



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS DEFORMASI SESAR MATANO MENGGUNAKAN  
DATA UKURAN GNSS TAHUN 2018 -2021**

**TUGAS AKHIR**

**CHRISTOVEL MANGARATUA HUTAGALUNG  
21110117140024**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
JULI 2022**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS DEFORMASI SESAR MATANO MENGGUNAKAN  
DATA UKURAN GNSS TAHUN 2018 -2021**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata-1)**

**CHRISTOVEL MANGARATUA HUTAGALUNG  
21110117140024**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
JULI 2022**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

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

**Telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Christovel Mangaratua Hutagalung**

**NIM : 21110117140024**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : Juli , 2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Christovel Mangaratua Hutagalung

NIM : 21110117140024

Departemen : Teknik Geodesi

Judul Skripsi :

ANALISIS DEFORMASI SESAR MATANO MENGGUNAKAN DATA UKURAN  
GNSS TAHUN 2018 -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 : Arief Laila Nugraha, ST., M.Eng ( )

Pembimbing 2 : Fauzi Janu Amarrohman, ST., M.Eng ( )

Penguji 1 : Nurhadi Bashit, ST., M.Eng ( )

Penguji 2 : Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng ( )

Semarang, Juli 2022

Departemen Teknik Geodesi

Ketua

Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.

NIP: 197904232006041001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

1 Korintus 10 : 13

“Pencobaan-pencobaan yang kamu alami adalah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu. Pada waktu kamu dicobai ia akan memberrikan kepadamu jalan ke luar, sehingga kamu dapat menanggungnya”

Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang yang telah mendedikasikan hidupnya untuk Mencintai, Merawat, Mendidik, Menuntun dan Mensponsori (5M) penulis hingga saat ini.

Mauliate tu Debata Jesus Kristus

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur 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, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr Yudo Prasetyo, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Arief Laila Nugraha, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Nurhadi Bashit, ST., M.Eng selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan saya selama perkuliahan.
5. Bapak L M Sabri, Dr., ST., MT yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan tambahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh bapak/ibu dosen Departemen Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu, arahan dan bimbingan selama penulis duduk di bangku perkuliahan.
7. Seluruh karyawan tata usaha Departemen Teknik Geodesi yang telah membantu penulis dalam pengurusan administrasi selama masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak kampus Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin untuk permohonan data penelitian ini.
9. Pihak Pusat Jaring Kontrol Geodesi Badan Informasi Geospasial yang telah memberikan izin untuk menggunakan data pengukuran GNSS Sesar Matano tahun 2018, 2019, 2020 dan 2021 pada penelitian ini.
10. Kepada Keluarga bapak Robert Hutagalung Ambon, yang telah mendukung penulis seumur hidup dan sebagai motivasi utama penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir hingga saat ini.
11. Kepada *SEHEBET CUBLUK* (Cuman Bicara Lalu Kecewa) yan, togos, ragil, bae, Samuel, dika, prengky, ciman, yayas, dan beniko yang telah berlayar bersama penulis di perantauan dari maba hingga saat ini. SEE U ON TOP GUYS!!!

12. Kepada Keluarga *Parjo collective* (yang tidak bisa disebutkan satu-satu), yang telah berkelana menemani masa masa main/hura hura penulis selama di semarang.
13. Kepada Seluruh Wanita ciptaan Tuhan yang pernah hadir, singgah, dan menetap walau tidak untuk selamanya. Penulis mengucapkan Terima Kasih untuk pengalamannya.
14. Kepada Tim Sipodang<sup>15</sup> Geosurvey yang telah membantun proses pengerjaan dan pembelajaran pada Tugas Akhir ini.
15. Kepada Komting Geodesi 2017 Ananda Raka, yang sudah menjadi komting yang bajingan tapi baik lah dikit buat penulis dari maba hingga saatini.
16. Kepada seluruh Keluarga Geodesi 2017 “SIAP” GOOD LUCK kalian Hebat Luar Biasa.
17. Kepada Seluruh adek adek gua Bawahannya Adi wicaksono /Gendel makasih yad ek dah pada mau kenal gua.
18. Kepada Bapak Ngasijan dan Keluarga, Selaku Bapak Kos Sipodang No 15. Lope U Bapak.
19. Kepada Seluru jajaran staff Burjo Saung Sara, saya ucapkan makasih untuk ayam balapnya dan ayam bali chrispynya.
20. Ucapan terima kasih terakhir ini sengaja penulis Spesialkan Untuk Sahabat penulis Alm. Adi Yulianto, yang telah menemani masa masa sulit penulis pada masanya. Dan sekali lagi penulis ucapkan terima kasih untuk semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini. Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis alami.

