

Nomor Daftar FPIPS : 4887/UN40.A2.12/PT/2024

**PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-1 BERBASIS PYTHON UNTUK
KAJIAN DEFORMASI PERMUKAAN AKIBAT GEMPA BUMI DI
CIANJUR JAWA BARAT**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Geografi
Program Studi Sains Informasi Geografi



Oleh:

Mochammad Rifqi Naufal Alfayyadh

NIM. 2001068

**PROGRM STUDI SAINS INFORMASI GEOGRAFI
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

LEMBAR HAK CIPTA**PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-1 BERBASIS PYTHON UNTUK
KAJIAN DEFORMASI PERMUKAAN AKIBAT GEMPA BUMI DI
CIANJUR JAWA BARAT**

Oleh:

Mochammad Rifqi Naufal Alfayyadh

NIM. 2001068

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Geografi di Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

© Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak sebagian atau seluruhnya, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
MOCHAMMAD RIFQI NAUFAL ALFAYYADH
(2001068)

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-1 BERBASIS PYTHON UNTUK
KAJIAN DEFORMASI PERMUKAAN AKIBAT GEMPA BUMI DI
CIANJUR JAWA BARAT

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

PEMBIMBING I



Drs. Jupri, M.T
NIP. 196006151988031003

PEMBIMBING II



Silmi Afina Aliyan, S.T., M.T.
NIP. 920200419921117202

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sains Informasi Geografi



Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si.
NIP. 19790226005011008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRISPI

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Rifqi Naufal Alfayyadh
NIM : 2001068
Prodi : Sains Informasi Geografi
Fakultas : Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial

Dengan ini menyatakan bahwa judul Skripsi:

“Pemanfaatan Citra Sentinel-1 Berbasis Python Untuk Kajian Deformasi Permukaan Akibat Gempa Bumi Di Cianjur Jawa Barat”

Benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 5 Januari 2024

Yang membuat pernyataan,



Mochammad Rifqi Naufal Alfayyadh

NIM. 2001068

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Rabbil Alamin, Segala puji serta syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT karena berkat segala rahmat, hidayahnya serta karunianya penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Pemanfaatan Citra Sentinel-1 Berbasis Python Untuk Kajian Deformasi Permukaan Akibat Gempa Bumi Di Cianjur Jawa Barat” Tak lupa sholawat serta salam penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada para keluarganya, sahabatnya, serta para pengikut-pengikutnya hingga akhirnya zaman.

Dalam penulisan skripsi ini memiliki maksud dan tujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana geografi pada Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia. Penyusunan skripsi tidak jauh dari berbagai kritik dan saran dalam bentuk bimbingan, dukungan, dan doa sehingga dapat membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan, kesalahan, dan keterbatasan kemampuan penulis selama penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis ingin dan sangat menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun untuk kebaikan skripsi ini. Akhir kata penulis ingin mengucapkan kembali terima kasih banyak atas semua pihak yang telah terlibat dan semoga skripsi yang disusun oleh penulis dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Bandung, 5 Januari 2024

Penulis

Mochammad Rifqi Naufal Alfayyadh

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak dapat dicapai tanpa dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses penyusunan. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyatakan rasa terima kasih yang sangat besar kepada:

1. Allah SWT. sebagai Tuhan Yang Maha Esa Berkat rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan diberikan segala kelancaran, kemudahan, dan tepat waktu.
2. RM Jamaludin Malik dan Iin Nurjanah sebagai kedua orang tua penulis yang telah memberikan segala waktunya untuk berdoa, mendidik, membiayai pendidikan, merawat, memotivasi dan memberikan segala apapun untuk kelancaran penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Jupri, M.T., selaku selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah memberikan banyak luang waktu, tenaga, dan pikiran, serta masukan-masukan yang bermanfaat untuk kebaikan penulis dalam penyusunan skripsi hingga selesai.
4. Ibu Silmi Afina Aliyan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan banyak luang waktu, tenaga, dan pikiran, serta masukan-masukan yang bermanfaat untuk kebaikan penulis dalam penyusunan skripsi hingga selesai.
5. Bapak Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si. selaku Ketua Program Studi Sains Informasi Geografi yang telah memberikan arahan, masukan, motivasi untuk penyusunan skripsi.
6. Bapak Drs. Jupri, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan kemudahan saat berlangsungnya jadwal akademik serta memberikan masukan dan saran untuk kebaikan penulis dalam kelancaran penyusunan skripsi.
7. Ibu Shafira Himayah, S.Pd., M.Sc. selaku Dosen KBK untuk Sistem informasi Geografis dan Penginderaan jauh yang telah memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi

8. Bapak Haikal Muhammad Ihsan, S.Pd., M.Sc., Selaku Dosen Kemahasiswaan dari Program Studi Sains Informasi yang telah memberikan segala bentuk perhatian dan masukan-masukan untuk kebaikan penulis
9. Bapak dan Ibu Dosen di Departemen Pendidikan Geografi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama berada dibangku perkuliahan
10. Bapak Rukman selaku Staff Administrasi Program Studi Sains Informasi Geografi yang sudah meluangkan waktunya dan tenaganya untuk membuat berbagai persuratan untuk kebutuhan penelitian
11. Bapak Alexey Pehcnikov yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyusunan *script code Python* sehingga penelitian dapat berjalan lancar.
12. M. Febby Fitratama dan Nadya Fayha Talyta selaku saudara dan keluarga terdekat yang telah memberikan semangat dan motivasi yang sangat berharga serta membantu dalam berbagai segala hal kepada penulis
13. Nurul Fatimah sebagai seseorang yang memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan cinta dalam proses perjalanan perkuliahan hingga pengerjaan skripsi, serta selalu hadir untuk memberikan warna warni kehidupan.
14. Fiqhi Adha Arlisadi, M. Yusup, Riza Khoirul Amri, M. Fikri Irvansyah, M. Fauzan Mutawally, Ilham Maulana, Febriansyah Dharma Putra, Ifrokhul Arya dan Muammar Auzan sebagai teman, sahabat, dan keluarga laki-laki yang telah kebersamai, memberikan motivasi, dukungan, doa, serta memberikan canda dan tawa selama perkuliahan dan penyusunan skripsi berlangsung.
15. Elva Nimatal Ummah, Sheryl Chaitrina Aveliaputri, Lestari Wuryandanti Utami, Elly Syahri Subekti, Endang Widiawati, Lia Yuliawati, Qonita Raisya, dan Salsabila Raihan sebagai teman, sahabat, dan keluarga wanita yang telah kebersamai, memberikan motivasi, dukungan, doa, serta memberikan canda dan tawa selama perkuliahan dan penyusunan skripsi berlangsung
16. Zidan Ramadhan, Fadel Mizan, Ilham Maulana, Elly Syahri, serta kawan-kawan Komunitas IMAGIS yang telah memberikan banyak pengalaman serta suka duka dalam mewarnai kehidupan perkuliahan.

17. Kepada teman-teman seperjuangan dari Program Studi Sains Informasi Geografi Angkatan 2020 yang telah kebersamai dan memberikan berbagai pengalaman berharga selama 3,5 – 4 tahun dibangku perkuliahan
18. Kepada teman-teman Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Batch 4 di Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kota Bogor, dan yang telah memberikan semangat, motivasi, bertukar pikiran, dan canda tawa sehingga membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi
19. Kepadanya semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu, memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menemani proses penyusunan skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih semoga segala bentuk yang diberikan kepada penulis dapat dibalaskan kebaikan dari Allah SWT.

Penulis mengakhiri ungkapan rasa terima kasih dengan harapan semoga Allah SWT. akan membalas dengan kebaikan dan ketulusan kepada semua pihak yang telah turut terlibat dalam penyusunan skripsi.

ABSTRAK

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-1 BERBASIS PYTHON UNTUK KAJIAN DEFORMASI PERMUKAAN AKIBAT GEMPA BUMI DI CIANJUR JAWA BARAT

Mochamad Rifqi Naufal Alfayyadh
2001068

Kabupaten Cianjur dilanda gempa bumi pada bulan November 2022 dengan kekuatan yang signifikan. Intensitas yang terjadi yakni mencapai skala VII MMI dengan magnitudo sebesar 5.6. Gempa tersebut menyebabkan kerusakan pada bangunan dan infrastruktur. Gempa ini termasuk jenis gempa tektonik kerak dangkal (*shallow crustal earthquake*) dengan kedalaman di bawah 60 kilometer dengan tipe *mainshock-aftershocks*. Penyebab terjadinya gempa bumi adalah akibat adanya aktifitas sesar baru yang teridentifikasi yaitu Sesar Cugenang. Sesar tersebut ditemukan oleh BMKG melalui hasil analisis *focal mechanism*. Sesar Cugenang dikategorikan sebagai patahan geser menganan (*dextral strike-slip fault*) dengan Jurus (*Strike*) mengarah N347°E dan kemiringan bidang patahan (*Dip*) sebesar 82 derajat. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis deformasi permukaan serta dampaknya terhadap kerusakan akibat gempa bumi di Cianjur tahun 2022. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dan deskriptif dengan pendekatan Penginderaan Jauh berbasis *Python*. Hasil menunjukkan bahwa implikasi keberadaan Sesar Cugenang pada gempa Cianjur tahun 2022 mengakibatkan dua fenomena deformasi yang terjadi. Pada area utara Sesar Cugenang menunjukkan kenaikan permukaan tanah maksimal sebesar 38,14 milimeter. Pada area Timur Sesar Cugenang terjadi penurunan permukaan tanah maksimal sebesar 35,04 milimeter. Korelasi antara deformasi permukaan terhadap tingkat kerusakan bangunan menunjukkan hubungan yang lemah antar keduanya. Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan bahwa kerusakan bangunan yang terjadi pada kejadian gempa bumi Cianjur tidak dipengaruhi oleh deformasi permukaan. Angka koefisien determinasi menghasilkan nilai sebesar 0,05 atau 5% saja. Ini berarti bahwa pengaruh yang diberikan dari deformasi hanyalah sebesar 5% sedangkan 95% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dikaji pada penelitian ini.

