

**KAJIAN DEFORMASI SESAR SUMATRA SEGMENT KOMERING
BERDASARKAN DATA PENGAMATAN GPS TAHUN 2020-2022**

(Skripsi)

Oleh

**SHEILLA ANNISA UZZAHRA
NPM 1955013003**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

KAJIAN DEFORMASI SESAR SUMATRA SEGMENT KOMERING BERDASARKAN DATA PENGAMATAN GPS TAHUN 2020-2022

Oleh

SHEILLA ANNISA UZZAHRA

Segmen Komering merupakan salah satu segmen sesar Sumatra yang disepanjang sejarahnya telah terjadi beberapa gempa bumi besar dan berpotensi terjadi kegempaan serupa. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pemantauan aktivitas pergerakan sesar melalui studi deformasi dengan memanfaatkan teknologi GPS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji deformasi sesar Sumatra segmen Komering berdasarkan analisis pergeseran dan analisis regangan titik pengamatan tahun 2020-2022 serta kaitannya dengan mekanisme sesar dan potensi kegempaan. Penelitian ini menggunakan metode CORS dengan pengolahan GAMIT/GLOBK. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data dari 4 stasiun pengamatan CORS yang terdiri dari stasiun Bintuhan (CBTH), Martapura (CMTP), Krui (CKRI), dan Bukit Kemuning (CKMN).

Hasil dari penelitian ini berupa pergeseran titik pengamatan 4 stasiun InaCORS selama periode tahun 2020-2022 yang secara statistik mengalami pergeseran horizontal sebesar 47,69 mm sampai dengan 70,19 mm dengan vektor kecepatan pergeseran 16,59 mm/tahun sampai 26,82 mm/tahun dominan ke arah tenggara. Serta kecepatan pergeseran tanpa pengaruh regional sisi kanan sesar sebesar 3,48 mm/tahun sampai 5,49 mm/tahun ke arah tenggara dan sisi kiri sesar sebesar 2,45 mm/tahun sampai 6,70 mm/tahun ke arah barat laut. Segmen Komering Sesar Sumatra mengalami deformasi dengan arah pergerakan sesuai dengan mekanisme sesar mendatar mengangan (*dextral*). Regangan kompresi segmen Komering terbesar terdapat di segmen II. Regangan yang terdapat pada segmen ini mengindikasikan adanya pengakumulasian energi yang berpotensi menyebabkan gempa bumi di masa yang akan datang.

Kata kunci: Deformasi, GPS, InaCORS, Sesar Sumatra, Segmen Komering

ABSTRACT

DEFORMATION STUDY OF KOMERING SEGMENT IN SUMATRA FAULT BASED ON GPS OBSERVATION DATA IN 2020-2022

By

SHEILLA ANNISA UZZAHRA

The Komering segment is one of the Sumatra fault segments that has experienced several major earthquakes throughout its history and has the potential to occur similar earthquakes. Therefore, further research is needed by monitoring the activity of fault movement through deformation studies by using GPS technology. This study aims to analyze the deformation of the Komering segment in Sumatra fault based on the shift and strain analysis of observation points in 2020-2022 and its relation to the fault mechanism and potential earthquakes. This research uses CORS method with GAMIT/GLOBK processing. The data used in this study are data from four CORS observation stations which are the Bintuhan (CBTH), Martapura (CMTP), Krui (CKRI), and Bukit Kemuning (CKMN) stations.

The results of this study are in the form of a displacement in the observation point of 4 InaCORS stations during the 2020-2022 period which statistically experienced a horizontal shift of 47,69 – 70,19 mm with a velocity of 16,59 – 26,82 mm/year dominant to the southeast. The displacement velocity without regional effect on the right side of the fault is 3.48 - 5.49 mm/year to the southeast and the left side of the fault is 2,45 – 6,70 mm/year to the northwest. The Komering segment of the Sumatra Fault is deformed with the direction of movement in accordance with the dextral fault mechanism. The largest compression strain is found in segment II. The strain in this segment indicates the accumulation of energy that has the potential to cause future earthquakes.

Keywords: Deformation, GPS, InaCORS, Sumatra Fault, Komering Segment

**KAJIAN DEFORMASI SESAR SUMATRA SEGMENT KOMERING
BERDASARKAN DATA PENGAMATAN GPS TAHUN 2020-2022**

Oleh

SHEILLA ANNISA UZZAHRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

: **KAJIAN DEFORMASI SESAR SUMATRA
SEGMENT KOMERING BERDASARKAN DATA
PENGAMATAN GPS TAHUN 2020-2022**

Nama Mahasiswa

: **Sheilla Annisa Uzzahra**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1955013003

Program Studi

: **SI Teknik Geodesi**

Fakultas

: **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Romi Fadly, S.T., M.Eng.

NIP 19770824 200812 1 001

Eko Rahmadi, S.T., M.T.

NIP 19710210 200501 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.

NIP 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



Sekretaris : Eko Rahmadi, S.T., M.T.



Anggota : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)
NIP 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Juli 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Sheilla Annisa Uzzahra, NPM 1955013003, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul "KAJIAN DEFORMASI SESAR SUMATRA SEGMENT KOMERING BERDASARKAN DATA PENGAMATAN GPS TAHUN 2020-2022" adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Dosen Pembimbing I yaitu Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. dan Dosen Pembimbing II yaitu Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T., berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil masukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal, dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2023



Sheilla Annisa Uzzahra
NPM 1955013003

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Sheilla Annisa Uzzahra. Penulis lahir di Kota Metro pada tanggal 2 Februari 2001, sebagai anak kandung pertama dari ibu Lely Yustiana dan Almarhum Bapak Sugiyarto. Saat ini penulis bertempat tinggal di Desa Rajabasa Lama, Kecamatan Labuhan Ratu, Lampung Timur.

Penulis telah menempuh pendidikan dimulai dari pendidikan dasar di SDIT Baitul Muslim dan lulus pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Metro dan lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan ke pendidikan menengah atas di SMAN 1 Metro dan lulus pada tahun 2019. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan tinggi di prodi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung melalui jalur masuk SMMPTN-Barat.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Geodesi di Universitas Lampung, penulis pernah menjadi asisten dosen pada praktikum Survey Terestris tahun 2020 dan 2021. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada praktikum Survey GNSS pada tahun 2022. Selain menjadi asisten dosen, penulis juga aktif berorganisasi di Badan Eksekutif Mahasiswa tingkat Universitas (BEM-U) sebagai staff ahli Kementerian Komunikasi dan Informasi (Kominfo) pada tahun 2020 dan Himpunan

Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES) Universitas Lampung sebagai Bendahara 2 pada tahun 2021.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Geodesi di Universitas Lampung, penulis juga pernah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Rajabasa Lama 2, Kecamatan Labuhan Ratu, Lampung Timur dari bulan Januari sampai dengan Februari tahun 2022. Penulis juga mengikuti kegiatan kerja praktik sebagai salah satu syarat pengajuan skripsi dan kelulusan. Penulis melaksanakan kegiatan kerja praktik dari bulan Juni sampai dengan Agustus tahun 2022 di Kantor Pertanahan ATR/BPN Kabupaten Lampung Timur bagian Seksi Survei Pemetaan. Selama pelaksanaan Kerja Praktik, penulis berpartisipasi dalam kegiatan Pemetaan Tematik Pertanahan dan Ruang (PTPR) di Kecamatan Purbolinggo. Dalam kegiatan ini penulis bertugas sebagai surveyor yang melakukan survei pengambilan data lapangan (data spasial) dengan mendeleniasi bidang tanah dan pengambilan data non spasial terkait pemilikan, penguasaan, penggunaan, pemanfaatan tanah (P4T) dengan wawancara.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Puji syukur kepada Allah SWT, karena berkat Rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang dibuat dengan penuh perjuangan dan pengorbanan.

Saya persembahkan karya ini dengan tulus kepada orang tua dan orang-orang terkasih yang senantiasa membantu, mendukung, dan menyemangati selama penyusunan skripsi.

MOTTO

“It’s all about the mindset. Survive, thrive, and beyond the archetype”

(Sheilla Annisa Uzzahra)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Kajian Deformasi Sesar Segmen Komering Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2020-2022”. Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Geodesi di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
2. Bapak Ir, Fauzan Murdapa M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M. Eng. selaku Koordinator Skripsi Program Studi S1 Teknik Geodesi sekaligus Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberi arahan terkait penelitian ini.
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberi arahan terkait penelitian ini.
5. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah memberi masukan dan saran terkait penelitian ini.
6. Ibu Rizka Mayasari selaku Dosen Pembimbing Akademik Penulis.
7. Orang Tua dan Saudara yang senantiasa mendukung, memberikan bantuan, dan mendoakan kelancaran penyusunan Skripsi ini.
8. Naufal Aziz yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, dan senantiasa mendampingi selama penyusunan Skripsi ini.

9. Muhammad Farrel Syuhada, Christas Gracia, dan Muhammad Naimullah selaku teman diskusi.
10. Anggun Pratiwi, Sherly Anggraini, dan Salsabila Ramadhani selaku sahabat penulis yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
11. Serta rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika lainnya yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan Skripsi ini.

Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan ataupun kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembacanya, khususnya sebagai referensi dan menambah wawasan para pembacanya. Demikian yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian dan segala kesempatan yang telah diberikan oleh semua pihak penulis mengucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Sheilla Annisa Uzzahra
NPM 1955013003

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tektonik Regional	6
2.2. Sesar (<i>Fault</i>).....	8
2.3. Sesar Sumatra.....	9
2.4. Segmen Komering.....	10
2.5. Deformasi	12
2.6. Deformasi Sesar berdasarkan Pengamatan GPS	12
2.7. Nilai Pergeseran	14
2.8. <i>Velocity</i> (Kecepatan dan Arah Pergeseran).....	14
2.9. Regangan (<i>Strain</i>)	15
2.10. CORS (<i>Continuously Operating Reference Station</i>).....	17
2.11. InaCORS (<i>Indonesia Continuously Operating Reference Station</i>)....	18
2.12. TEQC (<i>Translation, Editing, Quality Control</i>).....	18
2.13. GAMIT/GLOBK.....	19
2.14. Uji T- <i>Student</i>	20
2.15. Penelitian Terdahulu	21
III. METODE PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.2. Data	24
3.3. Alat.....	25
3.4. Metode.....	26
3.5. Tahapan Penelitian	27
3.5.1. Tahap Persiapan	29

3.5.2. Tahap Pengolahan	31
3.5.3. Tahap Analisis	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1. Kualitas Data	36
4.2. <i>Autobatch Processing</i> GAMIT.....	38
4.3. Koordinat Titik Pengamatan	40
4.4. Pergeseran Titik Pengamatan	42
4.5. Penghilangan <i>Outliers</i>	43
4.6. Kecepatan Pergeseran Titik Pengamatan	45
4.7. Regangan.....	47
4.8. Uji Statistik.....	49
4.9. Kajian Deformasi	50
V. KESIMPULAN	52
5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN A	59
LAMPIRAN B	64
LAMPIRAN C	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta tektonik makro sesar aktif Indonesia	1
2. Blok tektonik kontinental Asia Tenggara	6
3. Tektonik Sumatra	7
4. Sesar Sumatra.....	9
5. <i>Offset</i> sungai sesar segmen Komering	11
6. Vektor kecepatan stasiun InaCORS dan JKHN dari situs SRGI 2021	13
7. Peta lokasi penelitian.....	23
8. Sebaran titik IGS	27
9. Diagram alir penelitian.....	28
10. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>northing</i> CKMN	43
11. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>northing</i> CMTP.....	44
12. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>northing</i> CKRI.....	44
13. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>northing</i> CBTH.....	44
14. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>easting</i> CKMN.....	44
15. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>easting</i> CMTP.....	44
16. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>easting</i> CKRI.....	45
17. <i>Trend</i> perubahan koordinat <i>easting</i> CBTH.....	45
18. <i>Plot</i> kecepatan pergeseran horizontal.....	46
19. <i>Plot</i> kecepatan pergeseran horizontal tanpa pengaruh regional	47
20. <i>Plot</i> regangan skema satu.....	48
21. <i>Plot</i> regangan skema dua	49
22. Informasi stasiun CBTH (Bintuhan)	60
23. Informasi stasiun CKMN (Bukit Kemuning).....	61
24. Informasi stasiun CKRI (Krui).....	62
25. Informasi stasiun CMTP (Martapura).....	63

