Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia p–ISSN: 2541-0849
e-ISSN: 2548-1398
Vol. 9, No. 12, Desember 2024

PEMBUATAN PLATFORM BERBASIS CLOUD UNTUK ANALISIS DATA TIME SERIES INSAR

Ade Wirawan[1], Noorlaila Hayati[2]
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia[1,2]
Email: adewirawan0803@gmail.com[1]

Abstrak

Infrastruktur Data Spasial (IDS) adalah mekanisme terintegrasi untuk mempermudah pengguna data spasial dalam mengakses, mencari, berbagi pakai, hingga pemanfaatan data dan informasi spasial. Interferometric synthetic aperture radar (InSAR) adalah teknik pemetaan deformasi tanah menggunakan citra radar permukaan bumi yang dikumpulkan dari satelit yang mengorbit, dan telah menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Teknik InSAR multi-temporal (MT-InSAR), terutama persistent scatterer interferometry (PSI) dan small baseline method (SBAS) telah dikembangkan dengan menggunakan time series analysis dari tumpukan interferogram. Teknik ini telah berhasil membuat algoritma untuk memperoleh deformasi tanah dengan presisi tinggi pada skala regional dan telah menjadikan InSAR salah satu alat penginderaan jauh yang penting untuk pencegahan dan pemantauan risiko terutama dalam mitigasi bencana. Akan tetapi, muncul tantangan dalam proses pengolahan data komputasi untuk tradisional pemrosesan menggunakan desktop. Untuk itulah, perspektif yang paling efisien adalah dengan memanfaatkan layanan pemrosesan cloud. Beberapa platform berbasis cloud telah dikembangkan di beberapa pengembang dalam melakukan pengolahan dan analisis data time series InSAR untuk keperluan aplikasi geofisik. Pemanfaatan platform yang berbasis cloud memungkinkan untuk melakukan pengolahan data InSAR melalui web/portal. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun platform berbasis clouds untuk mengolah secara otomatis proses interferometrik data Sentinel-1, selanjutnya dapat diunduh untuk berbagai analisis dan keperluan lebih luas.

Kata Kunci: InSAR, Cloud Computing, Penginderaan Jauh

Abstract

Spatial Data Infrastructure (SDI) is an integrated mechanism to make it easier for spatial data users to access, search, share and utilize spatial data and information. Interferometric synthetic aperture radar (InSAR) is a ground deformation mapping technique using radar images of the Earth's surface collected from orbiting satellites, and has attracted attention in recent years. Multi-temporal InSAR (MT-InSAR) techniques, especially persistent scatterer interferometry (PSI) and small baseline method (SBAS) have been developed using time series analysis of interferogram stacks. This technique has succeeded in creating an algorithm to obtain ground deformation with high precision at a regional scale and has made InSAR an important remote sensing tool for risk prevention and monitoring, especially in disaster mitigation. However, challenges arise in the computational data processing process for traditional desktop processing. For this reason, the most efficient perspective is to utilize cloud processing services. Several cloud-based platforms have been developed by several developers to process and analyze InSAR time series data for geophysical application purposes. Utilization of a cloud-based platform makes it possible to process InSAR data via the web/portal. The aim of this research is to build a cloud-based platform

How to cite: Wirawan, A., & Hayati, N. (2024). Pembuatan Platform Berbasis Cloud untuk Analisis Data Time Series Insar. *Syntax Literate. (9)12.* http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i12
E-ISSN: 2548-1398

to automatically process Sentinel-1 interferometric data, which can then be downloaded for various analyzes and wider purposes.
***Keywords**: InSAR, Cloud Computing, Remote Sensing*

Pendahuluan

Dalam era industri 4.0 teknologi geospasial menjadi faktor unggulan dan data spasial menjadi poros pembangunan. Konsep pembangunan berkelanjutan akan sangat bergantung pada ketersediaan data spasial yang akurat, relevan dan mudah diakses (Pinuji, 2016; Ferretti et al., 2001; Hayati et al., 2013). Pesatnya perkembangan teknologi menjadi landasan perubahan-perubahan dalam semua aspek tidak terkecuali teknologi geospasial. Metamorfosis teknologi analog menjadi digital didukung oleh berkembang pesatnya teknologi pada aspek penyebarluasan data dan infomasi spasial melalui internet. Infrastruktur Data Spasial (IDS) diwujudkan sebagai implementasi penyebarluasan dataspasial. IDS adalah mekanisme terintegrasi untuk mempermudah pengguna data spasial dalam mengakses, mencari, berbagi pakai, hingga pemanfaatan data dan informasi spasial (Mansourian et al, 2006; Sutanta, Rajabifard & Bishop, 2009; Rudiastuti et al, 2020)

IDS dimanfaatkan dalam berbagai keperluan seperti pengambilan keputusan, penyusunan kebijakan, hingga pada pembangunan berkelanjutan berbasis sumberdaya wilayah. Dalam perwujudan IDS perlu didefinisikan ketersediaan data (perlunya metadata spasial) dan juga standar teknis untuk menunjang interoperabilitas. Pada umumnya, IDS memanfaatkan standar dari Open Geospatial Consortium (OGC) seperti Web Feature Services (WFS) atau Web Map Services (WMS) dalam mempermudah akses data melalui web (Corti et al., 2019; Hooper, 2008; Lazecky et al., 2020). IDS berperan tidak hanya berbagi data, tetapi juga digunakan lebih luas lagi seperti pengolahan data, konversi data, analisis dan penyelesaian masalah-masalah yang membantu dalam penyusunan suatu kebijakan. Optimalisasi pemanfaatan data spasial menjadi pondasi pendukung perencanaan dan pengambilan keputusan untuk merespon permasalahan yang cukup kompleks.

