



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS STABILITAS CORS BIG AKIBAT**

**GEMPA BUMI MALANG 10 APRIL 2021**

**TUGAS AKHIR**

**CAESAR PRIMA WARDHANA**

**21110119130110**

**FAKULTAS TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG**

**DESEMBER 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS STABILITAS CORS BIG AKIBAT**

**GEMPA BUMI MALANG 10 APRIL 2021**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**(Starta-1)**

**CAESAR PRIMA WARDHANA**

**21110119130110**

**FAKULTAS TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG**

**DESEMBER 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber  
baik yang dikutip maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Caesar Prima Wardhana**

**NIM : 21110119130110**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 18 Desember 2023**





## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : CAESAR PRIMA WARDHANA  
NIM : 21110119130110  
DEPARTEMEN : TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

### **ANALISIS STABILITAS CORS BIG AKIBAT GEMPA BUMI MALANG 10 APRIL 2021**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

#### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T. (  )  
Pembimbing 2 : Dr. Susilo, S.T., M.T. (  )  
Penguji 1 : Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T. (  )  
Penguji 2 : Bandi Sasmito, S.T., M.T. (  )

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Geodesi  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro


**Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T.**

**NIP. 197703092008121001**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Benar juga, dibandingkan dengan dunia ini, aku hanyalah...

Aku begitu kecil, apa pun yang kulakukan...

Tapi aku tetaplah aku, inilah diriku!

-Uzumaki Naruto

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang selalu mendidik, menuntun, dan mendukung penulis hingga saat ini, dan berharap dapat berguna bagi pendidikan khususnya keilmuan geodesi.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahnya dalam pelaksanaan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr. Susilo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dari BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) yang telah memberikan bimbingan serta arahnya dalam pelaksanaan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
3. Bapak Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.T., selaku dosen wali yang telah memberikan arahan selama masa perkuliahan.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
5. Seluruh Staff Akademik dan Keuangan Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang membantu dalam perihal administrasi kemahasiswaan.
6. Keluarga bapak Marjoko yang telah memberikan dukungan berupa doa, kasih sayang, semangat, motivasi, dan pengorbanan dalam segala hal sehingga penulis mampu menyelesaikan tanggung jawabnya.
7. Komting 2019, Muhammad Haidar yang menjadi tempat keluh kesah dan selalu menemani dikala kerasnya kehidupan.
8. Rekan-rekan dari *Warehouse* Alpa Juli yang telah memberikan hiburan, menemani dikala susah dan senang dari maba hingga semester akhir.
9. Rekan-rekan dari *Hellcrew* yang telah bekerja sama dalam meraih berbagai prestasi dalam berbagai kompetisi.

10. Karan Jagidish, teman-teman Teknik Geodesi Angkatan 2019 yang telah kebersamai selama kehidupan perkuliahan.

11. Seluruh pihak yang telah memberikan doa dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat menjadi sumbangsih yang memiliki kebermanfaatan bagi dunia riset dan teknologi terkhusus kepada disiplin keilmuan geodesi.

Semarang, 18 Desember 2023



Caesar Prima Wardhana

NIM. 21110119130110

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Caesar Prima Wardhana  
NIM : 21110119130110  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonesklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### **ANALISIS STABILITAS CORS BIG AKIBAT GEMPA BUMI MALANG 10 APRIL 2021**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Semarang, 18 Desember 2023

