

## Penentuan Titik IGS sebagai Titik Ikat dalam Pengolahan Data GNSS untuk Studi Geodinamika di Pulau Sumatra

Satrio Muhammad Alif<sup>1)</sup>, Pungkas Tri Hapsoro<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Program Studi Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sumatera  
Jalan Terusan Ryacudu, Lampung Selatan, Indonesia

Email : [satrio.muhammd@gt.itera.ac.id](mailto:satrio.muhammd@gt.itera.ac.id)<sup>1)</sup>, [pungkas.23117078@student.itera.ac.id](mailto:pungkas.23117078@student.itera.ac.id)<sup>2)</sup>

### ABSTRACT

*Geodynamic studies on the Sumatra island generally use GNSS data. GNSS data processing using the differential method by using the IGS point as a tie point. This study aims to determine good IGS point in processing GNSS data for geodynamic studies on the Sumatra island. The data used are GNSS data from 3 SuGAR points and 20 IGS points in 2019 with DOY 061, 062, and 063. 211 GNSS data processing is carried out using different IGS points. The number of tie points used are 18, 19, and 20 IGS points. Determination of a good IGS point is based on the results of the standard deviation. The factors that cause the standard deviation value are the quality of the IGS point, distance, and temperature value. The processing results with 18 IGS points are better than 20 IGS points when using poor IGS points. The processing quality at the SuGAR point on the southern part of Sumatra Island (TJKG point) is the best compared to the other two SuGAR points. IGS points that are bad for geodynamic studies are XMIS and PBRI points because of the high standard deviation values for close distances. Good IGS points with low standard deviation values are COCO, DGAR, and LHAZ points. The low temperature value at the LHAZ point is thought to be the cause of the low standard deviation value.*

**Keywords :** GNSS, Standard Deviation, Precision, IGS, Differential

### ABSTRAK

Studi geodinamika di Pulau Sumatra umumnya menggunakan dengan data GNSS. Pengolahan data GNSS menggunakan metode diferensial dengan menggunakan titik IGS sebagai titik ikat. Penelitian ini bertujuan menentukan titik IGS sebagai titik ikat yang baik dalam pengolahan data GNSS untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra. Data yang digunakan yaitu data GNSS dari 3 titik SuGAR dan 20 titik IGS pada tahun 2019 dengan DOY 061, 062, dan 063. 211 pengolahan data GNSS dilakukan dengan menggunakan titik IGS yang berbeda-beda. Jumlah titik ikat yang digunakan adalah 18, 19, dan 20 titik IGS. Penentuan titik IGS yang baik didasarkan hasil simpangan baku. Faktor yang menyebabkan nilai simpangan baku yaitu kualitas dari titik IGS, jarak, dan nilai temperatur. Hasil pengolahan dengan 18 titik IGS lebih baik dibandingkan 20 titik IGS ketika menggunakan titik IGS yang buruk. Kualitas pengolahan di titik SuGAR di Pulau Sumatra bagian selatan (titik TJKG) merupakan yang terbaik dibandingkan dengan dua titik SuGAR lainnya. Titik IGS yang buruk untuk studi geodinamika adalah titik XMIS dan PBRI karena nilai simpangan baku tinggi untuk jarak yang dekat. Titik IGS yang baik dengan nilai simpangan baku rendah adalah titik COCO, DGAR, dan LHAZ. Nilai temperatur yang rendah pada titik LHAZ diduga penyebabnya rendahnya nilai simpangan baku.

**Kata Kunci :** GNSS, Simpangan Baku, Ketelitian, IGS, Diferensial

1. Pendahuluan

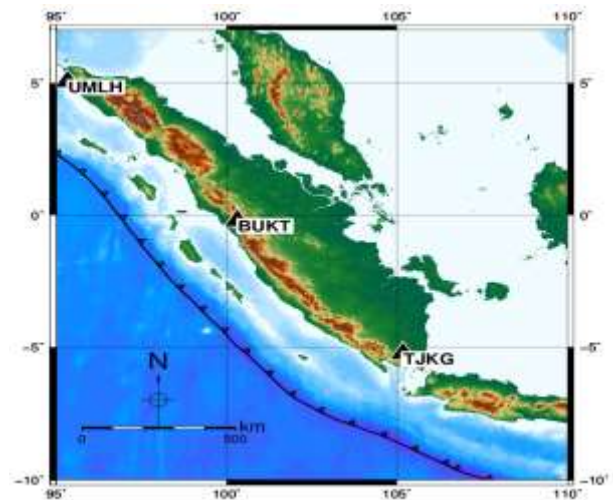
Pulau Sumatra merupakan pulau yang aktif secara tektonik dan banyak dilakukan penelitian menggunakan data *Global Navigation Satellite System* (GNSS) untuk memahami fenomena tektonik atau geodinamika di Pulau Sumatra. Fenomena tektonik atau geodinamika di Pulau Sumatra yang diamati dengan GNSS antara lain pergerakan sesar (Alif *et al.*, 2020a), pergerakan koseismik gempa bumi (Alif *et al.*, 2021), dan pergerakan pasca gempa bumi (Gunawan *et al.*, 2019). Studi geodinamika menggunakan data GNSS dengan minimal dua epok atau waktu pengukuran. Selain itu, penggunaan data GNSS juga digunakan dalam pembuatan peta dasar. Data GNSS digunakan karena data GNSS merupakan data koordinat yang terikat secara global dengan ketelitian yang baik (Rahadi *et al.*, 2013).

