



Perbandingan Kualitas InaCORS dan SuGAR untuk Studi Pemantauan Deformasi Kerak di Sumatera

Satrio Muhammad Alif*, Ribhan Nafiz Siregar, Yesica Tumim Siburian, Ongky Anggara

Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sumatera

Abstrak

Pemantauan deformasi kerak di Sumatera merupakan hal penting dalam pemahaman aktivitas tektonik dan potensi gempa bumi di wilayah tersebut. Tingginya aktivitas tektonik di Pulau Sumatera dapat dikuantifikasi dengan pengamatan stasiun kontinu. Penelitian ini membandingkan kualitas dua jaringan pengamatan stasiun kontinu yang tersedia di Pulau Sumatera yaitu *Sumatran GPS Array* (SuGAR) dan *Indonesia Continuously Operating Reference Stations* (InaCORS). Data stasiun kontinu yang digunakan, diamati dari 2020 hingga 2022, dan digunakan untuk menganalisis perubahan posisi permukaan dan deformasi kerak secara kontinu. Hasil perbandingan kedua jenis stasiun kontinu menunjukkan bahwa stasiun SuGAR dan stasiun InaCORS memiliki ketelitian yang baik dengan orde milimeter. Pada hasil komponen horizontal dan komponen vertikal, nilai ketelitian stasiun SuGAR lebih baik dibandingkan stasiun InaCORS. Kedua data merupakan sumber data yang penting untuk pemantauan deformasi kerak sehingga penggunaan kedua stasiun ini secara kombinasi dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang pemantauan pergerakan deformasi kerak di Sumatera.

Kata kunci: Deformasi kerak; Sumatera; stasiun SuGAR; Stasiun InaCORS, ketelitian

Abstract

Monitoring crustal deformation in Sumatra is crucial for understanding tectonic activity and earthquake potential in the region. The high tectonic activity in Sumatra can be quantified through observations in continuous station. This study compares the quality of two available continuous station networks in Sumatra, namely the Sumatran GPS Array (SuGAR) and the Indonesia Continuously Operating Reference Stations (InaCORS). Continuous station data which collected from 2020 to 2022 were used to analyze displacement and crustal deformation continuously. The comparison results showed that both SuGAR and InaCORS stations have good accuracy on the order of millimeters. However, SuGAR stations outperformed InaCORS stations in terms of horizontal and vertical components. Both datasets are important data for crustal deformation monitoring, and their combined use provides a more comprehensive understanding of crustal deformation in Sumatra.

Keywords: Crustal deformation; Sumatra; SuGAR station; InaCORS station; precision

PENDAHULUAN

Pulau Sumatera merupakan salah satu lokasi yang menjadi pertemuan dua lempeng besar yaitu lempeng Sundaland dan Indo-Australia. Lempeng Indo-Australia mensubduksi di bawah lempeng Sundaland dengan kecepatan 47 mm/yr yang menyebabkan banyak terjadinya gempa di Sumatera dan sekitarnya (Yong dkk., 2017). Gempa-gempa tersebut sudah mulai terpantau

sejak awal abad 21 dimulai sejak gempa besar di laut Andaman dengan kekuatan gempa Mw 9.22 yang menyebabkan tsunami Aceh (Prawirodirdjo dkk., 2010). Pada tahun 2005 terjadi gempa megathrust berkekuatan Mw 8,7 di Pulau Nias dan Simeulue, memakan korban hingga 2000 jiwa (Qiu dkk., 2019). Pada tahun 2007 gempa megathrust terjadi di Bengkulu dengan kekuatan magnitudo 8.5 (Zheng dkk., 2018), kemudian

*) Korespondensi : satrio.muhammad@gt.itera.ac.id

Diajukan : 9 Agustus 2023

Diterima : 1 Desember 2023

Diterbitkan : 16 April 2024

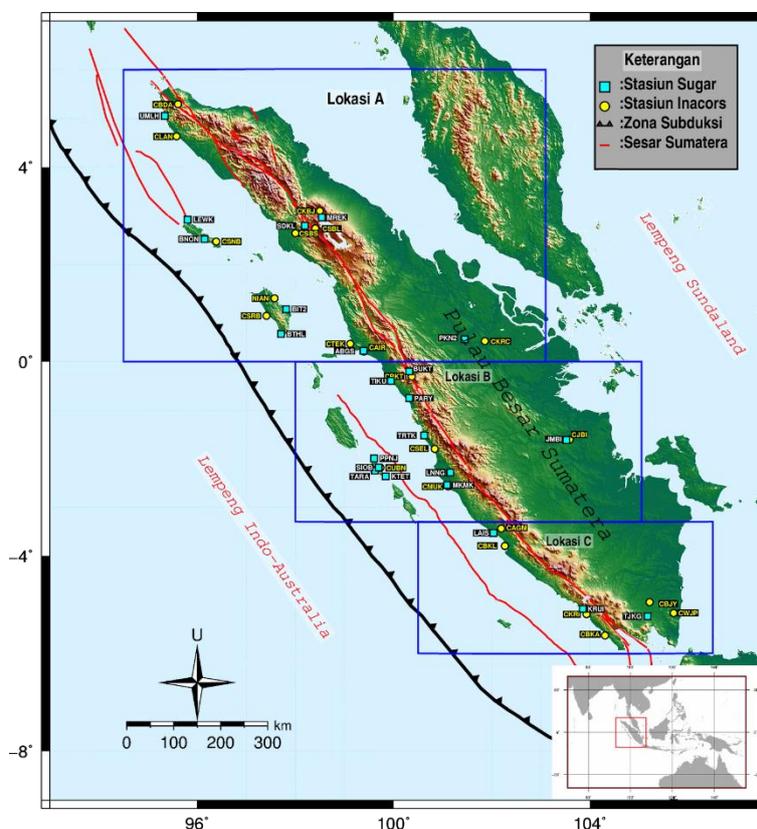
gempa di Padang pada tahun 2009, dengan kekuatan magnitudo 7,8. Pada tahun 2010 yang menyebabkan tsunami setinggi 14 m (Ardika dkk., 2015; Natawidjaja, 2021). Berdasarkan historis gempa besar yang terjadi menunjukkan bahwa pertemuan lempeng yang terjadi di Sumatera menimbulkan tingginya aktivitas gempa yang berakibat terdampaknya banyak korban.