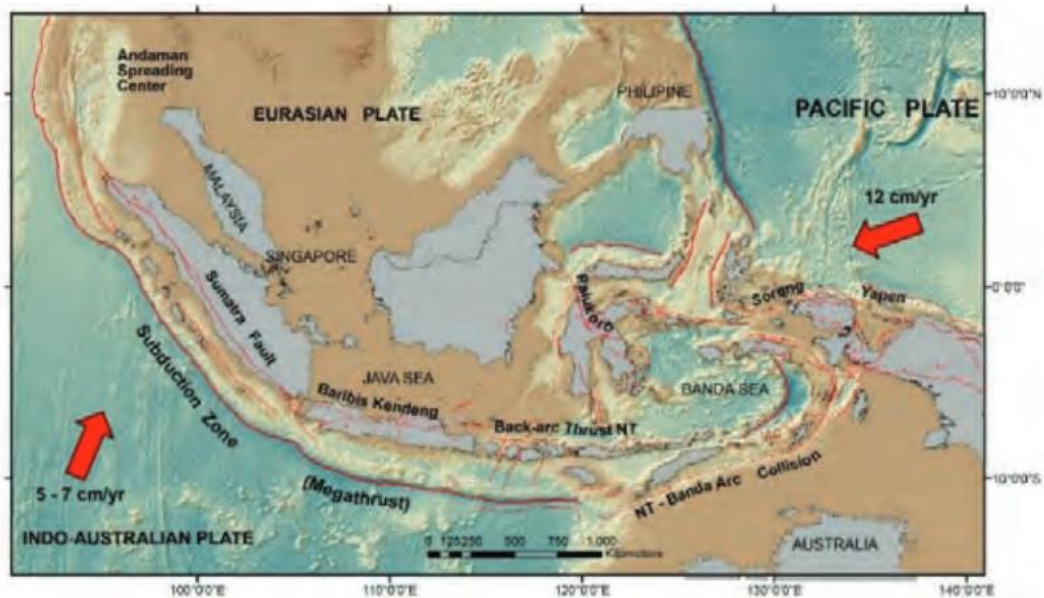
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	21
2. Data yang digunakan.....	24
3. Ketersediaan data RINEX.....	25
4. Perangkat CORS	26
5. Perangkat lunak.....	26
6. Perintah unduh data pendukung pengolahan.....	29
7. Rencana Penelitian	35
8. Hasil TEQC data tahun 2020	36
9. Hasil TEQC data tahun 2021	37
10. Hasil TEQC data tahun 2022	37
11. <i>Posfit nrms</i> dan Fase Ambiguitas.....	38
12. Koordinat toposentrik titik pengamatan.....	40
13. Pergeseran Titik Pengamatan.....	42
14. Kecepatan pergeseran titik pengamatan.....	45
15. Kecepatan pergeseran tanpa pengaruh regional	46
16. Nilai regangan skema satu	48
17. Nilai regangan skema dua	48
18. Uji statistik pergeseran.....	49
19. Uji statistik kecepatan pergeseran.....	50
20. Koordinat toposentrik CKMN.....	65
21. Koordinat toposentrik CMTP.....	66
22. Koordinat toposentrik CKRI	67
23. Koordinat toposentrik CBTH.....	68

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan kawasan tempat bertemunya tiga lempeng tektonik besar (*triple junction*) yang terdiri dari lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia (Ardi, 2012; Lail dkk., 2018). Aktivitas tektonik ini mengakibatkan banyak dijumpainya sistem sesar (*fault*), salah satunya yaitu sesar Sumatra. Sesar Sumatra terbentuk akibat subduksi atau konvergensi menyerong (*oblique*) antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Sesar ini membentang di sepanjang pulau Sumatra dari Aceh sampai teluk Semangko di Lampung. Sesar ini merupakan sistem sesar aktif yang terbagi menjadi 19 segmen (Sieh dan Natawidjaja 2000 dalam Andriza, 2014), salah satunya ialah segmen Komering



Gambar 1. Peta tektonik makro sesar aktif Indonesia (Natawidjaja, 2021)

Segmen Komerling merupakan salah satu segmen dari sesar Sumatra yang membentang dari Bukit Kampak di Kabupaten Ogan Komerling Ulu Selatan sampai ke zona depresi Suoh di Lampung Barat (Bellier dan Sébrier, 1994; Ariwibowo dkk., 2017). Sesar ini disepanjang sejarahnya telah terjadi beberapa gempa bumi besar dengan pusat gempa bersumber di darat akibat pergerakan sesar aktif. Salah satu gempa terakhir yaitu Gempa Liwa (1994) dengan kekuatan 7 M yang merusak infrastruktur dan menimbulkan banyak korban jiwa dan korban luka-luka (Naryanto, 1997; Arifin dkk., 2014; Sarkowi dkk., 2022). Bahkan sampai saat ini gempa tersebut meninggalkan trauma dan ketakutan bagi masyarakat akan terjadinya gempa serupa dikemudian hari. Dari riwayat kegempaanannya, segmen ini tentunya memiliki potensi kegempaan yang cukup besar sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mitigasi dan meminimalisir dampak yang terjadi di daerah sekitar zona sesar. Hal tersebut dapat diperoleh salah satunya dengan melakukan pemantauan aktivitas pergerakan sesar melalui studi deformasi. Studi deformasi dilakukan dengan merekam posisi dari suatu titik secara terus menerus sehingga dapat terlihat perubahan jarak yang terjadi. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan teknologi GPS (Lail dkk., 2018; Mauradhia dkk., 2019; Hidayat dkk., 2021; Rizkandi dkk., 2022).

Saat ini terdapat empat buah stasiun InaCORS yang berada di sekitar zona segmen Komerling yaitu CORS Bintuhan (CBTH), Martapura (CMTP), Krui (CKRI), dan Bukit Kemuning (CKMN). Dengan adanya keempat stasiun tersebut dapat dilakukan pemantauan pergerakan segmen Komerling dengan memanfaatkan teknologi GPS berupa data pengamatan kontinu dari stasiun CORS. Teknologi ini direkomendasikan oleh banyak ahli dalam studi deformasi serta dinilai sangat efektif dan efisien karena dapat menentukan posisi tiga dimensi secara teliti hingga orde milimeter, tahan terhadap perubahan cuaca, tidak terbatas oleh jarak antar titik pengamatan, dan juga dapat digunakan secara otomatis untuk pengukuran secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama (Furqan, 2015). Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan kajian mengenai deformasi segmen Komerling dengan

memanfaatkan teknologi GPS berupa data stasiun InaCORS untuk memperoleh informasi aktivitas pergeseran sesar.

1.2. Rumusan Masalah

Segmen Komerling memiliki potensi gempa besar di daerah sekitar sesar berdasarkan jenis sesarnya yang merupakan sesar aktif dan sejarah kegempaan. Riwayat dan potensi kegempaan yang dimiliki segmen ini meninggalkan trauma dan ketakutan bagi masyarakat akan terjadinya gempa serupa dikemudian hari. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memantau aktivitas pergerakan sesar melalui studi deformasi guna melakukan mitigasi dan meminimalisir dampak yang terjadi akibat gempa dikemudian hari.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis pergeseran titik pengamatan stasiun CBTH (Bintuhan), CKMN (Bukit Kemuning), CKRI (Krui), dan CMTP (Martapura) selama periode tahun 2020-2022.
2. Melakukan analisis regangan sesar Sumatra segmen Komerling berdasarkan titik pengamatan stasiun CBTH (Bintuhan), CKMN (Bukit Kemuning), CKRI (Krui), dan CMTP (Martapura) selama periode tahun 2020-2022.
3. Mengkaji deformasi sesar Sumatra segmen Komerling berdasarkan analisis pergeseran dan analisis regangan dari stasiun CBTH (Bintuhan), CKMN (Bukit Kemuning), CKRI (Krui), dan CMTP (Martapura) serta kaitannya dengan mekanisme sesar dan potensi kegempaan.

1.4. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini ialah memperoleh informasi terkait deformasi sesar Semangko segmen Komerling berdasarkan analisis pergeseran dan regangan dari pengamatan GPS dengan menggunakan titik pengamatan yang terdiri

dari 4 stasiun CORS BIG. Informasi yang dihasilkan selanjutnya dapat menjadi masukan dan digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi khususnya di daerah sepanjang sesar Sumatra segmen Komering.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan di daerah Sesar Sumatra Segmen Komering dari Bukit Kampak, Ogan Komering Ulu Selatan sampai ke zona cekungan *pull-apart* Suoh, Lampung Barat
2. Titik pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa 4 stasiun InaCORS yaitu CBTH (Bintuhan), CKMN (Bukit Kemuning), CKRI (Krui), CMTP (Martapura).
3. Data pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data pengamatan satelit GPS 24 jam format RINEX selama periode tahun 2020-2022 sebanyak 4 DoY setiap tahunnya dengan rentang waktu pengamatan 3 bulan sekali
4. Metode pengolahan yang digunakan adalah metode pengolahan GNSS dengan perangkat lunak GAMIT/GLOBK 10.7
5. Kajian pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi terkait deformasi Sesar Sumatra Segmen Komering berupa pergeseran, regangan, serta kaitannya dengan mekanisme sesar dan kegempaanannya.

1.6. Hipotesis

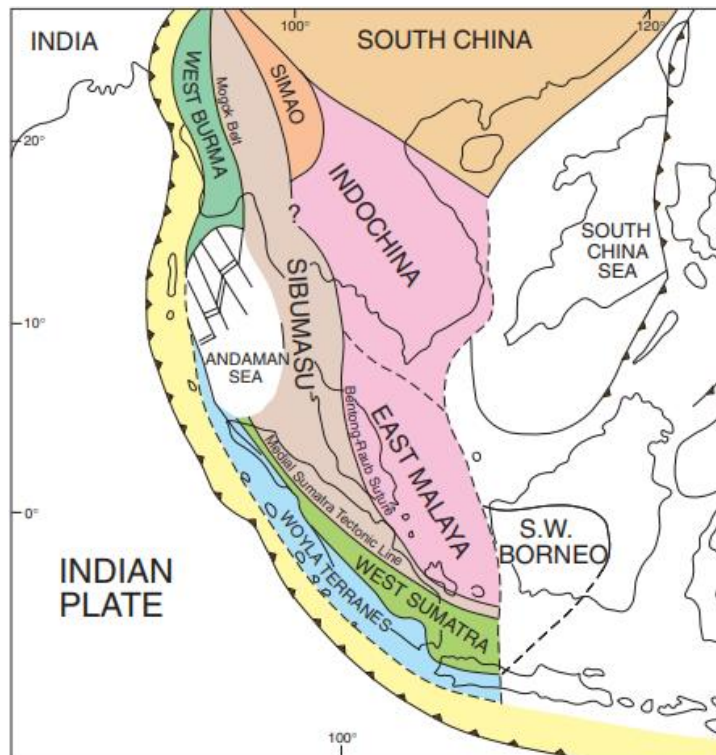
Berdasarkan referensi dan penelitian terdahulu yang diperoleh dari studi literatur, penulis menduga bahwa deformasi segmen Komering dapat teridentifikasi melalui pergeseran dan regangannya berdasarkan pengamatan titik InaCORS. Penulis menduga bahwa akan terjadi perbedaan vektor atau arah pergeseran yang diikuti dengan perbedaan besaran dan kecepatan dari masing-masing titik pengamatan. Penulis menduga segmen ini akan memiliki kecepatan pergeseran sekitar 8 sampai 12 mm/tahun berdasarkan riwayat penelitian terdahulu (Natawidjaja, 2018). Untuk regangannya, dikarenakan segmen ini merupakan bagian dari sesar aktif maka

penulis menduga segmen ini akan memiliki nilai komponen ekstensional dan kompresional regangan dengan satuan mikro (Ardi, 2012). Sedangkan untuk arah pergeserannya, penulis menduga titik pengamatan yang berada di segmen ini akan memiliki pergerakan cenderung kearah timur seperti timur laut (utara-timur) dan tenggara (selatan-timur) berdasarkan pergerakan stasiun InaCORS tahun 2021 (Hasanuddin Z. Abidin, 2021).

II. TINJAUAN PUSTAKA

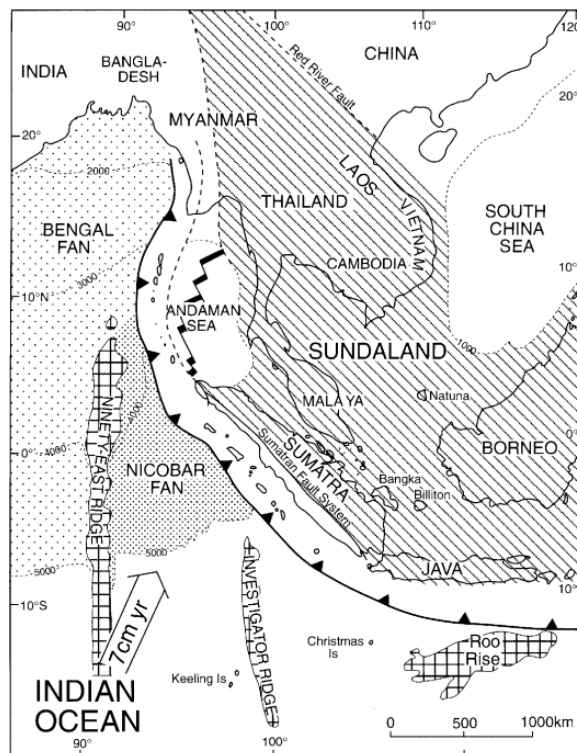
2.1. Tektonik Regional

Pulau Sumatra terletak di selatan lempeng Eurasia dan merupakan bagian dari tektonik Asia Tenggara. Pulau Sumatra tersusun dari tiga *terrain* yang terdiri dari Sibumasu (*East Sumatra Block*), Cathaysian (*West Sumatra Block*), dan Woyla. Kontak antara *terrain* Sibumasu dan *West Sumatra Block* ditandai dengan adanya *Medial Sumatra Tectonic Zone* (MSTZ) yang diinterpretasikan sebagai analogi zona Sesar Sumatra di masa sekarang (Barber dan Crow, 2009).