Yang menyatakan



Caesar Prima Wardhana

NIM. 21110119130110



## ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah pertemuan antara tiga lempeng aktif. Hal ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara yang rawan terjadi gempa bumi. Jawa Timur bagian selatan menjadi salah satu daerah di Indonesia yang merupakan zona subduksi antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. Aktifitas seismic tersebut sering memicu terjadinya peristiwa gempa bumi. Salah satu gempa yang terjadi di bagian selatan pulau Jawa ialah gempa pada tanggal 10 April 2021 pukul 14.00 WIB dengan kekuatan Magnitudo 6,1. Gempa Selatan Malang yang terjadi tahun 2021 menyebabkan perubahan-perubahan terhadap objek di permukaan bumi baik dari posisi maupun bentuk yang didefinisikan sebagai deformasi. Hal ini menyebabkan ada kemungkinan berdampak pada posisi CORS BIG yang ada pada daerah Jawa Timur. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh deformasi akibat gempa bumi Malang terhadap kestabilan CORS BIG. Pengolahan dilakukan menggunakan *software* GAMIT/GLOBK dengan data rinex dari 6 stasiun yaitu CSBR, CMAG, CTUL, CMLG, CLUM, dan CNGA untuk mendapatkan nilai *velocity* dan deformasi dari setiap stasiun. Penelitian ini menggunakan 14 stasiun IGS sebagai titik ikat yaitu ALIC, COCO, CUSV, DARW, DGAR, GUAM, HYDE, IISC, LHAZ, NTUS, PIMO, XMIS, YARR, dan BAKO. Uji statistik dilakukan untuk melihat signifikansi pergerakan terhadap CORS BIG. Hasil dari uji statistik menunjukkan seluruh stasiun dianggap stabil karena pergeseran dianggap tidak signifikan. Stasiun CMLG memiliki nilai pergeseran horizontal terbesar dengan nilai 0.00283 m. Nilai *velocity* dari keseluruhan stasiun sebesar  $\pm 0.025$  m/tahun dengan arah vector ke arah Tenggara.

**Kata Kunci:** Deformasi, *Velocity*, CORS, GAMIT/GLOBK, Gempa Bumi

## ABSTRACT

Indonesia is a meeting area between three active plates. This causes Indonesia to become one of the countries prone to earthquakes. The southern part of East Java is one of the areas in Indonesia which is a subduction zone between the Indo-Australian plate and the Eurasian plate. This seismic activity often triggers earthquakes. One of the earthquakes that occurred in the southern part of the island of Java was the earthquake on April 10 2021 at 14.00 WIB with a magnitude of 6.1 . The Malang South Earthquake that occurred in 2021 caused changes to objects on the earth's surface, both in position and shape, which are defined as deformation. This has the possibility of having an impact on the position of CORS BIG in the East Java area. This research discusses the influence of deformation due to the Malang earthquake on the stability of CORS BIG. Processing was carried out using GAMIT/GLOBK software with rinex data from 6 stations, namely CSBR, CMAG, CTUL, CMLG, CLUM, and CNGA to obtain velocity and deformation values for each station. This research uses 14 IGS station as tie points, namely ALIC, COCO, CUSV, DARW DGAR, GUAM, HYDE, IISC, LHAZ, NTUS, PIMO, XMIS, YARR, and BAKO. Statistical tests were carried out to see the significance of the movement towards CORS BIG. The results of statistical tests show that all stations are considered stable because shifts are considered insignificant. CMLG station has the largest horizontal shift value with a value of 0.00283 m. The velocity value of the entire station is  $\pm 0.025$  m/year with the vector direction to the Southeast.

**Keywords:** Deformation, Velocity, CORS, GAMIT/GLOBK, Earthquake

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1    LATAR BELAKANG.....	1
I.2    Rumusan Masalah .....	2
I.3    Tujuan Penelitian.....	2
I.4    Batasan Masalah.....	3
I.5    Ruang Lingkup Penelitian .....	3
I.6    Metodologi Penelitian .....	5
I.7    Sistematika Penulisan Laporan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1    Penelitian Terdahulu.....	7
II.2    Gempa Bumi.....	10
II.2.1    Gempa Bumi Malang 2021 .....	12
II.2.2    Gempa Bumi Jawa Timur .....	13
II.3    Deformasi .....	13
II.4    CORS.....	14
II.5    IGS.....	15
II.6    Global Navigation Satellite System (GNSS).....	16
II.7    GAMIT/GLOBK .....	17
II.8    Velocity .....	18
II.9    Uji Statistik.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
III.1    Lokasi Penelitian.....	20

