

SURVEI DEFORMASI DAERAH JEMBATAN PENGGARON DENGAN METODE GPS TAHUN 2018

Siti Fathimah^{*)}, Bambang Sudarsono, M. Awaluddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : siti.fathimah26@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan Penggaron merupakan salah satu jembatan terpanjang di ruas Jalan Tol Semarang-Solo Seksi I Km.20. Jembatan ini berada pada daerah dengan kondisi tanah yang kurang stabil. Berkaitan dengan kondisi geologi daerah ini maka daerah di sekitar jembatan rawan adanya deformasi. Pengamatan deformasi daerah Jembatan Penggaron perlu dilakukan sebagai bentuk peringatan dini bagi pengelola jembatan. Hasil pengamatan dapat dijadikan bahan evaluasi dalam pemeliharaan dan perawatan jembatan sehingga potensi kerusakan jembatan dapat dikurangi. Pengamatan deformasi pada penelitian tugas akhir ini menggunakan metode pengamatan GPS statik selama tiga periode pengukuran yaitu Maret, Mei dan Juni 2018. Penelitian ini juga menggunakan data hasil pengamatan pada tahun 2015 dan 2016. Semua data kemudian diolah dengan menggunakan *software scientific* GAMIT 10.7 dengan menggunakan titik ikat global (IGS). Hasil pengolahan data ini akan diketahui besarnya nilai pergerakan titik-titik pengamatan yang berada di sekitar Jembatan Penggaron. Nilai perubahan koordinat kartesian tiga dimensi terbesar pada bulan Juli 2015 sampai dengan Juni 2018 adalah sebagai berikut n: -0,02471 m, e: 0,10821 m dan u: 0,05623 m. Nilai perubahan koordinat terkecil pada bulan Juli 2015 sampai dengan Juni 2018 adalah sebagai berikut n: 0,00123 m, e: -0,00119 m dan u: -0,00088 m. Hasil uji statistik yang dilakukan setelah menghilangkan pengaruh Blok Sunda menyatakan bahwa titik-titik pengamatan di sekitar Jembatan Penggaron tidak mengalami deformasi.

Kata Kunci : Deformasi, GPS, GAMIT, IGS, Jembatan Penggaron

ABSTRACT

The Penggaron Bridge is one of the longest bridges on the Semarang-Solo Toll Road Section I Km.20. This bridge is in an area with less stable soil conditions. In connection with the geological conditions of this area, the area around the bridge is prone to deformation. Observation of the deformation of the Penggaron Bridge area needs to be done as a form of early warning for bridge managers. Observations can be used as evaluation material in bridge maintenance and maintenance so that the potential for bridge damage can be reduced. Deformation observation in this thesis research uses static GPS observation method for three measurement periods, namely March, May and June 2018. This study also uses observational data in 2015 and 2016. All data is then processed using scientific GAMIT 10.7 software using point global bond (IGS). The processing results will be known as the magnitude of the movement values of the observation points around the Penggaron Bridge. The value of a change in the largest three-dimensional cartesian coordinates in July 2015 to June 2018 is as follows: -0,02471 m, e: 0,10821 m and u: 0,05623 m. The smallest value of coordinate changes in July 2015 to June 2018 is as follows: 0.00123 m, e: -0.00119 m and u: -0.00088 m. The results of statistical tests carried out after removing the influence of the Sunda Block stated that the observation points around the Penggaron Bridge were not deformed.

Key Word :, Deformation, GPS, GAMIT, IGS, The Penggaron Bridge

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan struktur bangunan yang menghubungkan suatu tempat yang dipisahkan oleh saluran air, sungai, jurang hingga laut atau bahkan menyilang diatas jalur jalan lain. Bagian-bagian jembatan terdiri dari struktur atas yang merupakan bagian yang menerima beban secara langsung, struktur bawah sebagai pemikul seluruh beban dan bagian pondasi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban di atasnya ke tanah dasar. Jembatan dapat mengalami kerusakan akibat banyaknya beban yang diterima, struktur konstruksi jembatan maupun kondisi alam.

Salah satu kondisi alam yang menyebabkan kerusakan jembatan adalah pergerakan tanah. Akibat pergerakan tanah ini maka struktur jembatan dapat mengalami deformasi. Menurut Kuang (1996), deformasi adalah perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu benda. Deformasi dapat diartikan pula perubahan kedudukan atau pergerakan titik pada suatu benda baik secara absolut maupun relatif. Pergerakan absolut terjadi apabila pergerakan suatu titik dilihat dari perilaku gerakan titik itu sendiri. Pergerakan relatif terjadi apabila pergerakan suatu titik dilihat dari titik lain. Perubahan kedudukan pada umumnya mengacu kepada suatu sistem kerangka referensi. Perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik ini dapat diketahui dengan pengamatan menggunakan GPS.