Gambar 2. Blok tektonik kontinental Asia Tenggara (Barber dan Crow, 2009)

Pulau Sumatra terbentuk akibat konvergensi atau pertemuan beberapa lempeng benua sejak masa Mesozoikum sampai Kenozoikum (Pulunggono dan Cameron 1984 dalam Saputra, 2011; Ikhsan, 2017; Oktarina dan Susilo, 2018). Konvergensi menyerong (*oblique*) antar lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia, yang didominasi oleh tektonik *strike slip* menghasilkan Pulau Sumatra dengan arah orientasi baratlaut – tenggara dan zona tujaman di sepanjang Palung Sunda (Bachri, 2006; Saputra, 2011).



Gambar 3. Tektonik Sumatra (Barber dkk., 2005)

Tumbukan antara lempeng Samudra Hindia dan bagian lempeng benua Eurasia yaitu Paparan Sunda (*sundaland*) membentuk beberapa lingkungan tektonik atau elemen tektonik yang di antaranya terdiri dari Palung atau laut dalam (*trench*), cekungan busur muka (*fore-arc basin*), busur dalam atau busur gunung api (*volcanic arc*), dan juga cekungan busur belakang (*back-arc basin*) (Bachri, 2006; Panggabean dan Santy, 2012; Sulistyawan dan Harahap, 2013). Dimana pada daerah lokasi penelitian ini elemen-elemen tersebut secara berurutan diwakili oleh Palung Sunda (*sunda trench*), kepulauan mentawai, bukit barisan, dan cekungan Sumatra.

Tektonik Pulau Sumatra terjadi pada beberapa tahap dalam selang waktu yang berbeda hingga menghasilkan kondisi geologi seperti sekarang. Tahap evolusi tektonik pulau Sumatra yang pertama yaitu pada era Mesozoik Tengah dimana terjadi kompresi akibat kolisi antara lempeng Eurasia dan lempeng India. Kemudian pada kala Paleosen sampai Miosen Awal terjadi tektonik ekstensional. Lalu pada kala Miosen Awal sampai Pliosen terjadi tektonik relatif tenang disertai dengan pengisian cekungan Sumatra Selatan yang diantaranya berupa Talangakar, Baturaja, Gumai, Air Benakat dan formasi lain yang lebih muda. Selanjutnya pada kala Pliosen sampai dengan sekarang, tektonik berupa pengangkatan *basement* yang disertai tektonik kompresi dan inversi cekungan (Saputra, 2011).

2.2. Sesar (*Fault*)

Sesar adalah batas lempeng dalam skala yang lebih kecil yang merupakan suatu batas yang menghubungkan dua blok tektonik yang berdekatan (Puspito 2000 dalam Rahmadi dkk. 2006). Sesar diartikan juga sebagai patahan dari lapisan batuan yang mengakibatkan suatu lapisan bergerak relatif turun, naik, kekanan ataupun ke kiri terhadap lapisan batuan yang lainnya. Sesar merupakan zona deformasi lokal yang mengakomodir pergerakan lempeng dengan Gerakan perlahan atau *creep* pada kedalaman tertentu dan gempa bumi (Pletzer dkk. 2001 dalam Furqan 2015). Sesar aktif biasanya ditandai dengan adanya singkapan yang terlihat pada permukaan bumi, adanya gempa bumi, perubahan bentuk dari konstruksi buatan manusia, dan deformasi lainnya (Tjia 1978 dalam Furqan 2015).

Menurut Turcotte dan Schubert (2002 dikutip dalam Furqan 2015), Sesar dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan pergerakannya yaitu:

1) Sesar Normal (Turun)

Kondisi dimana salah satu bidang sesar bergerak turun relatif terhadap bidang lainnya disebabkan oleh gaya ekstensi.

2) Sesar Mendatar (*Strike-slip*)

Kondisi dimana pergerakan yang terjadi hanya pada bidang horizontal. Disebut menganan (*right lateral/dextral*) apabila bidang sesar bergerak ke kanan relatif

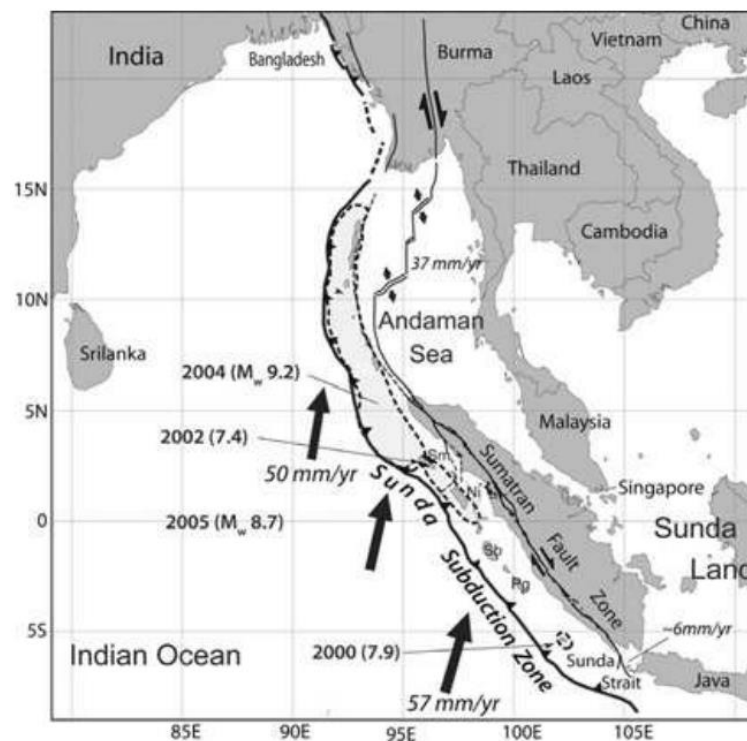
terhadap bidang lainnya. Dan disebut mengiri (*left lateral/sinistral*) apabila bidang sesar bergerak ke kiri relatif terhadap bidang lainnya.

3) Sesar Naik (*Thrust fault*)

Kondisi dimana salah satu bidang sesar bergerak naik relatif terhadap bidang lainnya disebabkan oleh gaya kompresi. Salah satu penciri sebuah sesar naik adalah banyak dijumpai regangan yang sifatnya kompresional.

2.3. Sesar Sumatra

Sesar Sumatra yang disebut juga sebagai Sesar Besar Sumatra (*The Great Sumatran Fault*) merupakan sesar yang membentang di sepanjang pulau Sumatra dari Provinsi Aceh sampai teluk Semangko di Lampung. Sesar ini merupakan sistem sesar aktif menganan dengan panjang sekitar 1900 km dan terbagi menjadi 19 segmen (Natawidjaja dan Triyoso, 2007).

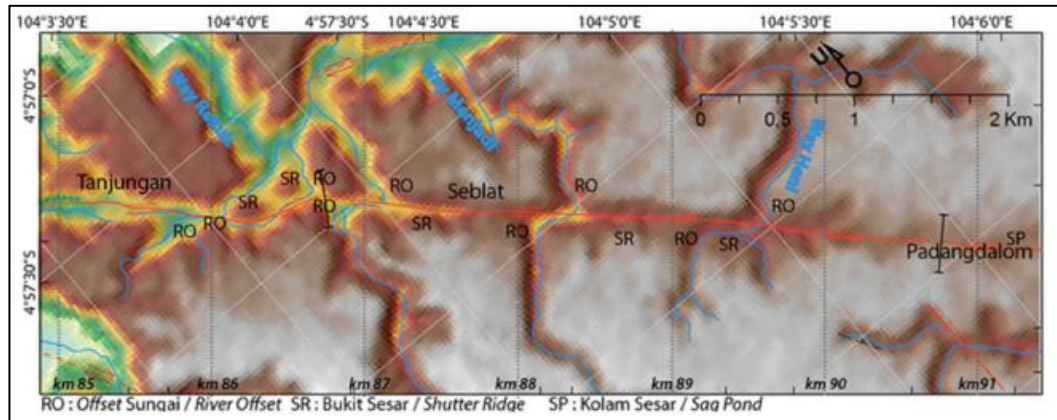


Gambar 4. Sesar Sumatra (Natawidjaja dan Triyoso, 2007)

Sesar Sumatra terbentuk akibat adanya subduksi atau konvergensi menyerong (*oblique*) antara dua lempeng makro yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia (Bradley dkk., 2016; Natawidjaja, 2018). Gaya yang terakumulasi dari proses subduksi tersebut menyebabkan pergerakan lateral menganan dari sesar Sumatra Sesar. Karenanya sesar ini memiliki mekanisme sesar geser atau mendatar menganan dengan nama lain *Right Lateral/Dextral Slip Fault*. Pola utama pergerakan dari sesar ini dinamakan pola Sumatra dengan arah orientasi baratlaut-tenggara (NW-SE) (Pulunggono dkk., 2006). Artinya, segmen-segmen yang terdapat di sesar Sumatra cenderung bergerak dengan arah relatif baratlaut-tenggara.

2.4. Segmen Komerling

Segmen Komerling merupakan salah satu bagian atau segmen dari Sesar Sumatra yang membentang sepanjang 150 km dari daerah Bukit Kampak, barat laut Kota Bintuhan sampai ke zona depresi Suoh di Lampung Barat (Bellier dan Sébrier, 1994; Ariwibowo dkk., 2017). Ujung barat laut dari Sesar ini mencerminkan daerah yang dipengaruhi komponen kontraksional. Di bagian tengah sesar, terdapat Danau Ranau atau kaldera yang dilalui oleh sesar segmen Komerling. Di bagian selatan, teridentifikasi adanya sesar yang juga aktif yaitu Sesar Liwa. Sedangkan di bagian ujung tenggara, terdapat lembah *step-over* (tekukan) Suoh yang menjadi batas ujung sesar sekaligus memisahkan segmen Komerling dengan segmen semangko di Lampung. Sesar ini memiliki *offset* aliran sungai yang jelas sebagai penanda adanya sesar yaitu pada aliran sungai Way Rejuk, Way Heni dan Way Menjadi (Ariwibowo dkk., 2017).



Gambar 5. *Offset* sungai sesar segmen Komering (Ariwibowo dkk., 2017)

Sesar ini memiliki beberapa riwayat gempa besar dalam sejarahnya dengan pusat gempa bersumber di darat akibat pergerakan sesar. Beberapa gempa tersebut diantaranya yaitu:

1. Gempa Liwa 7,5 M pada 25 Juni 1933 terjadi pada kedalaman dangkal di zona Sesar Sumatra. Gempa ini menyebabkan kerusakan bangunan hebat dan guncangannya terasa sampai Sumatra bagian selatan (Andriza, 2014; Arifin dkk., 2014). Gempa ini meningkatkan penguapan cekungan *pull-apart* Suoh hingga menimbulkan ledakan freatik besar pada 10 Juli. Ledakan ini terdengar hingga sejauh 660 km, membentuk dua kawah, dan gelombang piroklastiknya menghancurkan area hingga radius 10 km (Newhall dan Dzurisin, 1988).
2. Gempa Liwa tahun 1994 berkekuatan 7 M dengan hiposenter terdapat di zona Sesar Sumatra. Gempa ini mengakibatkan 207 korban meninggal, lebih dari 2.000 orang luka-luka, lebih dari 6.000 bangunan rusak. Selain itu gempa ini juga mengakibatkan longsor besar di Liwa, letusan freatik di Suoh, serta *liquefaction* di beberapa tempat (Andriza, 2014; Arifin dkk., 2014).

Selain gempa-gempa besar di atas, terdapat riwayat gempa lainnya yang terus terjadi segmen ini. Namun gempa tersebut bukanlah gempa dahsyat melainkan hanya gempa berskala kecil yang sedikit terasa guncangannya dan menimbulkan kerusakan kecil.

