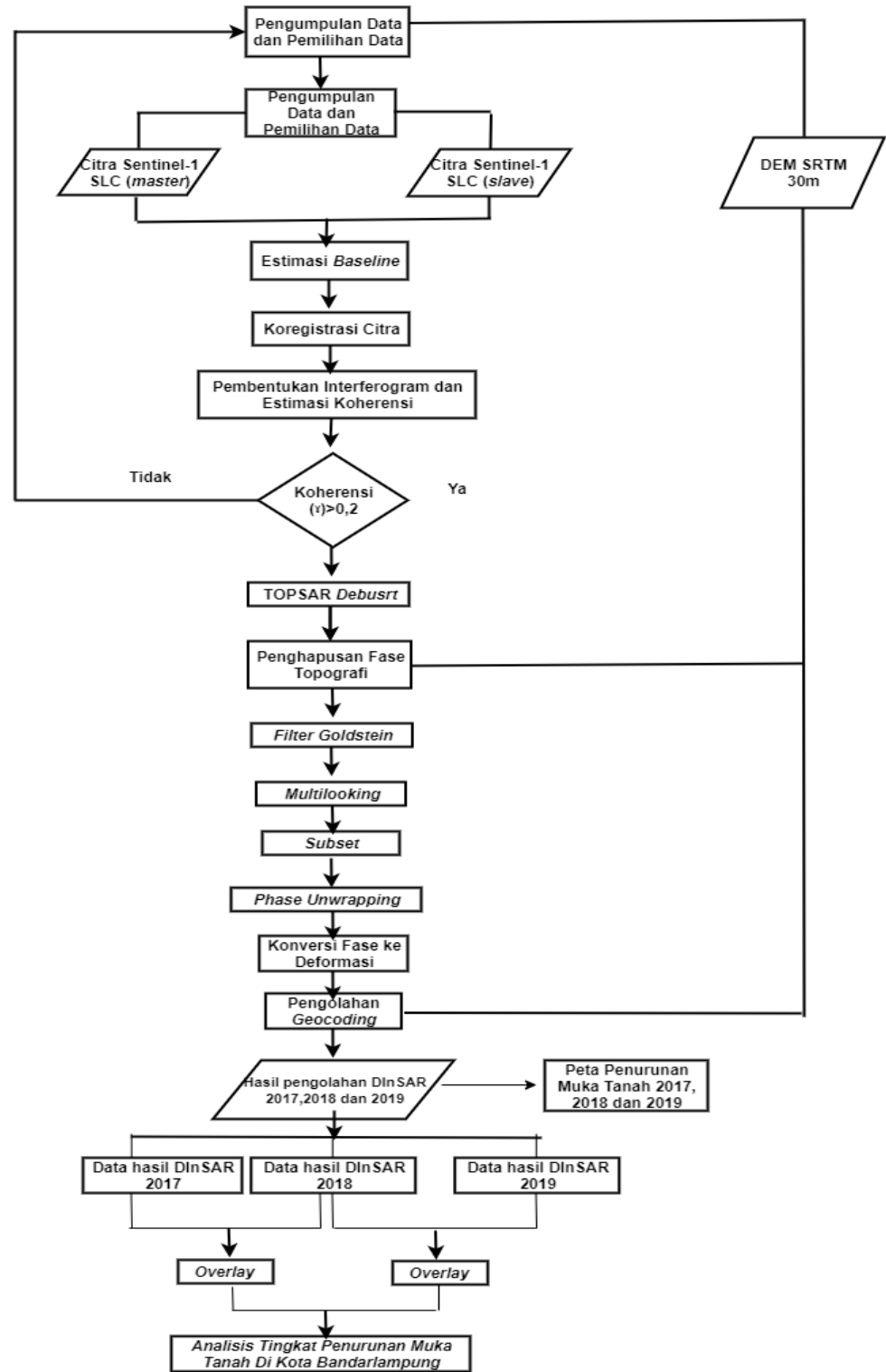
Tabel 2 Bahan Penelitian

Jenis Data	Tanggal Akuisisi	Skala/Resolusi	Sumber
Citra <i>Sentinel-1a</i>	27/02/2017	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
Citra <i>Sentinel-1a</i>	11/03/2017	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
Citra <i>Sentinel-1a</i>	05/01/2018	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
Citra <i>Sentinel-1a</i>	25/11/2018	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
Citra <i>Sentinel-1a</i>	06/04/2019	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
Citra <i>Sentinel-1a</i>	20/11/2019	5 m x 20 m.	https://search.asf.alaska.edu
DEM SRTM	2019	30m	https://sentinels.copernicus.eu
Peta RBI Kota Bandarlampung	2019	1:50.000	http://tanahair.indonesia.go.id