Penentuan posisi suatu titik yang mengalami perubahan kedudukan atau deformasi dibutuhkan ketelitian posisi yang tinggi hingga mencapai millimeter. Agar diperoleh ketelitian posisi yang tinggi maka pengamatan deformasi dilakukan dengan pengamatan GPS dual-frequency dengan metode statik. Adanya metode ini, maka defomasi jembatan dapat diketahui.

Jembatan Penggaron merupakan salah satu jembatan yang berada di ruas jalan tol Semarang-Solo Seksi I Km.20. Jembatan yang memiliki panjang kurang lebih 400 meter ini berada diatas tanah yang kurang stabil dan di pengaruhi oleh sesar di Kabupaten/Kota Semarang (Trisnawati, 2015). Struktur geologi berupa sesar normal berarah barat – timur yang memotong Formasi Kaligetas dan Formasi Kerek. Beberapa pola kelurusan berarah utara selatan berpotensi menjadi bidang lemah pengontrol gerakan tanah. Kondisi ini dapat mengakibatkan terjadinya perubahan kedudukan yang besar pada daerah sekitar jembatan. Jembatan Penggaron berada di ruas jalan tol yang menghubungkan dua Kota besar di Jawa Tengah, sehingga memiliki peran yang cukup penting dalam pengembangan ekonomi daerah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan deformasi pada daerah jembatan sebagai upaya peringatan dini apabila terdapat kerusakan pada jembatan.

Berkaitan dengan kondisi geologi dan adanya pengaruh sesar serta pentingnya pemeliharaan dan perawatan Jembatan Penggaron, maka perlu dilakukan

penelitian untuk mengetahui seberapa besar perubahan kedudukan dari jembatan tersebut dengan pengamatan GPS *dual-frequency*. Urgensi dari penelitian ini adalah untuk memberikan peringatan dini apabila terjadi deformasi bagi pengelola jembatan. Sehingga dengan adanya peringatan dini ini dapat mengurangi potensi kerusakan jembatan secara tiba-tiba sehingga jumlah korban dan besarnya biaya yang harus dikeluarkan akibat kerusakan pun dapat diminimalisir.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana hasil pengamatan GPS pada pengukuran deformasi daerah jembatan Penggaron di Jalan Tol Semarang – Solo Seksi I Km.20 dalam kurun waktu kurang lebih tiga tahun?
2. Bagaimana kondisi deformasi yang terjadi pada daerah jembatan Penggaron di Jalan Tol Semarang – Solo Seksi I Km.20 dalam kurun waktu kurang lebih tiga tahun?

I.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui berapa besar nilai deformasi daerah jembatan Penggaron di Jalan Tol Semarang – Solo Seksi I Km.20 dalam kurun waktu kurang lebih tiga tahun.
2. Mengetahui kondisi deformasi yang terjadi pada daerah jembatan Penggaron di Jalan Tol Semarang – Solo Seksi I Km.20 dalam kurun waktu kurang lebih tiga tahun.

I.4 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Lokasi penelitian ini adalah daerah Jembatan Penggaron pada Jalan Tol Semarang– Solo Seksi I Km-20
2. Data pengamatan yang digunakan adalah hasil pengamatan bulan Maret, Mei dan Juni 2018 serta data pengamatan tahun 2015 dan 2016
3. Titik ikat yang digunakan adalah titik ikat global (IGS) yaitu BAKO, COCO, DARW, DGAR, GUAM, IISC, KARR dan PIMO.
4. Pengolahan data pengamatan GPS menggunakan *Scientific Software* GAMIT 10.7 sehingga dihasilkan koordinat titik pengamatan
5. Penelitian fokus pada pergeseran titik kontrol horizontal yang diakibatkan deformasi pada tiga bulan pelaksanaan penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk pada dua penelitian sebelumnya yang membahas mengenai deformasi daerah jembatan penggaron dengan pengukuran menggunakan GPS dan pengolahan data pengamatan menggunakan *software* GAMIT.