Terdapat banyak penelitian yang dilakukan di daerah subduksi Sumatera untuk memperhitungkan gempa di masa mendatang, mengingat jumlah bencana gempa bumi yang tinggi di wilayah tersebut (Lubis, 2021). Salah satu stasiun kontinu yaitu stasiun *Sumatran GPS Array* (SuGAR), stasiun SuGAR merupakan hasil kerjasama dari California Institute of Technology (Caltech) dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), jaringan stasiun SuGAR merupakan jaringan berbasis Global Navigation Satellite System (GNSS) yang dapat merekam pergerakan titik secara kontinu, sehingga dapat merepresentasikan deformasi kerak (Alif dkk., 2023). Selain itu, terdapat stasiun InaCORS yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Stasiun InaCORS dibangun untuk memelihara

referensi geospasial nasional, akan tetapi juga bisa digunakan untuk kebutuhan lain yaitu untuk studi geodinamika (Riyadi dan Prasidya, 2016).

Pemanfaatan data stasiun kontinu dapat diaplikasikan dalam pengamatan deformasi kerak. Penggunaan stasiun kontinu telah berhasil mendeteksi adanya deformasi interseismik, co-seismic dan post-seismic yang berhubungan dengan gempa - gempa besar yang pernah terjadi di zona subduksi Sumatera (Briggs dkk., 2006; Konca dkk., 2008; Lubis dkk., 2013; Alif dkk., 2021). Selain itu, pemanfaatan stasiun GPS untuk memperkirakan besaran energi yang akan terlepas pada fase interseismik (Chlieh dkk., 2008; Prawirodirdjo dkk., 2010).

Pada penelitian ini sebagai studi awal untuk menganalisis kualitas stasiun InaCORS dan SuGAR yang tersebar di Pulau Sumatera dan sekitarnya, terutama di sekitar jalur subduksi dan sesar dan menganalisis posisi kedua stasiun yang berdekatan satu sama lain. Selanjutnya kualitas pengamatan stasiun kontinu dibandingkan dengan stasiun yang berdekatan antara InaCORS dan SuGAR untuk mengetahui kualitas pengamatan stasiun kontinu untuk studi deformasi kerak.