Interferometric synthetic aperture radar (InSAR) telah berhasil dalam aplikasi geodetik, dan pemanfaatannya pengukuran deformasi tanah dalam skala besar telah menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Meningkatnya jumlah aperture sintetis sistem satelit radar (SAR) terus menyediakan sejumlah besar data SAR (Duan et al., 2020; Morishita et al., 2020; Ragunath et al., 2010). InSAR memiliki aplikasi luas dalam penginderaan jauh dan pemetaan deformasi permukaan. Dengan cakupan luas dan resolusi yang tinggi, InSAR telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi geofisika, seperti pemantauan gempa bumi, tanah longsor, penurunan tanah, dan bahaya alam atau buatan lainnya.

Dengan pesatnya perkembangan teknik InSAR untuk mengatasi keterbatasan dekorelasi temporal-spasial dan efek atmosfer dalam pemrosesan InSAR konvensional, teknik InSAR multi-temporal (MT-InSAR), terutama persistent scatterer interferometry (PSI) dan small baseline method (SBAS) telah dikembangkan dengan menggunakan time series analysis dari tumpukan interferogram. Teknik ini telah berhasil membuat algoritma untuk memperoleh deformasi tanah dengan presisi tinggi pada skala regional dan telah menjadikan InSAR salah satu alat penginderaan jauh yang penting untuk pencegahan dan pemantauan risiko terutama dalam mitigasi bencana (Reck et al., 2019, Romadhoni et al., 2015).

Selanjutnya muncul tantangan dalam proses pengolahan data komputasi untuk tradisional pemrosesan menggunakan desktop. Kebutuhan untuk penyimpanan data yang besar dan kekuatan komputasi adalah tantangan utama yang dihadapi komunitas ilmiah saat ini. Selain dari menyediakan diri kita sendiri dengan komputer lokal berkinerja tinggi dalam infrastruktur dan hard drive penyimpanan besar, solusi yang memerlukan sumber daya ekonomis yang signifikan dan keterampilan pemeliharaan TI yang baik, perspektif yang paling efisien adalah memanfaatkan layanan pemrosesan cloud (Piter et al., 2021; Sasmito, 2017). Sederhananya, cloud computing (komputasi awan) adalah metode penyampaian berbagai layanan melalui internet. Sumber daya yang dimaksud contohnya adalah aplikasi seperti penyimpanan data, server, database, jaringan, dan perangkat lunak (Sutanta, 2009). Cloud computing merupakan opsi yang populer karena memiliki banyak keuntungan, seperti hemat biaya, meningkatkan produktivitas, kecepatan, efisiensi, performa, dan keamanan.

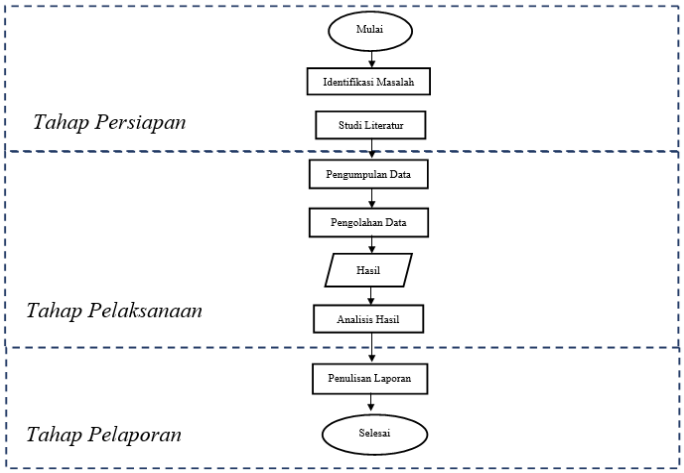
Beberapa platform berbasis cloud telah dikembangkan di beberapa pengembang dalam melakukan pengolahan dan analisis data time series InSAR untuk keperluan aplikasi geofisik, diantaranya antara lain 1) Geohazards Exploitation Platform (GEP) yang dikembangkan oleh Terradue bertujuan untuk mendukung eksploitasi data satelit untuk geohazards, 2) CODE-DE Kementerian Federal Transportasi dan Infrastruktur Digital (BMVI) dan Pusat Dirgantara Jerman (DLR), 3) OpenSARLab oleh NASA ASF, dan 4) LiCSAR yang dikembangkan oleh Centre for the Observation and Modelling of Earthquakes, Volcanoes and Tectonics (COMET).

Pada penelitian ini, akan dilakukan pembuatan platform yang berbasis cloud untuk melakukan proses komputasi dalam pengolahan data time series InSAR. Pemanfaatan platform yang berbasis clouds memungkinkan untuk melakukan pengolahan data InSAR berbasis online melalui web/portal. Selanjutnya, tujuan dari penelitian ini adalah membangun platform berbasis clouds untuk mengolah secara otomatis proses interferometrik data Sentinel-1, selanjutnya dapat diunduh untuk berbagai analisis dan keperluan lebih luas

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain tahapan persiapan, pelaksanaan, hingga tahap akhir. Tahapan penelitian tersebut ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Berdasarkan diagram pada gambar 1, berikut adalah penjelasan ketiga tahap yang dilakukan.

1. Tahap Persiapan

a) Identifikasi Masalah
Identifikasi permasalahan dilakukan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi pada daerah penelitian, serta menentukan metode yang akan digunakan untuk penelitian tersebut.

b) Studi Literatur
Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi serta penelitian terdahulu yang sejenis, baik berupa naskah cetak, jurnal ilmiah, website, maupun literatur lain. Fungsi dari studi literatur adalah untuk menunjang jalannya penelitian terkait pengolahan data, analisis, serta penulisan laporan.