3.3 Tahapan dan Desain Penelitian

Tahapan pengolahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang 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) 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 fasa 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 computer dalam proses tersebut dan juga untuk membuang daerah dengan nilai koherensi rendah. Proses *phase unwrapping* mengubah fasa relatif menjadi fasa absolut yang hasilnya dapat dilakukan pengubahan dari fasa ke nilai ketinggian. Tahapan terakhir adalah proses *geocoding* yang dibantu dengan DEM SRTM 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*).

Tahapan penelitian ini bisa terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Text

3.3.1 Pengumpulan dan Pemilihan Data

Tahapan pertama adalah proses pengumpulan data dan pemilihan data. Hal ini dilakukan untuk menentukan data yang mana untuk dijadikan sebagai *master* dan *slave*. Data yang dikumpulkan minimal adalah 2 buah citra *sentinel-1a*, dan dalam penelitian ini digunakan 6 data citra *sentinel-1a* dengan rentang waktu 3 tahun yakni dari tahun 2017 sampai tahun 2019.

3.3.2 Estimasi *Baseline*

Tahapan selanjutnya setelah data sudah dikumpulkan dan dipilih maka dilakukan estimasi *baseline* dapat dilihat pada Gambar 3.3. Estimasi *baseline* atau ukuran jarak antar orbit dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai jarak antar orbit untuk memperkirakan panjang *baseline*. Panjang *baseline perpendicular* dan *baseline temporal* (interval waktu) yang digunakan pada pasangan citra dapat mempengaruhi nilai koherensi. Semakin panjang *baseline perpendicular* dan interval waktunya, maka nilai koherensi akan semakin buruk (ESA,2019).

File Name	Mst/Slv	Acquisition	Track	Orbit	Bper...	Btem...	Mod...	Heig...	Delt...
S1A_IW_SL...	Master	31Dec2018	171	25268	0.00	0.00	1.00	∞	0.00
S1A_IW_SL...	Slave	23Mar2017	171	15818	54.20	548.00	0.39	-289.98	-0.80
S1A_IW_SL...	Slave	24Dec2017	171	19843	57.65	572.00	0.63	-272.64	1.59
S1A_IW_SL...	Slave	05Jan2018	171	20018	14.19	560.00	0.66	-1107.98	7.10
S1A_IW_SL...	Slave	12Jan2019	171	25443	-0.99	-12.00	0.99	15947...	1.91
S1A_IW_SL...	Slave	27Oct2019	171	29643	53.73	-300.00	0.69	-246.60	4.69

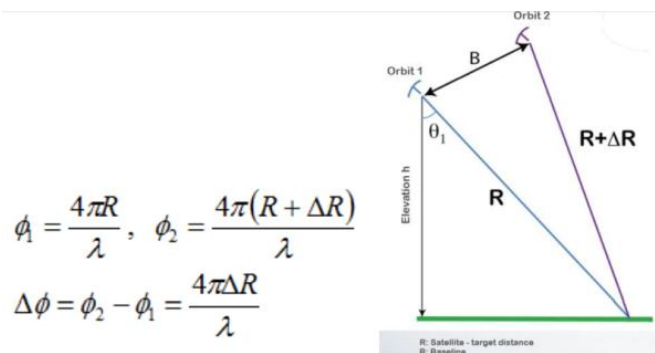
Gambar 3.3 Estimasi *Baseline* 2017, 2018 dan 2019

3.3.3 Koregistrasi Citra

Pengolahan interferometrik, membutuhkan dua atau lebih gambar yang diregistrasi kedalam 1 *layer*. Satu gambar dipilih sebagai *master* dan gambar lainnya adalah *slave*. Pixel pada gambar *slave* dipindahkan untuk menyelaraskan dengan gambar *master* keakurasi sub-pixel. *Coregistration* memastikan bahwa setiap *target ground* berkontribusi pada piksel (rentang, azimuth) yang sama di baik *master* dan gambar *slave* (ESA,2019).