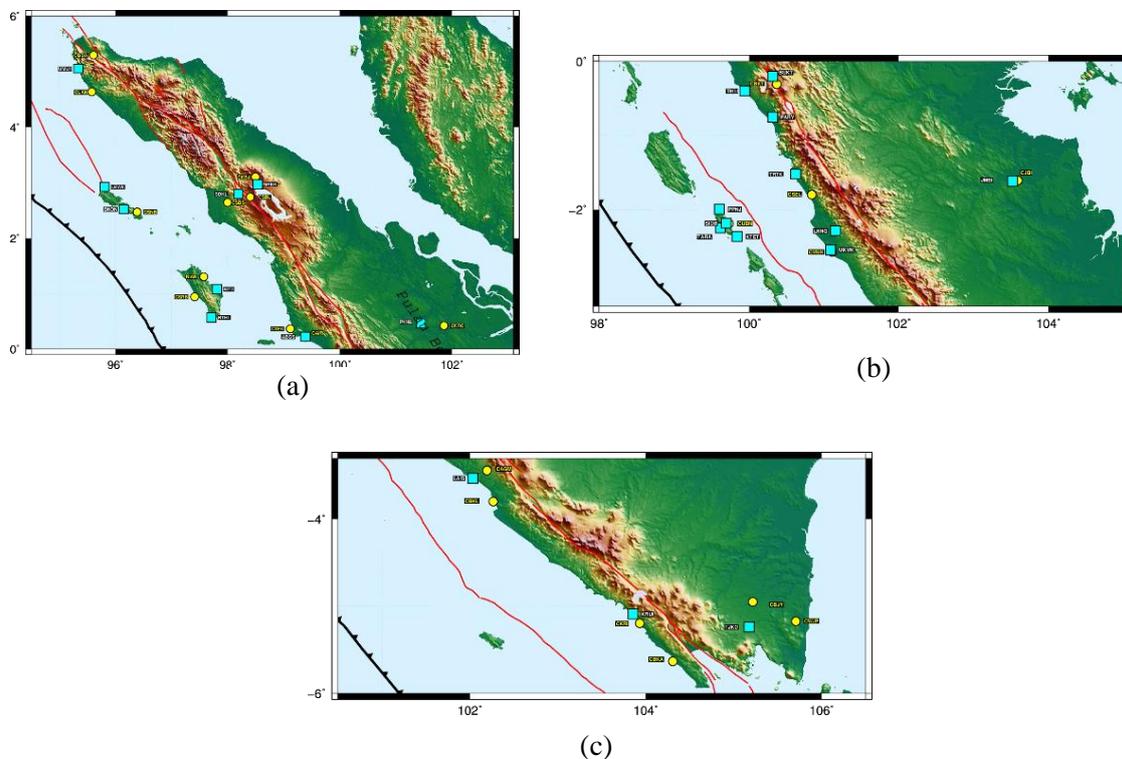
Gambar 1. Lokasi penelitian

METODOLOGI

Penelitian ini berlokasi di Pulau Sumatera yang berada di Lempeng Sundaland dan Lempeng Indo-Australia. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data stasiun kontinu dengan rentang pengamatan 1 Januari 2020 hingga 26 November 2022. Data stasiun kontinu yang digunakan yaitu data stasiun *Indonesia Continuously Operating Reference Stations* (InaCORS) dan *Sumatran GPS Array* (SuGAR) yang terletak di sepanjang Pulau Sumatera. Jumlah stasiun yang digunakan dalam penelitian ini adalah stasiun InaCORS sebanyak 22 Stasiun dan stasiun SuGAR sebanyak 23 stasiun. Gambar 1. Menunjukkan peta lokasi penelitian dan Gambar 2 menunjukkan lokasi titik pengamatan stasiun kontinu. Detail lokasi kasus stasiun yang berdekatan disajikan pada Tabel 1.

Data yang digunakan dari stasiun InaCORS dan SuGAR diolah menggunakan perangkat lunak ilmiah Bernese (Dach dkk., 2015). Pengolahan data menerapkan metode diferensial dengan menggunakan 10 stasiun ikat International GNSS Service (IGS) yaitu ALIC, DARW, DGAR,

CUSV, BAKO, IISC, KARR, NTUS, PIMO dan XMIS. Penggunaan titik IGS sebagai titik ikat atau titik referensi yang bertujuan untuk mengikat suatu titik pengamatan dan titik pengamatan bergerak relatif terhadap titik acuan atau titik referensi. Metode diferensial ini tidak memerlukan model geodinamika periodik yang terlalu akurat seperti halnya pada metode absolut (Alif dkk, 2022), karena dengan menggunakan metode diferensial kesalahan pada stasiun kontinu dapat tereduksi. Data titik ikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah data titik ikat dari International GNSS Service (IGS) yang tersebar di sekitar titik stasiun InaCORS dan SuGAR. Data titik ikat IGS menggunakan International Terrestrial Reference Frame (ITRF) 2014. Diagram alir dari penelitian ini disajikan pada Gambar 3. Pengolahan tersebut menghasilkan koordinat harian setiap stasiun kontinu yang digunakan untuk mengestimasi kecepatan pergeseran.



Gambar 2. (a) Lokasi penelitian kasus A (b) Lokasi penelitian kasus B (c) Lokasi penelitian kasus C

Tabel 1. Lokasi Stasiun InaCORS dan SuGAR beserta nomor kasus yang berdekatan

Kasus	InaCORS			SuGAR		
	Nama Stasiun	Bujur (derajat)	Lintang (derajat)	Nama Stasiun	Bujur (derajat)	Lintang (derajat)
1A	CBDA	95.6094	5.2963	UMLH	95.3390	5.0531
1B	CLAN	95.5777	4.6349	UMLH	95.3390	5.0531
2A	CSNB	96.3855	2.4724	LEWK	95.8041	2.9236
2B	CSNB	96.3855	2.4724	BNON	96.1508	2.5208
3	CBKJ	97.3435	3.9903	MREK	98.5381	2.9699
4A	CSBL	98.4051	2.7420	SDKL	98.1929	2.7966
4B	CSBS	98.0012	2.6433	SDKL	98.1929	2.7966
5A	NIAN	97.5756	1.3038	BIT2	97.8110	1.0783
5B	CSRB	97.4121	0.9424	BTHL	97.7107	0.5692
6A	CTEK	99.1187	0.3649	ABGS	99.3875	0.2208
6B	CAIR	99.3946	0.2080	ABGS	99.3875	0.2208
7	CKRC	101.8587	0.4219	PKN2	101.4474	0.4593
8A	CBKT	100.3711	-0.3089	TIKU	99.9442	-0.3991
8B	CBKT	100.3711	-0.3089	BUKT	100.3181	-0.2019
8C	CBKT	100.3711	-0.3089	PARY	100.3187	-0.7526
9	CSEL	100.8392	-1.7981	TRTK	100.6242	-1.5207
10	CJBI	103.5895	-1.6072	JMBI	103.5203	-1.6156
11A	CUBN	99.7313	-2.1864	KTET	99.8407	-2.3625
11B	CUBN	99.7313	-2.1864	TARA	99.6177	-2.2469
11C	CUBN	99.7313	-2.1864	SIOB	99.6964	-2.1828
11D	CUBN	99.7313	-2.1864	PPNJ	99.6037	-1.9940
12A	CMUK	101.1120	-2.5701	LNNG	101.1565	-2.2853
12B	CMUK	101.1120	-2.5701	MKMK	101.0914	-2.5427
13A	CAGM	102.1941	-3.4391	LAIS	102.0339	-3.5292
13B	CBKL	102.2662	-3.7962	LAIS	102.0339	-3.5292
14A	CKRI	103.9309	-5.1961	KRUI	103.8547	-5.0902
14B	CBKA	104.3069	-5.6335	KRUI	103.8547	-5.0902
15A	CBJY	105.2158	-4.9505	TJJK	105.1746	-5.2395
15B	CWJP	105.7061	-5.1742	TJJK	105.1746	-5.2395

Perhitungan kecepatan dari stasiun dilakukan menggunakan koordinat harian stasiun kontinu pada rentang waktu tahun 2020-2022. Koordinat yang diperoleh dari pengolahan data GNSS mengacu ke ITRF 2014 (Altamimi dkk., 2016). Hasil kecepatan dari stasiun kontinu dihitung menggunakan koordinat dalam tiga komponen yaitu: *north-south (NS) component*, *east-west (EW) component*, dan *up-down (UD) component*. Nilai kecepatan diperoleh dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (Alif dkk., 2020) dari regresi linier yang dilakukan pada deret waktu koordinat yang sudah dihilangkan data outlier. Data outlier menggunakan batas tingkat kepercayaan 95% atau 2 sigma. Persamaan dari perhitungan kecepatan ditunjukkan pada persamaan (1).

$$y(t) = at + b \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan persamaan (1) menjelaskan hubungan antara koordinat pada epok tertentu $y(t)$, waktu epok (t), nilai kecepatan pergeseran (a), dan nilai *offset* (b). Koordinat $y(t)$ menggambarkan posisi stasiun pada waktu t , sementara a adalah kecepatan pergerakan stasiun, dan b adalah *offset*.