2. Tahap Pelaksanaan

a) Pengumpulan Data
Adapun data yang dikumpulkan yaitu berupa data primer yang berupa citra *time series* Sentinel-1, data orbit POE serta data DEM untuk wilayah studi.

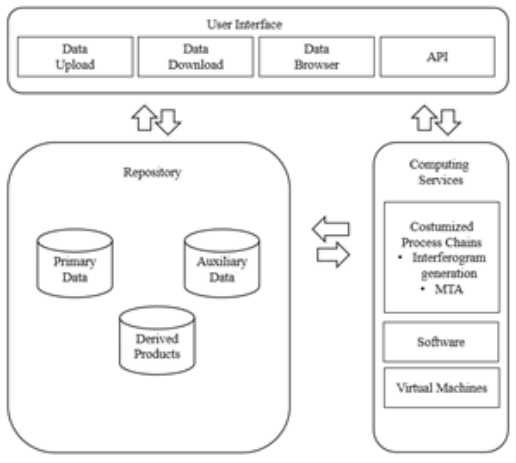
b) Pengolahan Data
Pada tahapan pengolahan meliputi rancang bangun sistem, desain aplikasi, pembuatan *front end*, pembuatan *back end*, *deploy* sistem, ujicoba sistem, dan evaluasi sistem yang dibangun. Pada tahapan ini sistem dibuat sesuai dengan tujuan utama pembuatan platform ini.

c) Penyajian Hasil
Hasil dari pengolahan data disajikan pada tahapan ini, dimana hasil akhir menggambarkan produk yang akan dihasilkan yaitu interferogram dari data *time series* sentinel-1 C band SAR.

3. Tahap Pelaporan

a) Pembuatan Laporan
Pada tahap ini, akan dilakukan penyusunan laporan untuk merangkum semua kegiatan yang telah dilakukan pada penelitian ini. Selain itu, akan dilakukan penulisan artikel yang akan dipublikasikan pada seminar internasional yang menjadikan penelitian ini berguna untuk referensi penelitian selanjutnya.

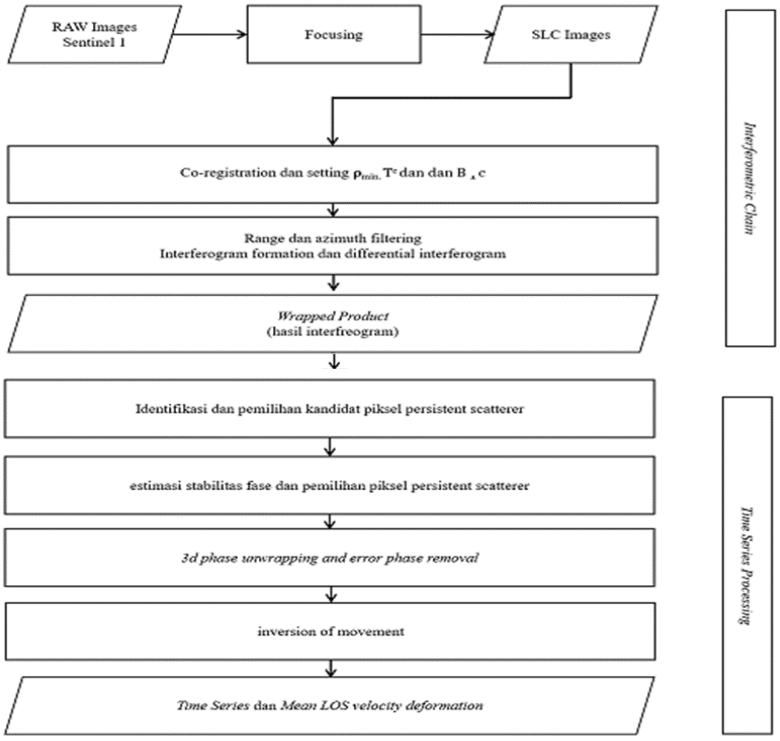
Tahapan Pengolahan Data



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data InSAR berbasis *cloud*

Penjelasan diagram alir tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. **Data Repository**
   Pada tahapan ini dibangun sistem *database* pada *server cloud* untuk penyimpanan data. Data yang disimpan tidak hanya data primer berupa data mentah yang akan digunakan, namun data hasil olahan (produk yang dihasilkan) akan disimpan dalam *database server*. Pada tahapan ini diperlukan *storage* yang besar untuk dapat menampung data primer data data produk. Manajemen *server database* perlu dirancang sedetil mungkin untuk menghindari kesalahan dalam pengelolaan *database*.
2. **Computing Servis**
   Pada tahapan ini dibangun sistem yang akan digunakan untuk memproses data primer menjadi data interferogram. Sistem dikoneksikan ke dalam *database* penyimpanan data inSAR, yang kemudian dengan *crossplatform* dibuat algoritma untuk mengolah data inSAR menjadi interferogram dan perkiraan koherensi. Data masukan yang digunakan adalah IW Sentinel-1 SLC. Pada tahapan ini algoritma sistem dibangun dengan menghubungkan dengan *database* penyimpanan sebelumnya. Algoritma dibangun dengan menghubungkan ke *database server* untuk input data yang selanjutnya diolah, kemudian hasil olahan dihubungkan kembali ke *database* untuk menyimpan produk hasil olahan. Dalam pengolahan Multi Temporal Analysis metode *small baselines* (SBAS) digunakan untuk menghasilkan *time series* deformasi dan *mean velocity maps.* Pada subproses *computing service* merujuk pada metode *small baselines* Multi Temporal InSAR dalam hasil penelitian Hayati et al., (2020).