Penelitian yang pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Waluyo (2015) yang berjudul “Analisis Ketelitian Titik Kontrol Horizontal Pada Pengukuran Deformasi Jembatan Penggaron Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.6”. Dari penelitian ini diperoleh nilai perubahan koordinat dalam sistem koordinat kartesian tiga dimensi dengan rata-rata nilai perubahan koordinat pada sumbu $n = 3,854$ mm, sumbu $e = 5,745$ mm, dan sumbu $u = 7,344$ mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ke delapan titik pengamatan pada penelitian deformasi jembatan Penggaron mengalami perubahan koordinat secara numeris. Namun, berdasarkan hasil uji statistik dengan selang kepercayaan 95%, disimpulkan bahwa ke delapan titik pengamatan deformasi jembatan tidak mengalami perubahan posisi titik secara signifikan.

Penelitian yang kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2016) yang berjudul “Analisis Ketelitian Titik Kontrol Horizontal Pada Studi Deformasi Jembatan Penggaron Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.6”. Pada hasil pengolahannya dan telah dilakukan uji statistik titik kontrol mengalami pergeseran pada periode juli 2015-April, Mei, Juni 2016 terbesar $N : 0,0450$ m, $E : 0,1433$ m, $U : 0,1243$ m dan terkecil $N : 0,0016$ m, $E : 0,0084$ m, $U : 0,0005$ m. Serta pada periode April – Agustus 2016 terbesar $N : 0,0927$ m, $E : 0,1290$ m, $U : 0,0621$ m dan terkecil $N : 0,0079$ m, $E : 0,0005$ m, $U : 0,0014$ m. Dari simpangan baku menunjukkan bahwa pengolahan menggunakan titik ikat IGS lebih teliti dalam menghasilkan koordinat apabila dibandingkan dengan CORS saat melakukan pengolahan.

II.2 Jembatan

Jembatan adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk melewati lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa: sungai atau lintasan air, lembah, jalan atau jalan keretaapi yang menyilang dibawahnya. Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan juga termasuk jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Konstruksi jembatan adalah suatu konstruksi bangunan pelengkap sarana transportasi jalan yang menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lainnya, yang dapat dilintasi oleh sesuatu benda bergerak misalnya suatu lintas yang terputus akibat suatu rintangan atau sebab lainnya, dengan cara melompati rintangan tersebut tanpa menimbun atau menutup

rintangan itu dan apabila jembatan terputus maka lalu lintas akan terhenti (UU 34 tahun 2004 dalam Najamuddin, 2012).

II.3 Deformasi

Menurut Kuang (1996), deformasi adalah perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu benda. Deformasi dapat diartikan pula perubahan kedudukan atau pergerakan titik pada suatu benda baik secara absolut maupun relatif. Pergerakan absolut terjadi apabila pergerakan suatu titik dilihat dari perilaku gerakan titik itu sendiri. Pergerakan relatif terjadi apabila pergerakan suatu titik dilihat dari titik lain. Perubahan kedudukan pada umumnya mengacu kepada suatu sistem kerangka referensi.

Saat ini sudah banyak metode yang dapat dilakukan untuk pengukuran deformasi, baik itu dengan metode konvensional maupun metode modern. Untuk metode konvensional, bisa dilakukan dengan menggunakan alat ukur theodolit ataupun sipat datar. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, pengukuran deformasi dapat dilakukan dengan metode yang lebih modern dengan pengamatan posisi menggunakan alat GPS geodetik maupun dengan metode penginderaan jauh

II.4 GPS

GPS atau NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*) merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit milik Amerika Serikat (Abidin, 2001). Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan dan waktu secara cepat, akurat serta relatif murah dimana saja di bumi ini pada setiap saat tanpa tergantung cuaca (Abidin, 2007). Hingga saat ini penggunaan GPS semakin berkembang di seluruh Negara di dunia tanpa terkecuali di Indonesia, salah satu aplikasi dari GPS adalah untuk pengamatan deformasi titik baik itu deformasi tanah maupun bangunan.

II.5 IGS dan CORS

IGS (*International GNSS Service*) merupakan organisasi badan multi-nasional yang menyediakan produk berupa data GNSS dengan kualitas data yang bagus dan tidak berbayar. Organisasi ini didirikan oleh *International Association of Geodesy* (IAG) pada tahun 1993 (Nugroho, 2016). IGS berkomitmen untuk menyediakan data dan produk berkualitas tinggi sebagai standar untuk sistem satelit navigasi global (GNSS) untuk mendukung penelitian ilmu bumi, aplikasi multidisiplin, dan pendidikan. Dalam konteks ini IGS menawarkan sejumlah besar produk yang konsisten yang merupakan realisasi praktis dari Sistem Referensi Internasional dan memungkinkan akses yang mudah ke ITRF terbaru.