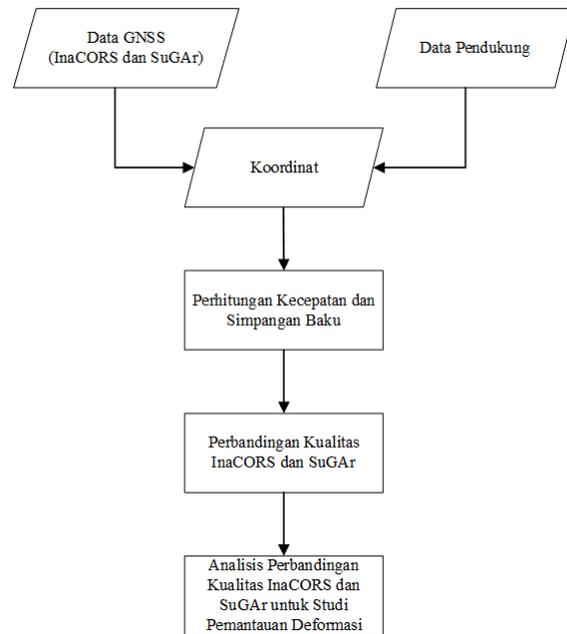
Penilaian kualitas stasiun InaCORS dan SuGAR diasumsikan dengan menggunakan uji signifikansi dari nilai ketelitian. Setelah mendapatkan nilai kecepatan pergeseran (a), dilakukan uji signifikansi untuk membandingkan nilai a dengan nol (asumsi stasiun diam). Tujuan uji signifikansi adalah untuk menentukan apakah terjadi pergeseran yang signifikan pada stasiun selama tiga tahun tersebut. Apabila nilai T hitung

yang diperoleh dari uji statistik lebih kecil daripada nilai T tabel, maka dapat disimpulkan bahwa stasiun tersebut tidak mengalami pergerakan yang signifikan. Namun, jika nilai T hitung lebih besar dari nilai T tabel, hal tersebut mengindikasikan adanya pergeseran yang signifikan pada stasiun. Pergeseran komponen horizontal dan komponen vertical diuji signifikansinya pada tahap ini. Hasil uji signifikansi diperiksa untuk menganalisis perbedaan pada setiap kasus stasiun yang lokasinya berdekatan. Dalam proses analisis ini, akan dievaluasi komponen NS dan EW pada nilai azimuth yang dihasilkan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan arah sudut pada stasiun-stasiun yang berdekatan. Selain itu, akan dianalisis komponen UD dari nilai dan arah kecepatan pergeseran vertikal. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mendeteksi stasiun yang berdekatan menunjukkan nilai kenaikan atau penurunan yang signifikan dan memiliki arah pergerakan yang seragam,

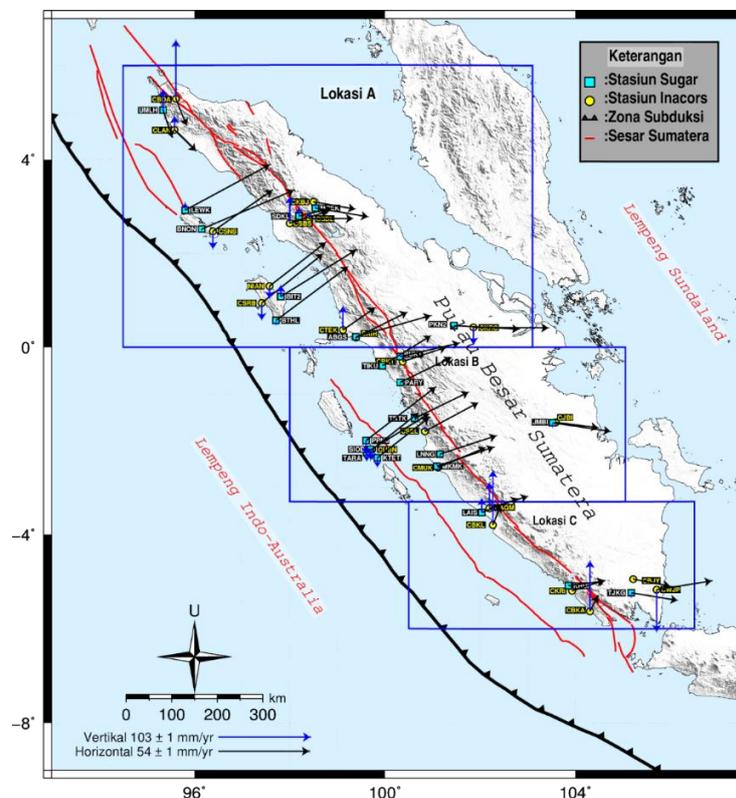
HASIL

Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan arah dan nilai kecepatan pergeseran dari semua stasiun InaCORS dan SuGAR yang berada di Pulau