Kata Kunci: Bencana, Gempa bumi, Deformasi Permukaan, Sesar Cugenang, Sentinel-1, *Python*, Kabupaten Cianjur

ABSTRACT**UTILIZATION OF PYTHON-BASED SENTINEL-1 SATELLITE FOR THE STUDY OF SURFACE DEFORMATION DUE TO THE EARTHQUAKE IN CIANJUR, WEST JAVA**

Mochamad Rifqi Naufal Alfayyadh
2001068

Cianjur Regency was hit by an earthquake in November 2022 with significant strength. The intensity that occurred reached the VII MMI scale with a magnitude of 5.6. The earthquake caused damage to buildings and infrastructure. This earthquake is a type of shallow crustal tectonic earthquake with a depth of under 60 kilometers with mainshock-aftershocks type. The cause of the earthquake was due to the activity of a newly identified fault, namely the Cugenang Fault. This fault was discovered by BMKG through the results of focal mechanism analysis. The Cugenang fault is categorized as a dextral strike-slip fault with a Strike trending N347oE and a dip of the fault plane (Dip) of 82 degrees. The aim of this research is to analyze surface deformation and its impact on damage caused by the earthquake in Cianjur in 2022. The method used in this research is quantitative and descriptive with a Python-based Remote Sensing approach. The results show that the implications of the existence of the Cugenang Fault in the 2022 Cianjur earthquake resulted in two deformation phenomena occurring. In the area north of the Cugenang Fault, the maximum land surface rise was 38.14 millimeters. In the area east of the Cugenang Fault, a maximum land surface subsidence of 35.04 millimeters occurred. The correlation between surface deformation and the level of building damage shows a weak relationship between the two. The results of simple linear regression analysis show that building damage that occurred during the Cianjur earthquake was not influenced by surface deformation. The coefficient of determination figure produces a value of only 0.05 or 5%. This means that the influence exerted by deformation is only 5%, while the other 95% is influenced by other factors that were not studied in this research.

Key Words: *Disasters, Earthquakes, Surface Deformation, Cugenang Fault, Sentinel-1, Python, Cianjur Regency*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRISPI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Definisi Operasional.....	7
1.6. Struktur Organisasi Skripsi	9
1.7. Penelitian Terdahulu.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1. Citra Sentinel-1	18
2.2. Penginderaan Jauh.....	18
2.3. Radar (<i>Radio Detection and Ranging</i>).....	19
2.3.1. Citra SAR Kompleks	20

2.3.2.	Amplitude Citra Radar	20
2.3.3.	Fase Citra Radar	21
2.3.4.	Panjang Gelombang dan Frekuensi.....	22
2.3.5.	Geometri Pencitraan Radar	23
2.3.6.	Range Direction dan Azimuth Direction.....	23
2.3.7.	Representasi Topografi Citra Radar	24
2.4.	<i>Python</i>	25
2.4.1.	PyGMTSAR.....	25
2.5.	Gempa Bumi	26
2.6.	Deformasi.....	28
2.7.	Sesar	29
2.7.1.	Strike dan Dip	31
2.7.2.	Sesar Normal.....	31
2.7.3.	Sesar Naik	32
2.7.4.	Sesar Mendatar.....	32
2.7.5.	Sesar Cugenang.....	33
2.8.	Kerusakan Bangunan	35
2.8.1.	Interpretasi Kerusakan Bangunan	36
2.8.2.	Tipikal Kerusakan Struktur Bangunan.....	37
2.9.	<i>Synthetic Aperture Radar (SAR)</i>	38
2.10.	<i>Interferometry Synthetic Aperture Radar (InSAR)</i>	39
2.11.	<i>Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR)</i>	39
2.12.	Kondisi Geologis Kabupaten Cianjur	40
2.12.1.	Formasi Cilang	42
2.12.2.	Formasi Nyalindung.....	42
2.12.3.	Formasi Subang.....	42
2.12.4.	Formasi Cantayan.....	43
2.12.5.	Formasi Klapanunggal	43
2.12.6.	Formasi Jatiluhur.....	43
2.12.7.	Formasi Citarum	44
2.12.8.	Formasi Saguling	44