Semarang, Juli 2022

Christovel Mangaratua Hutagalung

NIM: 21110117140024

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christovel Mangaratua Hutagalung  
NIM : 21110117140024  
Departemen : Teknik Geodesi  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

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

### **ANALISIS DEFORMASI SESAR MATANO MENGGUNAKAN DATA UKURAN GNSS TAHUN 2018 -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 : Juli 2022

Yang Menyatakan,

(Christovel Mangaratua Hutagalung)  
NIM:21110117140024



## ABSTRAK

Indonesia berada antara tiga lempeng kerak utama yang aktif, yaitu lempeng Eurasia, lempeng India-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng mikro Filipina. Wilayah Sulawesi merupakan bagian dari Indonesia bagian timur yang memiliki lempeng tektonik yang kompleks dimana Sesar Matano merupakan salah satu sesar aktif di kawasan tersebut. Aktivitas pergerakan lempeng tersebut perlu di pantau setiap tahunnya untuk keperluan mitigasi bencana gempa maupun tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas pergerakan lempeng yang terjadi pada periode 2018-2021 melalui 20 TPG (Titik Pantau Geodinamika) yang berlokasi di kawasan jalur sesar Matano. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengamatan GNSS di kawasan jalur sesar Matano secara episodik pada Februari 2018, Februari 2019, Februari 2020 dan September 2021 yang diperoleh dari PJKGG (Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika) Badan Informasi Geospasial (BIG) serta data pengamatan dari International GNSS Service (IGS) sebagai titik referensi. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* GAMIT/GLOBK. Nilai *Velocity rate* horizontal terbesar terjadi pada titik 4114 dengan nilai pergeseran 0,0802 m/tahun dan nilai rata rata 0,0066 m/tahun. Nilai *Velocity rate* vertikal terbesar terjadi pada titik 4114 dengan nilai pergeseran 0,0504 m/tahun dan nilai rata rata 0,0127 m/tahun. Arah gerak stasiun GNSS Matano Periode 2018-2021 menunjukkan bagian utara sesar mengalami vektor pergeseran horizontal yang dominan ke arah utara sedangkan bagian selatan sesar mengalami vektor pergeseran horizontal dominan ke arah timur. Pola pergeseran vertikal bagian utara dan selatan sesar mengalami sesar naik (*reverse fault/thrust fault*).

Kata Kunci: Deformasi, Sesar Matano, GAMIT, GNSS, *Velocity*

## ***ABSTRACT***

Indonesia is located between three active main crustal plates, namely the Eurasian plate, the India-Australia plate, the Pacific plate, and the Philippine microplate. The Sulawesi region is part of eastern Indonesia which has complex tectonic plates where the Matano Fault is one of the active faults in the region. The activity of these plate movements needs to be monitored every year for earthquake and tsunami disaster mitigation purposes. This research aims to determine the plate movement activity that occurred in the period of 2018-2021 through 20 TPG (Titik Pantau Geodinamika) which are located in the track area of Matano Fault. The data used in this research is GNSS observation data in the track area of Matano Fault on February 2018, February 2019, February 2020 and September 2021 obtained from PJKGG (Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika) of the Geospatial Information Agency (BIG) and observation data from the International GNSS Service (IGS) as a reference point. The processing of data is done using GAMIT/GLOBK. The largest horizontal Velocity rate value occurs at point 4114 with a shift value 0.0802 m/year and the average value is 0.0066 m/year. The largest vertical Velocity rate value occurs at point 4114 with a shift value 0.0504 m/year and the average value is 0.0127 m/year. The direction of motion Matano GNSS station for the 2018-2021 period shows that the northern part of the fault experiences a dominant horizontal shift vector to the north, while the southern part of the fault experiences a dominant horizontal shift vector to the east. The vertical shift pattern in the north and south of the fault experiences a reverse fault/thrust fault.

