

SURVEI PENDAHULUAN DEFORMASI SESAR KALIGARANG DENGAN PENGAMATAN GPS

Ramdhan Thoriq S, Moehammad Awaluddin, Bambang Darmo Yuwono^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Sesar Kaligarang adalah sesar geser aktif yang berada di lembah sungai Kaligarang. Sungai Kaligarang membelah wilayah Semarang pada arah hampir utara – selatan. Pada zaman Tersier, Sesar Kaligarang merupakan sesar jurus mendatar sedangkan pada zaman kuartar sesar ini teraktifkan kembali sebagai sesar jurus mendatar mengiri. Menurut penelitian geologi Sesar Kaligarang berarah utara - selatan yang memanjang di sebelah timur Semarang memotong endapan Kuartar hasil Gunung Api Merbabu dan Merapi hingga dasar Laut Jawa di sebelah utara Semarang. Untuk keperluan informasi aktivitas sesar tersebut maka dilakukan perencanaan pemasangan titik-titik pengamatan dan pengukuran GPS dengan metode statik geodetik. Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan GPS *dual frequency* pada 14 titik pengamatan yang terpasang melintang arah dari Sesar Kaligarang dengan menggunakan *Scientific Software GAMIT 10.5* untuk pengolahan datanya. Tujuan dari penelitian ini antara lain merencanakan desain jaringan titik kontrol untuk monitoring deformasi Sesar Kaligarang dengan pengamatan GPS dan melakukan pengukuran pertama titik kontrol pengamatan deformasi Sesar Kaligarang secara teliti menggunakan alat ukur GPS *dual frequency* dengan perangkat ilmiah GAMIT 10.5. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dinamika struktur bumi, sesar, Sesar Kaligarang, deformasi, GPS, data rinex, ITRF dan GAMIT. Pelaksanaan yang dilakukan meliputi perencanaan titik dan metode pengamatan, pengumpulan data, serta pengolahan data GPS. Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada strategi ketiga dengan cara titik-titik pengamatan diikatkan pada stasiun BAKO, COCO, DARW, dan PIMO mempunyai rata-rata simpangan baku $X = 0,02741$ m; $Y = 0,01185$ m; $Z = 0,06000$ m. Sehingga kesimpulan akhir dari penelitian ini adalah pengukuran dengan menggunakan GPS *dual frequency* supaya didapatkan hasil yang lebih teliti maka harus diikatkan pada stasiun-stasiun yang dikategorikan sebagai IGS yang lebih banyak lagi.

Kata kunci : *sesar, Sesar Kaligarang, GPS, GAMIT*

ABSTRACT

Kaligarang Fault is an active fault shear which located in a river valley of Kaligarang. Kaligarang River divides the area of Semarang on the direction nearly north - south. In the Tertiary, Kaligarang Fault is a fault moves horizontally quarter turn to the right while at the time the fault is activated again as the fault moves horizontally left. According to geological research Kaligarang Fault directed north – south that extends to the east of Semarang cut the Quaternary sediments results of Merapi and Merbabu Volcano to the base of Java Sea in the north of Semarang. For the purposes of fault activity information then made a planning of the installation monitoring points of GPS measurements by using geodetic static methods. The research method that used is using a dual frequency GPS observations on 14 points mounted transverse direction of Fault Kaligarang by using Gamit 10.5 Scientific Software for data

processing. The purpose of this research is made a planning of network point design to monitoring the fault deformation of Kaligarang by using GPS monitoring and take the first control point of Kaligarang fault deformation measurements carefully by using GPS dual frequency tools with scientific devices Gamit 10.5. Scientific Software for data processing. The purpose of this research such as the design of network control point plan for monitoring deformation Fault Kaligarang with GPS observations and take the first control point observations carefully on Kaligarang Fault deformation using GPS dual frequency measurement tools with scientific devices Gamit 10.5. Literature review which used in this research include the dynamics of the earth's structure, fault, Fault Kaligarang, deformation, GPS, Data RINEX, ITRF of Gamit. The implementation conducted on the point of planning of monitoring methods, collection of data, and analysis of GPS data. The results of this study showed on the second strategies by means of monitoring points tied BAKO station, COCO, DARW, of PIMO have an average standard deviation of $X = 0.02741$ m; $Y = 0.01185$ m; $Z = 0.06000$ m. So the final conclusion of this research is the measurement by using dual frequency GPS in order to obtain more precise results it must be tied to stations which categorized as IGS more.

