UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL……..i
HALAMAN PERNYATAAN..... vi
HALAMAN PERSEMBAHAN..... vii
KATA PENGANTAR..... viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR..... xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
INTISARI xvii
ABSTRACT xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1. Latar Belakang..... 1
I.2. Rumusan Masalah 2
I.3. Tujuan Penelitian..... 3
I.4. Pertanyaan Penelitian 3
I.5. Ruang Lingkup 3
I.6. Manfaat Penelitian..... 4
I.7. Tinjauan Pustaka 4
I.8. Hipotesis 5
BAB II LANDASAN TEORI..... 7
II.1. Deformasi 7
II.2. Sistem Koordinat..... 8
II.3. *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) 9
II.4. *Synthetic Aperture Radar* (SAR) 11
II.5. *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR)..... 13
II.6. *Small Baseline Subset* (SBAS)..... 14
II.7. *Looking into Continents from Space with Synthetic Aperture Radar* (LiCSAR)..... 15
II.8. *Looking Inside the Continents from Space* (LiCSBAS)..... 17
II.8.1. Persiapan *Stack Data Unwrapped* 17
II.8.2. Analisis *Time Series* 18
II.9. *Global Navigation Satellite System* (GNSS)..... 18

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

II.9.1. Penentuan Posisi GNSS Metode Relatif 18
II.9.2. *Single Differences* 19
II.9.3. *Double Differences* 19
II.10. Indonesia *Continuously Operating Reference Stations* (Ina-CORS) 20
II.11. Perataan Jaring 21
II.11.1. Perataan Jaring pada GAMIT/GLOBK 21
II.11.2. Evaluasi Hasil Pengolahan GAMIT/GLOBK 24
II.12. Vektor Kecepatan Deformasi 25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
III.1. Lokasi Penelitian 28
III.2. Peralatan dan Bahan Penelitian 28
III.2.1. Peralatan Penelitian 28
Peralatan penelitian ini sebagai berikut. 28
III.2.2. Bahan Penelitian 29
III.3. Tahapan Penelitian 30
III.3.1. Studi Literatur 32
III.3.2. Persiapan Alat dan Bahan 32
III.3.3. Identifikasi *Frame* ID Interferogram pada COMET 33
III.3.4. Pengolahan LiCSBAS 34
III.3.5. Pengolahan GAMIT/GLOBK 41
III.3.6. Evaluasi Pengolahan GAMIT 46
III.3.7. Pengolahan GLOBK 47
III.3.8. Evaluasi Pengolahan GLOBK 52
III.3.9. Reduksi Blok Sunda 53
III.3.10. Perhitungan Kecepatan Deformasi 53
III.3.11. Visualisasi Hasil 54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 55
IV.1. Kecepatan Deformasi Vertikal Data InSAR 55
IV.1.1 Analisis Nilai LOS *Displacement* 55
IV.1.2. Analisis Nilai Koherensi 56
IV.1.3. Analisis Nilai Kecepatan Deformasi Vertikal dengan Hasil Pengolahan LiCSBAS 58
IV.2. Kecepatan Deformasi Vertikal Data GNSS CORS 63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.2.1. Kontrol Kualitas Data GNSS CORS 63
IV.2.2. Hasil Pengolahan GAMIT 65
IV.2.3. Hasil Pengolahan GLOBK 68
IV.2.4. Analisis Nilai Kecepatan Deformasi Vertikal Hasil Pengolahan GAMIT/GLOBK 71
IV.3. Perbandingan Kecepatan Deformasi Vertikal Data InSAR dan GNSS CORS 75
IV.3.1. Perbandingan Kecepatan Deformasi Vertikal Data InSAR dan GNSS CORS 75
IV.3.2. Grafik *Time Series* Deformasi Vertikal Titik CORS 78
IV.3.3. Visualisasi Kecepatan Deformasi Vertikal Titik CORS dengan data GNSS dan InSAR 81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 84
V.1. Kesimpulan 84
V.2. Saran 84
DAFTAR PUSTAKA 86
LAMPIRAN 94