Keywords: Deformation, Matano Fault, GAMIT, GNSS, Velocity

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	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 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
I.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
I.5 Metodologi Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1 Penelitian Terdahulu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2 Deformasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3 Sesar Matano.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.4 Gempa Bumi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5 <i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.1 Segmen GPS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.2 Penentuan Posisi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.3 Kesalahan dan Bias.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.4 Pemantauan Kerak Bumi dengan GPS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6 Translate Editing and Quality Checking (TEQC). .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.7 Sistem Koordinat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.7.1 Sistem Koordinat Geodetik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.7.2 Sistem Koordinat Geosentrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.7.3 Sistem Koordinat Toposentrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.8 <i>GPS Analysis Package Developed at MIT (GAMIT/GLOBK)</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.9 <i>Velocity</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

II.10	Uji Statistik t ( <i>Student</i> ) <i>Distribution</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.1	Lokasi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2	Alat dan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2.1	Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2.2	Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.3	Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4	Tahap Pengolahan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4.1	Data GNSS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4.2	Pengecekan Kualitas Data dengan TEQC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4.3	Pengolahan GAMIT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4.4	Pengolahan GLOBK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.5	Perhitungan <i>Velocity</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.6	Analisis Arah gerak.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1	Hasil Cek Kualitas Data dengan TEQC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2	Hasil Pengolahan GAMIT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3	Hasil Pengolahan GLOBK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4	Hasil dan Analisis <i>Velocity</i> rate TPG sesar Matano 2018-2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.1	Hasil dan Analisis pergeseran 2018 – 2019...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.2	Hasil dan Analisis pergeseran 2019 – 2020...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.3	Hasil dan Analisis pergeseran 2020 – 2021...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.4	Hasil dan Analisis <i>Velocity</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5	Analisis Arah Gerak Stasiun GNSS Matano periode 2018-2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.1	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSAKA	.....	5
LAMPIRAN	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Pergerakan sesar (1) turun, (2) naik, (3) mendatar dan (4) sesar <i>oblique</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II-2 Siklus gempa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II-3 Segmen GPS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II-4 Posisi titik dalam sistem koordinat geosentrik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II-5 Posisi titik dalam sistem koordinat toposentrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II-6. Variasi Kecepatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-1 Lokasi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-2 Lokasi IGS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-3 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-4 Contoh Tampilan TEQC pada <i>Command Prompt</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-5 Contoh Hasil TEQC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-6 Direktori Kerja Sesuai Tahun Pengamatan ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-7 Contoh Direktori Kerja <i>Automatic Batch Processing</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-8 Pengeditan <i>L-file</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-9 Pengeditan <i>Sittbl</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-10 <i>Pengeditan Sestbl</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-11 Pengeditan <i>Sites default</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-12 Pengeditan <i>Process defaults</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-13 Pengeditan <i>Station.info</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-14 Contoh <i>File</i> Perhitungan <i>Velocity</i> dengan Matlab .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar III-15 Contoh Hasil nilai <i>Velocity</i> pada Matlab.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar IV-1 Grafik Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC Februari 2018 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar IV-2 Grafik Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC Februari 2019 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar IV-3 Grafik Nilai *Multipath* Hasil TEQC Februari 2020 ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-4 Grafik Nilai *Multipath* Hasil TEQC September 2021.