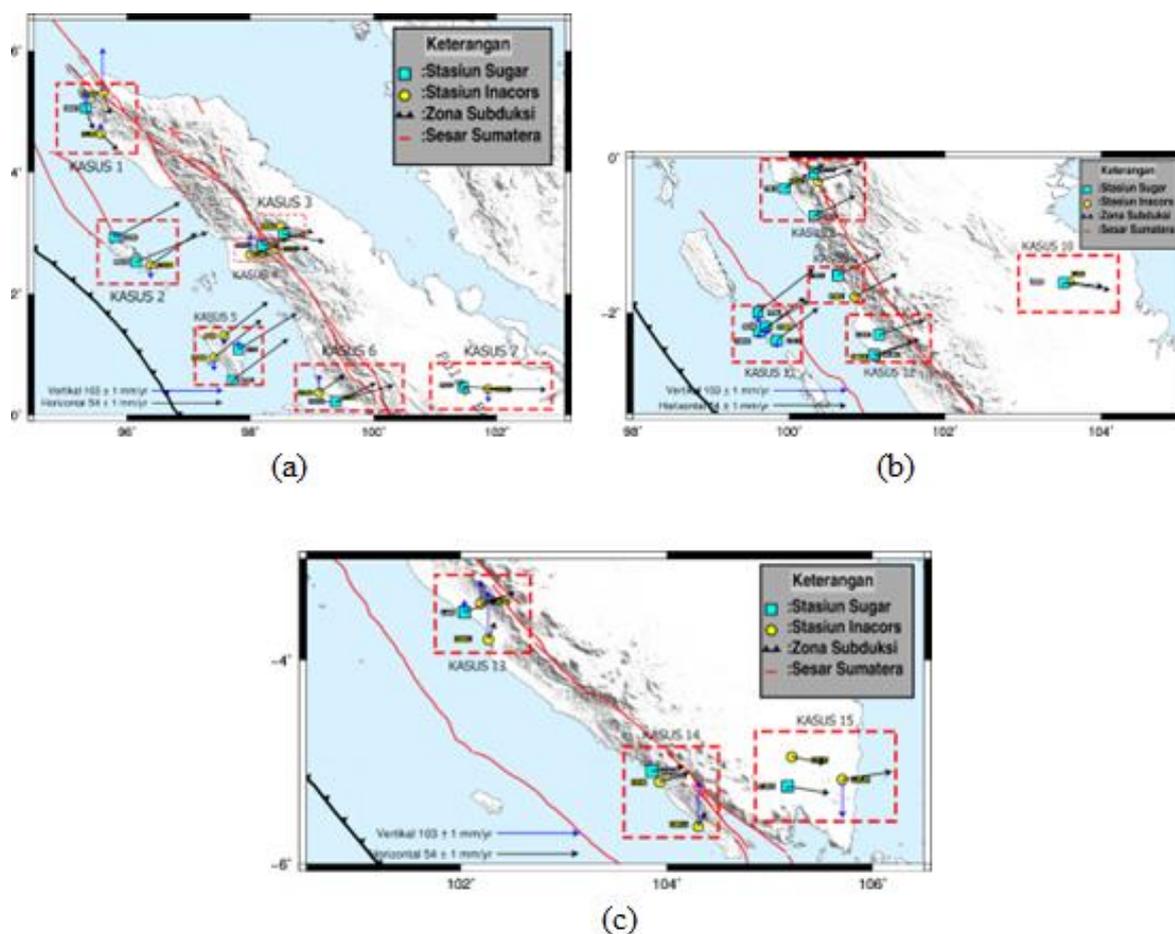
Sumatera, panah berwarna hitam menunjukkan arah dan kecepatan pergeseran horizontal, sementara panah berwarna biru melambangkan arah dan kecepatan pergeseran vertikal. Stasiun yang berlokasi di kepulauan sebelah barat



Gambar 3. Diagram alir penelitian



Gambar 4. Arah dan nilai kecepatan pergeseran stasiun InaCORS dan SuGAR



Gambar 5. Arah dan nilai kecepatan pergeseran stasiun InaCORS dan SuGAR yang saling berdekatan di (a) Lokasi kasus A, (b) Lokasi kasus B, (c) Lokasi kasus C.

Sumatera rata-rata cenderung memiliki arah pergeseran horizontal yang mengarah ke timur laut. Pada Pulau Sumatera, arah dan kecepatan pergeseran horizontal memiliki variasi yang lebih kompleks. Beberapa stasiun menunjukkan arah pergeseran ke timur laut hingga tenggara. Pada kecepatan pergeseran vertikal, setiap lokasi menunjukkan variasi yang berbeda. Beberapa stasiun mengalami pergerakan ke arah *uplift*, sementara stasiun lainnya mengalami pergerakan ke arah *subsidence*.

Perbedaan dari arah pergerakan stasiun InaCORS dan SuGAR yang berdekatan dapat terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Perbedaan tersebut harus diuji secara statistik yaitu uji T, untuk melihat apakah benar terjadi perbedaan yang signifikan antara stasiun yang berdekatan, dalam hal arah dan kecepatan pada komponen horizontal dan vertikal. Nilai arah dan kecepatan pergeseran stasiun InaCORS dan SuGAR,

digunakan dalam uji statistik dalam mencari perbedaan arah dan kecepatan stasiun dalam setiap kasus.