Gambar 3. Diagram alir proses dan luaran Computing service

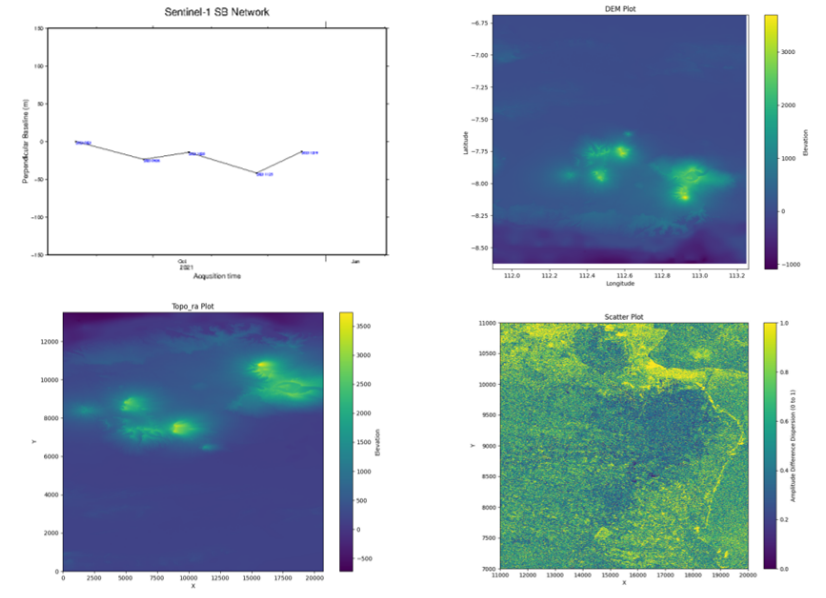
Komputasi dilakukan dengan secara online dengan konsep *crossplatform* algoritma aplikasi yang digunakan dalam memproses data masukkan sehingga menghasilkan interferogram-interferogram yang kemudian diproses lebih lanjut untuk melihat

perubahan-perubahan secara berkala untuk memperoleh *Time Series* dan *Mean LOS velocity* dari data masukan tersebut.

3. User interface

a) Pada tahapan ini, pembuatan *user interface* untuk *front end* dibuat untuk memberi kenyamanan pada user. *Front-end* adalah bagian pada sistem informasi yang langsung terlihat dan berinteraksi dengan pengguna seperti tampilan antar muka. Karena sistem informasi ini berbasis *web* dan dibuka di *web-browser*, maka pembuatan tampilan antar muka menggunakan bahasa HTML untuk kerangka tampilan, CSS untuk desain, dan Javascript untuk membuat web interaktif dengan didukung oleh *framework* dan *library third party* seperti jQuery, Bootstrap dan lainnya. Pemanfaatan jupiterhub atau platform serupa untuk koneksi antara *front end* dan *back end* nantinya. Penggunaan API untuk memudahkan eksekusi penghubung antara *front end* dan *back end*. *User interface* juga didesain sedemikian rupa agar *user* dimudahkan dalam melakukan analisis dan mengunduh data hasil olahan.

b) Dalam penelitian ini, hasil akhir yang menjadi keluaran adalah *Displacement time series* dan *Mean Velocity* yang dapat diunduh oleh pengguna sebagai data hasil pemrosesan *timse series* data InSAR untuk digunakan dalam analisis selanjutnya. Selain itu, beberapa visualisasi diampilkan dari data hasil olahan seperti visualisasi kombinasi *scene* , visualisasi data DEM, visualisasi hasil konversi data DEM dalam koordinat radar serta *Amplitude Difference Dispersio*n. Gambaran visualisasi hasil akhir dapat dilihat secara online atau diunduh oleh pengguna.



Gambar 4. Visualisasi hasil proses pengolahan data

Data Uji Validasi

Dalam penelitian ini uji validasi dilakukan terhadap hasil luaran dari produk komputasi yang dilakukan. Uji validasi dilakukan dengan membandingkan hasil luaran dari proses yang dilakukan secara online dengan dengan komputasi yang dilakukan menggunakan komputer deskstop secara offline. Perbandingan yang dilakukan meliputi waktu proses yang dilakukan secara online dengan waktu proses yang dilakukan secara offline, serta hasil luaran yang dihasilkan antara komputasi online dengan komputasi

offline seperti hasil dari Interferograms dan *Amplitude Difference Dispersion(ADD)* dan data luaran lainnya.

Hasil dan Pembahasan

Uji kesesuaian dengan hasil

Pengujian ini membandingkan kesesuain hasil yang diperoleh antara pengolahan yang dilakukan secara manual dengan pengolahan dengan menggunakan aplikasi. INSAR_G2S yang menjembatani dalam pengolahan data *time series* yang menggunakan GMTSAR dan StaMPS secara *default* merupakan pengolahan manual secara *offline*. Pengguna melakukan pengolahan dengan mengetikkan command agar dapat berproses. Dengan memanfaatkan aplikasi ini yang mengintegrasikan INSAR_G2S dengan *framework* yang berbasiskan web, pengguna dapat mengolah data *time series* hanya dengan menekan tombol menu dilayanan antar muka tanpa harus melakukan secara manual. Untuk itu perlu dilakukan pengujian hasil yang diperoleh dari pengolahan yang dilakukan dengan aplikasi ini, sehinggan kesesuain hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan pengolahan yang dilakukan secara manual.