3.3.4 Pembentukan Interferogram dan Estimasi Koherensi

Tahap setelah koregistrasi citra adalah pembentukan *interferogram* dan *estimasi koherensi*. Proses pembentukan interferogram yaitu dengan mengalikan silang gambar *master* dengan konjugat kompleks *slave* lihat Gambar 3.4.

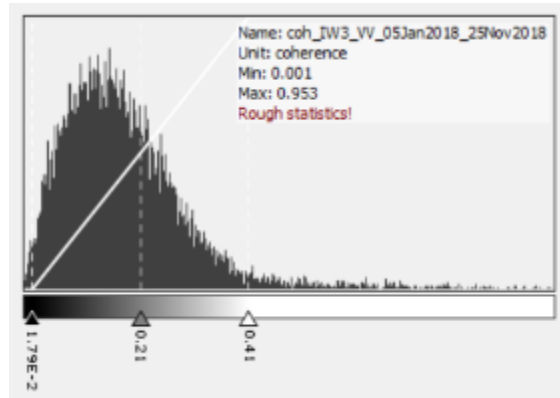


Gambar 3.4 Persamaan *Fasa Interferogram*

Amplitudo dari kedua gambar dikalikan sedangkan fasa mewakili fasa perbedaan antara kedua gambar. Fasa interferometrik setiap piksel gambar SAR hanya akan bergantung pada perbedaan dalam menempuh jalur dari masing-masing dari dua SAR ke sel resolusi yang dianggap. Variasi fasa interferometrik $\Delta\phi$ kemudian sebanding dengan ΔR dibagi dengan yang ditransmisikan yaitu panjang gelombang λ (ESA,2019).

3.3.5 TOPSAR *Deburst*

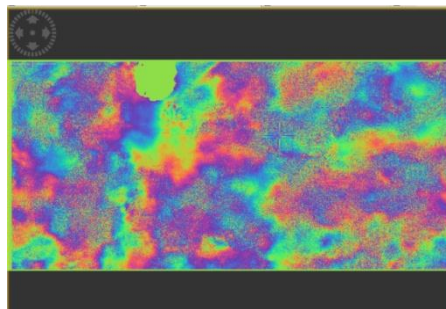
Setelah melakukan pembentukan *interferogram* dan *estimasi koherensi*, selanjutnya dilakukan *TOPSAR Deburst* hasil dari proses ini bisa dilihat pada Gambar 3.5. Tahapan ini dilakukan untuk menggabungkan semua *data burst* kedalam satu gambar secara mulus (ESA,2019).



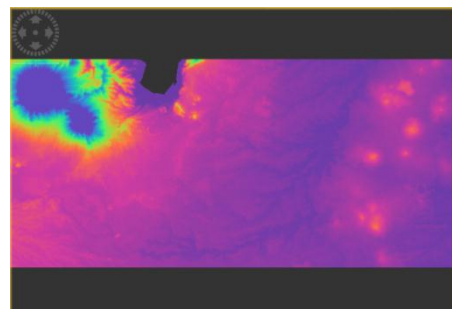
Gambar 3.5 Hasil koherensi 2018 sesudah proses *TOPSAR Deburst*

3.3.6 Penghapusan Fasa Topografi

Langkah selanjutnya adalah penghapusan fasa topografi terlihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7, untuk meratakan *interferogram*. Operator akan mensimulasikan *interferogram* berdasarkan DEM referensi (ESA,2019).



Gambar 1.6 Sebelum (*topo phase removal 2017*)



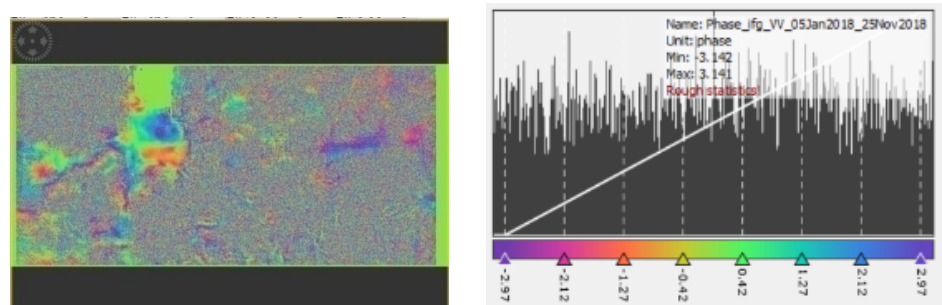
Gambar 3.7 Sesudah (*Topo Phase removal 2017*)