Penggunaan data GNSS untuk studi geodinamika menggunakan metode penentuan diferensial dengan durasi yang lebih panjang dibandingkan penggunaan data GNSS untuk pembuatan peta dasar. Metode diferensial lebih baik dibandingkan metode absolut karena bias dan kesalahan pada pengukuran GNSS baik dapat menghilang maupun berkurang (Hardianto *et al.*, 2018). Metode diferensial menggunakan titik ikat yaitu titik GNSS lain yang diukur di titik yang sudah diketahui koordinatnya. Titik ikat dapat berupa titik GNSS periodik atau titik GNSS kontinu. Dalam pengukuran GNSS untuk studi geodinamika biasanya menggunakan *International GNSS Service* (IGS) sebagai titik ikat (Alif *et al.*, 2016)

Titik IGS merupakan titik GNSS yang dikelola oleh IGS dan didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, dan bagi banyak orang secara simultan (Ikbal *et al.*, 2017). IGS merupakan organisasi yang didedikasikan untuk menghasilkan data GNSS dengan ketelitian tinggi (Johnston *et al.*, 2017). Persebaran titik IGS ditunjukkan pada Gambar 1. Data GNSS dari titik IGS memiliki ketelitian yang berbeda-beda sehingga titik IGS merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketelitian dari pengolahan data GNSS di Pulau Sumatra. Penelitian ini bertujuan menentukan titik IGS sebagai titik ikat yang baik dalam pengolahan data GNSS untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra.



Gambar 1. Persebaran titik IGS (Dow *et al.*, 2009).

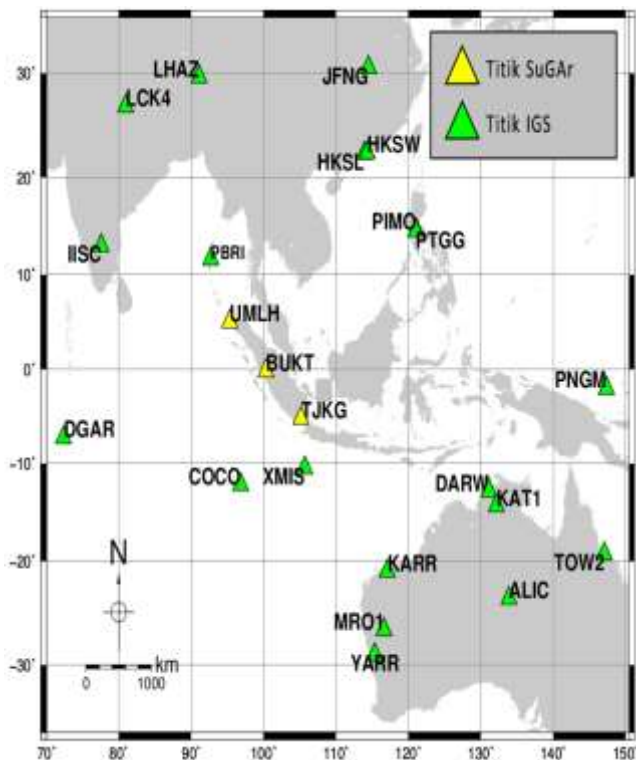


Gambar 2. Persebaran titik SuGAR yang digunakan dalam penelitian ini.

Data yang digunakan untuk pengolahan yaitu data GNSS dari titik *Sumatran GPS Array* (SuGAR) dan data GNSS dari titik IGS. Rincian data GNSS yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1. Titik SuGAR (McLoughlin *et al.*, 2011) yang digunakan yaitu sejumlah 3 titik: 1 titik yang terletak di Pulau Sumatra bagian utara pada daerah Ujung Muloh (UMLH), 1 titik yang terletak di Pulau Sumatra bagian tengah pada daerah Bukit Tinggi (BUKT), dan 1 titik yang terletak di Pulau Sumatra bagian selatan pada daerah Tanjung Karang (TJKG) (Alif *et al.*, 2020b). Persebaran titik SuGAR dan titik IGS yang digunakan di penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Jumlah maksimum dari titik IGS yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 titik.