2.5. Deformasi

Deformasi merupakan perubahan kedudukan (bentuk, posisi, dan dimensi) dari suatu materi atau pergerakan posisi akibat gaya yang bekerja pada materi tersebut dalam suatu kerangka referensi. Pergerakan atau perubahan kedudukan dalam deformasi dapat terjadi secara absolut ataupun relatif. Dikatakan secara absolut apabila ditinjau dari perilaku materi atau titik itu sendiri sedangkan relatif apabila ditinjau dari materi atau titik lain (Nurfarida, 2010; Hartadi dkk., 2015; Kusuma, B. D. I. dkk., 2017; Safi'I dkk. 2014 dalam Santi dkk. 2021).

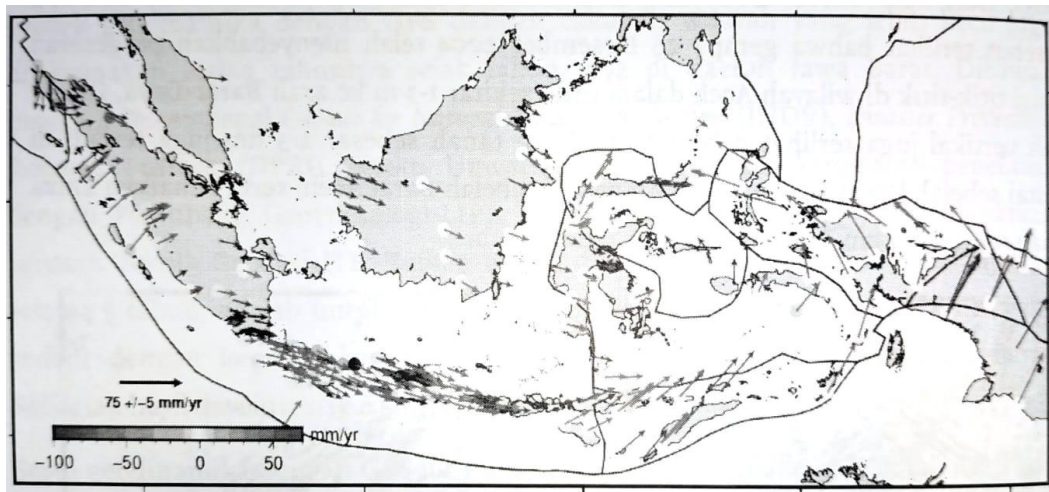
Suatu wilayah dikatakan mengalami deformasi apabila terjadi perubahan atau pergeseran koordinat pada titik-titik pengamatan secara berkala. Pergeseran yang digunakan adalah pergeseran dalam koordinat toposentrik, dimana titik acuan yang digunakan merupakan pengamatan awal disetiap titik. Pergeseran koordinat ini kemudian digunakan untuk menghitung vektor kecepatan pergeseran di suatu titik salah satunya dengan cara *linear-fitting*. Dengan *linear-fitting* dapat diketahui nilai vektor kecepatan pergeseran atau *velocity* setiap titik pengamatan per tahun dan prediksi kecepatan pergeseran untuk waktu yang akan datang. *Velocity* yang dimaksud mengacu pada perubahan posisi yang digambarkan dengan kecepatan dan arah pergerakannya. (Nurfarida, 2010; Saputra dkk. 2015 dalam Santi dkk. 2021).

2.6. Deformasi Sesar berdasarkan Pengamatan GPS

GPS (*Global Positioning System*) merupakan salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan pemantauan deformasi sesar (Mauradhia dkk., 2019). Teknologi ini dapat menunjukkan karakteristik dinamika geometrik sekitar sesar dan dapat dijadikan sebagai parameter dalam menentukan aktivitas sesar (Hartadi dkk., 2015; Nurfarida, 2010). Metode pengamatan dengan teknologi ini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan GPS secara teliti di posisi titik-titik dalam suatu jaring secara episodik baik kontinu ataupun berkala (dalam selang waktu tertentu) untuk mengidentifikasi besar dan arah pergeseran permukaan

(Hartadi dkk., 2015). Teknologi ini direkomendasikan oleh banyak ahli dalam studi deformasi serta dinilai sangat efektif dan efisien karena kemampuannya menentukan posisi tiga dimensi secara teliti hingga orde milimeter, tahan terhadap perubahan cuaca, tidak terbatas oleh jarak antar titik pengamatan, dan juga dapat digunakan secara otomatis untuk pengukuran secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama.

Di Indonesia, pemanfaatan GPS untuk deformasi sesar dapat direalisasikan salah satunya dengan bantuan data yang disediakan oleh BIG. Data tersebut berupa data dari stasiun InaCORS dan stasiun statik GPS (JKHN) yang tersebar di wilayah Indonesia. Selain dari data tersebut, untuk wilayah Pulau Sumatra dapat dilakukan pemanfaatan GPS untuk deformasi sesar dengan menggunakan jaring kontinu GPS yang dinamakan SUGAR (*Sumatran GPS Array*). Stasiun SUGAR tersebar di kawasan sebelah timur Pulau Sumatra (Hasanuddin Z. Abidin, 2021)



Gambar 6. Vektor kecepatan stasiun InaCORS dan JKHN dari situs SRGI 2021 (Hasanuddin Z. Abidin, 2021).

Prinsip penentuan aktivitas sesar dengan memanfaatkan teknologi GPS dilakukan dengan menempatkan beberapa titik pengamatan di lokasi penelitian yang kemudian ditentukan koordinatnya secara periodik dengan metode pengamatan survei GPS. Data hasil pengamatan survei GPS selanjutnya diolah menggunakan *software* untuk kemudian dianalisis apakah terdeteksi adanya aktivitas atau

pergeseran sesar pada lokasi pengamatan tersebut. Dari hasil dari pengolahan tersebut selanjutnya dilakukan analisis geometrik (ukuran dan dimensi) objek terdeformasi. Analisis geometrik ini terbagi menjadi dua jenis yaitu analisis pergeseran dan analisis regangan.

Analisis pergeseran merupakan analisis yang menunjukkan perubahan kedudukan menggunakan data perubahan posisi dalam bentuk nilai pergeseran, *velocity* atau kecepatan dan arah pergeseran (Nurfarida, 2010; Ardi, 2012; Santi dkk., 2021). Sedangkan analisis regangan merupakan analisis yang menunjukkan perubahan kedudukan menggunakan data pengamatan geodetik langsung atau data regangan dari nilai pergeseran (Nurfarida, 2010; Ardi, 2012; Santi dkk., 2021).

2.7. Nilai Pergeseran

Nilai pergeseran menggambarkan jarak antara posisi awal dan akhir yang dapat dihitung dengan mengurangi posisi akhir dan posisi awal. Nilai pergeseran dapat dibagi menjadi dua, yaitu nilai pergeseran vertikal dan nilai pergeseran horizontal. Nilai pergeseran horizontal didasarkan oleh pergeseran pada komponen *northing* dan *easting*, sedangkan nilai pergeseran vertikal didasarkan perubahan elevasi pada komponen *up*. Nilai pergeseran horizontal diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan resultan pergeseran.

$$\text{Pergeseran horizontal} = \sqrt{(N_{akhir} - N_{awal})^2 + (E_{akhir} - E_{awal})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

N_{awal} = Komponen *northing* koordinat awal

N_{akhir} = Komponen *northing* koordinat akhir

E_{awal} = Komponen *easting* koordinat awal

E_{akhir} = Komponen *easting* koordinat akhir

2.8. Velocity (Kecepatan dan Arah Pergeseran)

Velocity sendiri diartikan sebagai tingkatan atau laju perpindahan dari sebuah kerangka acuan dan merupakan fungsi dari waktu. *Velocity* mengacu pada perubahan posisi awal menuju posisi selanjutnya dengan memperhitungkan arah dan waktu pergerakannya sehingga dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya deformasi. *Velocity* ini dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar gerak suatu lempeng dan arahnya dengan rentang waktu tertentu (Saputra dkk., 2017; Lail dkk., 2018).

Perhitungan *velocity* dilakukan dengan menggunakan koordinat toposentrik untuk memperoleh kecepatan pergeseran pada arah *north*, *east* dan *up* dengan satuan kecepatan meter/tahun. Berdasarkan kecepatan tersebut dapat diperoleh kecepatan horizontal dan kecepatan vertikal. Kecepatan horizontal didasarkan oleh kecepatan pergeseran arah horizontal (X, Y) pada komponen *northing* dan *easting*, sedangkan kecepatan vertikal didasarkan kecepatan perubahan elevasi pada komponen *up*. Kecepatan pergeseran horizontal diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan resultan kecepatan.

$$V \text{ horizontal} = \sqrt{Vn^2 + Ve^2} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

V horizontal = Kecepatan pergeseran horizontal

Vn = Kecepatan pergeseran komponen *easting*

Ve = Kecepatan pergeseran komponen *northing*

2.9. Regangan (*Strain*)

Regangan (*strain*) sendiri diartikan sebagai perubahan posisi yang diakibatkan oleh adanya tekanan (Anggraini 2013 dalam Santi dkk. 2021). Regangan terdiri dari gaya ekstensi (*extension*) dan gaya kompresi (*compression*). Ekstensi merupakan gaya-gaya yang bekerja menjauhi satu titik. Dalam artian lain ekstensi membuat lempeng-lempeng saling menjauh. Sedangkan kompresi adalah gaya-gaya yang bekerja menuju ke satu titik. Dalam artian lain kompresi merupakan gaya yang

menekan suatu daerah atau lempeng. Kompresi menunjukkan adanya energi yang belum lepas dan berpotensi menjadi koseismik atau gempa (Azmi, 2016).

Untuk menghitung nilai regangan dapat digunakan metode *Triangle strain Algorithm*. Metode ini melakukan perhitungan regangan dari kerangka segitiga. Langkah pertama pada perhitungan ini adalah mencari nilai pusat segitiga dengan menghitung nilai koordinat X dan Y, lalu di bagi 3

$$X_s = \frac{X_a + X_b + X_c}{3} \dots\dots\dots(3)$$

$$Y_s = \frac{Y_a + Y_b + Y_c}{3} \dots\dots\dots(4)$$

Kemudian dilakukan transformasi ketiga titik koordinat ke dalam koordinat pusat segitiga untuk menghitung translasi vektor dari posisi terhadap pusat segitiga.

$$A = \{(X_a - X_s), (Y_a - Y_s)\} = \{U_a - V_a\} \dots\dots\dots(5)$$

$$B = \{(X_b - X_s), (Y_b - Y_s)\} = \{U_b - V_b\} \dots\dots\dots(6)$$

$$C = \{(X_c - X_s), (Y_c - Y_s)\} = \{U_c - V_c\} \dots\dots\dots(7)$$

Selanjutnya dibuat matriks **m1** yang berisikan koordinat X dan Y yang telah ditranslasikan terhadap pusat segitiga. Matriks **m1** dibuat untuk mengisi matriks **m2**, matriks **m2** berupa matriks persegi. Lalu dilakukan pembuatan matriks **m3**, dimana matriks **m3** merupakan invers dari matriks **m2**. Selanjutnya dibuat matriks **m4** yang berisikan *velocity* setiap komponen X dan Y. Kemudian dihitung matriks **m5** dengan mengalikan matriks **m3** dengan **m4**.

$$\mathbf{m1} = \begin{bmatrix} U_a & V_a \\ U_b & V_b \\ U_c & V_c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(8)$$

$$\mathbf{m2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -m112 & m111 & m112 & 0 \\ 0 & 1 & m111 & 0 & m111 & m112 \\ 1 & 0 & -m122 & m121 & m122 & 0 \\ 0 & 1 & m121 & 0 & m121 & m122 \\ 1 & 0 & -m132 & m131 & m132 & 0 \\ 0 & 1 & m131 & 0 & m131 & m132 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(9)$$

$$\mathbf{m3} = \mathbf{m2}^{-1} \dots\dots\dots(10)$$

$$\mathbf{m4} = \begin{bmatrix} P1 \ vx \\ P1 \ vy \\ P2 \ vx \\ P2 \ vy \\ P3 \ vx \\ P3 \ vy \end{bmatrix} \dots\dots\dots(11)$$

$$\mathbf{m5} = \mathbf{m3} \times \mathbf{m4} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ \Omega \\ \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(12)$$

Matriks **m5** berisikan t_x atau translasi vektor x, t_y atau translasi vektor y, Ω atau kecepatan rotasi, ε_{xx} , ε_{xy} , dan ε_{yy} . Dari matriks **m5** kemudian dihasilkan matriks *lagrangian strain tensor* atau **mε_{ij}**. Dari matriks **mε_{ij}** kemudian dapat dihitung *eigenvalue* yaitu ε_1 dan ε_2 .

$$\mathbf{m}\varepsilon_{ij} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(13)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) + \sqrt{4\varepsilon_{xx}\varepsilon_{xy} + (\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy})^2}}{2} \dots\dots\dots(14)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) - \sqrt{4\varepsilon_{xx}\varepsilon_{xy} + (\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy})^2}}{2} \dots\dots\dots(15)$$

2.10. CORS (Continuously Operating Reference Station)

CORS merupakan jaring kerangka geodetik berupa *base station* atau stasiun permanen dilengkapi dengan *receiver*. CORS mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit yang beroperasi secara kontinu selama 24 jam perhari dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna memanfaatkannya untuk penentuan posisi baik secara *post processing* maupun

secara *real time* (Hadi dkk., 2016; Saputra dkk., 2017; Lail dkk., 2018; Aji dkk., 2020). Tujuan dibangunnya CORS yaitu sebagai titik ikat yang memiliki radius cukup dekat dengan titik pengukuran untuk memperoleh kualitas data yang baik dan mengacu pada satu referensi global dengan cakupan luas dan jarak *baseline* yang panjang. (Saputra, 2017; Santi dkk., 2021). CORS dapat digunakan sebagai titik acuan untuk berbagai aplikasi yang menuntut ketelitian tinggi.