Keywords: *fault, Fault Kaligarang, GPS, GAMIT*

Pendahuluan

Latar Belakang

Sesar Kaligarang yang membelah Kota Semarang pada arah utara - selatan telah mengalami sejarah kegiatan yang panjang. Pada zaman Tersier, Sesar Kaligarang merupakan sesar jurus mendatar mengangan. Pergeseran sesar ini diakibatkan oleh tektonika pada zaman itu yang mempunyai tegasan utama terbesar berarah timur laut - barat daya.

Sesar Kaligarang sendiri lokasinya berada di lembah sungai kaligarang. Sungai Kaligarang membelah wilayah Semarang pada arah hampir utara – selatan. Lembah sungai ini diduga merupakan sesar yang aktif sejak zaman tersier hingga kuartar. Lokasi penelitian terletak di sekitar Kota Semarang, yang dibatasi oleh koordinat $110^{\circ}20'25''$ BT - $110^{\circ}28'25''$ BT dan $06^{\circ}57'00''$ LS - $07^{\circ}07'00''$ LS. (Poedjoprajitno dkk, 2008)

Permasalahan yang penting ditampilkan adalah pemantauan atau monitoring Sesar Kaligarang ini yang dapat menyebabkan pergeseran tanah di lingkungan sekitarnya. Penulis tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan jaringan titik kontrol untuk monitoring dengan pengamatan GPS deformasi Sesar Kaligarang. Monitoring deformasi pada sesar harus dilakukan secara berkala dan terus menerus. Beberapa metode yang digunakan untuk mengukur deformasi tanah adalah dengan survei GPS, Fotogrametri, Penginderaan jauh, dan survei Sipat Datar. Metode pengukuran secara manual pada saat ini tidak dapat menjawab kebutuhan akan kecepatan perhitungan dan analisis hasil yang cepat. Maka dibutuhkan metode pengambilan data secara otomatis. Dengan memanfaatkan GPS maka deformasi yang terjadi pada sesar dapat diketahui. Sehingga didapatkan informasi peringatan dini bila ada hal-hal yang dianggap membahayakan seperti terjadinya gempa ataupun longsor.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- 1). Bagaimana membuat rancangan desain jaringan titik kontrol untuk monitoring deformasi Sesar Kaligarang dengan pengamatan GPS secara benar?
- 2). Bagaimana mendapatkan koordinat teliti untuk keperluan pengamatan deformasi Sesar Kaligarang?

Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah :

- 1). Merencanakan desain jaringan titik control untuk monitoring deformasi Sesar Kaligarang dengan pengamatan GPS.
- 2). Melakukan pengukuran pertama titik kontrol pengamatan deformasi Sesar Kaligarang secara teliti menggunakan alat ukur GPS *dual frekuensi* dengan perangkat ilmiah GAMIT 10.5.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

- 1) Daerah penelitian tugas akhir adalah di lingkungan Sesar Kaligarang Kota Semarang, Jawa Tengah yang dibatasi oleh koordinat $110^{\circ}20'25''$ BT - $110^{\circ}28'25''$ BT dan $06^{\circ}57'00''$ LS - $07^{\circ}07'00''$ LS.
- 2) Pengumpulan data 14 titik kontrol di sekitar Sesar Kaligarang dengan melakukan pengukuran *GPS Dual Frekuensi* secara statik.