Tabel 1. Rincian data GNSS yang digunakan dalam penelitian ini.

| Nama Titik | Lokasi              | Lintang (°) | Bujur (°) | Jenis Titik |
|------------|---------------------|-------------|-----------|-------------|
| UMLH       | Ujung Muloh         | 5,053       | 95,339    | SuGAR       |
| BUKT       | Bukit Tinggi        | -5,240      | 105,175   | SuGAR       |
| TJKG       | Tanjung Karang      | -0,202      | 100,318   | SuGAR       |
| ALIC       | Alice Spring        | -23,670     | 133,886   | IGS         |
| COCO       | Cocos Island        | -12,188     | 96,834    | IGS         |
| DARW       | Darwin              | -12,844     | 131,133   | IGS         |
| DGAR       | Diego Garcia Island | -7,270      | 72,370    | IGS         |
| HKSL       | Tuen Mun            | 22,372      | 113,928   | IGS         |
| HKSW       | Wong Shek           | 22,434      | 114,335   | IGS         |
| IISC       | Bangalore           | 13,021      | 77,570    | IGS         |
| JFNG       | Jiufeng             | 30,516      | 114,491   | IGS         |
| KARR       | Karratha            | -20,981     | 117,097   | IGS         |
| KATI       | Katherine           | -14,376     | 132,153   | IGS         |
| LCK4       | Lucknow             | 26,912      | 80,956    | IGS         |
| LHAZ       | Lhasa               | 29,657      | 91,104    | IGS         |
| MRO1       | Boolarly Station    | -26,697     | 116,637   | IGS         |
| PBRI       | Port Blair          | 11,638      | 92,712    | IGS         |
| PIMO       | Quezon City         | 14,636      | 121,078   | IGS         |
| PNGM       | Lombrum             | -2,043      | 147,366   | IGS         |
| PTGG       | Taguig City         | 14,535      | 121,041   | IGS         |
| TOW2       | Cape Ferguson       | -19,269     | 147,056   | IGS         |
| XMIS       | Christmas island    | -10,450     | 105,689   | IGS         |
| YARR       | Yarragadee          | -29,047     | 115,347   | IGS         |



**Gambar 3.** Persebaran titik IGS yang digunakan dalam penelitian ini.

Data GNSS di titik SuGAR diolah dengan menggunakan titik IGS sebagai titik ikat menggunakan perangkat lunak ilmiah. Perangkat lunak ilmiah yang digunakan adalah Gamit (Herring *et al.*, 2010) dengan menggunakan model pasang surut bumi, model pasang surut laut, model ionosfer, dan parameter orientasi bumi. Data SuGAR yang diolah merupakan data GNSS tahun 2019 pada *Day of Year* (DOY) 061 atau tanggal 2 Maret, DOY 062 atau tanggal 062 atau tanggal 3 Maret, dan DOY 063 atau tanggal 4 Maret. Penentuan titik IGS yang baik dilakukan dengan proses pengolahan data GNSS berkali-kali. Setiap pengolahan data GNSS menggunakan titik IGS yang berbeda-beda dengan jumlah pengolahan yaitu 211 pengolahan. Pengolahan yang menggunakan 20 titik IGS sebagai titik ikat sebanyak satu kali pengolahan. Pengolahan yang menggunakan 19 titik IGS sebanyak 20 kali pengolahan dengan tidak menggunakan satu dari 20 titik IGS. Pengolahan yang menggunakan 18 titik IGS sebanyak 190 kali pengolahan dengan tidak menggunakan dua dari 20 titik IGS.

Pengolahan data GNSS dilakukan untuk mendapatkan nilai simpangan baku dari koordinat dari solusi harian. Nilai simpangan baku yang diperoleh adalah nilai simpangan baku dari tiga komponen (utara-selatan, timur-barat, dan atas-bawah) koordinat hasil pengolahan data GNSS. Nilai simpangan baku yang digunakan untuk menentukan titik IGS yang baik adalah nilai simpangan baku rata-rata dari nilai simpangan baku dari setiap DOY pengolahan. Setiap pengolahan GNSS menggunakan parameter yang sama kecuali titik IGS yang digunakan. Nilai simpangan baku yang rendah

menunjukkan ketelitian yang baik dan titik IGS yang tidak diikutsertakan dalam pengolahan merupakan titik IGS yang buruk. Nilai simpangan baku yang tinggi menunjukkan ketelitian yang buruk dan titik IGS yang tidak diikutsertakan dalam pengolahan merupakan titik IGS yang baik.

Penentuan titik IGS yang baik dilakukan untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra bagian utara, bagian tengah, dan bagian selatan dari nilai simpangan baku yang diperoleh di setiap pengolahan data GNSS. Penentuan titik IGS yang baik dilakukan dengan melakukan pengurutan simpangan dari pengolahan GNSS. Pengurutan dilakukan tiga kali: satu untuk Pulau Sumatra bagian utara, satu untuk Pulau Sumatra bagian tengah, dan satu untuk Pulau Sumatra bagian selatan. Titik IGS yang baik adalah titik IGS yang tidak digunakan pada pengolahan data GNSS dengan simpangan baku yang tinggi. Titik IGS yang buruk adalah titik IGS yang tidak digunakan pada pengolahan data GNSS dengan simpangan baku yang rendah. Penentuan titik IGS yang baik pada penelitian ini berdasarkan nilai simpangan baku beserta faktornya. Faktor yang menyebabkan nilai simpangan baku yaitu kualitas dari titik IGS serta faktor lain seperti jarak (Hafiz *et al.*, 2014) dan temperatur (Emawati, 2016) (Alif *et al.*, 2020c). Perhitungan jarak dari setiap titik IGS ke setiap titik SuGAR, dan penggunaan data temperatur dari setiap titik IGS dilakukan untuk membahas faktor eksternal yang mempengaruhi simpangan baku atau ketelitian hasil pengolahan GNSS (Alif *et al.*, 2018). Data temperatur pada setiap titik dan setiap waktu yang digunakan pada penelitian didapatkan dari situs cuaca dunia.