2.11. InaCORS (Indonesia Continuously Operating Reference Station)

InaCORS merupakan stasiun pengamatan geodetik tetap atau kontinu yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial atau BIG (Badan Informasi Geospasial, 2019; Ramadhan dkk., 2021). Stasiun CORS yang dibangun oleh BIG ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Data yang disediakan oleh InaCORS berupa data penentuan posisi secara kontinu selama 24 jam perhari yang dapat digunakan untuk penentuan posisi baik secara *post processing* maupun secara *real time* (Hadi dkk., 2016). Tujuan dan manfaat dari InaCORS ini ialah mendefinisikan dan memelihara referensi geospasial sebagai acuan atau referensi untuk berbagai macam aplikasi yang berkaitan dengan penentuan posisi dalam berbagai kegiatan survei dan pemetaan seperti penentuan posisi metode NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*) dan RTK (*real-time kinematic*), penegasan batas wilayah, pemantauan deformasi, mitigasi. navigasi, dan lainnya di Indonesia (Saputra dkk., 2017).

2.12. TEQC (Translation, Editing, Quality Control)

TEQC merupakan perangkat lunak yang di desain untuk mengatasi permasalahan-permasalahan dalam *preprocessing* data GNSS yang terdiri dari *translation*, *editing*, dan *quality control*. TEQC melakukan *translation* atau translasi dengan membaca *file* asli/bawaan *receiver* GNSS dan menerjemahkannya ke format lain. TEQC melakukan *editing* seperti ekstraksi, koreksi, pengeditan, dan pemotongan/penyambungan *file* RINEX/BINEX. TEQC juga melakukan *quality control* dengan mengecek kualitas data GNSS format *native binary*, BINEX,

ataupun RINEX *observation* dengan atau tanpa disertai *file* navigasinya (Estey dan Wier, 2014).

2.13. GAMIT/GLOBK

GAMIT/GLOBK merupakan *software* analisis GPS yang dikembangkan oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* (CfA), dan *Scripps Institution of Oceanography* (SIO) untuk melakukan perhitungan tiga dimensi, memperkirakan koordinat stasiun dan *velocity*, stokastik atau representasi fungsional deformasi *post-seismic*, penundaan atmosfer, orbit satelit, dan parameter orientasi bumi. GAMIT/GLOBK menggunakan *script C-shell* yang mayoritas diawali dengan *sh_* dan dirancang untuk dijalankan di bawah sistem operasi UNIX apapun yang mendukung X-Windows seperti LINUX, Mac OS-X, DEC, HP-UX, dan IBM/RISC (Herring dkk., 2008; Lail dkk., 2018).

GAMIT menggunakan algoritma hitung kuadrat terkecil (*least square*) dengan parameter berbobot untuk mengestimasi posisi relatif dari sekumpulan stasiun, parameter orbit, rotasi bumi, *zenith delay* dan ambiguitas fase melalui pengamatan *double difference*. Sedangkan GLOBK mengkombinasikan solusi data dari hasil pengolahan GAMIT dengan perhitungan *Kalman Filler* untuk penentuan posisi dan mengetahui pergeseran dan kecepatannya. Kunci dari data input pada GLOBK adalah matriks kovarian dari data koordinat stasiun, parameter rotasi bumi, parameter orbit, dan hasil pengamatan lapangan

Hasil pengolahan GAMIT memiliki kriteria agar dapat dikatakan sebagai hasil yang baik yaitu apabila nilai *posfit nrms* (*normalized rms*), *free solution* dan *fixed solution* memiliki nilai di bawah 0,25. Nilai di atas 0,25 mengindikasikan adanya masalah seperti efek *cycle slip* yang belum dihilangkan dan stasiun *fixed* dengan koordinat yang buruk (Iqbal 2013 dalam Ulinuha dkk. 2021). *Cycle slip* sendiri berarti kesalahan yang menunjukkan ketidak-kontinuan fase gelombang akibat sinyal ke *receiver* yang terputus pada saat pengamatan. Hasil pengolahan juga dapat

dikatakan baik apabila pada ambiguitas fase yang terdapat pada *sh_gamit_(ddd).summary* memiliki nilai *wide line* (WL) di atas 90% dan nilai *narrow line* (NL) di atas 80%. Nilai tersebut menandakan bahwa tidak terdapat *noise* pada data *pseudo range* dan tidak terdapat kesalahan pada ukuran, konfigurasi jaringan, kualitas orbit, koordinat apriori atau kondisi atmosfer (Herring 2006 dalam Artini 2014).

2.14. Uji T-Student

Uji *T-student* merupakan uji statistik yang dikembangkan oleh William Sealy Gosset. William Sealy Gosset menggunakan nama samaran *Student* pada artikel publikasinya yang membuat metode pengujian yang ia kembangkan ini dikenal dengan nama uji *t-student*. William Sealy Gosset menganggap bahwa nilai Z dari distribusi normal tidak begitu cocok untuk sampel kecil. Oleh karena itu, ia kemudian mengembangkan distribusi yang mirip dengan distribusi normal, yaitu distribusi *t-student*. Distribusi *t-student* ini berlaku untuk seluruh sampel, baik kecil ataupun besar. Pada $n \geq 30$, distribusi t ini mendekati distribusi normal dan pada n yang sangat besar, nilai distribusi t sama persis dengan nilai distribusi normal. Pemakaian uji *t-student* bervariasi dan dapat digunakan untuk objek studi baik yang berpasangan maupun tidak (Hanafiah dkk., 2020).

Pengujian *t-student* dilakukan dengan membandingkan T_{hitung} dan T_{tabel} dengan menggunakan rumus berikut:

$$t = \frac{R}{Stdev} \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

t = T_{hitung}

$t_{\alpha/2,df}$ = nilai T_{tabel} pada derajat kepercayaan dan derajat kebebasan tertentu

R = resultan pergeseran ataupun kecepatan pergeseran

$Stdev$ = resultan standar deviasi pergeseran ataupun kecepatan pergeseran

Hipotesa nol diterima atau signifikan apabila nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$, yang artinya secara statistik dianggap telah terjadi perubahan atau pergeseran. Sedangkan, hipotesa nol ditolak atau tidak signifikan apabila nilai $T_{hitung} < T_{tabel}$, yang artinya secara statistik dianggap tidak terjadi perubahan atau pergeseran.

2.15. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mencari perbandingan dan menunjukkan *gap* atau orisinalitas dari penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga dijadikan sebagai bahan referensi untuk membantu kajian dalam penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

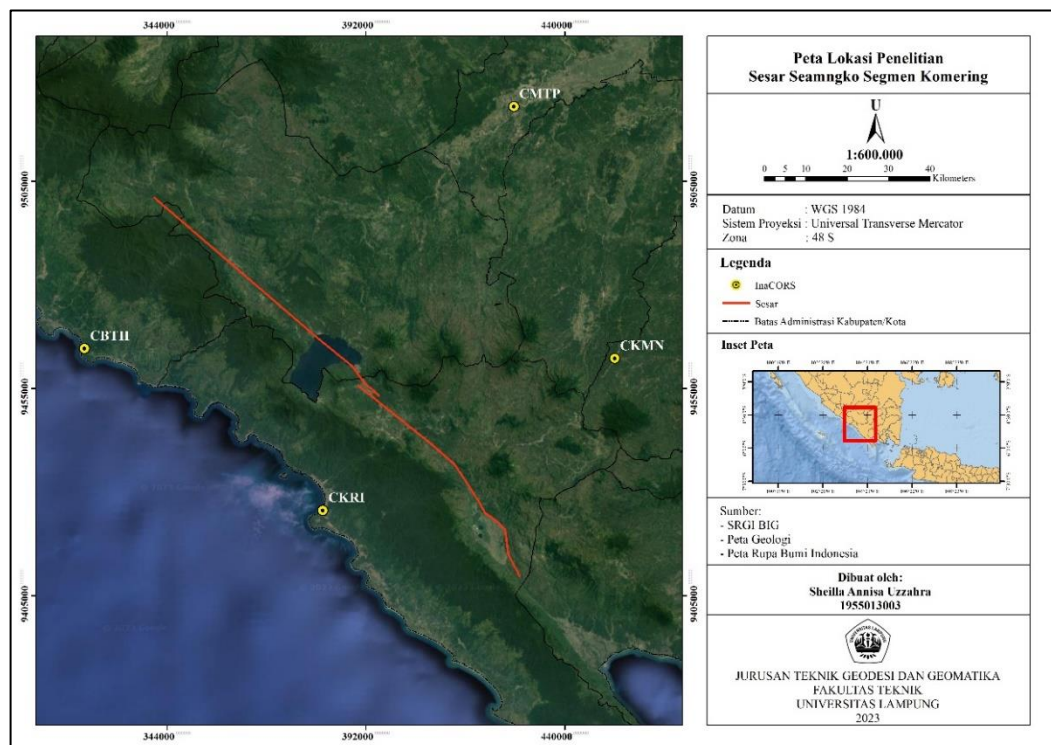
No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Fajriyanto, Suyadi, Citra Dewi, dan Irwan Meilano (2013)	Estimasi Laju Geser dan Pembuatan Model Deformasi di Selat Sunda dengan Menggunakan GPS Kontinu	GPS Kontinu -12 titik pengamatan (InaCORS)	Tingkat laju geser Patahan Sumatera segmen Sesar Semangko adalah 2,5 cm/tahun
2	Yuka Andriza (2014)	Studi Deformasi Sesar Di Wilayah Lampung Berdasarkan Pengamatan GPS Tahun 2009-2013	GPS Episodik dan Kontinu (CORS) - 4 Titik pantau episodik - 5 Titik Pantau Kontinu - Pengolahan Bernese Titik ikat IGS	Rata-rata kecepatan vektor pergeseran titik pengamatan GPS berkisar antara 0,0234 m/tahun yang bergerak ke arah tenggara. Hasil nilai regangan diperoleh nilai ekstensi dan kompresi yang hampir sama
3	Bradley, K. E. Feng, L. Hill, E. M. Natawidjaja, D. H. Sieh, K. (2016)	<i>Implications of the diffuse deformation of the Indian Ocean lithosphere</i>	- GPS SuGar	Sistem sesar ini memiliki akumulasi perpindahan <i>dextral strike-slip</i> dengan laju rata-rata 15–16 mm/tahun.

No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		<i>for slip partitioning of oblique plate convergence in Sumatra</i>		
4	Danny Hilman Natawidjaja, Kyle Bradley, Mudrik R. Daryono, Sonny Aribowo and Jason Herrin (2017)	<i>Late Quaternary eruption of the Ranau Caldera and new geological slip rates of the Sumatran Fault Zone in Southern Sumatra, Indonesia</i>	Analisis data hasil GPS SuGAR + GPS kampanye dan Analisis Umur Radiokarbon	Segmen Kumering memiliki rata-rata lagu geser sebesar $10,4 \pm 1,5$ mm/tahun selama 33 ribu tahun terakhir.
5	Wiyono Syafei (2020)	Perhitungan Kecepatan Pergeseran Titik Pengamatan GNSS untuk Identifikasi Sesar Semangko	Survei GNSS metode radial - 7 Titik Pantau - Pengolahan GAMIT - Titik ikat IGS	Diperoleh nilai pergeseran ± 2 cm dengan arah pergeseran didominasi dengan arah gerak Lempeng <i>Sundaland</i> . Identifikasi sesar dilakukan dengan menghitung regangan menggunakan segitiga <i>Delaunay</i> dan menghasilkan dugaan segmentasi sesar di Kecamatan Bengkunt Belimbing (Pesisir Barat), Kecamatan Wonosobo (Tanggamus), dan Kecamatan Kota Agung (Tanggamus).
6	Sheilla Annisa Uzzahra (2023)	Kajian Deformasi Sesar Sumatra Segmen Komerling Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2020-2022	GPS CORS - titik pengamatan 4 stasiun InaCORS - Pengolahan GAMIT - Titik ikat IGS	Hasil yang akan diperoleh dalam penelitian ini berupa koordinat, arah dan kecepatan pergeseran segmen Komerling berdasarkan titik pengamatan stasiun CORS.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan data dengan rentang waktu dari tahun 2020 sampai tahun 2022 dengan pengolahan data dan penulisan yang dilakukan di tahun 2023. Sedangkan lokasi penelitian ini di Segmen Komering Sesar Sumatra yang membentang dari daerah Bukit Kampak Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan sampai ke Suoh Lampung Barat sepanjang 130 km dengan menggunakan titik pengamatan yang terdiri dari 4 titik stasiun InaCORS yaitu CKMN, CKRI, CBTH, CMTP.