3.3.7 Filter Goldstein

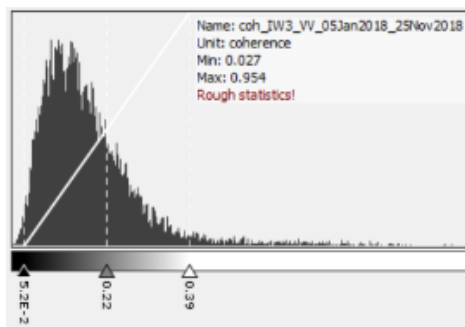
Setelah melakukan tahap penghapusan fasa topografi, dilakukan tahap *filtering*. *Filter Goldstein* adalah salah satu filter yang paling umum digunakan untuk *interferogram radar aperture sintetis* (SAR). Fasa interferometrik dapat rusak oleh *noise* dari:

- a) Hubungan dekorasi sementara,
- b) Dekorasi geometris,
- c) Volume hamburan,
- d) Kesalahan pemrosesan,

sehingga ada kehilangan koherensi, pola interferensi hilang. Agar dapat membuka bungkus fasa dengan benar, rasio sinyal kederau perlu ditingkatkan memfilter fasa, hasil proses ini bisa dilihat pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9. Maka dari itu digunakan *Filter Goldstein* (ESA,2019).



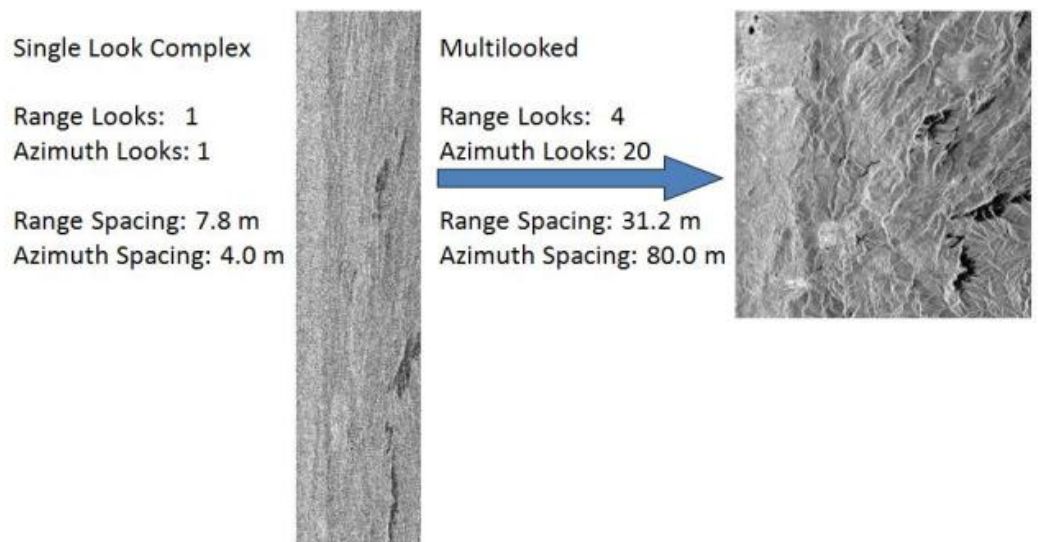
Gambar 3.8 Hasil fasa yang sudah di *filter* data 2018



Gambar 3.9 Hasil koherensi yang sudah di *filter* data 2018

3.3.8 Multilooking

Tahapan selanjutnya setelah melakukan *Filter Goldstein* adalah proses *multilooking*. Pemrosesan *multilook* dapat digunakan untuk menghasilkan produk dengan ukuran piksel gambar nominal. Beberapa tampilan dapat dihasilkan dengan rata-rata peningkatan rentang dan / atau sel resolusi azimuth dan resolusi radiometrik tetapi menurunkan resolusi spasial. Akibatnya, gambar akan memiliki lebih sedikit *noise* dan perkiraan jarak piksel persegi setelah dikonversi dari rentang miring kejangkauan tanah (ESA,2019).