CORS (*Continuously Operating Reference Stations*) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang

mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara kontinu 24 jam per hari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna memanfaatkan data untuk penentuan posisi, baik secara *post-processing* maupun *real-time* (Nugraha, 2010).

II.6 Blok Sunda

Pergerakan lempeng tektonik erat kaitannya dengan teorema *euler fixed point* atau lebih dikenal dengan nama *euler point*. Teorema *euler fixed point* menjelaskan bahwa setiap pergerakan lempeng tektonik di permukaan bumi berotasi mengelilingi suatu sumbu atau *pole* (Rusmen, 2012 dalam Hidayawan 2017). Di Indonesia terdapat suatu blok lempeng yang disebut blok sunda. Menurut Kuncoro (2013), Blok Sunda merupakan salah satu blok di regional Asia Tenggara yang didefinisikan memiliki rotasi blok tersendiri. Blok ini mencakup sebagian besar regional Asia Tenggara yaitu wilayah Indo-cina, Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Kalimantan, Jawa dan perairan dangkal yang terletak di antaranya.

Solusi parameter rotasi Blok Sunda adalah $46,202^\circ \pm 0,620^\circ N$ untuk lintang kutub euler dan $-85,899^\circ \pm 0,256^\circ E$ untuk bujur kutub euler (Kuncoro, 2013 dalam Hidayawan, 2017). Sedangkan kecepatan sudut rotasi Blok Sunda adalah $0,370 \pm 0,004$ derajat/juta-tahun. Estimasi parameter blok sunda tersebut menunjukkan bahwa Blok Sunda bergerak berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan 25 s.d 35 mm/tahun, yang mana kecepatan pergerakannya cenderung kearah timur (Permana, 2012 dalam Hidayawan 2017). Arah pergerakan lempeng tektonik menjadi lebih jelas apabila efek pergerakan Blok Sunda dihilangkan dalam pengolahan data pengamatan GPS.

II.7 Perangkat Lunak GAMIT/GLOBK

GAMIT (*GPS Analysis Package Developed at MIT*) adalah sebuah paket perangkat lunak ilmiah yang digunakan untuk pengolahan data pengamatan GPS yang dikembangkan oleh MIT (*Massachusetts Institute of Techology*) dan SIO (*Scripps Institution of Oceanography*). Perangkat lunak ini dapat menghasilkan posisi relatif tiga dimensi dari pengamat dengan ketelitian tinggi. GLOBK adalah satu paket program yang dapat mengkombinasikan data survei terestris ataupun data survei ekstra terestris. Kunci dari data input pada GLOBK adalah matriks kovarian dari koordinat stasiun, parameter rotasi bumi, parameter orbit dan koordinat hasil pengamatan lapangan. GLOBK sendiri merupakan kalman filter yang tujuan utamanya untuk mengkombinasikan solusi dari data yang telah di proses di GAMIT dengan pengamatan *space geodesy*, sehingga didapat estimasi posisi dan kecepatannya.

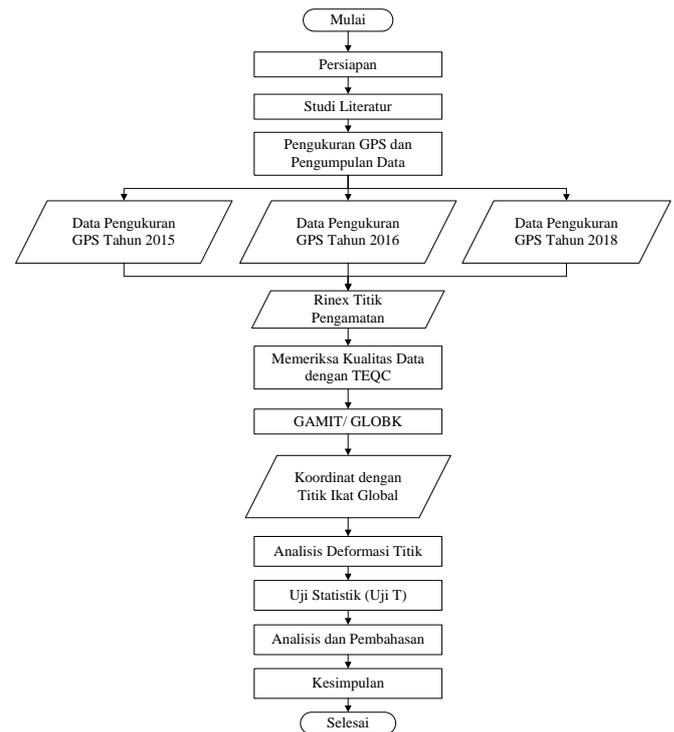
Pengolahan data pengamatan GPS dengan GAMIT dilaksanakan melalui empat tahapan pengolahan, yaitu makexp, makex, fixdrv dan *batch processing*. Hasil akhir dari pengolahan data pengamatan GPS dengan GAMIT berupa file Q, file H dan file L. File H digunakan untuk proses selanjutnya yaitu pengolahan