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-5 Contoh *File sh gamit summary* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-6 Contoh Matriks Varian *H-files*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-7 Contoh Matriks Kovarian *H-files*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-8 Contoh *Q-files* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-10 Contoh *File \*.org* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-11 Plot *Velocity* Komponen *Horizontal* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV-12 Plot *Velocity* Komponen *Vertikal*..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 <i>Critical Review</i> Jurnal 1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-2 <i>Critical Review</i> Jurnal 2 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-3 <i>Critical Review</i> Jurnal 3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-4 <i>Critical Review</i> Jurnal 4 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-5 <i>Critical Review</i> Jurnal 5 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-6 <i>Critical Review</i> Jurnal 6 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-7 Peranan Geodesi Satelit dalam Studi Dinamika Bumi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III-1 Simbol dan Keterangan hasil pengecekan TEQC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-1 Nilai <i>IOD Slips</i> dan <i>IOD or MP slips</i> 2018 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-2 Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC Februari 2018 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-3 Nilai <i>IOD Slips</i> dan <i>IOD or MP slips</i> 2019 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-4 Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC Februari 2019 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-5 Nilai <i>IOD Slips</i> dan <i>IOD or MP slips</i> 2020 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-6 Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC Februari 2020 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-7 Nilai <i>IOD Slips</i> dan <i>IOD or MP slips</i> 2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-8 Nilai <i>Multipath</i> Hasil TEQC September 2021 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-9 nilai <i>postfits nrms</i> dan <i>phase ambiguity</i> Februari 2018 ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-10 nilai <i>postfits nrms</i> dan <i>phase ambiguity</i> Februari 2019 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-11 nilai <i>postfits nrms</i> dan <i>phase ambiguity</i> Februari 2020 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-12 nilai <i>postfits nrms</i> dan <i>phase ambiguity</i> September 2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-13 Koordinat Kartesian Hasil GLOBK Februari 2018 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-14 Koordinat Kartesian Hasil GLOBK Februari 2019 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV-15 Koordinat Kartesian Hasil GLOBK Februari 2020 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Tabel IV-16 Koordinat Kartesian Hasil GLOBK September 2021 .... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-17 Koordinat Toposentrik Hasil GLOBK Februari 2018 ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-18 Koordinat Toposentrik Hasil GLOBK Februari 2019 ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-19 Koordinat Toposentrik Hasil GLOBK Februari 2020 ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-20 Koordinat Toposentrik Hasil GLOBK September 2021 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-21 Nilai Pergeseran 2018 -2019..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-22 Hasil Uji Statistik Pergeseran Horizontal Februari 2018- Februari 2019 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-23 Hasil Uji Statistik Pergeseran Vertikal Februari 2018- Februari 2019.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-24 Nilai Pergeseran 2019 -2020..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-25 Hasil Uji Statistik Pergeseran Horizontal Februari 2019- Februari 2020 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-26 Hasil Uji Statistik Pergeseran Vertikal Februari 2019- Februari 2020.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-27 Nilai Pergeseran 2020 -2021..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-28 Hasil Uji Statistik Pergeseran Horizontal Februari 2020- September 2021  
..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-29 Hasil Uji Statistik Pergeseran Vertikal Februari 2020- September 2021 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-30 Hasil Perhitungan *Velocity*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-31 Uji Statistik Hasil *Velocity* Horizontal..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV-32 Uji Statistik Hasil *Velocity* Vertikal..... **Error! Bookmark not defined.**



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara kepulauan, yang diseberangi garis khatulistiwa. Secara struktural, Indonesia berada antara tiga lempeng kerak utama yang aktif, yaitu lempeng Eurasia, lempeng India-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng mikro Filipina. Pergerakan lempeng tektonik yang konvergen akan membentuk zona subduksi, dan sisa energi dari proses subduksi akan menimbulkan patahan di daratan dan lautan. Pergerakan lempeng seperti ini membuat Indonesia rawan gempa dan tsunami (BMKG, 2022)

Data yang diungkap Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2022) menunjukkan aktivitas gempa di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2022) mencatat hanya sekitar 5.000 hingga 6.000 gempa sebelum 2017. Namun, jumlah tersebut mengalami peningkatan pada tahun 2017, dengan intensitas aktivitas gempa mencapai 6.000-7.000 ribu kali. Pada 2018-2019, aktivitas gempa meningkat pesat lagi menjadi 11.000-11.500 gempa, dengan sedikit penurunan pada tahun 2020 (BMKG, 2020). Hampir seluruh wilayah Sulawesi termasuk dalam kategori rawan gempa bumi dan tsunami, hal ini disebabkan karena wilayah Sulawesi terdapat sesar yang memiliki dimensi cukup besar (Saputra, 2016).