Kecepatan pergeseran komponen horizontal V_e dan V_n yaitu kecepatan pergeseran timur-barat dan utara-selatan serta standar deviasinya, serta komponen vertikal V_u yaitu kecepatan pergeseran atas-bawah serta standar deviasinya. Data tersebut dilakukan perbandingan dengan metode statistik untuk menentukan arah dan nilai kecepatan pergeseran stasiun berdekatan. Metode yang digunakan adalah uji T dengan cara membandingkan antara parameter kecepatan pergeseran komponen horizontal (timur-barat dan utara-selatan) dan kecepatan pergeseran komponen vertikal (atas-bawah) beserta standar deviasi dari keduanya. Hasil uji T untuk uji signifikansi pergeseran serta untuk membandingkan pergerakan horizontal dan vertikal stasiun InaCORS dan SuGAR disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Hasil uji T untuk uji signifikansi pergeseran

Stasiun	T hitung			T tabel 95%	Hasil signifikansi		
	Timur- Barat	Utara- Selatan	Atas- Bawah		Timur- Barat	Utara- Selatan	Atas- Bawah
CSNB	51.466	55.321	11.874	1.96	Ya	Ya	Ya
NIAN	65.810	62.784	10.574	1.96	Ya	Ya	Ya
CSRB	111.637	136.018	31.918	1.96	Ya	Ya	Ya
CUBN	104.644	109.662	20.054	1.96	Ya	Ya	Ya
CBJY	45.973	22.526	3.217	1.96	Ya	Ya	Ya
CWJP	44.777	12.102	22.231	1.96	Ya	Ya	Ya
CKRI	36.100	32.657	7.288	1.96	Ya	Ya	Ya
CBKA	4.380	24.976	27.942	1.96	Ya	Ya	Ya
CAGM	51.409	22.840	15.782	1.96	Ya	Ya	Ya
CBKL	7.309	68.952	73.892	1.96	Ya	Ya	Ya
CMUK	81.462	74.560	1.499	1.96	Ya	Ya	Tidak
CSEL	116.623	90.773	7.253	1.96	Ya	Ya	Ya
CBKT	38.494	46.988	11.051	1.96	Ya	Ya	Ya
CTEK	35.561	69.584	27.308	1.96	Ya	Ya	Ya
CAIR	72.105	59.063	0.791	1.96	Ya	Ya	Tidak
CBDA	12.688	59.270	37.745	1.96	Ya	Ya	Ya
CLAN	29.981	46.626	19.242	1.96	Ya	Ya	Ya
CBKJ	38.584	11.193	54.437	1.96	Ya	Ya	Ya
CSBL	89.861	0.612	11.908	1.96	Ya	Tidak	Ya
CSBS	80.852	37.881	42.222	1.96	Ya	Ya	Ya
CKRC	50.087	1.209	21.972	1.96	Ya	Tidak	Ya
CJBI	47.664	12.223	0.938	1.96	Ya	Ya	Tidak
LEWK	31.070	61.862	4.763	1.96	Ya	Ya	Ya
BNON	37.889	63.306	1.134	1.96	Ya	Ya	Tidak
BIT2	25.172	66.185	6.576	1.96	Ya	Ya	Ya
BTHL	51.026	181.563	6.613	1.96	Ya	Ya	Ya
KTET	23.653	78.347	8.752	1.96	Ya	Ya	Ya
TARA	68.391	162.011	21.231	1.96	Ya	Ya	Ya
SIOB	13.968	41.550	4.068	1.96	Ya	Ya	Ya
PPNJ	71.393	223.037	27.189	1.96	Ya	Ya	Ya
TJKG	41.634	29.455	8.780	1.96	Ya	Ya	Ya
KRUI	29.132	13.472	1.128	1.96	Ya	Ya	Tidak
LAIS	39.668	45.159	21.304	1.96	Ya	Ya	Ya
LNNG	34.449	53.090	5.640	1.96	Ya	Ya	Ya
MKMK	34.520	64.483	6.688	1.96	Ya	Ya	Ya
TRTK	75.094	73.735	5.671	1.96	Ya	Ya	Ya
TIKU	112.616	110.490	3.425	1.96	Ya	Ya	Ya
BUKT	45.351	35.540	4.889	1.96	Ya	Ya	Ya
PARY	61.935	85.179	3.905	1.96	Ya	Ya	Ya
ABGS	35.252	60.893	3.407	1.96	Ya	Ya	Ya
UMLH	6.172	95.159	40.450	1.96	Ya	Ya	Ya
MREK	38.124	30.595	8.521	1.96	Ya	Ya	Ya
SDKL	62.404	23.334	14.105	1.96	Ya	Ya	Ya
PKN2	41.560	10.618	2.270	1.96	Ya	Ya	Ya
JMBI	33.703	27.322	6.832	1.96	Ya	Ya	Ya

Tabel 3. Hasil uji T untuk membandingkan pergerakan horizontal stasiun yang berdekatan

Kasus	T Hitung	T Tabel 95%	Hasil	Kasus	T Hitung	T Tabel 95%	Hasil
	Komponen Horizontal				Komponen Horizontal		
1A	1,665	1,96	Sama	9	1,614	1,96	Sama
1B	15,643	1,96	Beda	10	0,790	1,96	Sama
2A	3,938	1,96	Beda	11A	0,282	1,96	Sama
2B	7,253	1,96	Beda	11B	4,101	1,96	Beda
3	0,275	1,96	Sama	11C	0,159	1,96	Sama
4A	9,457	1,96	Beda	11D	0,520	1,96	Sama
4B	2,874	1,96	Beda	12A	2,617	1,96	Beda
5A	3,804	1,96	Beda	12B	2,326	1,96	Beda
5B	1,219	1,96	Sama	13A	2,485	1,96	Beda
6A	10,179	1,96	Beda	13B	26,273	1,96	Beda
6B	6,112	1,96	Beda	14A	5,714	1,96	Beda
7	1,443	1,96	Sama	14B	31,427	1,96	Beda
8A	8,305	1,96	Beda	15A	0,735	1,96	Sama
8B	2,965	1,96	Beda	15B	95,451	1,96	Beda
8C	4,277	1,96	Beda				