Dalam proses pengujian kesesuaian hasil dengan pengolahan secara manual, data yang digunakan dalam pengujian keduanya harus disamakan dengan metode yang disamakan pula. Proses pengujian meliputi semua langkah pengolahan menggunakan INSAR_G2S dengan metode PSI (*single master*) dan metode s*mallbaselines*. Data yang digunakan dalam pengujian adalah 5 *scene* Sentinel 1A pada periode tahun 2021 dengan detil dataset sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Data Sampel Uji Kesesuaian Aplikasi

Sentinel 1A scene	S1A_IW_SLC__1SDV_20211125T105016_20211125T105043_040726_04D543_F710
	S1A_IW_SLC__1SDV_20210809T105014_20210809T105042_039151_049EEA_0697
	S1A_IW_SLC__1SDV_20210902T105015_20210902T105043_039501_04AAEC_4BE8
	S1A_IW_SLC__1SDV_20210926T105016_20210926T105044_039851_04B6E4_C704
	S1A_IW_SLC__1SDV_20211020T105016_20211020T105044_040201_04C30E_7C5A
Orbit POE	S1A_OPER_AUX_POEORB_OPOD_20210829T121738_V20210808T225942_20210810T005942.EOF
	S1A_OPER_AUX_POEORB_OPOD_20210922T122059_V20210901T225942_20210903T005942.EOF
	S1A_OPER_AUX_POEORB_OPOD_20211016T122324_V20210925T225942_20210927T005942.EOF
	S1A_OPER_AUX_POEORB_OPOD_20211109T122835_V20211019T225942_20211021T005942.EOF
	S1A_OPER_AUX_POEORB_OPOD_20211215T122034_V20211124T225942_20211126T005942.EOF
Data DEM	Subwath 1 wilayah Jawa Timur

Dengan dataset sebagaimana tabel diatas dan membandingkan hasil pengolahan menggunakan aplikasi ini dengan pengolahan menggunakan sistem manual, diperoleh hasil uji kesesuaian sebagai berikut:

Tabel 2. Uji Kesesuaian Hasil

Sistem Pengolahan Manual	Pengolahan menggunakan aplikasi
	Sesuai/Tidak Sesuai
Langkah 1	Sesuai
Langkah 2	Sesuai

Sistem Pengolahan Manual	Pengolahan menggunakan aplikasi
	Sesuai/Tidak Sesuai
Langkah 3	Sesuai
Langkah 4	Sesuai
Langkah 5	Sesuai
Langkah 6	Sesuai
Langkah 7	Sesuai
Langkah 8	Sesuai
Langkah 9	Sesuai
Langkah 10	Sesuai
Langkah 11	Sesuai
Langkah 12	Sesuai
Langkah 13	Sesuai
Langkah 14	Sesuai
Langkah 15	Sesuai

Uji kapasitas dan performa penggunaan

Pada tahap ini pengujian dilakukan membandingkan kapasitas dan performa dari pemanfaatan terhadap aplikasi ini sendiri. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum proses pengolahan dan hasil pengolahannya. Dengan penggunaan aplikasi ini dilihat performa aplikasi dari beberapa aspek seperti waktu yang diperlukan dalam pengolahan, kapasitas penyimpanan yang terpakai dalam satu proyek pengolahan, performa aplikasi untuk pengolahan dengan banyak pengguna. Dengan beberapa pengujian terhadap aplikasi ini memberi gambaran umum terkait performa aplikasi yang dapat dijadikan dasar pengembangan aplikasi selanjutnya .

Waktu pengolahan setiap langkah yang lakukan dapat dihitung dengan menggunakan pustaka python yaitu *time()*, dengan mengintegrasikannya pada setiap langkah yang yang dilakukan.

```
Import time
…
start_time = time.time()….
Langkah ke 1/2/3
….
end_time = time.time()
execution_time = end_time - start_time
```

Hasil pengukuran estimasi waktu yang digunakan untuk melakukan proses pada setiap langkah-langkah pengolahan data dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 3. Uji Waktu Pengolahan

Tahapan	Waktu Pengolahan (detik)	
	PSI	*smallbaselines*
Langkah 1	44.149	44.388
Langkah 2	0.082	0.211
Langkah 3	0.043	0.074
Langkah 4	1027.081	1201.717
Langkah 5	1.336	1.857
Langkah 6	589.454	690.626
Langkah 7	68.763	102.909
Langkah 10	416.546	-

Tahapan	Waktu Pengolahan (detik)	
	PSI	*smallbaselines*
Langkah 11	4716.157	-
Langkah 12	0.0008	-
Langkah 13	-	182.070
Langkah 14	-	7136.099
Langkah 15	-	437.473
TOTAL	6.863,612	9797,424

Waktu pengolahan sangat dipengaruhi oleh performa dari perangkat keras yang perangkat lunak yang digunakan serta banyaknya data yang diolah. Pada pengujiannya dilakukan terhadap dua metode yang digunakan yaitu PSI dan *smallbaselines*. Tabel diatas masih berupa hasil simulasi dengan data yang terdefinisikan pada tabel 1 Langkah 8 dan langkah 9 tidak termasuk dalam uji waktu pengolahan dikarenakan kedua langkah tersebut masuk pada tahapan opsional. Dari hasil pengukuran waktu tersebut diperoleh waktu pengolahan dengan menggunakan metode PSI diperkirakan dalam waktu 6.863,612 detik (1,9 jam) dan pengolahan dengan metode small baselines adalah 9797,424 detik (2,7 jam).

Selanjutnya ditinjau dari kapasitas penyimpanan yang digunakan dengan memanfaatan aplikasi ini dalam pengolahanan *time series* InSAR. Kapasitas penyimpanan dalam hal ini diukur dari proses data masukan seperti sentinel data, orbit POE, dan DEM (tabel 1) pada satu proyek pengolahan sampai dengan hasil pengolahan. Kapasitas penyimpanan perlu diukur sebagai simulasi perhitungan untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut nantinya. Berikut hasil perhitungan rata-rata kapasitan penggunaan yang terpakai mengacu pada data uji coba tabel 4.