2.12.9.	Formasi Jampang	44
2.12.10.	Formasi Rajamandala.....	44
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1.	Metode Penelitian.....	46
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	47
3.2.1.	Lokasi Penelitian	47
3.2.2.	Waktu Penelitian	50
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian.....	50
3.3.1.	Alat Penelitian.....	50
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	52
3.4.	Desain Penelitian.....	53
3.4.1.	Pra Penelitian	53
3.4.2.	Pelaksanaan Penelitian	54
3.4.3.	Pasca Penelitian.....	54
3.5.	Populasi dan Sampel	55
3.5.1.	Populasi.....	55
3.5.2.	Sampel.....	55
3.6.	Variabel Penelitian	55
3.7.	Teknik Pengumpulan Data	57
3.7.1.	Studi Literatur	57
3.7.2.	Studi Dokumentasi.....	57
3.8.	Teknik Analisis Data	57
3.8.1.	Pemrosesan <i>Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar</i> 58	
3.8.2.	Ekstraksi Nilai Deformasi Permukaan.....	60
3.8.3.	Titik Kerusakan Bangunan.....	61
3.8.4.	Korelasi Deformasi Permukaan Terhadap Kerusakan Bangunan .	61
3.9.	Diagram Alir Penelitian.....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		67

4.1.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	67
4.1.1.	Kondisi Geografis	67
4.1.2.	Kondisi Fisik	71
4.1.2.1.	Geologi	71
4.1.2.2.	Kecapatan Gelombang Geser dan Tingkat Kekerasan Tanah	75
4.1.2.3.	Jenis Tanah	78
4.1.2.4.	Topografi	80
4.1.2.5.	Kemiringan Lereng	82
4.1.2.6.	Penggunaan Lahan	84
4.1.3.	Kondisi Sosial	86
4.2.	Temuan Penelitian	88
4.2.1.	<i>Python</i> Dalam Proses Pengolahan Data Citra Sentinel-1	88
4.2.1.1.	Instalasi	88
4.2.1.2.	Persiapan dan Download Data Sentinel-1	90
4.2.1.3.	Download Digital Elevation Model	93
4.2.1.4.	Geocoding	94
4.2.1.5.	Pembuatan <i>Interferogram</i>	95
4.2.1.5.1.	<i>Unwrapping</i>	101
4.2.1.6.	<i>Detrend</i>	102
4.2.1.7.	<i>Line of Sight Displacement</i>	103
4.2.1.8.	<i>Vertical Displacement</i>	104
4.2.1.9.	<i>Horizontal Displacement</i>	106
4.2.1.10.	<i>Export Hasil</i>	107
4.2.2.	Nilai Deformasi Permukaan di Kabupaten Cianjur	108
4.2.2.1.	Nilai Fase <i>Unwrapped</i>	108
4.2.2.2.	Nilai Deformasi Permukaan <i>Line of Sight</i>	111
4.2.2.3.	Nilai Deformasi Permukaan Vertikal	113
4.2.2.4.	Nilai Deformasi Permukaan Horizontal	115
4.2.3.	Dampak Kerusakan	117
4.2.3.1.	Titik Sebaran Kerusakan Bangunan	117
4.2.3.2.	Korelasi Deformasi Permukaan Terhadap Kerusakan	124

4.2.3.2.1. Uji Prasyarat Analisis	124
1) Uji Normalitas	124
2) Uji Linearitas.....	125
3) Uji Homogenitas	126
4.2.3.2.2. Uji Hipotesis	127
1) Uji Korelasi	127
2) Uji Regresi Linear Sederhana	128
3) Uji T	129
4) Koefisien Determinasi.....	131
4.3. Pembahasan.....	132
4.3.1. <i>Python</i> Dalam Proses Pengolahan Data Citra Sentinel-1.....	132
4.3.2. Nilai Deformasi Permukaan di Kabupaten Cianjur	134
4.3.3. Dampak Kerusakan	140
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	145
5.1. Simpulan	145
5.2. Implikasi.....	145
5.3. Rekomendasi	146
DAFTAR PUSTAKA.....	148
LAMPIRAN.....	156

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 2.3 Deskripsi <i>band</i> para Radar	23
Tabel 2.1 Data Skala Intensitas Gempa di Wilayah Indonesia. (BMKG, 2023)..	27
Tabel 2.2 Beberapa Sesar Aktif di Pulau Jawa Penyebab Terjadinya Gempa Bumi. (BMKG, 2023)	30
Tabel 3.1 Alat yang digunakan.....	51
Tabel 3.2 Alat yang digunakan.....	52
Tabel 3.3 Korelasi (Hubungan) Antar Variabel.....	63
Tabel 4.1. Luas wilayah tiap kecamatan di Kabupaten Cianjur	67
Tabel 4.2 Luas wilayah tiap desa	68
Tabel 4.3 Luas jenis batuan berdasarkan kecamatan	72
Tabel 4.4 Luas jenis situs berdasarkan kecamatan.....	75
Tabel 4.5 Luas jenis tanah berdasarkan kecamatan	78
Tabel 4.6 Luas topografi berdasarkan kecamatan	80
Tabel 4.7 Luas Kemiringan Lereng berdasarkan kecamatan	82
Tabel 4.8 Luas Penggunaan Lahan berdasarkan kelas	84
Tabel 4.9 Jumlah dan Kepadatan Penduduk	86
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas dengan <i>one sample Kolmogorov-smirnov</i>	125
Tabel 4.11 Hasil Uji Linearitas dengan <i>Compare Means</i>	126
Tabel 4.12 Hasil Uji Homogenitas dengan <i>Levene Test of Homogeneity Variances</i>	126
Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi.....	127
Tabel 4.14 Hasil Uji Regresi Linear Sederhana	128