## 2. Pembahasan

Pengolahan data GNSS pada titik UMLH dengan ketelitian paling baik atau simpangan baku terendah terdapat pada pengolahan dengan tidak menggunakan titik ALIC sebagai titik ikat. Hal ini terjadi pada nomor pengolahan 31, 191, 26, dan 33. Nilai simpangan baku dari pengolahan dengan ketelitian terbaik adalah hingga 3,37 mm pada komponen Utara-Selatan. Nomor pengolahan 211 yang menggunakan 20 titik IGS sebagai titik ikat juga merupakan pengolahan GNSS dengan nilai ketelitian yang baik, dengan nilai simpangan baku sebesar 3,40 mm pada komponen Utara-Selatan dan komponen Timur-Barat, serta 16,30 mm pada komponen Atas-Bawah. Nilai simpangan baku terendah dan tertinggi pada titik UMLH ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Nilai simpangan baku dari pengolahan dengan ketelitian terburuk adalah hingga 27,57 mm pada komponen Atas-Bawah. Pada umumnya, titik DGAR tidak digunakan pada pengolahan dengan ketelitian terburuk yang mengindikasikan titik DGAR merupakan titik IGS yang baik digunakan untuk titik UMLH.

**Tabel 2.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku terendah untuk pengolahan data GNSS pada titik UMLH.

| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 31               | 3,37                      | 3,90        | 16,33      | ALIC PIMO                  |
| 191              | 3,37                      | 3,90        | 16,27      | ALIC                       |
| 199              | 3,37                      | 3,97        | 16,37      | KARR                       |
| 203              | 3,40                      | 3,97        | 16,23      | MRO1                       |
| 210              | 3,40                      | 3,40        | 16,23      | YARR                       |
| 211              | 3,40                      | 3,40        | 16,30      |                            |
| 26               | 3,43                      | 3,97        | 16,60      | ALIC KAT1                  |
| 162              | 3,43                      | 4,00        | 16,63      | XMIS ALIC                  |
| 33               | 3,43                      | 3,97        | 16,50      | ALIC PTGG                  |
| 68               | 3,43                      | 4,00        | 16,50      | HKWS PNGM                  |

**Tabel 3.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku tertinggi untuk pengolahan data GNSS pada titik UMLH.

| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 35               | 7,17                      | 11,37       | 27,57      | COCO DGAR                  |
| 42               | 5,10                      | 7,00        | 20,77      | COCO LHAZ                  |
| 155              | 4,57                      | 4,87        | 18,83      | TOW2 LHAZ                  |
| 115              | 4,50                      | 5,50        | 18,77      | MRO1 DGAR                  |
| 4                | 4,47                      | 5,47        | 18,63      | DGAR LCK4                  |
| 51               | 4,47                      | 5,47        | 19,00      | DGAR KAT1                  |
| 124              | 4,47                      | 5,47        | 18,63      | PBRI DGAR                  |
| 53               | 4,43                      | 5,47        | 18,73      | DGAR PIMO                  |
| 50               | 4,43                      | 4,90        | 18,63      | DGAR HKSL                  |
| 54               | 4,43                      | 4,93        | 18,20      | DGAR PTGG                  |

Pengolahan dengan menggunakan 18 titik ikat mendominasi pengolahan data GNSS di titik BUKT dengan ketelitian terbaik. Hal ini menunjukkan semakin banyak jumlah titik ikat berbanding lurus dengan ketelitian (Utami, 2019). Hal ini dapat terjadi ketika titik IGS yang buruk, baik dari segi kualitas titik IGS, jarak, dan temperatur, digunakan dalam pengolahan data.

Nilai simpangan baku terendah dan tertinggi pada titik BUKT ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Titik BUKT merupakan titik yang berada di Pulau Sumatra bagian tengah. Nilai simpangan baku dari pengolahan dengan ketelitian terbaik adalah hingga 3,67 mm pada komponen Utara-Selatan, sedangkan nilai simpangan baku dari pengolahan dengan ketelitian terburuk adalah hingga 25,77 mm pada komponen Atas-Bawah. Nomor pengolahan untuk pengolahan terburuk yaitu nomor 35.