Tabel 4. Uji Kapasitas Penyimpanan Pengolahan

Data	PSI	*Small baselines*
Data Masukan (sentinel, orbit,	21.7 GB	21.7 GB
Data hasil pengolahan (keluaran)	31.8	33.5 GB
TOTAL	53.5	55.2 GB

Ditinjau dari penggunaan penyimpanan yang digunakan dalam uji coba dalam suatu proyek pengolahan dengan menggunakan data 5 (lima) scene dibutuhkan kurang lebih 55,2 GB penyimpanan untuk pengolahan dengan metode smallbaselines dan dibutuhkan kurang lebih 53.5 GB untuk metode PSI. Dari jumlah tersebut 21.7 GB merupakan data awal yang digunakan, sehingga perlu optimalisasi dalam perhitungan kapasitas penyimpanan untuk pengolahan dalam skala yang berbeda atau dalam skala yang lebih besar.

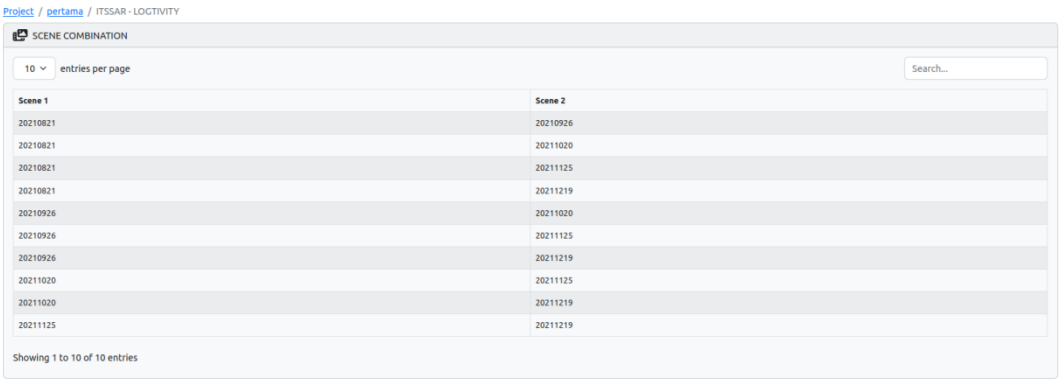
Visualisasi dan unduh data hasil

Visualisasi yang akan ditampilkan dari aplikasi ini hanya terbatas pada beberapa hal yang termasuk dalam proses pengolahan diantaranya adalah tabel data yang digunakan, tabel kombinasi *scene* yang diolah baik kombinasi menggunakan metode PSI atau kombinasi menggunakan metode *small baselines, baselines network* dari metode yang digunakan, visualisasi data DEM, visualisasi data DEM dalam radar koordinat serta Visualisasi dari *Amplitude Dispersion (AD).*

Dalam konteks alur kerja INSAR_G2S, kombinasi *scene* mengacu pada proses penggabungan beberapa gambar *Synthetic Aperture Radar* (SAR) untuk membuat kumpulan data komprehensif yang menangkap perubahan temporal pada deformasi

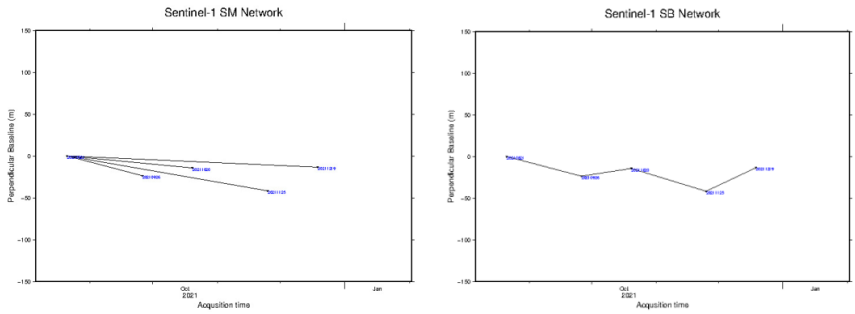
permukaan. Kombinasi ini sangat penting untuk analisis deformasi tanah yang efektif, karena dapat meningkatkan resolusi data spasial dan temporal.

Tujuan kombinasi *scene* adalah memungkinkan peneliti memanfaatkan informasi dari akuisisi SAR yang berbeda untuk meningkatkan akurasi dan keandalan hasil interferometri. Dengan menganalisis berbagai *scene* dari waktu ke waktu, pengguna dapat mengidentifikasi penyebaran yang stabil dan tidak stabil, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang pergerakan tanah. Dari data yang digunakan, aplikasi ini akan menampilkan kombinasi *scene* yang dihasilkan dari metode yang dipilih dalam bentuk tabel seperti berikut :



Gambar 5. Tampilan kombinasi *scene*

Selanjutnya dari kombinasi *scene* yang telah dibuat berdasarkan metode yang dipilih, dapat divisualisasikan hubungan antar *scene* dalam tabel kombinasi untuk ditampilkan dalam model *network* (jaringan). *Network* yang terbentuk sesuai dengan metode yang dipilih yaitu *single master* (SM) atau *smallbaselines* (SB). Visualisasi yang ditampilkan seperti berikut:

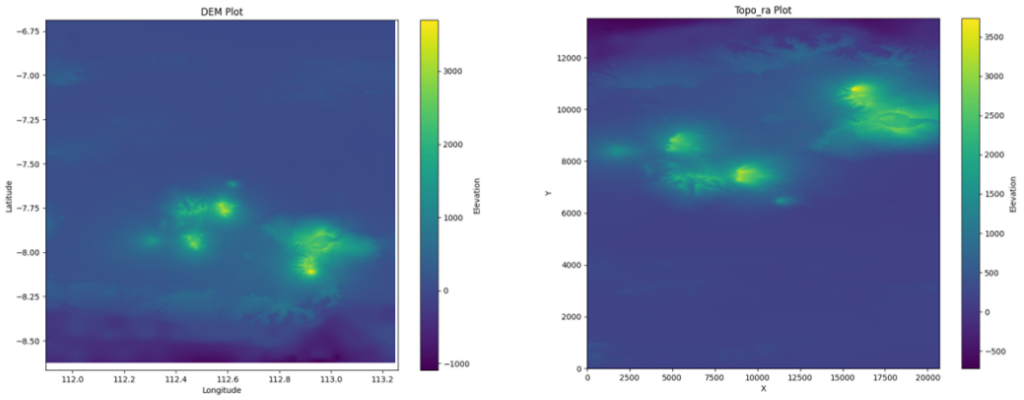


(a) *single master (SM) network* (a) *smallbaselines (SB) network*

Gambar 6. Tampilan kombinasi scene network (a)single master (SM) network, (b)smallbaselines (SB) network

Selanjutnya visualisasi yang ditampilkan dalam pengolahan data InSAR mengguanakan aplikasi ini adalah visualisasi data DEM. Data DEM yang ditampilkan terbagi dua yaitu data DEM dalam koordinat geografis yang merupakan data masukan

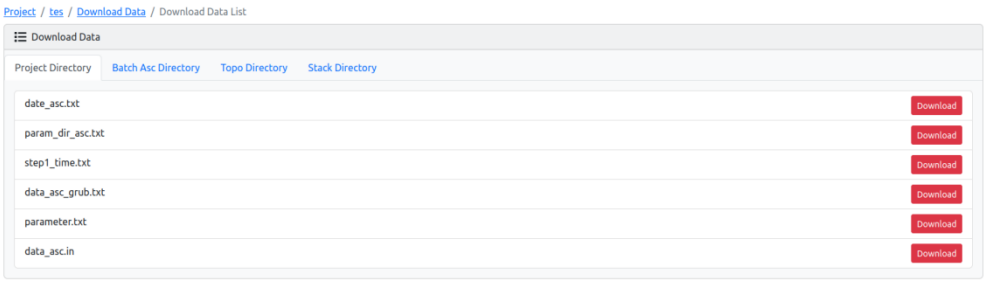
awal dan data DEM dalam koordinat radar yang merupakan hasil konversi pada langkah 6 (enam) tahap pengolahan data.



(a) DEM dalam koordinat geografis *(a) DEM dalam koordinat radar*

Gambar 7. Visualisai DEM (a) data DEM awal, (b) data DEM dalam radar koordinat

Data hasil pengolahan *time series* insar keseluruhan dapat diunduh. Data hasil pengolahan ini nantinya akan digunakan sebagai bahan dalam analisa lebih lanjut terkait terkait pemanfaatan time series InSAR untuk bidang yang terkait seperti geofisik, landsubsidence dan bidang ilmu lainnya.



Gambar 8. Unduh data hasil pengolahan

Dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi ini terdapat kelebihan dan kekurangan. Beberapa kelebihan aplikasi ini antara lain :

1. Aplikasi dapat diakses secara online, sehingga memudahkan dalam proses pengolahan darimana saja.
2. Aplikasi ini dibuat dengan sederhana dengan antar muka yang memudahkan pengguna untuk melakukan pengolahan data InSAR, dengan hanya menekan tombol pada antarmuka tanpa perlu pemograman lebih lanjut.
3. Aplikasi ini dirancang tidak hanya memanfaatkan data yang tersedia di dalam database tetapi juga dibuatkan menu untuk mengunduh data yang tidak tersedia, baik data sentinel, data orbit maupun data DEM sehingga pengolahan dapat dilakukan dalam skala yang besar dan fleksibel.
4. Proses pengolahan data time series InSAR dengan menggunakan aplikasi ini mendukung metode PSI dan smallbaselines, dengan antar muka yang disediakan untuk opsi pemilihan metode yang digunakan.

Dalam pengujian dan pemanfaatan aplikasi yang telah dibuat ini, ditemukan beberapa kekurangan dalam proses pengolahan data time series InSAR diantaranya :

1. Ujicoba yang dilakukan untuk pengujian aplikasi ini tidak termasuk di dalamnya aspek keamanan aplikasi sehingga apabila untuk pengembangan lebih lanjut perlu diperhatikan.
2. Saat ini pengembangan aplikasi masih sebatas pengolahan data time series InSAR sampai pada proses konversi dalam format StaMPS, sehingga belum dapat melakukan analisis lebih lanjut terkait hasil dari pengolahan tersebut.
3. Pada proses pengolahan data, aplikasi ini baru mendukung 1 *sub subwath* dalam setiap kali pengolahan sehingga belum dapat mengolah data *scene* secara penuh dalam satu kali pengolahan.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, penulis memperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah Pengembangan aplikasi sampai saat ini masih dibatasi pada pengolahan data sentinel 1A dengan flight direction Ascending. Penelitian ini memberikan konsep dan model pembuatan aplikasi pengolahan data InSAR yang dapat diakses secara online dengan antarmuka yang memudahkan dalam melakukan proses pengolahan data tersebut. Aplikasi ini memberikan menu unduh data sentinel, data orbit POE dan data DEM, sehingga dimungkinkan untuk melakukan pengolahan data time series InSAR walaupun tidak ada dataset yang tersedia di dalam database. Dengan melakukan input nama-nama scene yang akan diunduh ke dalam proyek pengolahan, selanjutnya aplikasi akan otomatis mengunduh scene sesuai daftar dataset yang dimasukkan. Dalam pengolahan data menggunakan aplikasi ini hanya mendukung satu subwath dalam sekali pengolahan data/scene, sehingga pengolahan subwath yang berbeda dalam satu dataset, maka perlu dilakukan pengolahan dengan proyek pengolahan yang berbeda. Beberapa aspek yang diuji dalam pengujian aplikasi ini meliputi aspek kelayakan fungsi menu, aspek kesesuaian hasil pengolahan, aspek perhitungan waktu pengolahan, aspek kapasitas penyimpanan yang digunakan dan beberapa hal yang dirasa terkait dalam pengembangan aplikasi ini. Hasil dari pengolahan data time series InSAR dengan aplikasi ini dapat diunduh pengguna untuk dapat digunakan sebagai data untuk analisis dan pengolahan selanjutnya. Aplikasi ini masih berupa prototype dan dalam proses pengembangan, sehingga belum dimasukkan pengujian dari sisi aspek keamanan.