Tabel 4.15 Hasil Uji T.	130
Tabel 4.16 Hasil Uji Koefisien Determinasi	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Sebaran Seismik di sebagian wilayah Kabupaten Cianjur pasca gempa bumi pada tahun 2022. (BMKG, 2023).....	3
Gambar 1.1 Peta Sumber Gempa Patahan Cugenang. (BMKG, 2023)	34
Gambar Jenis keruntuhan bangunan	35
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian, Sumber : (Hasil Analisis, 202.....	49
Gambar 4.1 Peta Administrasi Sebagian Wilayah Cianjur.....	70
Gambar 4.2 Peta Formasi Jenis Batuan di sebagian Wilayah Cianjur	74
Gambar 4.3 Peta Kecepatan Gelombang Geser di sebagian Wilayah Cianjur.....	76
Gambar 4.4 Peta Klasifikasi Tingkat Kekerasan Tanah di sebagian Wilayah Cianjur.....	77
Gambar 4.5 Peta Jenis Tanah di sebagian Wilayah Cianjur	79
Gambar 4.6 Peta Topografi di sebagian Wilayah Cianjur	81
Gambar 4.7 Peta Kemiringan Lereng di sebagian wilayah Cianjur.....	83
Gambar 4.8 Peta Penggunaan Lahan di sebagian Wilayah Cianjur	85
Gambar 4.9 Peta Jumlah dan Kepadatan Penduduk di sebagian Wilayah Cianjur	87
Gambar 4.10 Plotting <i>scenes</i> pada citra Sentinel-1	93
Gambar 4.11 Plotting Digital Elevation Model	94
Gambar 4.12 Hasil Geocoding pada Digital Elevation Model	95
Gambar 4.13 <i>Interferogram</i> dengan gaussian 200m dan goldstein 32	98
Gambar 4.14 <i>Interferogram</i> dengan gaussian 400m dan goldstein 32	99
Gambar 4.15 <i>Interferogram</i> dengan gaussian 400m dan goldstein 0	99
Gambar 4.16 Hasil pengolahan <i>Interferogram</i>	100

Gambar 4.17 Hasil pengolahan Correlation.....	100
Gambar 4.18 Hasil pengolahan <i>Unwrapping</i> pada <i>interferogram</i>	102
Gambar 4.19 Hasil koreksi dengan detrend pada <i>uwrapped interferogram</i>	103
Gambar 4.20 Hasil pengolahan <i>Line of Sight Displacement</i>	104
Gambar 4.21 Hasil Incidence Angle	105
Gambar 4.22 Hasil Vertical Projection Displacement.....	106
Gambar 4.23 Hasil East-West Projection Displacement.....	107
Gambar 4.24 Peta Sebaran Nilai <i>Phase Unwrap</i> di Sebagian Wilayah Cianjur ..	110
Gambar 4.25 Peta Serbaran Nilai Deformasi <i>Line of Sight</i> di Sebagian Wilayah Cianjur.....	112
Gambar 4.26 Kenampakan pada wilayah terdeformasi <i>subsidence</i> di Kecamatan Cianjur.....	139
Gambar 4.27 Kenampakan pada wilayah terdeformasi <i>subsidence</i> di Kecamatan Cianjur.....	139
Gambar 4.28 Kenampakan pada wilayah terdeformasi <i>uplift</i> di Kecamatan Pacet	140
Gambar 4.29 Kenampakan kerusakan bangunan yang terjadi di Desa Cijedi	143
Gambar 4.30 Kenampakan kerusakan bangunan sebelum dan setelah terjadinya gempa bumi di Desa Cijedi	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>script Python</i>	156
Lampiran 2. Instrumen <i>Groundcheck</i>	164