dengan perangkat lunak GLOBK. File H hasil pengolahan dengan GAMIT dan file H global hasil *download* dari internet (*IGS H-files*) selanjutnya diolah dengan GLOBK. Hasil akhir pengolahan dengan GLOBK berupa file *.prt yang merupakan perhitungan akhir terhadap koordinat dan ketelitian tiap stasiun, panjang baseline, ketelitian dan matrik *baseline*-nya.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir

Secara garis besar pelaksanaan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir seperti di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III.2 Peralatan Penelitian

Pada penelitian kali ini peralatan yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak:

1. Perangkat Keras (*hardware*)
 - a. GPS *dual-frequency*, antara lain GPS Topcon Hiber GB, GPS Topcon Hiper II dan GPS Topcon Hiper SR
 - b. Tripod
 - c. Meteran
 - d. Laptop LENOVO dengan spesifikasi *Processor* AMD E1-2100 *APU* with *Radeon™ HD Graphics* 1.00GHz, *RAM* 2GB 64 bit *Operating System*
 - e. Alat Tulis
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. Sistem Operasi Ubuntu 14.04 LTS
 - b. Sistem Operasi Windows 7
 - c. *Scientific Software* GAMIT 10.7
 - d. TEQC
 - e. Matlab R2007b

- f. Microsoft Office 2016.

III.3 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

a. Data pengamatan

Data pengamatan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data pengamatan GPS yang dilakukan di daerah Jembatan Penggaron yang berada di ruas jalan tol Semarang-Solo Seksi I Km 20 pada bulan Maret, Mei dan Juni 2018 serta data pengamatan GPS yang dilakukan oleh Waluyo (2015) dan Nugroho (2016). Titik pengamatan yang digunakan selama penelitian ada delapan titik. Empat titik milik Trans Marga Jateng antara lain titik BMDU, BMSA, CPDU, CPSA yang juga digunakan dalam penelitian tahun 2015 dan 2016 serta empat titik baru yaitu TK01, TK02, TK03 dan TK04. Titik ikat global yang digunakan pada penelitian ini antara lain BAKO (Bogor), COCO (Cocos Island), DARW (Darwin), DGAR (Diego Garcia Island), GUAM (Guam), IISC (India), KARR (Karratha) dan PIMO (Filipina).

b. Data pendukung

Data Pendukung merupakan data-data sekunder yang dibutuhkan saat pengolahan data. *Software* GAMIT yang merupakan *software* yang digunakan untuk pengolahan data juga memberikan fasilitas dimana pengguna dapat mengunduh data-data pendukung secara otomatis apabila tersambung dengan jaringan internet. Tetapi pengguna juga dapat mengunduh data-data sekunder secara manual dengan cara sebagai berikut:

1. *File IGS ephemeris final orbit*. File ini dalam bentuk *.sp3 yang dapat diunduh di website <http://garner.ucsd.edu/pub/product/.file> yang kemudian disimpan dalam folder *igs*
2. *File broadcast ephemeris*. File ini dalam bentuk brdcDDD.YYn (DDD: Doy, YY: tahun) dapat diunduh di website <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gnss/data/daily> yang kemudian disimpan dalam folder *brdc*
3. *File observasi titik ikat*. File ini merupakan data rinex titik ikat dalam bentuk *.yyo (yy: tahun) yang dapat diunduh di website <http://garner.ucsd.edu/pub/rinex> yang kemudian disimpan dalam folder *rinex* bersama dengan file rinex data pengamatan
4. *H-files* global dapat diunduh di website <ftp://garner.ucsd.edu/pub/hfiles> dengan doy yang sama dengan doy pada saat pengamatan. File ini terdapat delapan jenis untuk setiap doy yaitu *igs1, igs2, igs3, igs4, igs5, igs6, igs7* dan *igs8*. File ini disimpan dalam folder *hfiles* yang nantinya diperlukan saat pengolahan GLOBK.