BIBLIOGRAFI

Corti, P., Bartoli, F., Fabiani, A., Giovando, C., Kralidis, A. T., & Tzotsos, A. (2019). GeoNode: An open source framework to build spatial data infrastructures. *PeerJ, 7*, 1–10.

Duan, W., Zhang, H., Wang, C., & Tang, Y. (2020). Multi-temporal InSAR parallel processing for Sentinel-1 large-scale surface deformation mapping. *Remote Sensing, 12*(22), 1–20. https://doi.org/10.3390/rs12223749

Ferretti, A., Prati, C., & Rocca, F. (2001). Permanent scatterers in SAR interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 39*(1), 8–20. https://doi.org/10.1109/36.898661

Hayati, N., Taufik, M., & Khomsin. (2013). Differential interferometry SAR technique for detecting surface displacement in hilly areas. In *34th Asian Conference on Remote Sensing 2013 (ACRS 2013)* (pp. 294–299).

Hayati, N., Niemeier, W., & Sadarviana, V. (2020). Ground deformation in the Ciloto landslides area revealed by multi-temporal InSAR. *Geosciences, 10*(5), 1–16. https://doi.org/10.3390/geosciences10050156

Hooper, A. (2008). A multi-temporal InSAR method incorporating both persistent scatterer and small baseline approaches. *Geophysical Research Letters, 35*(16). https://doi.org/10.1029/2008GL034654

Lazecky, M., Spaans, K., Gonzalez, P. J., Maghsoudi, Y., Morishita, Y., Albino, F., Elliott, J., Greenall, N., Hatton, E., Hooper, A., Juncu, D., McDougall, A., Walters, R. J., Watson, C. S., Weiss, J. R., & Wright, T. J. (2020). LiCSAR: An automatic InSAR tool for measuring and monitoring tectonic and volcanic activity. *Remote Sensing, 12*(3), 424. https://doi.org/10.3390/rs12030424

Mansourian, A., Rajabifard, A., Valadan Zoej, M. J., & Williamson, I. (2006). Using SDI and web-based system to facilitate disaster management. *Computers & Geosciences, 32*(3), 303–315. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.06.017

Morishita, Y., Lazecky, M., Wright, T. J., Weiss, J. R., Elliott, J. R., & Hooper, A. (2020). LiCSBAS: An open-source InSAR time series analysis package integrated with the LiCSAR automated Sentinel-1 InSAR processor. *Remote Sensing, 12*(3), 5–8. https://doi.org/10.3390/rs12030424

Pinuji, S. (2016). Integrasi sistem informasi pertanahan dan infrastruktur data spasial dalam rangka perwujudan *One Map Policy*. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan, 2*(1), 48. https://doi.org/10.31292/jb.v2i1.31

Piter, A., Vassileva, M., Haghshenas Haghighi, M., & Motagh, M. (2021). Exploring cloud-based platforms for rapid InSAR time series analysis. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, 43*(B3-2021), 171–176. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-171-2021

Ragunath, P. K., Velmourougan, S., Davachelvan, P., Kayalvizhi, S., & Ravimohan, R. (2010). Evolving a new model (SDLC Model-2010) for software development life cycle (SDLC). *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, 10*(1), 112.

Reck, C., Storch, T., Holzwarth, S., & Schmidt, M. (2019). Online data access and big data processing in the German Copernicus data and exploitation environment (CODE-DE). In *Proceedings of 2019 Conference on Big Data from Space* (pp. 1–4). Munich, Germany.

Romadhoni, E. N. A., Widiyaningtyas, T., & Pujianto, U. (2015). Implementasi model Waterfall pada pengembangan sistem informasi alumni SMKN 1 Jenangan Ponorogo. In *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia* (pp. 445–452).

Rudiastuti, A. W., Suryanegara, E., Wirawan, A., Purwanto, B., Gill, S., Prihanto, Y., Windiastuti, R., & Munawaroh. (2020). Design and implementation of a user-centered web-app using open source platform: Indonesia disaster data (InDITA). *JOIV: International Journal on Informatics Visualization, 4*(4), 243–249. https://doi.org/10.30630/JOIV.4.4.460

Sasmito, G. W. (2017). Penerapan metode Waterfall pada desain sistem informasi geografis industri Kabupaten Tegal. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT), 2*(1), 6–12.

Sutanta, H., Rajabifard, A., & Bishop, I. D. (2009). An integrated approach for disaster risk reduction using spatial planning and SDI platform. In *Proceedings of the Surveying & Spatial Sciences Institute Biennial International Conference* (pp. 341–351). Adelaide, Australia.

Copyright holder:
Ade Wirawan, Noorlaila Hayati (2024)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