Penelitian Terdahulu

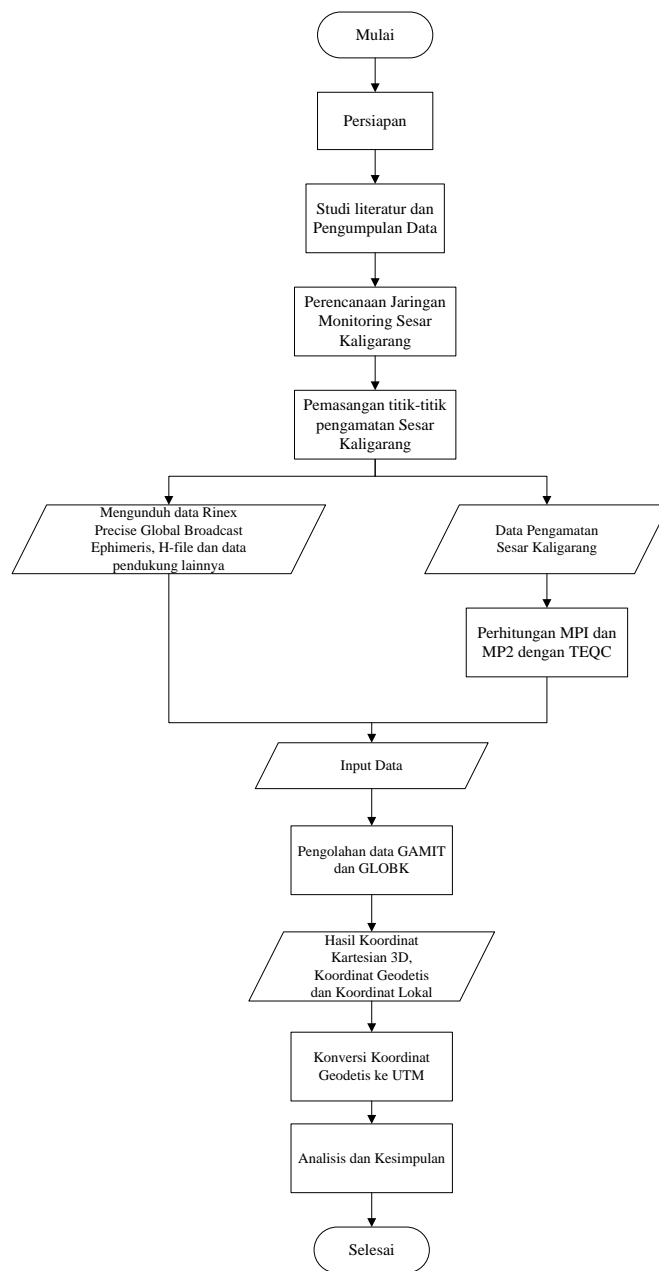
1. Menurut Agustiono Setiadi tahun 2008 tentang *Studi Karakteristik Sesar Cimandiri Dengan Menggunakan Metode Survei GPS*. Pada penelitian ini dibahas mengenai pemantauan Sesar Cimandiri dengan metode GPS mengindikasikan bahwa Sesar Cimandiri merupakan sesar geser mengiri (*Left-lateral strike-slip fault*). Dan ada indikasi peng-akumulasian energi pada *locked area* Sesar Cimandiri, sehingga Sesar Cimandiri berpotensi memicu gempa bumi dengan menggunakan perangkat lunak Bernese 5.0.
2. Menurut Nurul Nurfarida tahun 2010 tentang *Analisis Laju Geser dan Potensi Bahaya Gempa Sesar Cimandiri Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2006-2010*. Pada penelitian ini dibahas mengenai pergerakan titik-titik pengamatan yang bergeser ke arah tenggara dengan besar pergeseran berkisar antara 1-4 cm/tahun. Laju geser sesar Cimandiri $\pm 6-10$ mm/tahun dengan kedalaman $\pm 4-5$ km.
3. Menurut Fahrudin dkk, tahun 2011 tentang *Studi Sesar Aktif, Kinematik, dan Dinamik Zona Sesar Kaligarang (KGFZ) di Semarang*. Pada penelitian ini menjelaskan mengenai hasil kajian pemotongan batuan pada endapan Kuarter, morfotektonik, dan morfometri yang meliputi kurva hipsometrik, faktor asimetri, gradien indeks panjang sungai, pegunungan muka dan perbandingan lebar dan tinggi lembah, maka zona Sesar Kaligarang merupakan sesar **aktif**.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan dan melakukan pemasangan patok untuk jaringan monitoring deformasi Sesar Kaligarang.
2. Pengadaan data dengan melakukan pengukuran menggunakan alat *GPS Dual Frequency* yang dilakukan selama beberapa waktu.
3. Melakukan pengolahan data menggunakan *Scientific Software* GAMIT 10.5 pada pengamatan deformasi Sesar Kaligarang.