Wilayah Sulawesi merupakan bagian dari Indonesia bagian timur dan memiliki lingkungan tektonik yang kompleks. Menurut sumber sumber gempa yang terbentuk oleh tektonik sebelumnya, sumber gempa lepas pantai berasal dari subduksi Sulawesi Utara di bagian utara Sulawesi, dan sumber gempa di darat berasal dari zona subduksi Sulawesi Utara. Sulawesi Utara terdapat beberapa sesar aktif yang berasal dari Sulawesi Tengah, salah satunya adalah sesar Matano. Sesar tersebut merupakan sesar Palu Koro yang memanjang dari barat laut ke tenggara, memotong Danau Matano (Khairi, 2020). Penguncian terbesar ada di sesar Matano, yang menunjukkan bahwa sesar tersebut aktif dan dapat menyebabkan gempa bumi besar. Mengetahui dan mendeteksi adanya getaran akibat gempa bumi

menggunakan alat *seismograf*, lalu kekuatan dan arah gempa tersebut dituangkan dalam bentuk seismogram (Mulia, 2015).

Peran geodesi terhadap pemutakhiran seismogram adalah estimasi geodetik kecepatan dan regangan struktur, *slip rate* dari pengamatan GPS/GNSS, dan identifikasi segmentasi subduksi. *slip rate* dan segmentasi merupakan parameter input dalam Analisis Bahaya Seismik. Beberapa teknik geodesi terbaru yang dapat digunakan untuk menghitung deformasi permukaan antara lain leveling, sistem penentuan posisi global/sistem satelit navigasi global.

Penelitian ini melakukan pemodelan deformasi pengamatan GPS/GNSS pada stasiun pengamatan Titik Pantau Geodinamika (TPG) milik Badan Informasi Geospasial (BIG) yang tersebar di kawasan sesar Matano dengan rentang pengamatan tahun 2018-2021. Data pengamatan diproses menggunakan *software* GAMIT/GLOBK versi 10.71 dengan mengikat data pengamatan TPG terhadap IGS untuk mendapatkan nilai posisi dari TPG setiap tahunnya. Berdasarkan nilai posisi tersebut dapat diketahui nilai kecepatan pergeseran/tahun yang akan digunakan untuk menganalisis arah pergeseran Sesar Matano dalam kurun waktu 2018 – 2019. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut pada Sesar Matano.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai *velocity rate* stasiun GNSS Matano pada tahun 2018-2021?
2. Bagaimana arah gerak stasiun GNSS Matano akibat pergeseran yang terjadi sepanjang periode 2018-2021?

## **I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dan tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai *velocity rate* stasiun GNSS Matano sepanjang tahun 2018-2021.
2. Mengetahui arah gerak stasiun GNSS Matano akibat pergeseran yang terjadi periode 2018-2021.

#### **I.4 Ruang Lingkup Penelitian**

1. Wilayah Penelitian berada sekitar wilayah Sesar Matano, Sulawesi. Luas batas penelitian berada pada  $120,417^{\circ}$  bujur timur sampai  $121,706^{\circ}$  bujur timur dan  $-3,073^{\circ}$  lintang selatan sampai  $-1,586^{\circ}$  lintang selatan.
2. Penelitian ini mengenai model deformasi Matano menggunakan data Titik Pantau Geodinamika (TPG) sepanjang tahun 2018-2021.
3. Penelitian ini menggunakan data hasil pengamatan Titik Pantau Geodinamika (TPG) selama 36 jam yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan kode titik 4107.21N, 4108.21N, 4109.21N, 4110.21N, 4111.21N, 4112.21N, 4113.21N, 4114.21N, 4115.21N, 4116.21N, 4117.21N, 4118.21N, 4119.21N, 4120.21N, 4121.21N, 4122.21N, 4123.21N, 4124.21N dan 4125.21N.
4. Pengolahan data stasiun GNSS menggunakan *software* GAMIT/GLOBK versi 10.71 dengan mengikat ke kerangka ITRF 2014.
5. Perhitungan *velocity rate* menggunakan *software* MATLAB, sedangkan *plotting* arah *velocity rate* menggunakan *software* *Generic Mapping Tools* (GMT) versi 5.4.5.