**Tabel 4.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku terendah untuk pengolahan data GNSS pada titik BUKT.

| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 22               | 3,63                      | 4,13        | 17,00      | ALIC HKSL                  |
| 31               | 3,63                      | 4,07        | 16,97      | ALIC PIMO                  |
| 116              | 3,63                      | 4,17        | 16,93      | MRO1 HKSL                  |
| 16               | 3,67                      | 4,17        | 17,10      | PTGG PIMO                  |
| 52               | 3,67                      | 4,27        | 17,50      | DGAR LHAZ                  |
| 121              | 3,67                      | 4,20        | 17,07      | MRO1 PIMO                  |
| 160              | 3,67                      | 4,17        | 16,90      | TOW2 PTGG                  |
| 165              | 3,67                      | 4,20        | 17,13      | XMIS HKSL                  |
| 167              | 3,67                      | 4,17        | 17,00      | XMIS IISC                  |
| 174              | 3,67                      | 4,17        | 16,97      | XMIS PIMO                  |

Pengolahan data GNSS di titik TJKG menunjukkan titik ikat yang bervariasi pada pengolahan dengan ketelitian terbaik dan pengolahan dengan ketelitian terburuk. Nilai simpangan baku terendah dan tertinggi pada titik TJKG ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Nilai simpangan baku terendah pada titik TJKG yaitu 2,70 mm pada komponen Utara-Selatan, lebih rendah dibandingkan pengolahan pada titik UMLH dan titik BUKT. Hal ini menunjukkan titik TJKG merupakan titik GNSS dengan kualitas terbaik di antara ketiga titik SuGAR yang digunakan pada penelitian ini. Nilai simpangan baku dari pengolahan dengan ketelitian terburuk pada titik TJKG juga paling rendah di antara ketiga titik SuGAR yaitu hingga 17,04 mm pada komponen Atas-Bawah. Semua pengolahan dengan ketelitian terbaik menggunakan 18 titik IGS sebagai titik ikat kecuali satu pengolahan dengan nomor pengolahan 209 dengan tidak menggunakan titik XMIS sebagai titik ikat. Tiga pengolahan lainnya dengan ketelitian terbaik juga tidak menggunakan titik XMIS sebagai titik ikat. Terdapat 9 titik IGS yang tidak digunakan pada pengolahan dengan ketelitian terburuk atau simpangan

baku tertinggi yaitu titik COCO, DGAR, LHAZ, TOW2, YARR, DARW, KARR, IISC, HKSL. Hal ini menunjukkan 9 titik IGS tersebut merupakan titik IGS yang baik dan sebaiknya digunakan untuk studi geodinamika di sekitar titik TJKG atau Pulau Sumatra bagian selatan. Nomor pengolahan 35 juga merupakan nomor pengolahan terburuk pada titik TJKG. Hal ini berarti titik yang tidak digunakan pada nomor pengolahan 35 adalah titik COCO dan DGAR merupakan titik yang baik untuk digunakan untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra.

**Tabel 5.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku tertinggi untuk pengolahan data GNSS pada titik BUKT.

| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 35               | 5,93                      | 9,03        | 25,77      | COCO<br>DGAR               |
| 42               | 4,87                      | 6,40        | 21,20      | COCO<br>LHAZ               |
| 155              | 4,50                      | 4,87        | 18,83      | TOW2<br>LHAZ               |
| 78               | 4,37                      | 5,27        | 19,47      | JFNG<br>DGAR               |
| 110              | 4,33                      | 4,97        | 18,63      | LHAZ<br>DARW               |
| 51               | 4,30                      | 5,03        | 19,00      | DGAR<br>KAT1               |
| 185              | 4,27                      | 4,77        | 17,77      | YARR<br>LHAZ               |
| 11               | 4,27                      | 5,07        | 18,67      | LHAZ<br>HKSL               |
| 136              | 4,27                      | 5,50        | 19,07      | PNGM<br>DGAR               |
| 59               | 4,23                      | 5,13        | 18,87      | HKWS<br>DGAR               |

Faktor pertama yang digunakan untuk pembahasan nilai simpangan baku adalah jarak antara setiap titik IGS dan setiap titik SuGAR. Tabel 8 menunjukkan nomor urut dari simpangan baku tertinggi hingga simpangan baku terendah dari setiap titik IGS beserta jarak antara titik IGS dan titik SuGAR. Titik COCO, LHAZ, dan DGAR merupakan tiga titik IGS dengan simpangan baku terendah atau ketelitian paling baik. Titik DGAR dan LHAZ berjarak relatif jauh dengan ketiga titik SuGAR tetapi dengan menghasilkan simpangan baku yang rendah sedangkan nilai rendah dari simpangan baku yang dihasilkan titik COCO diduga karena jarak yang relatif lebih dekat. Titik ALIC yang merupakan titik IGS dengan simpangan baku tertinggi memiliki jarak yang relatif jauh dan nilai simpangan baku tersebut terpengaruh oleh jarak. Titik IGS dengan jarak yang relatif lebih dekat tetapi memiliki nilai simpangan baku yang relatif tinggi yaitu titik PBRI dan titik XMIS. Titik TJKG bahkan titik terdekat dari titik TJKG tetapi nomor urut simpangan baku merupakan yang tertinggi. Nilai

simpangan baku yang tinggi dari kedua titik tersebut diduga bukan dari jarak, tetapi dari kualitas titik IGS tersebut.