Secara umum metodologi penelitian tugas akhir ini dapat di lihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari Perencanaan dan Pemasangan Titik Pengamatan

Perencanaan dan pemasangan titik pengamatan berdasarkan lokasi Sesar Kaligarang dibagi menjadi dua segmen yaitu segmen Kradenan Lama dan segmen Tinjomoyo. Sesar yang dibentuk oleh Sesar Kaligarang merupakan sesar geser. Seperti yang dapat dilihat dari **gambar 2** dan **gambar 3** di bawah ini :



Gambar 2. Peta lokasi titik pengamatan di Kradenan Lama



Gambar 3. Peta lokasi titik pengamatan di Tinjomoyo

Hasil Pengecekan Kualitas Data Observasi Dengan TEQC

Sebelum melakukan pengolahan data, data pengamatan GPS terlebih dahulu dilakukan pengecekan untuk mengetahui kualitas data dari masing-masing titik pengamatan dengan menggunakan program TEQC. Data pengamatan GPS memiliki kualitas baik atau tidaknya dilihat dari nilai MP1 dan MP2. MP1 dan MP2 adalah nilai *moving averaging*, yaitu nilai RMS dari kombinasi data *multipath* yang terekam.

Tabel 1. Hasil uji kualitas dengan TEQC

Titik	Moving Average	
	MP 1 (meter)	MP 2 (meter)
T01k	1,322558	1,461013
T02k	0,927940	1,060210
T03k	1,000044	1,099325

T04k	0,444986	0,420509
T05k	0,883694	0,956713
T06k	1,723618	1,746487
T07k	0,971264	1,233317
T08k	0,610024	0,608824
T09k	0,652169	0,61692
T10k	1,224656	1,529914
T11k	0,837101	0,874967
T12k	0,671763	0,675463
T13k	1,083535	1,19244
T14k	2,181794	2,813193
Rata-rata	1,038225	1,163521

Pada **Tabel 1.** di atas terlihat bahwa nilai *moving average* MP1 memiliki nilai rata-rata sebesar 1,038225 m dan *moving average* MP2 memiliki nilai rata-rata sebesar 1,163521 m.

Pengolahan dengan GLOBK

Proses pengolahan terakhir dalam penelitian ini adalah proses pengolahan GLOBK. Hasil dari pengolahan GLOBK tersebut adalah nilai koordinat beserta simpangan bakunya. Nilai koordinat yang diperoleh berupa koordinat kartesian 3D (X, Y, Z); koordinat geodetis (Lintang, Bujur, Tinggi). Pada pengolahan ini, dilakukan tiga strategi pengolahan yaitu :

1. Strategi pertama titik pengamatan diikatkan pada stasiun BAKO dan PIMO
2. Strategi kedua titik pengamatan diikatkan pada stasiun CSEM, yang sebelumnya CSEM sendiri diikatkan dengan BAKO dan PIMO agar memperoleh koordinat definitif CSEM
3. Strategi ketiga titik pengamatan diikatkan pada stasiun BAKO, COCO, DARW, dan PIMO.

Tabel 2. Hasil Koordinat Kartesian 3D Strategi Ketiga

Nama Titik	Koordinat (m)		
	X	Y	Z
T01k	-2.206.937,44879	5.933.331,40687	-776.546,39930
T02k	-2.207.017,57010	5.933.283,16911	-776.440,25221
T03k	-2.207.054,14193	5.933.266,37699	-776.412,70586
T04k	-2.207.115,94336	5.933.243,92372	-776.373,89013
T05k	-2.207.200,11913	5.933.222,43801	-776.342,27808
T06k	-2.207.264,73125	5.933.211,15207	-776.230,79821
T07k	-2.207.699,03355	5.933.118,07778	-776.034,11826
T08k	-2.206.216,30262	5.933.799,06194	-774.742,76648
T09k	-2.206.211,08375	5.933.796,54801	-774.703,61900
T10k	-2.206.225,33877	5.933.790,47336	-774.582,37046
T11k	-2.206.302,43613	5.933.750,02547	-774.589,45934
T12k	-2.206.356,03064	5.933.741,52322	-774.560,62555
T13k	-2.206.425,43897	5.933.747,51800	-774.431,27900
T14k	-2.206.487,18415	5.933.733,93062	-774.338,15004