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrasyid, A., Darmawan, D. F., Arare, K., Parangin-Angin, M., & Situmorang, R. A. (2023). Menjadi Relawan Kesehatan pada Bencana Gempa Bumi Cianjur. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 14(1), 188–194.
- Afida, B. A., Kamal, M., & Hadmoko, D. S. (2020). Identifikasi Kerusakan Bangunan Pasca Gempa Bumi Menggunakan Citra Satelit Worldview-2. *Jurnal Pengembangan Kota*, 8(1), 67-77.
- Aji, R. P., Prasetyo, Y., & Awaluddin, M. (2018). Studi Sesar Lembang Menggunakan Citra Sentinel-1A Untuk Pemantauan Potensi Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 304-313.
- Alfarizi, M. R. S. (2023). Penggunaan Python Sebagai Bahasa Pemrograman Untuk Machine Learning Dan Deep Learning. *Karimah Tauhid*. 2(1). 1-6.
- Anjasmara, I. M., & Muthmainnah, N. U. (2018). Analisa Deformasi Permukaan di Pulau Madura dari Hasil Pengolahan DInSAR Menggunakan Data Sentinel-1A. *Geoid*, 14(1), 103-112.
- Asyhari, A. (2015). Profil peningkatan kemampuan literasi sains siswa melalui pembelajaran saintifik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 4(2), 179-191.
- Azhari, M. F., Karyanto, Rasimeng, S., & Mulyanto, B. S. (2020). Analisis Deformasi Permukaan Menggunakan Metode DInSAR (Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar) Pada Studi Kasus Gempa Bumi Lombok Periode Agustus 2018. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 6(2), 131-144.
- Bashiir, M. F., & Kurniadin, N. (2021). Deteksi Kerusakan Perkotaan Akibat Gempa Bumi di Kota Palu Menggunakan Data Satelit Sentinel-1. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 66-69.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2020). Peran Pemerintah Daerah Dalam Penanggulangan Bencana. *Jurnal Pemerintahan dan Keamanan Publik (JP dan KP)*, 2(2), 139-146.
- Bimasena, A. N., Wahyono, E. B., & Sufyandi, Y. (2016). Pengaruh Deformasi Kerak Bumi Pada Kerangka Dasar Kadastral Nasional Di Sulawesi Tengah.

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2023). Dukungan Bmkg Dalam Percepatan Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Rumah Terdampak Bencana Gempa Bumi Cianjur.
- Cakir, Z, dkk. (2017). Advanced Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (A-DInSAR) Techniques: A Review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(8), 3387-3406.
- Cyntia, I.P.P. (2018), “Analisis Penurunan Muka Tanah DKI Internasional dengan Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DINSAR)”, *JiIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, Vol.2, Internasional.2, hal. 88–99.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Internasional: ANDI.
- Darma, B. (2021). Statistika Penelitian Menggunakan SPSS (Uji Validitas, Uji Reliabilitas, Regresi Linier Sederhana, Regresi Linier Berganda, Uji t, Uji F, R²). Guepedia.
- Darmawan. G.B, dkk. (2020). Aplikasi Citra SAR Untuk Pemetaan Deformasi Akibat Gempa Bumi Dengan Metode DInSAR. Dalam *Ilmu-Ilmu Teknik: Kebencanaan 2019* (hal. 159-170). Lampung: UPT Perpustakaan Universitas Lampung.
- Darmawan, I. G. B., Manurung, Z. K., Nurul, M., Prihadita, W. P., & Karyanto, K. (2021). Aplikasi DInSAR Untuk Identifikasi Deformasi Permukaan Gunung Anak Krakatau Pada Peristiwa Longsor Sebelum Tsunami Selat Sunda. *Jurnal Geosaintek*, 7(2), 83-92.
- Elliott, dkk. (2016). The role of space-based observation in understanding and responding to active tectonics and earthquakes. *Nature Communications*, 7(1), 13844.
- Fakhri, I, dkk. (2017). Analisis Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Kota Semarang Menggunakan Citra Sentinel-1 Berdasarkan Metode Dinsar Pada Perangkat Lunak Snap. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2).
- Febriarta, E., & Wibowo, Y. A. (2021). Kerentanan gerakan tanah menggunakan teknik geospasial statistik di Macang Pacar, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 18(1), 9-20.

- Ferretti, A. dkk. (2007). Submillimeter Accuracy of InSAR Time Series: Experimental Validation. In *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 45, no. 5, pp. 1142-1153, May 2007, doi: 10.1109/TGRS.2007.894440.
- Ferretti, dkk. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(1), 8-20.
- Firdaus, A. V. (2023). Deteksi Kerusakan Akibat Gempa Bumi Di Kabupaten Cianjur Menggunakan Citra Sentinel-1. Diploma Tesis. 1-45.
- Ghozali, I. (2016) Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Haniah, H. Dan Prasetyo, Y. (2011). Pengenalan Teknologi Radar Untuk Pemetaan Spasial Di Kawasan Tropis. *Jurnal Teknik*. 32(2), 156-162,
- Herdayanti. (2019). Desain Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data Dalam Penelitian. 1-11.
- Hernaeny, U. (2021). Populasi dan Sampel. Dalam d. Nurrahmah, Pengantar Statistika 1 (hal. 33-35). Kota Bandung: Media Sains Internasional.
- Hutabarat, L. E. (2023). Tinjauan Geologis Gempa Cianjur November 2022. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan – CENTECH*, 4(1), 46-53.
- Husein, S., Karnawati, D., Pramumijoyo, S., & Ratdomopurbo, A. (2007). Kontrol Geologi terhadap Respon Lahan dalam Gempabumi Internasional 27 Mei 2006: upaya pembuatan peta zonasi mikro di daerah Bantul. In *Proceeding Seminar Nasional 2007 Geotechnics for Earthquake Engineering* (pp. 6-1).
- International Working Group on Satellite-based Emergency Mapping (IWG-SEM). (2018). Building Damage Assessment.
- Ismawan. T, dkk. (2013). Peran Sesar Terhadap Karakter Dan Arah Aliran Airtanah Pada Endapan Vulkanik Di Lereng Tenggara G. Gede, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Unpad*. 11(1). 29-43.
- Kusmajaya, dkk. (2019). Kajian Risiko Bencana Gempa bumi di Kabupaten Cianjur. 39-51.
- Kurniawan, R. (2016). Analisis regresi. Prenada Media.