Gambar 7. Peta lokasi penelitian

1. Stasiun Bukit Kemuning (CKMN) terletak di Telkom Bukit Kemuning, Desa Tanjung Tebat, Kecamatan Bukit Kuning, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.
2. Stasiun Krui (CKRI) terletak di Kantor STO Krui, Desa Kampung Jawa, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung.
3. Stasiun Bintuhan (CBTH) terletak di Dermaga Linau Bintuhan, Desa Linau, Kecamatan Naje, Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu.
4. Stasiun Martapura (CMTP) terletak di STO Telkom Martapura Okut, Desa Pasar Martapura, Kecamatan Martapura, Kabupaten Oku Timur, Provinsi Sumatra Selatan.

3.2. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari berbagai macam jenis data yang diperoleh dari berbagai sumber. Berikut merupakan data yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. Data yang digunakan

Data	Format	Sumber
Data CORS BIG (CBTH, CKMN, CKRI, CMTP)	RINEX	SRGI
Data <i>Broadcast Ephemeris</i>	RINEX navigasi (*.yyh)	CDDIS
Data Pemodelan Ionosfer	RINEX (*.yyi)	SOPAC
Data Orbit Final IGS, <i>precise ephemeris</i> (sp3)	RINEX	CDDIS
Data Stasiun Titik Ikat IGS	RINEX	CDDIS

Data RINEX stasiun InaCORS merupakan data utama yang digunakan pada penelitian ini yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data RINEX tahun 2022 diperoleh dari *website* Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI). Sedangkan data tahun 2020 dan 2021 diperoleh dengan mengajukan permohonan data melalui email info@big.go.id.

Sedangkan perangkat keras lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat CORS dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4. Perangkat CORS

Stasiun	Receiver	Antena	Radome	Letak Pilar Stasiun
CKRI	LEICA GR10	LEIAR20	LEIM	Halaman depan Telkom Kruki
CKMN	LEICA GR50	LEIAR21	LEIM	Atap Telkom Bukit Kemuning
CBTH	Trimble Alloy	TRM159900.00	SCIS	Atas bangunan pasut Dermaga Linau Bintuhan
CMP	TRIMBLE NETR9	TRM59800.00	SCIS	Halaman STO Telkom Martapura

Sedangkan perangkat lunak atau *software* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa *software* yang memiliki kegunaannya masing-masing. Berikut *software* yang digunakan dalam penelitian ini.

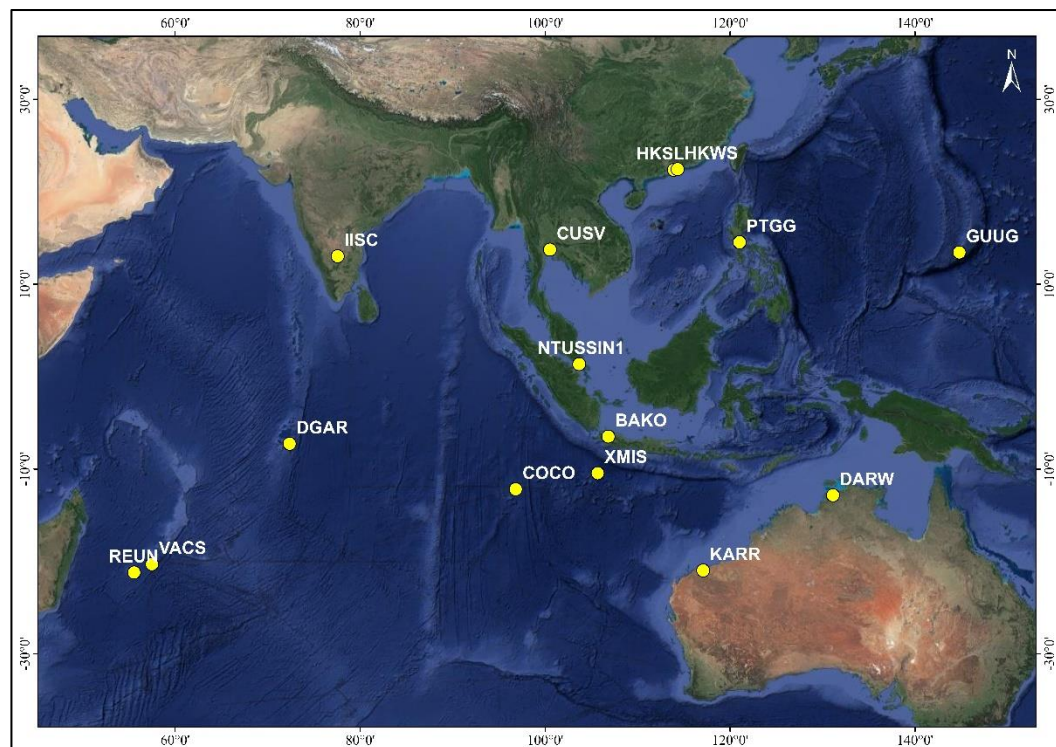
Tabel 5. Perangkat lunak

Software / Perangkat Lunak	Kegunaan
TEQC (<i>Translation, Editing, Quality Control</i>)	Cek kualitas data
RNXCMP (Hatanaka)	Dekompresi RINEX
GAMIT/GLOBK 10.7	Pengolahan data
GPS <i>Triangle Strain Calculator</i> V.3	Perhitungan Regangan
GMT (<i>Generic Mapping Tools</i>) versi 6.0.0	<i>Plotting</i>
<i>Microsoft Office</i>	Penyusunan Laporan

3.4. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses pengamatan deformasi yaitu metode GNSS CORS. Metode ini dilakukan dengan mengolah data CORS (*Continuously Operating Reference Station*) format RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) menggunakan *software* GAMIT/GLOBK (Hidayat dkk., 2021). Data CORS yang

digunakan berupa data dari 4 stasiun InaCORS disekitar segmen Komering dengan format RINEX yang diolah menggunakan *software* GAMIT/GLOBK. Proses pengolahan ini melibatkan beberapa jenis data agar hasil yang diperoleh memenuhi standar ketelitian yang ditetapkan. Salah satunya yaitu penggunaan IGS (*International GNSS Service*) sebagai titik ikat (Alif dan Hapsoro, 2021). Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 16 titik IGS sebagai titik ikat yang terdiri dari titik BAKO, COCO, CUSV, DARW, DGAR, GUUG, HKSL, HKWS, IISC, KARR, NTUS, PTGG, REUN, SIN1, VACS, dan XMIS. Hasil dari proses pengolahan ini berupa koordinat definitif serta arah dan kecepatan pergeseran yang selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan regangan. Hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk peta beserta analisisnya.

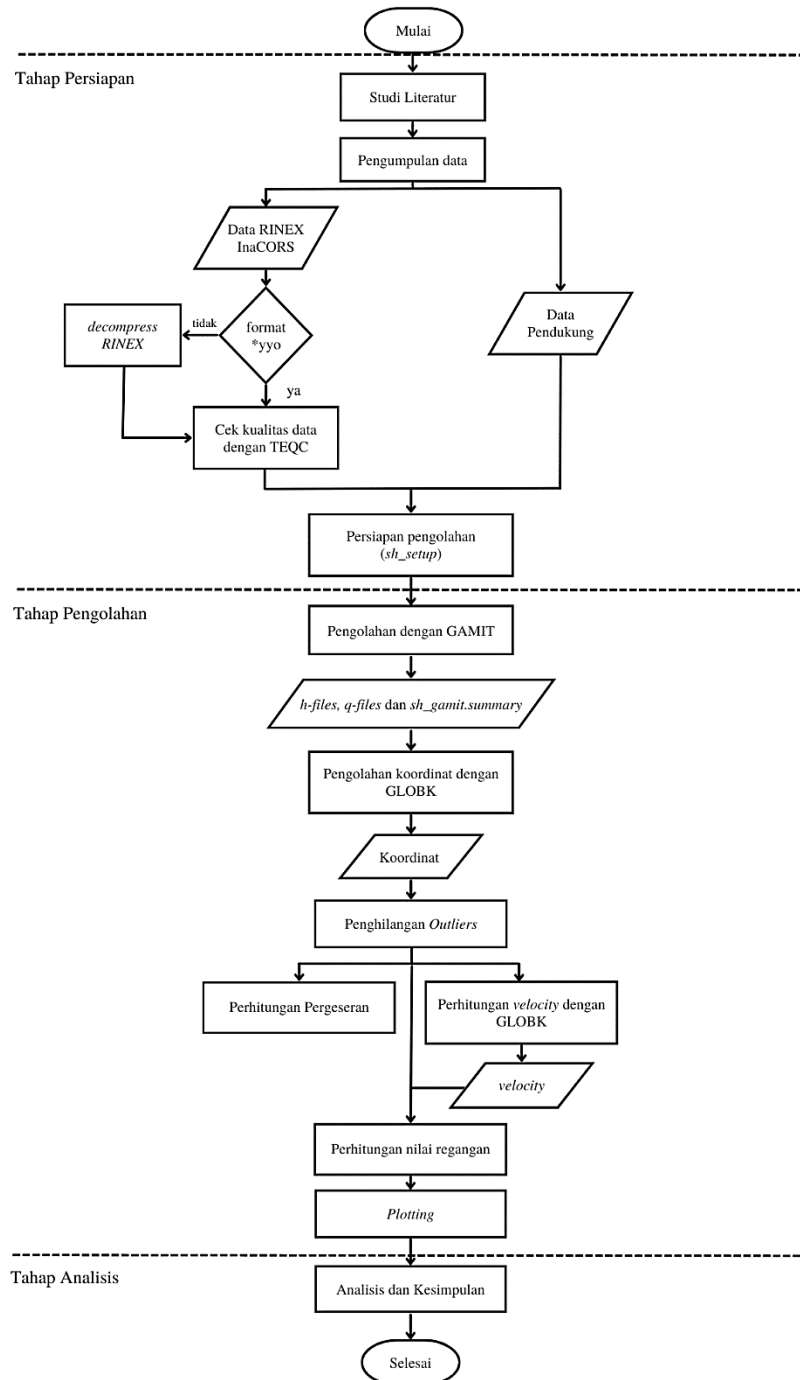


Gambar 8. Sebaran titik IGS

3.5. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini secara garis besar terdiri dari tahap persiapan, tahap pengolahan data, serta tahap analisis dan kesimpulan. Tahapan dimulai dari tahap persiapan yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengecekan format

dan kontrol kualitas data, serta persiapan pengolahan. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan GAMIT/GLOBK, perhitungan regangan, dan *plotting* menggunakan GMT. Kemudian yang terakhir yaitu analisis dan kesimpulan hasil penelitian.



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.5.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan diperlukan agar penelitian dapat dimulai dan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Tahap persiapan penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, dan cek kualitas data dengan rincian sebagai berikut:

1. Pada tahap studi literatur dilakukan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan penelitian meliputi kajian deformasi, besar dan kecepatan pergeseran, analisis regangan, CORS, dan lainnya. Referensi atau literatur yang digunakan diperoleh dari berbagai sumber seperti Artikel atau Jurnal, Skripsi atau Tugas Akhir, dan Tesis.
2. Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data RINEX InaCORS tahun 2022 diperoleh dari *website* srgi.big.go.id. Data RINEX InaCORS tahun 2020 dan 2021 diperoleh dari pengajuan permohonan data ke BIG (Badan Informasi Geospasial) melalui *e-mail*. Dilakukan juga pengumpulan data pendukung yang nantinya digunakan dalam pengolahan. Sebelumnya, terlebih dahulu dilakukan pembuatan direktori pengolahan yang terdiri dari folder dengan nama “brdc”, “igsf”, “ionex”, dan “rinex”. Kemudian pengunduhan data pendukung pengolahan dilakukan dengan menggunakan perintah *sh_get* pada direktori kerja yang telah dibuat dengan perintah-perintah sebagai berikut:

Tabel 6. Perintah unduh data pendukung pengolahan

Data	Folder	Perintah
RINEX IGS stasiun titik ikat	rinex	<i>sh_get_rinex -archive</i> <i><sopac/cddis/unavco> -yr <yyyy> - DoY</i> <i><ddd> -ndays <num> -sites</i>
<i>broadcast</i> <i>ephemeris</i>	brdc	<i>sh_get_nav -archive cddis/sopac -yr</i> <i><yyyy> - DoY <ddd> -ndays <num> -</i> <i>allnav</i>

<i>precise ephemeris (sp3)</i>	igsf	<i>sh_get_orbits -archive cddis/sopac -yr <yyyy> - DoY <ddd> -ndays <num></i>
pemodelan ionosfer	ionex	<i>sh_get_ion -archive cddis/sopac -yr <yyyy> - DoY <ddd> -ndays <num> -ions codg</i>

3. Pengecekan data dilakukan dengan mengecek format data RINEX dan melakukan kontrol kualitas data RINEX titik pengamatan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pengecekan format data dilakukan dengan melihat apakah format RINEX sudah dalam format *o (*observation data file*). Apabila file RINEX masih dalam format *d (*compact RINEX format*), maka dilakukan *decompressed file* untuk memperoleh RINEX format *o menggunakan perangkat lunak RNXCMP (Hatanaka) dengan perintah:

crx2rnx <file RINEX.d>

Sedangkan untuk mengontrol kualitas data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak TEQC. Pengecekan dilakukan per DoY dari data RINEX format .o dan .n dengan menggunakan perintah:

teqc +qc -nav <file RINEX.o> <file RINEX.n>

Kemudian akan dihasilkan file format *s yang berisikan informasi hasil pengecekan kualitas data diantaranya seperti MP1 dan MP2, IOD *slips*, dan rentang waktu pengamatan.