Tabel 4. Hasil uji T untuk membandingkan pergerakan vertikal stasiun yang berdekatan

Kasus	T Hitung	T Tabel 95%	Hasil	Kasus	T Hitung	T Tabel 95%	Hasil
	Komponen Vertikal				Komponen Vertikal		
1A	23,090	1,96	Beda	9	1,993	1,96	Beda
1B	8,517	1,96	Beda	10	6,010	1,96	Beda
2A	11,701	1,96	Beda	11A	0,379	1,96	Sama
2B	7,680	1,96	Beda	11B	1,624	1,96	Sama
3	49,607	1,96	Beda	11C	0,200	1,96	Sama
4A	4,791	1,96	Beda	11D	6,313	1,96	Beda
4B	20,257	1,96	Beda	12A	5,458	1,96	Beda
5A	11,369	1,96	Beda	12B	4,403	1,96	Beda
5B	14,445	1,96	Beda	13A	6,640	1,96	Beda
6A	24,418	1,96	Beda	13B	40,916	1,96	Beda
6B	1,965	1,96	Beda	14A	2,317	1,96	Beda
7	15,441	1,96	Beda	14B	24,839	1,96	Beda
8A	4,922	1,96	Beda	15A	8,575	1,96	Beda
8B	1,288	1,96	Sama	15B	18,951	1,96	Beda
8C	10,018	1,96	Beda				

PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan hasil uji T pada setiap stasiun terhadap nilai nol. Data pada komponen horizontal (timur-barat) pada semua stasiun memiliki nilai berbeda yaitu stasiun bergerak berdasarkan pengamatan data 3 tahun. Pada komponen horizontal (utara-selatan) hampir

semua stasiun memiliki nilai berbeda tetapi terdapat 2 stasiun yang memiliki nilai sama yaitu stasiun CSBL (InaCORS) dan CKRC (InaCORS) sehingga kedua stasiun tersebut tidak bergerak. Pada komponen vertikal (atas - bawah) terhadap 5 stasiun yang memiliki nilai yang sama, stasiun tersebut secara pergeseran vertikal tidak bergerak

berdasarkan pengamatan data 3 tahun. Stasiun yang tidak bergerak adalah stasiun KRUI (SuGAR), CMUK (InaCORS), CAIR (InaCORS), CBKJ (InaCORS) dan CJBI (InaCORS). Stasiun yang berdekatan dengan stasiun tersebut memiliki nilai yang berbeda. Stasiun tersebut yang berdekatan secara vertikal memiliki nilai yang berbeda dan tidak sama antara stasiun satu dengan yang lainnya.

Tabel 3 menunjukkan uji T pada stasiun yang berdekatan komponen horizontal (parameter azimuth), dari 15 kasus terdapat 8 kasus yang memiliki arah dan nilai kecepatan yang sama menunjukkan nilai sama sehingga stasiun InaCORS dan SuGAR yang saling berdekatan memiliki arah dan nilai kecepatan yang sama. Stasiun yang memiliki nilai sama adalah kasus 1A (Stasiun CBDA-UMLH), kasus 3 (Stasiun CBKJ-MREK), kasus 5B (Stasiun CSRB-BTHL), kasus 7 (Stasiun CKRC-PKN2), kasus 9 (Stasiun CSEL-TRTK), kasus 10 (Stasiun CJBI-JMBI), kasus 11A, 11C, 11D (Stasiun CUBN-KTET, CUBN-SIOB, CUBN-PPNJ) dan kasus 15A (Stasiun CBJY-TJKG). Sedangkan pada Tabel 4 menunjukkan uji T pada stasiun yang berdekatan nilai pergeseran pada komponen vertikal, dari 15 kasus terdapat 2 kasus yang memiliki arah dan nilai kecepatan yang sama menunjukkan nilai sama sehingga stasiun InaCORS dan SuGAR yang saling berdekatan memiliki arah dan nilai kecepatan yang sama. Stasiun yang memiliki nilai sama adalah kasus 8B (Stasiun CBKT-BUKT) dan kasus 11A, 11B, 11C (CUBN-KTET, CUBN-TARA, CUBN-SIOB).

Pada 15 kasus yang sudah dianalisis, stasiun InaCORS dan SuGAR yang berdekatan seharusnya memiliki arah dan kecepatan yang relatif sama. Hal tersebut dikarenakan stasiun tersebut masih dalam satu wilayah yang kaku/sama. Pentingnya mengetahui kualitas data yang baik antara stasiun InaCORS dan SuGAR dalam studi geodinamika untuk pemantauan dan memprediksi arah dan nilai kecepatan deformasi kerak di Sumatera pada masa mendatang. Hasil perbandingan perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas pada komponen ketelitian, komponen horizontal dan komponen vertikal. Pada komponen horizontal, stasiun InaCORS lebih baik dibandingkan SuGAR untuk hampir setiap perbandingan dalam semua kasus. Sebaliknya, pada komponen vertikal stasiun SuGAR lebih baik

ketelitiannya daripada InaCORS. Dari hasil perbandingan tersebut, sudah dapat diketahui kualitas yang lebih antara stasiun InaCORS dan SuGAR yang berdekatan untuk setiap komponen horizontal dan vertikal dalam studi geodinamika. InaCORS baik untuk studi pergeseran horizontal, sedangkan SuGAR baik untuk studi pergeseran vertikal.