#### **I.5 Metodologi Penelitian**

Adapun metodologi penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi literatur untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Persiapan *hardware* dan *software* untuk kebutuhan penelitian.
3. Pengumpulan semua data yang diperlukan untuk penelitian.
4. Pengolahan data menggunakan *software* GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat geosentrik dari stasiun pengamatan.
5. Menghitung kecepatan dan besar pergeseran pada setiap stasiun pengamatan GNSS dengan metode *Least Square* menggunakan *software* Matlab.
6. Melakukan *plotting* model deformasi stasiun-stasiun pengamatan GNSS.
7. Pembuatan laporan akhir sebagai bentuk penyajian hasil penelitian.

#### **I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Berikut ini merupakan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir yang digunakan guna memberikan gambaran yang jelas di setiap BAB.

## **BAB I Pendahuluan**

BAB ini menjelaskan terkait dengan latar belakang penelitian, rumusan masalah yang akan dipecahkan, maksud dan tujuan dari penelitian, ruang lingkup dari penelitian serta metodologi yang digunakan dalam penelitian.

## **BAB II Tinjauan Pustaka**

BAB ini menjelaskan terkait dengan tinjauan pustaka yang digunakan untuk mendukung penelitian. Isi BAB ini disesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu tentang analisis *Velocity*.

## **BAB III Metodologi Penelitian**

BAB ini menjelaskan terkait dengan langkah-langkah pelaksanaan penelitian. Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian juga dijelaskan dalam BAB ini.

## **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

BAB ini menjelaskan terkait dengan hasil-hasil penelitian yang sudah dilakukan. Setelah itu dilakukan pembahasan terhadap hasil dari penelitian tersebut.

## **BAB V Kesimpulan dan Saran**

BAB ini menjelaskan terkait dengan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya yang mengusung topik dan tema yang sama dengan penelitian ini.

## DAFTAR PUSAKA

- Abidin, H.Z. 2001: Geodesi Satelit. PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z. (2008). *Peranan Geodesi Satelit Dalam memahami Dinamika Bumi di Wilayah Indonesia*. Bandung: Balai Pertemuan Ilmiah ITB.
- Anggara, O. (2019). Studi Slip Gempa Selat Sunda 2 Agustus 2019 Dengan Magnitude 6.9 Berdasarkan Data GNSS. *Teknik Geomatika ITERA*, 3.
- Asa Fadinda, R. P. (2021). *Pengolahan Data Seismik Dasar*. Retrieved from VELOCITY: <https://www.scribd.com/document/440997108/VELOCITY>
- BMKG. (2020). Retrieved from <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=bmkg-soft-launching-uji-coba-sistem-peringatan-dini-gempa&tag=pressrelease&lang=ID>
- BMKG. (2022). *Tentang Gempa Bumi*. Retrieved from [http://inatews2.bmkg.go.id/new/tentang\\_eq.php](http://inatews2.bmkg.go.id/new/tentang_eq.php)
- BPBD Banda Aceh. (2018). *BPBD Kota Banda Aceh*. Retrieved from Pengertian Gempa Bumi, Jenis-Jenis, Penyebab, Akibat, dan Cara Menghadapi Gempa Bumi: <http://bpbd.bandaacehkota.go.id/2018/08/05/pengertian-gempa-bumi-jenis-jenis-penyebab-akibat-dan-cara-menghadapi-gempa-bumi/>
- D, P. (2012). Partisipasi Indonesia dalam Pembahasan Sistem Satelit Navigasi Global (Global Navigation Satellite System). *Berita Dirgantara*.
- Daerah, B. P. (2018). *Pengertian Gempa Bumi, Jenis-Jenis, Penyebab, Akibat, dan Cara Menghadapi Gempa Bumi*. Retrieved from Pengertian Gempa Bumi, JenisJenis, Penyebab, Akibat: <http://bpbd.bandaacehkota.go.id/2018/08/05/pengertian-gempa-bumi-jenis-jenis-penyebab-akibat-dan-cara-menghadapi-gempa-bumi/>
- Fajriani, N. (2018). ANALISIS POLA-POLA SESAR DI PULAU SULAWESI DENGAN MENGGUNAKAN DATA GEMPA. *Skripsi Alauddin*.
- Geospasial, B. I. (n.d.). *Info Model Deformasi*. Retrieved from model deformasi - SRGI BIG: [https://srgi.big.go.id/download/info\\_produk/INFO%20MODEL%20DEFORMASI.pdf](https://srgi.big.go.id/download/info_produk/INFO%20MODEL%20DEFORMASI.pdf)
- Ical, A. (2017). *Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme*. Retrieved from Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme : Identifikasi Sesar Menggunakan Metode Mekanisme