Tabel 3. Hasil Koordinat Lokal Strategi Ketiga

Nama Titik	Koordinat (m)			Simpangan baku (m)		
	N	e	U	N	E	u
T01k	-783697,09191	12197373,43730	113,76368	0,01566	0,02465	0,06039
T02k	-783593,18420	12197465,34300	83,60614	0,01264	0,02975	0,08367
T03k	-783566,03431	12197505,47206	77,26476	0,00720	0,01259	0,02916
T04k	-783527,19584	12197571,21986	73,00682	0,01286	0,02206	0,03112
T05k	-783494,47963	12197657,59930	78,27479	0,00854	0,01502	0,03951
T06k	-783381,63833	12197797,37837	76,47633	0,01669	0,08172	0,13634
T07k	-783177,23924	12198236,84756	116,11085	0,00920	0,01491	0,05066
T08k	-781872,22104	12196910,69092	78,51918	0,00765	0,01297	0,0364
T09k	-781833,62567	12196906,67558	69,58860	0,00799	0,01313	0,04138
T10k	-781712,58447	12196997,28399	54,04371	0,01358	0,02632	0,09529
T11k	-781721,02547	12197083,63927	43,94990	0,00914	0,02276	0,04280
T12k	-781690,90177	12197136,83372	51,05384	0,00955	0,02428	0,03357
T13k	-781558,01274	12197199,79706	64,82819	0,02334	0,05617	0,09965
T14k	-781463,89318	12197337,50448	62,16462	0,70273	1,90305	1,18846

Tabel 4. Hasil Koordinat Geodetis Strategi Ketiga

Nama Titik	Koordinat (m)		
	LINTANG	BUJUR	Z
T01k	7°2'24,25"	110°24'10,7"	113,76368
T02k	7°2'20,89"	110°24'13,7"	83,60614
T03k	7°2'20,02"	110°24'15,0"	77,26476
T04k	7°2'18,76"	110°24'17,1"	73,00682
T05k	7°2'17,70"	110°24'19,9"	78,27479
T06k	7°2'14,05"	110°24'22,0"	76,47633
T07k	7°2'07,44"	110°24'36,4"	116,11085
T08k	7°1'25,24"	110°23'43,3"	78,51918
T09k	7°1'25,99"	110°23'43,2"	69,58860
T10k	7°1'20,08"	110°23'43,7"	54,04371
T11k	7°1'20,35"	110°23'46,5"	43,94990
T12k	7°1'19,38"	110°23'48,3"	51,05384
T13k	7°1'15,08"	110°23'50,3"	64,82819
T14k	7°1'12,03"	110°23'52,4"	62,16462

Tabel 5. Hasil Koordinat UTM Strategi Ketiga

Nama Titik	Koordinat (m)		
	N	E	H
T01k	434.062,996978495	9.221.779,34167379	113,76368
T02k	434.154,743598817	9.221.882,65078632	83,60614
T03k	434.194,826369299	9.221.909,66475634	77,26476
T04k	434.260,505542817	9.221.948,31937444	73,00682
T05k	434.346,818097379	9.221.980,92003562	78,27479
T06k	434.411,145035931	9.222.093,06578458	76,47633
T07k	434.850,22633573	9.222.296,61247444	116,11085

T08k	433.222,047419864	9.223.590,56451128	78,51918
T09k	433.217,983798276	9.223.628,8888322	69,58860
T10k	433.233,301575281	9.223.749,11618486	54,04371
T11k	433.319,642041903	9.223.740,84462988	43,94990
T12k	433.372,782187428	9.223.770,82929114	51,05384
T13k	433.435,557150521	9.223.902,8838190	64,82819
T14k	433.498,023942686	9.223.996,43540622	62,16462

Analisis dari Perencanaan dan Pemasangan Titik Pengamatan

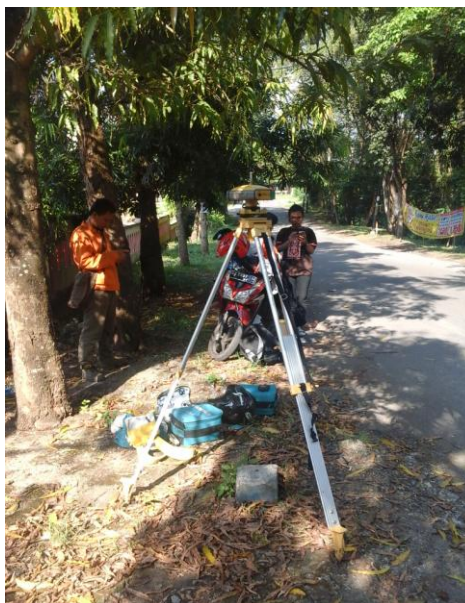
Perencanaan dan pemasangan titik pengamatan itu sendiri dilakukan sesuai dengan jalur sesar yang sudah diketahui sebelumnya. Lokasi daerah sesar yang ditentukan ataupun dipasang titik pengamatan tidak semuanya dapat dengan baik untuk dijadikan titik-titik pengamatan. Dikarenakan dalam lokasi atau area sesar tersebut tidak dapat semuanya dipasang titik-titik pengamatan.