- Latupono, Asyifa Fitriani (2023) Analisis Zona Bahaya Gempabumi Dengan Menggunakan Metode Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) di Kabupaten Cianjur. Other thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Mahendra, G., & Panuntun, H. (2022). Ekstraksi Deformasi Koseismik 2.5-D Menggunakan Data Multiple SAR Sentinel-1 (Studi Kasus Gempa Bumi Iran 14 November 2021). *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 5(2), 102-109.
- Mardiana, U., & Febriwan, M. (2006). Karakteristik endapan Gunung Gede kaitannya dengan ketersediaan airtanah untuk keperluan masyarakat daerah Gekbrong, Kabupaten Cianjur. *Bulletin of Scientific Contribution*, 7, 127-144.
- Martono, D. (2008). Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Dan Uji Validasinya Untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah Dan Penggunaan/Penutupan Lahan. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008*. 47-56.
- Massinai, M.A. (2015). *Geomorfologi Tektonik*. Pustaka Ilmu. Internasional.
- Massonnet, D., & Feigl, K. L. (1998). Radar Interferometry and Its Application to Changes in the Earth's Surface. *Reviews of Geophysics*, 36(4), 441-500.
- Mispaki, S. W., & Rahmawaty, M. A. (2021). Penggunaan InSAR untuk identifikasi daerah terdampak gempa dan likuefaksi di Kota Palu. *Geomedia*, 19(2), 85-94.
- Mokodensho, dkk. (2023). Analisis Geologis Gempa di Cianjur : Karakteristik Seismik, Zona Patahan, dan Peran Geologi dalam Penilaian Risiko Gempa. *Jurnal Geosains West Science*. 1(2). 96-104.
- Muksin. Z, dkk. (2023). Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Cianjur. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*. 6(4). 2486-2490.
- Mustafa, M. A., & Usman, E. (2016). Analisis Perbandingan Geokimia Granit dan Sedimen Dasar Laut di Pulau Singkep Bagian Timur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(3), 131-140.
- Nasution, S. (2017). Variabel Penelitian. *Raudhah*, 5(2), 1-9.
- Ningsih, S., & Dukalang, H. H. (2019). Penerapan metode suksesif interval pada analisis regresi linier berganda. *Jambura Journal of Mathematics*, 1(1), 43-53.
- Nurtyawan, R. Dan Utami, L.S. (2020), "Monitoring Deformasi Gunung Merapi Menggunakan Citra Sentinel-1A Dengan Menggunakan Metode DInSAR (Studi

- Kasus: Gunung Merapi, Jawa Tengah)”, *Rekayasa Hijau : Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, Vol.4, Internasional.1, hal. 14–23.
- Nurwatik, d. (2021). Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-1A untuk Pengamatan Deformasi Pasca Gempa di Kabupaten Pesisir Barat, Lampung. *Geoid*, 15(1), 259-266.
- Noor, D. (2012). *Geologi*. Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik-Universitas Pakuan.
- Panuntun, H., & Prasidya, A. S. (2020). Identifikasi Deformasi Permukaan Gempa Bumi Turki 24 Internasional 2020 Dengan Teknik Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR). 1-10.
- Panuntun H, dkk. (2018) Probing the Poisson’s ratio of poroelastic rebound following the 2011 Mw 9.0 Tohoku earthquake. *Geophysical Journal Internasional*. 215(3), 2206-2221.
- Putri, D. P. D., & Santosa, B. (2021). Analisis Korelasi Variasi Gas Nitrogen Dioksida Terhadap Kenaikan Kasus Positif Terkonformasi Covid–19 Studi Kasus Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 1(1).
- Putri, A., Purwanto, M. S., & Widodo, A. (2017). Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Mikrotremor Jalur Sesar Kendeng. *Jurnal Geosaintek*, 3(2), 107-114.
- Pechnikov, A. (2023). *PyGMTSAR: Sentinel-1 Python InSAR*. 1-54.
- Pramitha, A. F., Andri, A. N. A., & Bahar, S. (2023). Analisis Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan (Land Use) Terhadap Perubahan Land Surface Temperature (Lst) Di Kota Tangerang Selatan Tahun 2011-2021. *Buletin Meterologi, Klimatologi dan Geofisika*, 3(5), 10-21.
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Surabaya: Cipta Media Nusantara.
- Resmi, A. L. C. (2016). Analisis Land Subsidence Menggunakan Teknik Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR). 1-86.
- Retnawati, H. (2017). *Teknik Pengambilan Sampel*. 1-7.
- Rizki, M., Arhami, M., & Huzeni, H. (2021). Perbaikan algoritma naive bayes classifier menggunakan teknik Laplacian Correction. *Jurnal Teknologi*, 21(1), 39-45.