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Hubungan sistem koordinat geodetik 3-D (ϕ, λ, h) dan sistem koordinat toposentrik (E, N, U) 9
Gambar II.2. Jaring ITRF2014 IGS 10
Gambar II.3. Persebaran titik IGS di dunia 10
Gambar II.4. Geometri sistem SAR 11
Gambar II.5. Geometri sistem satelit InSAR 14
Gambar II.6. Arsitektur sistem LiCSAR 15
Gambar II.7. Alur pemrosesan LiCSAR 16
Gambar II.8. Penentuan posisi GNSS metode relatif. (a) *single difference* antar satelit. (b) *single difference* antar penerima. (c) *double difference* antar satelit dan antar penerima. (d) *triple difference* 20
Gambar II.9. Sebaran Ina-CORS di Indonesia 21
Gambar III.1. Visualisasi sebaran titik CORS hasil pengolahan GMT 28
Gambar III.2. Diagram alir penelitian 31
Gambar III.4. Cuplikan *file.py* untuk mengunduh GeoTIFF dan GACOS 35
Gambar III.5. Cuplikan *file.py* untuk konversi dan *downsampling* data GeoTIFF 35
Gambar III.6. Cuplikan *file*.py untuk koreksi atmosfer (GACOS) 36
Gambar III.7. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk koreksi atmosfer (GACOS) 36
Gambar III.8. Cuplikan *file.py* untuk proses *masking* citra 36
Gambar III.9. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk proses *masking* citra 36
Gambar III.10. Cuplikan *file.py* untuk proses *clipping* citra 37
Gambar III.11. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk proses *clipping* citra 37
Gambar III.12. Cuplikan *file.py* untuk pemeriksaan kualitas 37
Gambar III.13. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk pemeriksaan kualitas 37
Gambar III.14. Cuplikan *file.py* untuk melakukan *loop closure* 37
Gambar III.15. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk *loop closure* 38
Gambar III.16. Cuplikan *file.py* untuk melakukan *small baseline inversion* 38
Gambar III.17. Cuplikan *file.py* untuk menghitung standar deviasi *velocity* 38
Gambar III.18. Cuplikan *file.py* untuk *masking time series* 39
Gambar III.19. Cuplikan pemrosesan *batch* untuk *masking time series* 40
Gambar III.20. Cuplikan *file.py* untuk melakukan *filter* pada *time series* 40
Gambar III.21. Susunan direktori kerja pengolahan GAMIT pada data tahun 2022 41
Gambar III.22. Cuplikan penyuntingan berkas *sestbl.* 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar III.23. Cuplikan penyuntingan berkas *sittbl.* 43
Gambar III.24. Cuplikan penyuntingan berkas *process.default* 44
Gambar III.25. Cuplikan penyuntingan berkas *sites.default* 44
Gambar III.26. Cuplikan penyuntingan berkas *station.info* 45
Gambar III.27. Cuplikan penyuntingan berkas *lfile.* 45
Gambar III.28. Susunan direktori kerja GLOBK 47
Gambar III.29. Cuplikan penyuntingan berkas *globk.cmd* 50
Gambar III.30. Cuplikan penyuntingan berkas *glorg.cmd* 50
Gambar IV.1. Nilai LOS *displacement* 55
Gambar IV.2. Visualisasi nilai koherensi citra 57
Gambar IV.3. Visualisasi nilai kecepatan deformasi vertikal piksel lokasi titik CORS 61
Gambar IV.4. Visualisasi lokasi titik CTEG pada citra InSAR 62
Gambar IV.5. Grafik rerata nilai MP1 dan MP2 titik CORS 63
Gambar IV.6. Grafik rerata nilai IOD *slips* dan IOD *or* MP *slips* titik CORS 64
Gambar IV.7. Grafik nilai *fract* tiap titik CORS 67
Gambar IV.8. Grafik rerata nilai *wrms* tiap titik CORS 69
Gambar IV.9. Grafik rerata simpangan baku pergeseran titik CORS 70
Gambar IV.10. Visualisasi nilai kecepatan deformasi vertikal dengan data GNSS dan InSAR 81
Gambar IV.11. Visualisasi nilai kecepatan deformasi vertikal dengan data GNSS dan InSAR yang dipadukan dengan data *velocity* InSAR 82

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Bagian *header* berkas *.*ER* 52
Tabel IV.1. Nilai deformasi vertikal data InSAR sebelum reduksi 58
Tabel IV.2. Nilai deformasi vertikal data InSAR setelah reduksi 60
Tabel IV.3. Nilai *posfit nrms* dan ambiguitas fase 66
Tabel IV.4. Nilai X^2/f tiap tahun 68
Tabel IV.5. Nilai kecepatan deformasi vertikal data GNSS CORS sebelum reduksi 71
Tabel IV.6. Kecepatan deformasi vertikal titik CORS per tahun 73
Tabel IV.7. Nilai kecepatan deformasi vertikal data GNSS CORS setelah reduksi 74
Tabel IV.8. Perbandingan kecepatan deformasi dengan data GNSS CORS dan InSAR 76
Tabel IV.9. Grafik *time series displacement* deformasi vertikal data GNSS dan InSAR ... 78

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL PANTAI UTARA JAWA TENGAH DENGAN DATA GNSS CORS DAN INSAR
Krishna Duta Wibisono, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Berkas *pos* Hasil Pengolahan GAMIT/GLOBK…….....94

Lampiran 2 Skrip Reduksi Blok Sunda.....94

Lampiran 3 Skrip Perhitungan Kecepatan Deformasi Vertikal Metode *Linear Least Square*.....94

Lampiran 4 Visualisasi *Time Series* Deformasi Vertikal.....94

Lampiran 5 Skrip Visualisasi Kecepatan Deformasi Vertikal dengan GMT.....94