III.2	Alat dan Data .....	21
III.2.1	Alat Penelitian .....	21
III.2.2	Data Penelitian .....	21
III.3	Diagram Alir Penelitian .....	25
III.4	Persiapan .....	27
III.4.1	Studi Literatur .....	27
III.4.2	Pengumpulan data .....	27
III.5	Pengolahan Data .....	30
III.5.1	Pengecekan Kualitas Data Menggunakan TEQC .....	30
III.5.2	Pengolahan GAMIT .....	31
III.5.3	Pengolahan GLOBK .....	37
III.5.4	Pengolahan Tsview .....	43
III.5.5	Perhitungan <i>Velocity</i> .....	47
III.5.6	Perhitungan Deformasi .....	49
III.5.7	Uji Statistik .....	51
III.5.8	Plotting Vektor .....	51
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS .....	52
IV.1	Hasil Pengecekan Data Menggunakan TEQC .....	52
IV.2	Hasil pengolahan GAMIT .....	55
IV.3	Hasil Pengolahan GLOBK .....	60
IV.4	Hasil Pengolahan Tsview .....	64
IV.5	Hasil Perhitungan <i>Velocity</i> .....	66
IV.6	Hasil Perhitungan Deformasi .....	67
IV.7	Uji Statistik .....	68
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
V.1	Kesimpulan .....	71
V.2	Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA	.....	xiv
LAMPIRAN	.....	xvii

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II-1</b> Fase <i>Interseismik</i> (PusGen, 2017).....	11
<b>Gambar II-2</b> Fase <i>Coseismic</i> (PusGen, 2017).....	11
<b>Gambar II-3</b> Fase <i>Postseismic</i> (PusGen, 2017).....	12
<b>Gambar II-4</b> Titik Sumber Gempa Malang 10 April 2021 (USGS, 2021).....	12
<b>Gambar II-5</b> Titik Gempa Bumi Jawa Timur 02 Juni 1994 (Supendi dkk., 2022) .....	13
<b>Gambar II-6</b> Peta Persebaran Stasiun CORS BIG (BIG, 2023).....	15
<b>Gambar II-7</b> Peta Persebaran Stasiun IGS (IGS, 2023).....	16
<b>Gambar III-1</b> Peta Administrasi Jawa Timur (JATIM, 2008).....	20
<b>Gambar III-2</b> Titik Sumber Gempa (USGS, 2021).....	20
<b>Gambar III-3</b> Titik Persebaran Stasiun CORS BIG dan Titik Pusat Gempa.....	22
<b>Gambar III-4</b> Titik Persebaran IGS yang Digunakan.....	24
<b>Gambar III-5</b> Diagram Alir Penelitian.....	26
<b>Gambar III-6</b> Contoh Perintah Pada Terminal.....	27
<b>Gambar III-7</b> Contoh Perintah Download Data Rinex IGS.....	28
<b>Gambar III-8</b> Contoh Perintah Download Data BRDC.....	29
<b>Gambar III-9</b> Contoh Perintah Download Data SP3.....	29
<b>Gambar III-10</b> Contoh Perintah Download Data Ionex.....	30
<b>Gambar III-11</b> Struktur Direktori Kerja GAMIT (Sinaga dkk., 2020).....	32
<b>Gambar III-12</b> Contoh Perintah <i>Setting File Control</i> .....	33
<b>Gambar III-13</b> Contoh File Sestbl Tahun 2018.....	34
<b>Gambar III-14</b> Contoh File Sites.default.....	34
<b>Gambar III-15</b> Contoh Perintah Update dan Rename Station Info.....	35
<b>Gambar III-16</b> Contoh File Station.Info.....	36
<b>Gambar III-17</b> Contoh Perintah Running GAMIT.....	37
<b>Gambar III-18</b> File Hasil Pengolahan GAMIT.....	37
<b>Gambar III-19</b> Struktur Direktori Kerja GLOBK (Prasidya, 2015).....	38
<b>Gambar III-20</b> List File tahun 2018.....	39
<b>Gambar III-21</b> Contoh Running Perintah GLRED <i>Short Term</i> .....	40
<b>Gambar III-22</b> Plotting <i>Time Series</i> Stasiun CLUM.....	41
<b>Gambar III-23</b> Struktur Direktori Kerja GLOBK.....	41