- Roswirman, R., & Elazhari, E. (2021). Pengaruh Implementasi Manajemen Mutu Terpadu dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru pada Era New Normal di SMK Swasta PAB 2 Helvetia. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 1(4), 316-333.
- Sandwell, D. dkk. (2011). GMTSAR: An InSAR Processing System Based on Generic Mapping Tools. Scripps Institution of Oceanography Technical Report. 1-25.
- Santoso, A. H, dkk. (2023). Penapisan Hipertensi melalui Pelayanan Pengukuran Tekanan Darah bagi Warga Desa Kampung Baros Ciherang Pacet Paska Bencana Gempa Cianjur. *NUSANTARA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 36–42.
- Sari, A. R. (2014). Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DINSAR) Untuk Analisa Deformasi di Daerah Rawan Bencana Gempa Bumi (Studi Kasus : Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat). Skripsi, 1-82.
- Sibarani, R. M., Nugroho, A., & Wirahma, S. (2016). Analisis Parameter Radar Dual Polarisasi Pada Kejadian Hujan Tanggal 14 Februari 2016 Di Wilayah DKI Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(1), 37-46.
- Simanjuntak, P. (2020). Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH*, 1(1), 44-53.
- Sugiarto, E. (2016). Analisis Emosional, Kebijakan Pembelian Dan Perhatian Setelah Transaksi Terhadap Pembentukan Disonansi Kognitif Konsumen Pemilik Sepeda Motor Honda Pada Ud. Dika Jaya Motor Lamongan. *JPIM (Jurnal Penelitian Ilmu Manajemen)*, 1(1), 14-15.
- Supendi, P, dkk. (2022). Analisis Gempa bumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5.6 Tanggal 21 November 2021. *BMKG*, 1-4.
- Sutama (2016). Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, PTK, dan R&D. Surakarta: Fairus Media.
- Suspidayanti, L, dan Rokhmana. C. A. (2021) .Identifikasi Fase Pertumbuhan Padi Menggunakan Citra Sar (Synthetic Aperture Radar) Sentinel-1. *Jurnal Geodesi dan Geomatika*. 4(1). 9-15.

- Sukestiyarno, Y. L., & Agoestanto, A. (2017). Batasan prasyarat uji normalitas dan uji homogenitas pada model regresi linear. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(2), 168-177.
- Somantri, L. (2009). *Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Syah, A. F. (2010). Penginderaan jauh dan aplikasinya di wilayah pesisir dan lautan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 3(1), 18-28.
- Syamsuddin, dkk. (2012). Identifikasi Sesar Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner Di Sekitar Das Jene'berang, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. *Jurnal Positron*. 2(2), 33-39.
- Umar, E. P, dkk. (2016). Mekanisme Sumber Gempa bumi (Focal Mechanism) Manokwari. *Jurnal Geomine*. 4(1). 11-18.
- Wahyudin, W., & Purwanto, H. (2021). Prediksi kasus COVID-19 di Indonesia menggunakan metode backpropagation dan regresi linear. *JISAMAR (Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research)*, 5(2), 331-339.
- Wahyuni, A., Fuadi, N., Zelviani, S., Ayu, D., Aminah, A., Azyurah, Z., & Nur, F. (2019). Pengukuran Strike Dan Dip Di Desa Padaelo'kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 6(1), 47-54.
- Wibowo, N. B., & Huda, I. (2020). Analisis Amplifikasi, Indeks Kerentanan Seismik Dan Klasifikasi Tanah Berdasarkan Distribusi Vs30 DI Yogyakarta. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, 1(2), 21-31.
- Widagdo, I. A. (2022). Sesar Mendatar/Patahan Geser Kanan Dan Kiri (Dextral Dan Sinistral Fault).
- Yanti, C. A., & Akhri, I. J. (2021). Perbedaan uji korelasi pearson, spearman dan kendall tau dalam menganalisis kejadian diare. *Jurnal Endurance*, 6(1), 51-58.

- Yanto, R., Rahawarin, M. A., & Waisapy, J. (2023). Pengaruh Kompetensi Terhadap Prestasi Kerja Pegawai Di Dinas Sosial Kota Ambon. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(4), 174-178.
- Yudha, G. R. P. (2018). Perbandingan Pemanfaatan Citra Satelit Hasil Perekaman Sensor Aktif Dan Pasif Untuk Klasifikasi Hutan-Non Hutan (Studi Kasus: Kabupaten Malang) (Doctoral Dissertation, Itn Malang).
- Yusandi, S., & Jaya, I. N. S. (2016). The estimation model of mangrove forest biomass using a medium resolution satellite imagery in the concession area of forest concession company in West Kalimantan. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 6(2), 69-81.
- Yusrina, A. dkk. (2019). Pembentukan Citra Synthetic Aperture Radar (Sar) Menggunakan Metode Backprojection. *e-Proceeding of Engineering*. 6(2). 4268-4274.