Dari 14 titik pengamatan, empat diantaranya membuat titik atau patok sendiri dari pipa peralon dan sepuluh sisa lainnya diambil dari titik-titik yang sudah ada di lapangan. Diantara titik-titik tersebut adalah merupakan patok *bench mark* (BM) dari BPN, patok batas wilayah kecamatan, patok angkatan darat (AD) dan patok batas tanah warga sekitar.

Titik-titik yang kurang baik untuk pengamatan berada di lokasi yang rindang atau banyak pohon-pohon tinggi yang menyebabkan *multipath* pada saat melakukan pengamatan. Lokasi yang kurang baik ini terkendala pada izin pemasangan patok yang tidak semua lokasi dapat dipasangkan titik-titik pengamatan tersebut, sehingga ditentukan berdasarkan titik patok yang sudah dipasang oleh pemerintah.

Analisis Hasil Pengecekan Kualitas Data Observasi dengan TEQC

Dari hasil pengecekan kualitas data dengan menggunakan TEQC pada semua sesi pengukuran menunjukkan bahwa data pengamatan GPS kurang bagus dan banyak sekali terdapat *multipath* dikarenakan lingkungan pada lokasi titik pengamatan yang banyak dikelilingi oleh pohon. Sehingga nilai MP1 dan MP2 menjadi besar, karena lokasi pengamatan tersebut seperti **Gambar 4** di bawah ini.



Gambar 4. Lokasi Pengamatan yang rindang di titik T14k

Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa hasil mp1 dan mp2 untuk semua titik kecuali titik T04K, melebihi 0,5 meter. Nilai MP1 dan MP2 paling besar terdapat pada titik T14k. Hal ini disebabkan karena adanya multipath. Multipath disekitar daerah pengukuran disebabkan karena banyak terdapat pohon rindang yang mengganggu jalannya sinyal dari satelit ke receiver GPS. Untuk mengantisipasi multipath yang melebihi kriteria adalah dengan cara mengedit sinyal GPS yang memang bukan pekerjaan mudah.

Analisis Hasil GAMIT

Pada pengolahan GAMIT ini dihasilkan tiga file baru yang berupa *h-files*, *q-files* dan *sh_gamit_<doy>.summary*. Didalam masing-masing file ini terdapat *nilai adjustment*, *fract* dan *nilai nrms*. Hal yang perlu diperhatikan adalah nilai *nrms*, karena nilai *nrms* mempengaruhi pada hasil GLOBK selanjutnya. Nilai *fract* dan *nrms* didapatkan dari pengolahan pada masing-masing DOY seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 8. Nilai *prefit*, *postfit nrms* dan *fract* pada Strategi Pertama

Strategi Pertama			
DOY	<i>Prefit</i>	<i>Postfit</i>	<i>Fract</i>
j175	0.28923	0.20766	0.5
j176	0.23840	0.23387	0.7
j177	0.32101	0.21652	0.5
j178	0.45584	0.23403	0.5
j179	0.26048	0.21607	0.4
j180	0.33149	0.22397	1.7
j181	0.23046	0.23328	0.8
j182	0.20957	0.20429	0.5

Tabel 9. Nilai *prefit*, *postfit nrms* dan *fract* pada Strategi Kedua

Strategi Kedua			
DOY	<i>Prefit</i>	<i>Postfit</i>	<i>Fract</i>
s175	0.36338	0.24995	1
s176	0.37495	0.25513	0.4
s177	0.27012	0.23912	0.3
s178	0.54038	0.30432	1.2
s179	0.31208	0.25450	0.4
s180	0.92852	0.28269	2.3
s181	0.35746	0.23764	1
s182	0.37247	0.27348	0.2

Tabel 10. Nilai *prefit*, *postfit nrms* dan *fract* pada Strategi Ketiga

Strategi Ketiga			
DOY	<i>Prefit</i>	<i>Postfit</i>	<i>Fract</i>
d175	0.23011	0.18789	0.2
d176	0.20464	0.18632	0.4
d177	0.26367	0.18919	0.4

d178	0.25913	0.19389	0.7
d179	0.19521	0.18645	0.2
d180	0.20510	0.17553	0.5
d181	0.18570	0.18904	0.6
d182	0.16701	0.19329	0.4

Pada hasil nilai *prefit nrms* menunjukkan pada strategi kedua di DOY 178 dan DOY 180 nilai *nrms* nya lebih dari 0,5. Hal ini disebabkan masih terdapat *cycle slip* yang belum dihilangkan atau berkaitan dengan parameter bias ekstra ataupun bisa juga karena terdapat kesalahan dalam melakukan pemodelan.