4. Persiapan pengolahan dilakukan dengan menyiapkan file pendukung pengolahan yaitu folder “*tables*” menggunakan perintah “*sh_setup -yr <yyyy>*”. Selanjutnya dilakukan *editing file*, dengan mengedit file-file pendukung pengolahan yang terdapat pada folder “*tables*”. Diantaranya yaitu:
- a. *Sestbl*, diedit untuk mengatur skenario dan strategi pengolahan pada GAMIT untuk data yang diolah. Dilakukan dengan mengatur “*use map.grid = Y*”, “*use otl.grid = Y*”, “*use atml.grid = Y*”, “*use atl.grid = Y*”
 - b. *Process.default*, diedit untuk menentukan tempat pengolahan, letak folder data yang dipakai, dan waktu pengamatan.

- c. *Sites.default*, diedit dengan menambahkan nama stasiun yang akan diolah beserta opsi pengambilan dan pengolahan data dengan format penulisan “<ssss_gps> <expt> <opt_1> <opt_2>”. Dimana *ssss* merupakan 4 karakter nama stasiun yang diolah, *expt* merupakan 4 karakter nama *project*, dan *opt* merupakan opsi pengambilan data, diantaranya seperti *ftp_rnx*, *ftp_raw*, *xstinfo*, *xsite*, dan *localrx*.
- d. *Station.info*, diedit untuk menambahkan informasi stasiun pengamatan dengan perintah “*sh_upd_stnfo -l sd*”, kemudian “*mv station.info.new station.info*”, lalu “*sh_upd_stnfo -files ../rinex/ssss**”.
- e. *Lfile*, diedit dengan mengisikan koordinat apriori stasiun pengamatan dan stasiun titik ikat yang diperoleh dari perintah “*grep position *.YYo*” dan “*rx2apr position.rnx <yyyy> < DoY> < DoY>*” pada folder “*rinex*”.

3.5.2. Tahap Pengolahan

Pada tahap pengolahan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* GAMIT/GLOBK. Pengolahan tersebut terdiri dari *Automatic Batch Processing* GAMIT, pengolahan koordinat dengan GLOBK, perhitungan *velocity* dengan GLOBK. Dilakukan juga perhitungan regangan menggunakan *GPS Triangle Strain Calculator*, dan *plotting* menggunakan GMT.

1. Pengolahan data pada GAMIT (*Automatic Batch Processing*) dilakukan secara otomatis dengan perintah “*sh_gamit*”. *Automatic Batch Processing* melakukan beberapa perintah untuk pengolahan secara *loose-constraint* dengan hanya sekali perintah. Berikut perintah yang digunakan pada pengolahan ini.

```
sh_gamit -expt <expt> -s <YYYY> < DoY awal> < DoY akhir> -orbit IGSF -  
pres ELEV
```

Pengolahan ini menggunakan titik IGS (*International GNSS Service*) sebagai titik ikat atau titik referensi yang dianggap stabil. Hasil dari pengolahan gamit ini diantaranya berupa *sh_gamit_(ddd).summary*, *q-files* dan *h-files*. Untuk file

sh.summary dan *q-files*, dilakukan evaluasi pengolahan berdasarkan kriteria hasil pengolahan yang baik.

2. Pengolahan GLOBK untuk memperoleh koordinat definitif dilakukan menggunakan *h-file* dari seluruh hasil pengolahan data pada tahap sebelumnya. Pengolahan ini dilakukan pada *folder* “*gsoln*” yang dilengkapi dengan *file* perintah “*glorg_com.cmd*” dan “*globk_comb.cmd*” yang diperoleh dengan menjalankan perintah “*sh_glred -cmd*”. Kedua *file* tersebut terlebih dahulu diedit dengan menambahkan opsi UTM untuk menghasilkan koordinat UTM dan GEOD untuk menghasilkan koordinat lintang bujur. Kemudian pengolahan dapat dijalankan untuk mengolah seluruh data yang ada menjadi koordinat harian dengan menggunakan perintah berikut.

```
sh_glred -expt <nama project> -s <tahun awal> <DoY awal> <tahun  
akhir> <DoY akhir> -opt H G T.
```

Koordinat yang dihasilkan pada pengolahan ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai pergeseran horizontalnya (persamaan 1) menggunakan koordinat *northing* (N) dan koordinat *easting* (E).

3. Untuk dapat melanjutkan ketahap selanjutnya yaitu perhitungan kecepatan pergeseran dan regangan, data yang digunakan haruslah terbebas dari *outlier* yaitu data yang menyimpang diantara data lainnya. Hal tersebut guna memastikan pergeseran yang terjadi di titik pengamatan. Data *outlier* ini sangat mempengaruhi hasil perhitungan nantinya. Data dianggap sebagai *outlier* apabila data pengamatan berada di luar \pm dua kali standar deviasi (Andriza, 2014). Data juga dia dianggap sebagai *outlier* apabila koordinat menyimpang terlalu jauh diantara kebanyakan koordinat diantaranya. Data yang dianggap sebagai data *outlier* kemudian akan dibuang dan tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan kecepatan pergeseran.

4. Pengolahan GLOBK untuk perhitungan *velocity* atau kecepatan pergeseran dan arah pergeseran dilakukan dengan menggabungkan seluruh koordinat hasil pengolahan yang kemudian diolah dengan menggunakan perintah “*globk 6 globk_vel.prt globk_vel.log <file gdl> globk.cmd VEL*”. Perintah tersebut dijalankan pada *folder* “*vsoln*” yang telah dilengkapi dengan *file* “*gdl*” dan “*globk.cmd*”. Hasil *velocity* yang diperoleh kemudian dihitung kecepatan horizontal dengan menggunakan rumus resultan kecepatan (persamaan 2). Rumus resultan tersebut juga diterapkan untuk standar deviasinya.

Selanjutnya, dilakukan pengurangan vektor kecepatan pergeseran titik-titik pengamatan terhadap rata-rata *velocity* dari keempat titik pengamatan yang digunakan. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan pengaruh efek regional atau pengaruh lokal di sekitar titik pengamatan (Andriza, 2014). Dimana rata-rata yang diperoleh merupakan reduksi dan dianggap sebagai pengaruh rokal

5. Perhitungan regangan dilakukan menggunakan metode segitiga *Delaunay*. Sebelum dilakukan perhitungan regangan, terlebih dahulu dibuat desain jaring segitiga atau segmen segitiga dengan menghubungkan titik-titik pengamatan yang ada, kemudian regangan dihitung berdasarkan jaring segitiga tersebut. Perhitungan regangan dilakukan dengan *GPS Triangle Strain Calculator*. Koordinat dan vektor kecepatan yang telah diperoleh sebelumnya digunakan untuk menghitung parameter regangan untuk memperoleh *principal strain* ϵ_1 dan ϵ_2 . Dimana ϵ_1 merupakan besaran yang menunjukkan nilai perpanjangan utama atau ekstensi (*extension*) sedangkan ϵ_2 adalah besaran yang menunjukkan nilai kompresi (*compression*).
6. Hasil dari tahapan pengolahan data kemudian di *plot* menggunakan *Generic Mapping Tools (GMT) V.6.0.0* agar dapat disajikan dalam bentuk peta. *Plotting* dilakukan dengan membuat *script* yang diawali dengan *gmt begin* dan diakhiri dengan *gmt end*. *Script* ini memiliki format *.sh* yang berisikan beberapa perintah yang digunakan untuk mengatur *plot* seperti *region* atau batas peta, proyeksi, warna, grid, skala batang, arah mata angin, judul peta, inset peta dan lainnya.

Sedangkan untuk titik pengamatan dan kecepatan yang akan dipetakan dimasukkan kedalam *file* dengan format *.dat* yang akan dimasukkan kedalam *script* dalam *file* format *.sh* agar dapat ditampilkan ke dalam peta.

3.5.3. Tahap Analisis

Tahapan analisis dilakukan dengan menganalisa hasil pengolahan menggunakan uji signifikansi *t-student* dan mengaitkan hasil pengolahan dengan jenis sesar dan potensi kegempaan.

1. Uji signifikansi dilakukan menggunakan uji statistik *T-student* dengan membandingkan nilai T_{hitung} dengan T_{tabel} . T_{hitung} diperoleh dengan membagi resultan pergeseran horizontal koordinat dengan standar deviasinya. Sedangkan T_{tabel} diperoleh dari nilai pada tabel *T-students* dengan selang kepercayaan 95% dan *df* (*degree of freedom*) yang diasumsikan tak hingga (∞) dikarenakan data yang digunakan berjumlah banyak. Uji signifikansi dilakukan terhadap hasil hitungan nilai pergeseran dan vektor kecepatan pergeseran untuk melihat apakah terdapat perubahan atau perbedaan yang signifikan secara statistik. Hipotesa nol diterima atau signifikan apabila nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$, yang artinya secara statistik dianggap telah terjadi perubahan atau pergeseran. Sedangkan, hipotesa nol ditolak atau tidak signifikan apabila nilai $T_{hitung} < T_{tabel}$, yang artinya secara statistik dianggap tidak terjadi perubahan atau pergeseran.
2. Dari hasil-hasil yang telah diperoleh sebelumnya, dilakukan analisis untuk mengetahui deformasi yang terjadi pada segmen Komerling. Analisis pergeseran dan regangan dilakukan berdasarkan nilai pergeseran, *velocity*, dan nilai regangan 4 stasiun pengamatan. Selain itu dilakukan juga analisis untuk melihat apakah pergeseran atau deformasi yang teridentifikasi dari analisis sebelumnya sesuai dengan jenis sesar tersebut serta potensi gempa buminya.