Gambar 3.10 Perbedaan *Single Look* dan *Multilooked*

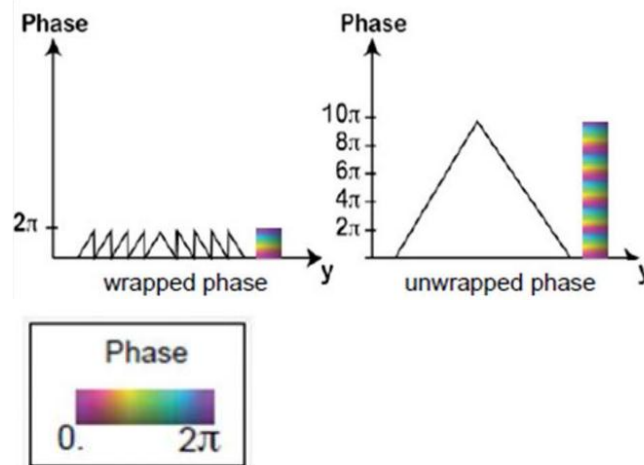
Multilooking akan menghasilkan piksel persegi rentang tanah menggunakan 1 look dalam *range* dan 3 look dalam azimuth dan ukuran rata-rata *ground range pixel* yang dihasilkan adalah 13,95 m. Gambar sekarang terlihat lebih proporsional; Namun, tetap dengan banyak kebisingan.

3.3.9 Phase Unwrapping

Sifat ambiguitas dalam fasa interferometrik hanya dapat diketahui dalam 2π . Dalam urutan untuk dapat menghubungkan fasa interferometrik dengan ketinggian topografi, fasa harus terlebih dahulu tidak terbuka. Ketinggian *ambiguitas* hanya didefinisikan sebagai perbedaan ketinggian yang menghasilkan interferometrik perubahan fasa 2π setelah perataan interferogram. Rumus *Phase Unwrapping*:

$$h_a = \frac{\lambda R \sin \theta}{2B_n}$$

Pembukaan fasa atau *phase unwrapping* memecahkan *ambiguitas* ini dengan mengintegrasikan perbedaan fasa antara tetangga piksel, lihat Gambar 3.12. Setelah menghapus jumlah integer dari ketinggian ambiguitas (setara dengan *integer* jumlah 2π fasa), variasi fasa antara dua titik pada rata interferogram menyediakan pengukuran variasi ketinggian aktual.



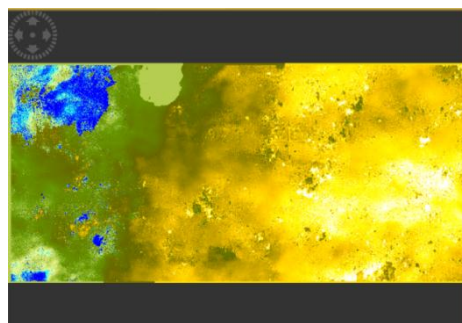
Gambar 3.12 Proses *Phase Unwrapping* sebelum dan sesudah dibuka
(sumber: ESA)

Agar hasil *phase unwrapping* yang optimal, disarankan untuk *multi-look* (mis., *Square*) dan fasa-filter (misalnya, meningkatkan *signal-to-noise* dan memperlancar interferogram). Kualitas dan keandalan hasil yang terbuka

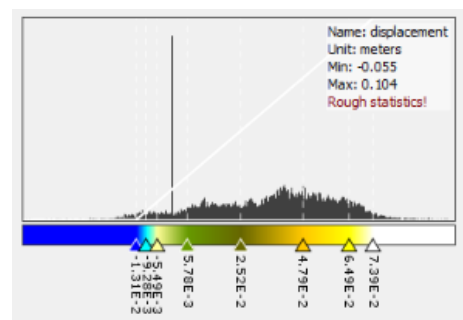
sangat tergantung pada koherensi input. Hasil yang andal hanya dapat diharapkan di area dengan koherensi tinggi. Hasil yang tidak dibungkus harus ditafsirkan sebagai ketinggian / perpindahan relative antara dua piksel. Untuk mendapatkan perkiraan absolut, titik pengikat dapat digunakan dalam operasi fasa ketinggian yang tidak terbuka (ESA,2019).

3.3.10 Konversi Fasa ke Deformasi

Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi fasa kededeformasi. Hal ini bertujuan untuk menentukan fasa *absolute* interferometrik dari fasa relative karena berhubungan langsung dengan topografi dan deformasi, hasil dari proses ini terlihat pada Gambar 3.13 dan Gambar 3.14. Dalam tahap ini juga dilakukan konversi nilai deformasi permukaan dari satuan fasa menjadi satuan metrik (mm).