<b>Gambar III-24</b> List File Keseluruhan Tahun Pengamatan.....	42
<b>Gambar III-25</b> Contoh Running Perintah GLRED <i>Long Term</i> .....	43
<b>Gambar III-26</b> Pos File CORS yang Digunakan.....	44
<b>Gambar III-27</b> File Koordinat Keseluruhan Stasiun.....	45
<b>Gambar III-28</b> <i>Earthquake File</i> Gempa Bumi Malang .....	46
<b>Gambar III-29</b> File .pos dan <i>earthquake file</i> .....	46
<b>Gambar III-30</b> Plotting Time Series pada Tsview .....	47
<b>Gambar III-31</b> Menghilangkan Data Outliers pada Time Series .....	47
<b>Gambar III-32</b> File Hasil Pengolahan <i>Velocity</i> pada GLOBK.....	48
<b>Gambar III-33</b> Contoh File globk_vel.org .....	49
<b>Gambar III-34</b> Contoh File <i>Final Result</i> Stasiun CTUL .....	50
<b>Gambar IV-1</b> Hasil Pengecekan Kualitas Data Pada CORS CLUM .....	52
<b>Gambar IV-2</b> File sh_gamit_006.summary .....	56
<b>Gambar IV-3</b> H-Files DOY 006 Tahun 2018.....	56
<b>Gambar IV-4</b> Q-Files DOY 006 Tahun 2018.....	57
<b>Gambar IV-5</b> <i>Log-Files</i> tahun 2018 .....	60
<b>Gambar IV-6</b> Org-Files tahun 2018 .....	61
<b>Gambar IV-7</b> Plotting Time Series stasiun CMAG Tahun 2018-2021 .....	64
<b>Gambar IV-8</b> Arah Vektor Velocity CORS BIG Tahun 2018-2021 .....	66
<b>Gambar IV-9</b> Arah Vektor Deformasi CORS BIG Akibat Gempa Bumi Malang .....	67

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II-1</b> Kajian Penelitian Terdahulu .....	7
<b>Tabel III-1</b> Contoh Perhitungan Uji T pada Nilai Velocity Horizontal .....	51
<b>Tabel IV-1</b> Hasil <i>Moving Average</i> Tahun 2018 .....	53
<b>Tabel IV-2</b> Hasil <i>Moving Average</i> Tahun 2019 .....	53
<b>Tabel IV-3</b> Hasil <i>Moving Average</i> Tahun 2020 .....	54
<b>Tabel IV-4</b> Hasil <i>Moving Average</i> Tahun 2021 .....	54
<b>Tabel IV-5</b> Postfit nrms dan Phase Ambiguities Tahun 2018 .....	57
<b>Tabel IV-6</b> Postfit nrms dan Phase Ambiguities Tahun 2019 .....	58
<b>Tabel IV-7</b> Postfit nrms dan Phase Ambiguities Tahun 2020 .....	59
<b>Tabel IV-8</b> Postfit nrms dan Phase Ambiguities Tahun 2021 .....	59
<b>Tabel IV-9</b> Koordinat Kartesian Januari Tahun 2018 .....	61
<b>Tabel IV-10</b> Koordinat Kartesian Januari Tahun 2019 .....	62
<b>Tabel IV-11</b> Koordinat Kartesian Januari Tahun 2020 .....	62
<b>Tabel IV-12</b> Koordinat Kartesian Januari Tahun 2021 .....	62
<b>Tabel IV-13</b> Koordinat Toposentrik Januari Tahun 2018 .....	63
<b>Tabel IV-14</b> Koordinat Toposentrik Januari Tahun 2019 .....	63
<b>Tabel IV-15</b> Koordinat Toposentrik Januari Tahun 2020 .....	63
<b>Tabel IV-16</b> Koordinat Toposentrik Januari Tahun 2021 .....	64
<b>Tabel IV-17</b> Data Outliers Day of Year CORS BIG .....	65
<b>Tabel IV-18</b> Nilai Velocity CORS BIG tahun 2018-2021 .....	66
<b>Tabel IV-19</b> Nilai Deformasi CORS BIG Akibat Gempa Bumi Malang .....	67
<b>Tabel IV-20</b> Uji Statistik Nilai <i>Velocity</i> Horizontal CORS BIG .....	68
<b>Tabel IV-21</b> Uji Statistik Nilai <i>Velocity</i> Vertikal CORS BIG .....	68
<b>Tabel IV-22</b> Uji Statistik Nilai Deformasi Horizontal CORS BIG .....	69
<b>Tabel IV-23</b> Uji Statistik Nilai Deformasi Vertikal CORS BIG .....	69