Analisis Hasil GLOBK

Pada hasil GLOBK didapatkan koordinat, hasil perataan, dan simpangan baku dari titik-titik pengamatan yang diikatkan dengan titik ikat stasiun IGS. Namun jika titik-titik pengamatan tersebut diikatkan dengan stasiun titik ikat yang bukan termasuk ke daftar IGS, maka hasil perataan dan simpangan baku tidak akan muncul, yang akan muncul hanya koordinat titik-titik pengamatan. Seperti contohnya titik-titik pengamatan yang diikatkan dengan CSEM di Semarang, setelah diolah dengan GAMIT pada *file* globk.org tidak muncul hasil dari perataan dan simpangan bakunya.

Dari hasil simpangan baku yang didapat dengan memakai dua titik ikat stasiun IGS dibandingkan dengan memakai empat titik ikat stasiun IGS, maka hasilnya akan lebih teliti titik-titik pengamatan yang diikatkan dengan empat stasiun IGS. Standar Deviasi yang dihasilkan paling baik adalah dengan menggunakan strategi ketiga, yaitu titik-titik pengamatan diikatkan pada stasiun IGS BAKO, COCO, DARW dan PIMO.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis pada bab-bab sebelumnya dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini

:

1. Pada pembuatan rancangan desain jaringan titik kontrol untuk deformasi Sesar Kaligarang ini dilakukan sesuai dengan arah bidang geser sesar. Titik-titik pengamatan dipasang secara melintang terhadap bidang geser sesar di lingkungan tersebut dan jarak antara titik pengamatan tidak terlalu berjauhan ± 100 meter. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui arah dan besar pergerakan sesar antara titik pengamatan satu dengan titik pengamatan yang lainnya.
2. Koordinat paling teliti yang didapatkan adalah dengan menggunakan strategi ketiga yaitu mengikatkan titik-titik pengamatan pada stasiun IGS BAKO, COCO, DARW, dan PIMO dengan rata-rata simpangan baku $X = 0,02741$ m; $Y = 0.01185$ m; $Z = 0.06000$ m.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil dan analisis pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut ini :

1. Pembuatan rancangan desain jaringan titik kontrol pengamatan atau monitoring sebaiknya sangat memperhatikan lingkungan sekitar yang akan ditentukan dalam penentuan titik-titik pengamatan. Karena pada pengukuran GPS dual frekuensi besarnya multipath berpengaruh pada ketelitian koordinat titik.

2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya juga dalam pengamatan sesar dilakukan lebih lama lagi dan dilakukan pengamatan secara berkala ataupun secara periodik, agar mendapatkan besar dan arah pergerakan karakteristik sesarnya.
3. Pengamatan-pengamatan yang dilakukan harus lebih teliti agar kesalahan dan bias yang terjadi menjadi lebih sedikit.

DAFTAR REFERENSI

- Fahrudin, dkk. 2011. Studi Sesar Aktif, Kinematik, dan Dinamik Zona Sesar Kaligarang (KGFZ) di Semarang. Jurnal *Proceedings JCM Makassar 2011*.
- Nurfarida, N. 2010. Analisis Laju Geser dan Potensi Bahaya Gempa Sesar Cimandiri Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2006-2010. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi Dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- Poedjoprajitno, S. dkk.2008. Reaktivitas Sesar Kaligarang, Semarang. Pusat Survei Geologi. Jurnal Geologi Indonesia, Vol.3 No.3 September 2008 : Bandung.
- Setiadi, A. 2008. Studi Karakteristik Sesar Cimandiri Dengan Menggunakan Metode Survei GPS. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi Dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- _____. <http://jurnal-geologi.blogspot.com/2010/01/geo-tekonika-sesar-fault.html>.