**Tabel 6.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku terendah untuk pengolahan data GNSS pada titik TJKG.

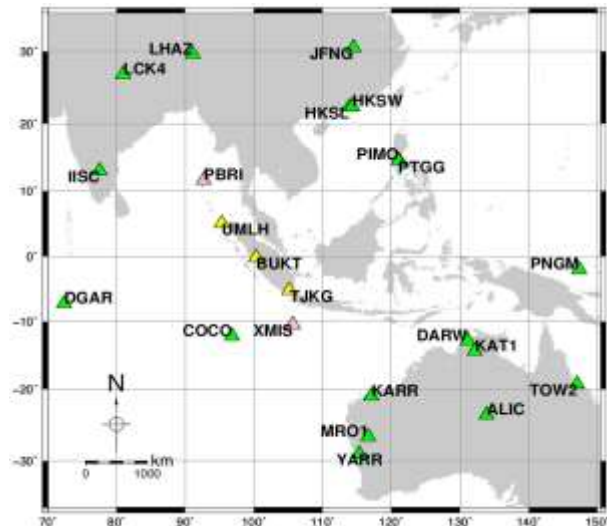
| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 26               | 2,70                      | 4,83        | 17,04      | ALIC<br>KAT1               |
| 29               | 2,70                      | 4,83        | 16,96      | ALIC<br>MRO1               |
| 52               | 2,70                      | 4,75        | 16,95      | DGAR<br>LHAZ               |
| 162              | 2,70                      | 4,69        | 16,76      | XMIS<br>ALIC               |
| 169              | 2,70                      | 4,69        | 16,82      | XMIS<br>KAT1               |
| 209              | 2,70                      | 4,69        | 16,68      | XMIS                       |
| 6                | 2,73                      | 4,75        | 16,79      | HKWS<br>PBRI               |
| 57               | 2,73                      | 4,97        | 16,96      | HKSL<br>PIMO               |
| 68               | 2,73                      | 4,90        | 16,96      | HKWS<br>PNGM               |
| 166              | 2,73                      | 4,69        | 16,76      | XMIS<br>HKWS               |

**Tabel 7.** Sepuluh pengolahan GNSS dengan nilai simpangan baku tertinggi untuk pengolahan data GNSS pada titik TJKG.

| Nomor Pengolahan | Nilai Simpangan Baku (mm) |             |            | Titik yang tidak digunakan |
|------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
|                  | Utara-Selatan             | Timur-Barat | Atas-Bawah |                            |
| 35               | 4,23                      | 6,43        | 19,47      | COCO<br>DGAR               |
| 42               | 3,50                      | 4,73        | 15,10      | COCO<br>LHAZ               |
| 155              | 3,43                      | 5,45        | 18,74      | TOW2<br>LHAZ               |
| 185              | 3,30                      | 3,93        | 17,92      | YARR<br>LHAZ               |
| 110              | 3,20                      | 5,38        | 18,06      | LHAZ<br>DARW               |
| 97               | 3,20                      | 3,97        | 18,68      | KARR<br>LHAZ               |
| 179              | 3,20                      | 4,03        | 18,08      | YARR<br>DGAR               |
| 74               | 3,10                      | 5,25        | 17,66      | IISC<br>LHAZ               |
| 11               | 3,10                      | 5,39        | 18,02      | LHAZ<br>HKSL               |
| 104              | 3,10                      | 5,30        | 18,04      | KARR<br>YARR               |

**Tabel 8.** Jarak dan nomor urut simpangan baku dari setiap titik IGS dan titik SuGAR

| Nama Titik | UMLH       |            | BUKT       |            | TJKG       |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | Nomor Urut | Jarak (km) | Nomor Urut | Jarak (km) | Nomor Urut | Jarak (km) |
| ALIC       | 1          | 5253       | 1          | 4458       | 3          | 3691       |
| COCO       | 18         | 1913       | 18         | 1380       | 18         | 1196       |
| DARW       | 11         | 4425       | 12         | 3676       | 15         | 2972       |
| DGAR       | 20         | 2892       | 20         | 3199       | 20         | 3636       |
| HKSL       | 16         | 2770       | 6          | 2900       | 12         | 3199       |
| HKWS       | 4          | 2806       | 11         | 2929       | 2          | 3219       |
| IISC       | 2          | 2141       | 5          | 2905       | 10         | 3660       |
| JFNG       | 15         | 3460       | 17         | 3715       | 14         | 4079       |
| KARR       | 10         | 3733       | 15         | 2934       | 16         | 2166       |
| KAT1       | 9          | 4597       | 16         | 3839       | 4          | 3123       |
| LCK4       | 17         | 2861       | 10         | 3647       | 7          | 4411       |
| LHAZ       | 19         | 2759       | 19         | 3446       | 19         | 4143       |
| MRO1       | 13         | 4196       | 9          | 3413       | 11         | 2668       |
| PBRI       | 12         | 783        | 4          | 1556       | 6          | 2321       |
| PIMO       | 7          | 3011       | 2          | 2183       | 9          | 2812       |
| PNGM       | 14         | 5838       | 14         | 5240       | 13         | 4699       |
| PTGG       | 6          | 3004       | 7          | 2804       | 8          | 2801       |
| TOW2       | 8          | 6270       | 8          | 5517       | 5          | 4796       |
| XMIS       | 3          | 2062       | 3          | 1279       | 1          | 579        |
| YARR       | 5          | 4338       | 13         | 3569       | 17         | 2844       |