KESIMPULAN

InaCORS dan SuGAR memiliki ketelitian yang baik dalam orde milimeter, dengan menggunakan hasil uji T. Pada komponen horizontal dan komponen vertikal, stasiun InaCORS memiliki ketelitian sebesar 0,585 mm dan 1,014 mm, sedangkan pada komponen horizontal dan komponen vertikal stasiun SuGAR memiliki ketelitian sebesar 1,679 mm dan 0,911 mm. Hasil komponen horizontal dan komponen vertikal dari stasiun InaCORS dan SuGAR menunjukkan bahwa stasiun InaCORS lebih baik dalam komponen horizontal, sedangkan stasiun SuGAR lebih baik dalam komponen vertikal. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan untuk pemilihan pemanfaatan stasiun kontinu di Sumatera berdasarkan jenis pergeseran yang diinginkan apakah horizontal ataupun vertikal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Menuliskan ucapan terima kasih, kepada individu atau lembaga yang membantu dalam penyusunan artikel, juga reviewer yang telah bersedia mereview.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, S. M., Yosua, E., Fauzi, A.I. and Leksono, B.E., 2020. Association between Surface Air Temperature And Land Use On The Campus Scale. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 5(3), hal.147-154. DOI: <https://doi.org/10.25299/jgeet.2020.5.3.5187>.
- Alif, S. M., Fattah, E.I., Kholil, M., Anggara, O., 2021. Source of the 2019 Mw6. 9 Banten Intralab earthquake modelled with GPS data inversion. *Geodesy and Geodynamics*, 12(4), hal.308-314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.06.001>
- Alif, S.M. dan Rizky, M., 2022. Karakteristik Geodinamika Periodik Di Provinsi Lampung Dari Pengukuran GNSS Kontinu Selama Satu Bulan Pada Tahun 2018. *Journal of Science*,

- Technology, and Visual Culture*, 2(1), hal.190-195.
- Alif, S.M., Siagian, J.M., Anggara, O., 2023. Present-day Crustal Deformation in West Sumatra After Series of Sumatran Great Earthquake from 2004-2010. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 3(2), 59-68.
- Altamimi, Z., Rebischung, P., Métivier, L., Collilieux, X., 2016. ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121(8), pp.6109-6131. <https://doi.org/10.1002/2016JB013098>
- Ardika, M., Meilano, I., Gunawan, E. Mentawai, Indonesia, earthquake inferred from continuous GPS observations. *Asian Journal of Earth Sciences*, 8(4), 127.
- Briggs, R. W., Sieh, K., Meltzner, A. J., Natawidjaja, D., Galetzka, J., Suwargadi, B., Bock, Y. 2006. Deformation and slip along the Sunda megathrust in the great 2005 Nias-Simeulue earthquake. *Science*, 311(5769), 1897-1901.
- Chlieh, M., Avouac, J. P., Sieh, K., Natawidjaja, D.H., Galetzka, J., 2008. Heterogeneous coupling of the Sumatran megathrust constrained by geodetic and paleogeodetic measurements. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 113(B5).
- Dach, R., Lutz, S., Walser, P., Fridez, P., 2015. *Bernese GNSS Software Version 5.2*. University of Bern, Bern Open Publishing. <https://doi.org/10.7892/boris.72297>
- Konca, A.O., Avouac, J.P., Sladen, A., Meltzner, A.J., Sieh, K., Fang, P., Li, Z., Galetzka, J., Genrich, J., Chlieh, M., Natawidjaja, D.H., Bock, Y., Fielding E.J., Ji, C., Helmberger, D.V., 2008. Partial rupture of a locked patch of the Sumatra megathrust during the 2007 earthquake sequence. *Nature*, 456(7222), 631-635.
- Lubis, A., Hermawan, I., Hill, E., Sieh, K., Barbot, S., Feng, L., Natawidjaja, D., 2013. SuMo: a GPS Campaign network for Sumatran Fault Monitoring. In AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 2013, pp. G41A-0911).
- Lubis, A., 2021. Pemanfaatan Survey GPS Geodetik untuk Pengamatan Deformasi Interseismik Setelah Satu Dekade Kejadian Gempa Bumi Bengkulu 2007 (Mw 8,4) di Daerah Bengkulu Bagian Utara. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 4(1), hal.1-10.
- Natawidjaja, D., 2021. *Riset Sesar Aktif Indonesia dan Peranan dalam Mitigasi Bencana Gempa dan Tsunami*. Jakarta Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- Prawirodirdjo, L., McCaffrey, R., Chadwell, C., Bock, Y., Subarya, C., 2010. Geodetic observations of an earthquake cycle at the Sumatra subduction zone: Role of interseismic strain segmentation. *Journal of Geophysical Research*, 115, B03414. DOI: <https://doi.org/10.1029/2008JB006139>
- Qiu, Q., Feng, L., Hermawan, I., Hill, E.M., 2019. Coseismic and postseismic slip of the 2005 Mw 8.6 Nias-Simeulue earthquake: Spatial overlap and localized viscoelastic flow. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(7), 7445-7460. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018JB017263>
- Riyadi, G. dan Prasidya, A., 2016. Pemanfaatan Data Pengamatan GnsS Stasiun Sugar (Sumatran Gps Array) Dan Ina-Cors (Indonesian Continuously Operating Reference Station) Untuk Estimasi Nilai Dan Pola Regangan Tektonik Dalam Bentuk Grid Di Patahan Sumatra Tahun 2012-2013. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan SV UGM*, 1445-1450.
- Yong, C.Z., Denys, P.H., Pearson, C.F., 2017. Present-day kinematics of the Sundaland plate. *Journal of Applied Geodesy*, 11(3), 169-177. *Journal of Applied Geodesy*, 11(3), 169-177
- Zheng, Z., Jin, S., Fan, L., 2018. Co-seismic deformation following the 2007 Bengkulu earthquake constrained by GRACE and GPS observations. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 280, 20-31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2018.04.009>