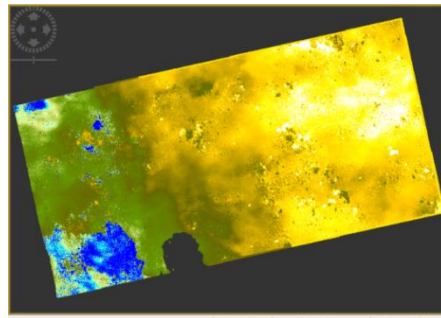
Gambar 3.13 Hasil Fasa yang sudah dikonversi data 2017



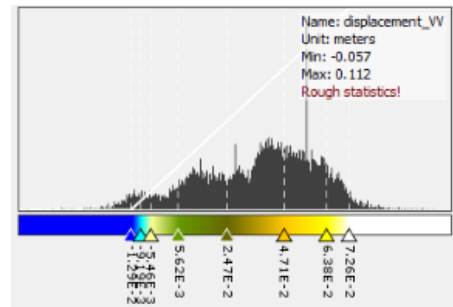
Gambar 3.14 Hasil statistik fasa yang sudah dikonversi ke satuan mm data 2017

3.3.11 Pengolahan *Geocoding*

Tahapan setelah konversi fasa kededeformasi adalah pengolahan *geocoding*. Tahap ini bertujuan untuk menyesuaikan koordinat citra radar pada interferogram kesistem koordinat global sehingga interferogram yang terbentuk sudah bergeoreferensi hasil dari proses ini bisa dilihat pada Gambar 3.15 dan Gambar 3.16. Terapkan *Terrain Correction* ke pita fasa untuk melakukan *geocode* pada produk (ESA,2019).



Gambar 3.15 Hasil Fasa yang sudah di *geocoding* data 2017



Gambar 3.16 Hasil statistik fasa yang sudah di *geocoding* data 2017

3.4 Perhitungan Tingkat Penurunan Muka Tanah

3.4.1 Metode *Overlay ArcGIS*

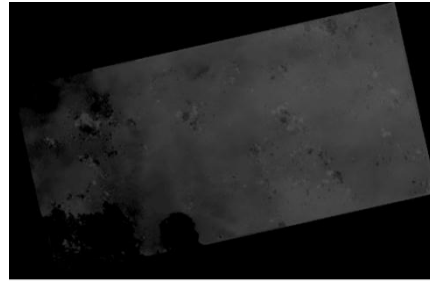
Perhitungan tingkat penurunan muka tanah ini menggunakan metode *overlay ArcGIS* dari hasil proses *DInSAR* pada aplikasi SNAP yang dibuat pertahun yaitu tahun 2017-2018 dan tahun 2018-2019.

3.4.2 Tahapan Metode *Overlay ArcGIS*

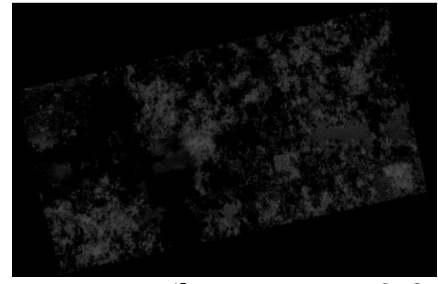
Tahapan metode *overlay ArcGIS* ini diawali dengan melakukan *export* data hasil pengolahan *DInSAR* ke jenis *file* TIFF (raster), lalu dilakukan proses proyeksi koordinat untuk menyamakan sistem proyeksi data raster dengan lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan proses pemotongan data raster agar sesuai dengan bentuk lokasi penelitian menggunakan *clip* pada *arctoolbox*. Setelah data raster tersebut sesuai dengan lokasi penelitian, dilakukan klasifikasi penurunan muka tanah tahun 2017-2018 dan tahun 2018-2019.

3.4.2.1 *Export Data*

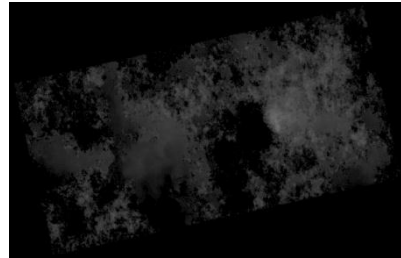
Export data dari aplikasi SNAP (*sentinel application platform*) ini dilakukan agar file hasil pengolahan *DInSAR* bisa dibuka dan dianalisis menggunakan *software* ArcGIS, hasil dari *export data* ini bisa dilihat pada Gambar 3.17 *Export data* dilakukan satu persatu yaitu tahun 2017, 2018 dan 2019. Berikut hasil *export data* tersebut:



Hasil *Export* Data 2017



Hasil *Export* Data 2018



Hasil *Export* Data 2019

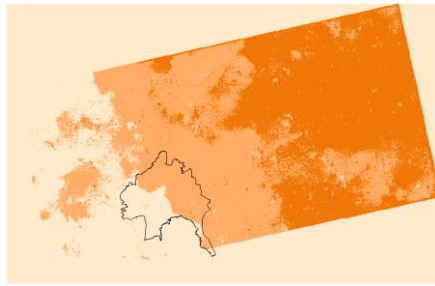
Gambar 3.17 Hasil *export* data tahun 2017, 2018 dan 2019

3.4.2.2 Proses *Georeferencing*

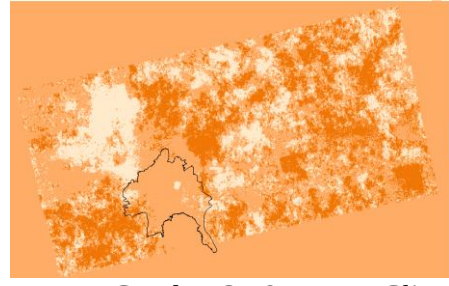
Tahapan setelah data *export* ke jenis file raster yaitu proses *georeferencing*. *Georeferencing* adalah proses penyalarsan data spasial (lapisan yang berbentuk file: poligon, titik, dll) ke file gambar seperti peta historis, citra satelit, atau foto udara dan sebaliknya (Cholil, 2019). Proses *georeferencing* dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi data raster dengan sistem proyeksi lokasi penelitian dari file *shp* RBI Kota Bandarlampung, yaitu WGS84.

3.4.2.3 *Clip Data Raster*

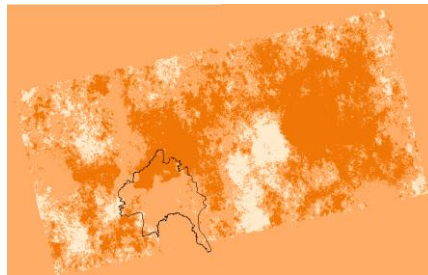
Clipping merupakan salah satu teknik *geoprocessing* yang penting dalam ArcGIS. Fungsi utamanya adalah menghasilkan peta dengan lebih berfokus pada wilayah tertentu (Handayanto, 2017). Proses *clipping* ini dilakukan dengan cara memotong data raster dari pengolahan *DInSAR* agar sesuai dengan bentuk *shapfile* (*shp*) Kota Bandarlampung. Berikut proses *clipping data raster* tahun 2017, 2018 dan tahun 2019:



Gambar 3.18 Proses *Clip*
Data Raster Tahun 2017



Gambar 3.19 Proses *Clip*
Data Raster Tahun 2018



Gambar 3.20 Proses *Clip Data Raster Tahun 2019*

3.3.2.4 *Overlay Data Raster*

Tahapan selanjutnya adalah *overlay data raster*. Tahap ini dilakukan untuk menggabungkan dua data raster menjadi satu data raster yang hasil akhirnya merupakan rata-rata dari kedua data raster tersebut. *Overlay data raster* pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu data raster 2017-2018 dan tahun 2018-2019 sehingga hasil akhir proses ini adalah dua data penurunan muka tanah yang dibuat persatu tahun dalam bentuk file raster.

3.4.2.5 *Klasifikasi Hasil Overlay Data*

Tahapan setelah melakukan *overlay data raster* adalah melakukan klasifikasi dari hasil tersebut. Klasifikasi ini dilakukan untuk membuat tingkat penurunan muka tanah dari data raster yang telah dihasilkan. Klasifikasi pada penelitian ini dibuat dalam tiga tingkat klasifikasi berdasarkan hasil pengolahan dengan metode *DInSAR* pada aplikasi SNAP sebelumnya.

3.5 Penyajian Peta

Peta penurunan muka tanah Kota Bandarlampung disajikan dalam skala 1:50.000 apabila dicetak dalam ukuran kertas A1, dengan dua jenis klasifikasi deformasi muka tanah yaitu, naik dan turun (berdasarkan hasil pengolahan dengan metode *DInSAR* pada aplikasi SNAP sebelumnya) dan dengan menambahkan batas administrasi Kecamatan Kota Bandarlampung.