**Gambar 4.** Persebaran titik IGS yang baik yang ditunjukkan dengan segitiga berwarna hijau

Faktor selanjutnya yang digunakan untuk pembahasan nilai simpangan baku adalah nilai temperatur. Hal ini dilakukan terutama untuk membahas titik IGS dengan jarak relatif dekat tetapi memiliki nilai simpangan baku relatif tinggi. Nilai temperatur dari setiap titik IGS ditunjukkan pada Tabel 9. Titik PBRI dan titik XMIS yang diduga memiliki kualitas titik IGS yang buruk, memiliki nilai temperatur yang relatif tidak tinggi dan relatif tidak tinggi. Hal ini menunjukkan tingginya nilai simpangan baku pada titik PBRI dan titik XMIS tidak disebabkan jarak atau temperatur, melainkan kualitas dari titik IGS tersebut. Persebaran titik IGS yang baik dari faktor kualitas titik IGS ditunjukkan pada Gambar 8. Titik ALIC yang memiliki simpangan baku tertinggi dan jarak yang relatif jauh, memiliki temperatur yang relatif tinggi. Namun, titik KARR yang memiliki temperatur lebih tinggi, memiliki simpangan baku yang

lebih rendah. Hal ini menunjukkan titik KARR lebih baik dibandingkan titik ALIC. Nilai simpangan baku yang rendah dari titik LHAZ diduga disebabkan oleh nilai temperatur yang rendah dengan jarak yang relatif jauh. Titik LHAZ merupakan titik IGS yang memiliki nilai temperatur paling rendah dibandingkan titik IGS lainnya yang digunakan dalam penelitian ini. Rendahnya temperatur LHAZ disebabkan lokasi titik LHAZ yang berada di Lhasa, dataran tinggi Tibet, China (Luo *et al.*, 2018). Hal ini membuat dugaan, semakin rendah temperatur, semakin rendah simpangan baku atau semakin baik ketelitian yang dihasilkan untuk studi geodinamika.

**Tabel 9.** Nilai temperatur dari setiap titik IGS.

| Nama Titik | Nilai Temperatur (°C) |         |         |
|------------|-----------------------|---------|---------|
|            | DOY 061               | DOY 062 | DOY 063 |
| ALIC       | 31,5                  | 31,0    | 30,0    |
| COCO       | 27,5                  | 28,5    | 29,0    |
| DARW       | 29,0                  | 30,5    | 30,5    |
| DGAR       | 28,0                  | 28,0    | 27,5    |
| HKSL       | 20,5                  | 18,5    | 19,0    |
| HKSW       | 23,5                  | 20,5    | 21,0    |
| IISC       | 26,0                  | 25,5    | 28,0    |
| JFNG       | 8,0                   | 8,5     | 11,5    |
| KARR       | 32,0                  | 32,5    | 34,5    |
| KAT1       | 29,5                  | 30,0    | 30,5    |
| LCK4       | 20,0                  | 22,0    | 22,5    |
| LHAZ       | -5,0                  | -3,0    | -2,5    |
| MRO1       | 23,5                  | 30,5    | 33,5    |
| PBRI       | 27,5                  | 27,5    | 27,0    |
| PIMO       | 27,0                  | 28,0    | 29,0    |
| PNGM       | 28,0                  | 28,5    | 27,0    |
| PTGG       | 26,5                  | 26,0    | 26,5    |
| TOW2       | 22,5                  | 22,5    | 22,5    |
| XMIS       | 28,5                  | 28,0    | 28,0    |
| YARR       | 15,0                  | 25,5    | 33,0    |

### 3. Kesimpulan

Titik IGS yang baik dalam pengolahan data GNSS sebagai titik ikat untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra adalah titik COCO di Cocos, titik DGAR di Diego Garcia, dan titik LHAZ di Lhasa. Titik IGS yang tidak baik untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra yaitu titik XMIS dan PBRI. Hasil pengolahan dengan 18 titik IGS lebih baik dibandingkan 20 titik IGS ketika menggunakan titik IGS yang buruk. Ketelitian juga meningkat diduga berbanding terbalik dengan nilai temperatur. Titik IGS yang baik yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan menjadi dasar untuk penentuan titik ikat untuk studi geodinamika di Pulau Sumatra. Hasil dari penelitian ini akan menjadi lebih baik jika menggunakan lebih banyak data GNSS, lebih banyak titik IGS, atau lebih banyak titik SuGAR. Penggunaan faktor lain yang mempengaruhi simpangan baku akan membuat kualitas pengolahan GNSS menjadi lebih terutama untuk studi geodinamika.