- Khairi, A. (2020). ANALISIS DEFORMASI SEISMIKSESAR MATANO MENGGUNAKAN GNSS DAN INTERFEROMETRIK SAR. *Jurnal Geodesi Undip*, 32-42.
- Lestari, D. (2006). *GPS Study for Resolving the Stability of Borobudur Temple Site*. 168.
- Mulia, A. (2015). MONITORING PENGUKURAN GETARAN GEMPA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER 8535. *e-proceesing telkom*.
- Pakpahan, S., Ngadmanto, D., Masturyono, Rohadi, S., Rasmid, Widodo, H. S., & Susilanto, P. (2015). Analisis Kegempaan di Zona Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 253-264.
- Panjaitan, H. (2021). *Analisis Deformasi Koseismik Gempa Bumi Sesar Palu Koro Dengan Cors (Continuosly Operating Reference Station) Big 2016-2018*. *Jurnal Geodesi Undip* 2022.
- Pramono, H. S. (2011). PEMBACAAN POSISI KOORDINAT DENGAN GPS SEBAGAI PENGENDALI PALANG PINTU REL KERETA API SECARA OTOMATIS UNTUK PENAMBAHAN APLIKASI MODUL PRAKTIK MIKROKONTROLER. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*.
- Prayitno, B. (2015). PERHITUNGAN DEFORMASI GEMPA KEBUMEN 2014 DENGAN DATA CORS GNSS DI WILAYAH PANTAI SELATAN JAWA TENGAH. *Jurnal Geodesi Undip*, 154-163.
- Qiao, X. (2010). Study on Crustal Deformation of the Ms 6.6 Damxung Earthquake in 2008 by InSAR Measurements. *Geodesy and Geodynamics*, 15-22.
- S pribadi, S. M. (2012). GEMPA BUMI EDISI POPULER. *BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA*, 236.
- Saputra, H. (2016). Studi Analisis Parameter Gempa dan Pola Sebarannya Berdasarkan Data Multi Station (Studi Kasus : Kejadian Gempa Pulau Sulawesi Tahun 2000 - 2014). *Jurnal FMIPA Universitas Negeri Makassar*.
- Saputra, R., Awaluddin, M., & Amarrohman, F. J. (2015). Perhitungan Velocity Rate Cors Gns di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), 231–239.

- Sukmawaty, D. (2018). Analisis Deformasi Tanah Lunak Terhadap Perkuatan Geogrid Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Siimo Engineering*.
- Sulaeman, C., Dewi, L. C., & Triyoso, W. (2008). Karakterisasi sumber gempa Yogyakarta 2006 berdasarkan data GPS. *Jurnal Geologi Indonesia*, 49-56.
- Sunarjo, Gunawan, M. T., & Pribadi, S. (2012). GEMPA BUMI EDISI POPULER. *BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA*, 236.
- Wahyono, E. B. (2019). *Survey Satelit Pertanahan*. Yogyakarta: STPN.
- Yogi Wahyu Aji, B. S. (2016). *PENGOLAHAN DATA GPS MENGGUNAKAN SOFTWARE GAMIT 10.6*.
- Z.Abidin, H. (2001). *GEODESI SATELIT*.