3.6. Tabel Rencana Penelitian

Tabel 7. Rencana Penelitian

Kegiatan	Bulan Ke					
	1	2	3	4	5	6
Persiapan						
Pengolahan						
Analisis						

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dan dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pergeseran titik pengamatan 4 stasiun InaCORS selama periode tahun 2020-2022 secara statistik mengalami pergeseran horizontal sebesar 47,69 mm sampai dengan 70,19 mm dengan vektor kecepatan pergeseran stasiun CKMN sebesar 26,82 mm/tahun ke arah tenggara, stasiun CMTP sebesar 24,84 mm/tahun ke arah tenggara, stasiun CKRI sebesar 16,59 mm/tahun ke arah timur laut, dan CBTH sebesar 20,83 mm/tahun ke arah tenggara. Setelah dikurangi pengaruh regionalnya, stasiun CKMN memiliki kecepatan pergeseran sebesar 3,48 mm/tahun dan CMTP sebesar 5,49 mm/tahun ke arah tenggara sedangkan stasiun CKRI sebesar 2,45 mm/tahun dan CBTH sebesar 6,70 mm/tahun ke arah barat laut.
2. Analisis regangan segmen Komerling didominasi oleh kompresi, dimana regangan terbesar terdapat di segmen II. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas tektonik yang terdapat di segitiga II lebih dominan dan lebih berpotensi menjadi gempa di kemudian hari.
3. Segmen Komerling Sesar Sumatra mengalami deformasi dengan arah pergerakan sesuai dengan mekanisme sesar mendatar mengangan (*dextral*) dimana daerah di sisi kanan sesar bergerak ke arah tenggara dan daerah di sisi kiri sesar bergerak ke arah barat laut. Regangan kompresi yang terdapat pada segmen ini mengindikasikan adanya pengakumulasian energi yang berpotensi menyebabkan gempa bumi.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penambahan stasiun CORS sebagai titik pengamatan GPS kontinu disekitar daerah penelitian yang didistribusikan dengan merata guna meningkatkan keakuratan hasil penelitian kedepannya. Selain itu juga dengan mempertimbangkan gangguan yang terdapat pada sekitar lokasi CORS untuk meminimalisir efek *multipath* yang ditimbulkan.
2. Melakukan penelitian kajian deformasi segmen komering dengan data yang lebih banyak dan lengkap serta memiliki kualitas data yang lebih baik guna meningkatkan keakuratan hasil penelitian kedepannya.
3. Melakukan penelitian kajian deformasi dengan metode lain untuk menambah informasi terkait aktivitas pergerakan segmen sesar menggunakan parameter lain misalnya dengan metode penginderaan jauh dan analisis kekar atau metode GPS menggunakan titik pengamatan selain Ina-CORS.
4. Melakukan kajian lanjut terkait potensi gempa yang diakibatkan oleh aktivitas segmen Komering di Sesar Sumatra.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, B. S., A. Suprayogi, dan L. M. Sabri. 2020. Survei Deformasi Dengan Metode GNSS Tahun 2019 Di Sekitar Jembatan Penggaron. *Jurnal Geodesi Undip*. 9(2):177–187.
- Alif, S. M. dan P. T. Hapsoro. 2021. Penentuan Titik IGS Sebagai Titik Ikat Dalam Pengolahan Data GNSS Untuk Studi Geodinamika Di Pulau Sumatra. *Jurnal Ilmiah Tekno Global*. 10(2):72–78.
- Andriza, Y. 2014. Studi Deformasi Sesar di Wilayah Lampung Berdasarkan Pengamatan GPS Tahun 2009-2013. Tugas Akhir: Institut Teknologi Bandung.
- Ardi, Freziz Prima. 2012. Analisis Deformasi Sesar Aktif di Sekitar Gunung Api Lokon Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2009-2011. Tugas Akhir: Institut Teknologi Bandung
- Arifin, S. S., B. S. Mulyatno, Marjiyono, dan R. Setianegara. 2014. Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor Dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa Dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 2(1):30–40.
- Ariwibowo, S., D. Muslim, Winantris, D. H. Natawidjaja, dan M. R. Daryono. 2017. Sub-Segmentasi Sesar Pada Segmen Kumering Antara Danau Ranau Hingga Lembah Suoh, Lampung Barat. *Journal of Environment and Geological Hazard*. 8:31–45.
- Artini, S. R. 2014. Penentuan Koordinat Stasiun GNSS CORS GMU1. *PILAR: Jurnal Teknik Sipil*. 10(1):37–44.
- Azmi, A. U. 2016. Kajian Pengamatan Regangan Tektonik Menggunakan Data SUGAR (*Sumatran GPS Array*) (Studi Kasus: Gempa Sumatra Barat Tahun 2009). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bachri, S. 2006. Peran Deformasi Pensesaran Mendatar Terhadap Pembentukan Beberapa Cekungan Kecil Paleogen di Sumatera Barat Dan Jambi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. XVI (4):232–240.

- Badan Informasi Geospasial. 2018. *InaCORS BIG Satu Referensi PemetaanIndonesia*. Bogor.
- Barber, A. J. dan M. J. Crow. 2009. Structure of Sumatra and Its Implications for the Tectonic Assembly of Southeast Asia and the Destruction of Paleotethys. *Island Arc*. 18(1). 2009. 3–20.
- Barber, A. J., M. J. Crow, dan J. S. Milsom. 2005. *Sumatra - Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: The Geological Society. *Geological Society Meomir No.31*.
- Barunawati, E. V. N. 2019. Analisis Hubungan Deformasi Di Jawa Timur Bagian Selatan Dengan Aktivitas Zona Subduksi Java Trench Menggunakan Data GPS CORS Tahun 2015-2018. Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bellier, O. and M. Sébrier. 1994. *Relationship Between Tectonism and Volcanism Along the Great Sumatran Fault Zone Deduced by Spot Image Analyses*. *Tectonophysics*. 233(3–4):215–231.
- Bradley, K. E., L. Feng, E. M. Hill, D. H. Natawidjaja, dan K. Sieh. 2016. Implications of The Diffuse Deformation of The Indian Ocean Lithosphere for Slip Partitioning of Oblique Plate Convergence in Sumatra. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 122(1):572–591.
- Estey, L. dan S. Wier. 2014. *Teqc Tutorial: Basics of Teqc Use and Teqc Products*. Boulder, Colorado: UNAVCO.
- Fathullah, A., M. Awaluddin, dan Haniah. 2015. PENGAMATAN DEFORMASI SESAR KALIGARANG DENGAN GPS TAHUN 2015. *Jurnal Geodesi Undip*. 4:277–286.
- Fattah, B. Y. A., L. M. Sabri, dan M. Awaluddin. 2020. Survei Deformasi Sesar Kaligarang Dengan Metode Survei GNSS Tahun 2019. *Jurnal Geodesi Undip*. 9:102–111.
- Furqan. 2015. Analisis Deformasi Sesar Lembang Jawa Barat Menggunakan Data GPS Periodik dan Kontinu Tahun 2006-2014. Tugas Akhir: Institut Teknologi Bandung
- Hadi, A. L., I. M. Anjasmara, dan M. Yusfania. 2016. Analisa Kecepatan Pergeseran Di Wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan Menggunakan GPS-CORS Tahun 2013-2015. *Jurnal Teknik ITS*. 5(2):C70–C74.
- Haerani, N., M. Hendrasto, dan H. Z. Abidin. 2010. Deformasi Gunung Kelud Pascapembentukan Kubah Lava November 2007. *Jurnal Geologi Indonesia*. 5(1):13–30.

- Hanafiah, A. Sutedja, dan I. Ahmaddien. 2020. *Pengantar Statistika*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Hartadi, J., S. Raharjo, dan O. D. Alfiani. 2015. Pemodelan Tingkat Aktivitas Sesar Berdasarkan Analisis Deformasi Menggunakan Pengamatan GPS. *Seminar Nasional Kebumihan X – FTM – UPN “Veteran” Yogyakarta*. 2015. 158–164.
- Herring, T. A., R. W. King, dan S. C. McClusky. 2008. *Introduction to GAMIT / GLOBK*.
- Hidayat, F. R., H. Kuncoro, dan E. Kriswati. 2021. Analisis Pengaruh Regangan Tektonik Pada Sesar Cimandiri Terhadap Aktivitas Vulkanik Gunungapi Gede Berdasarkan Data GPS Tahun 2016-2019. *FTSP Series 2: Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2021*. 2021. 438–459.
- Ikhsan, M. R. 2017. Analisis Reservoir pada Formasi Gumai untuk Penentuan Titik Sumur Pengembangan pada Lapangan X, Sub-Cekungan Jambi, Sumatera Selatan. Universitas Trisakti.
- Ito, T., E. Gunawan, F. Kimata, T. Tabei, I. Meilano, dan Y. Ohta. 2016. Co-seismic Offsets Due to Two Earthquakes (Mw 6.1) Along The Sumatran Fault System Derived From GNSS Measurements. *Earth, Planets and Space*. 68(57):1–8.
- Jamil, F. S. 2020. Analisis Regangan Gunung Semeru dengan Menggunakan Metode *Triangle Strain Algorithm* berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2017-2020. Skripsi: Institut Teknologi Nasional.
- Kusuma, B. D. I., M. Awaluddin, dan B. D. Yuwono. 2017. Survey Deformasi Sesar Kaligarang Dengan Metode Pengamatan GPS Tahun 2016. *Jurnal Geodesi Undip*. 6:93–99.
- Lail, M. H. N., M. Awaluddin, dan B. Sasmito. 2018. Hitungan Kecepatan Pergeseran Titik Pengamatan Deformasi Dengan GPS Menggunakan Titik Ikat Regional Dan Global. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(1):100–108.
- Mauradhia, A., I. M. Anjasmara, dan Susilo. 2019. Analisis Deformasi Berdasarkan Pergeseran Titik Pengamatan GPS Di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2):213–218.
- Naryanto, H. S. 1997. Kegempaan Di Daerah Sumatra. Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana. 1997.
- Natawidjaja, D. H. 2018. Updating Active Fault Maps and Sliprates along the Sumatran Fault Zone, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 118(1). 2018

- Natawidjaja, D. H. 2021. *Riset Sesar Aktif Indonesia Dan Peranannya Dalam Mitigasi Bencana Gempa Dan Tsunami*. Jakarta: LIPI Press.
- Natawidjaja, D. H. dan W. Triyoso. 2007. The Sumatran Fault Zone — From Source to Hazard. *Journal of Earthquake and Tsunami*. 01(01):21–47.
- Natawidjaja, D. H., K. Bradley, M. R. Daryono, S. Aribowo, dan J. Herrin. 2017. Late Quaternary Eruption of The Ranau Caldera and New Geological Slip Rates of The Sumatran Fault Zone in Southern Sumatra, Indonesia. *Geoscience Letters*. 4(1)
- Newhall, C. G. dan D. Dzurisin. 1988. *Historical Unrest at Large Calderas of the World*.
- Nurfarida, Nurul. 2010. Analisis Laju Geser dan Potensi Bahaya Gempa Sesar Cimandiri Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2006-2010. Tugas Akhir: Institut Teknologi Bandung
- Oktarina, D. dan B. K. Susilo. 2018. Geologi Daerah Talawi - Barangin dan Potensi Batuan Induk dari Batuserpih Formasi Sangkarewang. Universitas Sriwijaya.
- Panggabean, H. dan L. D. Santy. 2012. Sejarah Penimbunan Cekungan Sumatera Selatan dan Implikasinya Terhadap Waktu Generasi Hidrokarbon. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. 22(4):225–235.
- Pulunggono, A., A. H. S., dan C. G. Kosuma. 2006. Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a Framework of the South Sumatra Basin; a Study of SAR-Maps. *Proc. Indon Petrol. Assoc., 21st Ann. Conv. (October 1992)*. 2006. Indonesian Petroleum Association (IPA)
- Rahmadi, E., E. Meidarto, M. Fauzan, dan S. Bagus. 2006. Monitoring Pergerakan Sesar Sumatera Di Wilayah Lampung Dalam Upaya Pemetaan Potensi Dan Mitigasi Bencana Alam Gempabumi Di Lampung. *Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Unila, 2006*. 2006. 154–160.
- Ramadhan, S. A., A. Kurniawan, I. S. Yudha, dan Yuwono. 2021. InaCORS-BIG Service for Practice Survey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021
- Rizkandi, R., F. Murdapa, E. Rahmadi, dan R. Fadly. 2022. Analisa Pola Deformasi Stasiun CORS BIG Sekitar Pusat Gempa Di Kabupaten Pandeglang. 2(2):26–39.
- Salsabila, M. S., E. Rahmadi, dan R. Fadly. 2021. Analisis Pergeseran Dan Regangan Wilayah Lampung. *DATUM: Journal of Geodesy and Geomatics*. 1(2):23–30.

- Santi, E., E. Rahmadi, dan R. Fadly. 2021. Analisis Pergeseran Dan Regangan Selat Sunda Berdasarkan Data Cors Big Tahun2017-2019. *DATUM : Journal of Geodesy and Geomatics*. 1(2):hal. 31-42.
- Saputra, R., M. Awaludin, dan B. D. Yuwono. 2017. Analisis Deformasi di Wilayah Jawa Timur dengan Menggunakan CORS BIG. *Jurnal Geodesi Undip*. 6(4):422-432.
- Saputra, W. N. 2011. Geologi Daerah Karang Dalam Dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Tugas Akhir: Institut Teknologi Bandung.
- Sarkowi, M., R. C. Wibowo, dan I. B. S. Yogi. 2022. Potensi Gempabumi Di Sepanjang Sesar Semangko Segmen Lampung. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*. 03:27-33.
- Sulistyawan, I. H. dan B. H. Harahap. 2013. Magmatisme, Sumberdaya Mineral dan Energi di Tapanuli Selatan-Sumatera Utara. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. 23(3):167-178.
- Syafei, W. 2020. Perhitungan Kecepatan Pergeseran Titik Pengamatan GNSS untuk Identifikasi Sesar Semangko. Tugas Akhir: Institut Teknologi Sumatera.
- Ulinnuha, H., N. Widjajanti, Yulaikhah, P. B. Santosa, dan S. T. Novianti. 2021. Evaluasi Pergerakan Titik Kontrol Pemantauan Waduk Sermo Untuk Mendukung Mitigasi Multidisaster. *FIT ISI 2020 "SMART SURVEYORS IN THE NEW NORMAL ERA"*. 1. 2021. 158-165.
- Wananda, B. R. 2017. Studi Deformasi Dan Aktivitas Sesar Baribis Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2007 - 2016.
- Yulaikhah, S. Pramumijoyo, dan N. Widjajanti. 2018. Correlation of GNSS Observation Data Quality Resulted from TEQC Checking and Coordinate's Precision. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering (JGISE)*. 1(1):8-13.