**Daftar Pustaka**

- Alif, S. M., Ardiansyah, M. ., & Wiyono, S. 2020. Segmentation of Sumatran Fault Zone in Tanggamus District , Lampung based on GPS Displacement and SRTM Data Segmentation of Sumatran Fault Zone in Tanggamus District , Lampung based on GPS Displacement and SRTM Data. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 537, 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/537/1/012002>
- Alif, S. M., Fattah, E. I., & Kholil, M. 2020. Geodesy and Geodynamics Geodetic slip rate and locking depth of East Semangko Fault derived from GPS measurement. *Geodesy and Geodynamics*, 11(3), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.04.002>
- Alif, S. M., Fattah, E. I., Kholil, M., & Anggara, O. 2021. Geodesy and Geodynamics Source of the 2019 Mw 6.9 Banten Intraslab earthquake modelled with GPS data inversion. *Geodesy and Geodynamics*, 12(4), 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.06.001>
- Alif, S. M., Meilano, I., Gunawan, E., & Efendi, J. 2016. Evidence of Postseismic Deformation Signal of the 2007 M8 . 5 Bengkulu Earthquake and the 2012 M8 . 6 Indian Ocean Earthquake in Southern Sumatra , Indonesia , Based on GPS Data, 10(2), 103–108. <https://doi.org/10.1515/jag-2015-0019>
- Alif, S. M., Nugroho, A. P., & Leksono, B. E. 2018. Application of Multipurpose Cadastre to Evaluate Energy Security of Land Parcel ( Case Study : Gedung A and Gedung B , Institut Teknologi Sumatra ) Application of Multipurpose Cadastre to Evaluate Energy Security of Land Parcel ( Case Study : Gedung A and. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 124.
- Alif, S. M., Yosua, E., Fauzi, A. I., Fauzi, A. I., & Leksono, B.E. 2020. Association Between Surface Air Tem Temperature And L rature And Land Use On The Campus Scale. *Journal of Geoscience* 5(3), 161–169. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2020.5.3.5187>
- Dow, J.M., Neilan, R.E. and Rizos, C., 2009. The international GNSS service in a changing landscape of global navigation satellite systems. *Journal of geodesy*, 83(3), pp.191-198.
- Emawati, K. D. (2016). Evaluasi Ketelitian Koordinat Stasiun Gps Waduk Sermo Hasil Pengolahan Dengan Koreksi Troposfer Model Saastamoinen Dan Model Hopfield . *Doctoral Dissertasoni*, 2–3. Universitas Gadjah Mada
- Gunawan, E., Widiyantoro, S., Zulfakriza, Meilano, I., & Pratama, C. 2019. Postseismic deformation following the 2 July 2013 Mw 6.1 Aceh, Indonesia, earthquake estimated using GPS data. *Journal of Asian Earth Sciences*, 177, 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.03.020>
- Hafiz, E. G., Awaluddin, M., & Yuwono, B. D. 2014. Analisis Pengaruh Panjang *Baseline* Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP. *Geodesi Undip*, 3(1), 315–331.
- Hardianto, B., Sudarman, Setiyadi, J., & Trijoko. 2018. Penentuan Posisi Titik Tetap Menggunakan Satu Receiver Gps Yang Diolah Secara Diferensial Dengan Titik Ikat Cors Menggunakan Software, Diolah Secara On-Line, Dan Diolah Secara Statistik. *Hidropilar*, 4(1), 31–41.
- Herring, T. A., King, R. W., & McClusky, S. C. (2010). Introduction to GAMIT / GLOBK, 1–37.
- Ikbal, M., Yuwono, B., & Amarrohman, F. 2017. *Geodesi Undip*, 6(1), 228–237.
- Johnston, G., Riddell, A., & Hausler, G. 2017. The International GNSS Service. In *Springer handbook of global navigation satellite systems*. (pp.967-982), Springer, Cham
- Luo, D., Jin, H., R.X.H., Wang, X., Muskett, R., Marchenko, S., & Romanovsky, V. 2018. Characteristics of Water-Heat Exchanges and Inconsistent Surface Temperature Changes at an Elevational Permafrost Site on the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal Of Geophysical Research : Atmospheres*, 123, 57–75.
- McLoughlin, I. V., Wong, K. J., & Tan, S. L. (2011). Data Collection , Communications and Processing in the Sumatran GPS Array ( SuGAR ). *Proceedings of the World Congress on Engineering, II*, 4–8.
- Rahadi, M., Awaluddin, M., & Sabri, L. M. (2013). Jurnal Geodesi Undip Oktober 2013. *Geodesi Undip*, 2, 194–209.
- Utami, L. D. (2019). Evaluasi Pengaruh Jumlah dan Sebaran Titik Ikat dalam Pengolahan Data GNSS terhadap Ketelitian Koordinat untuk Analisis Deformasi Sesar Opak . *Doktoral Dissertasion*. Universitas Gadjah Mada.