III.4 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data penelitian ini terdapat beberapa tahapan yaitu

1. Pemeriksaan Kualitas Data dengan TEQC
Sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software* GAMIT, data pengamatan diperiksa terlebih dahulu kualitas datanya menggunakan *software* TEQC. Proses ini dilakukan untuk mengetahui waktu mulai dan berakhirnya sebuah pengamatan, nilai *multipath* yang terjadi, interval perekaman, total satelit serta informasi lainnya.
2. Pengolahan Data Pengamatan dengan GAMIT dan GLOBK
 - a. Mempersiapkan direktori kerja data pengamatan yang akan diolah dengan membuat folder *project* beserta bagian-bagiannya .
 - b. Melakukan editing data pada beberapa file yang ada di dalam folder *tables* antara lain *lfile, sittbl, sestbl, station.info* dan *sites.default*.
 - c. Pengolahan data pengamatan dengan menggunakan *software* GAMIT yang hasilnya berupa file Q, file H dan file L.
 - d. Pengolahan data dengan GLOBK dapat dilakukan dengan perintah *glorg.cmd* dan *globk.cmd*. Hasil akhir pengolahan dengan GLOBK berupa file *.prt yang merupakan perhitungan akhir terhadap koordinat dan ketelitian tiap stasiun, panjang *baseline*, ketelitian dan matrik *baseline*-nya

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Pemeriksaan dengan TEQC

Hasil pemeriksaan data pengamatan dengan *software* TEQC berupa nilai *moving average* dari *multipath* untuk sinyal L1 (MP1) dan nilai *moving average* dari *multipath* untuk sinyal L2 (MP2).

Tabel 1 Pemeriksaan TEQC Bulan Maret 2018

Titik	Moving Average	
	Mp1 (m)	Mp2(m)
BMDU	0,68843	0,64189
BMSA	0,50434	0,50757
CPDU	0,54425	0,52750
CPSA	0,95165	1,09711
TK01	0,58332	0,55774
TK02	0,67674	0,72227
TK03	0,62582	0,67919
TK04	0,76221	0,64579

Tabel 2 Pemeriksaan TEQC Bulan Mei 2018

Titik	Moving Average	
	Mp1 (m)	Mp2(m)
BMDU	0,65114	0,74179
BMSA	0,52434	0,49846
CPDU	0,62777	0,57399
CPSA	0,83863	0,91993
TK01	0,61364	0,55208
TK02	0,70540	0,83384
TK03	0,56390	0,60080
TK04	0,65766	0,69556

Tabel 3 Pemeriksaan TEQC Bulan Juni 2018

Titik	Moving Average	
	Mp1 (m)	Mp2(m)
BMDU	0,83914	0,88077
BMSA	0,58834	0,58544
CPDU	0,53249	0,51721
CPSA	1,02082	1,07102
TK01	0,61685	0,57917
TK02	0,72808	0,76802
TK03	0,72550	0,71985
TK04	0,65101	0,69504

Hasil pemeriksaan data pengamatan menggunakan TEQC pada ketiga periode pengamatan dapat diketahui bahwa sebagian besar nilai MP1 dan MP2 titik pengamatan lebih besar dari 0,5 meter. Nilai *multipath* yang jauh berada diluar standar yaitu pada titik pengamatan CPSA yang memiliki nilai MP1 dan MP2 rata-rata berada diatas 1,0 meter. Besarnya nilai MP1 dan MP2 ini disebabkan karena besarnya obstruksi di sekitar titik CPSA yaitu berupa pepohonan yang cukup rimbun sehingga menghalangi sinyal satelit yang dikirim ke *receiver* sehingga data yang diperoleh kurang baik. Akan tetapi pada pengolahan selanjutnya dengan menggunakan *software* GAMIT terdapat parameter estimasi orbit satelit yang dapat digunakan untuk mengkoreksi data rinex titik pengamatan, sehingga kesalahan akibat efek *multipath* dapat dikurangi.

IV.2 Hasil Pengolahan dengan GAMIT/GLOBK

Pada pengolahan GAMIT akan menghasilkan beberapa file baru dari hasil pengolahan data. Data yang digunakan untuk mengetahui informasi penting dan proses pengolahan selanjutnya adalah berupa file *h-files*, *q-files* dan *sh_gamit.summary*. *H-files* merupakan file yang memuat nilai adjustment dan matriks varian-kovarian yang digunakan sebagai input dalam pengolahan GLOBK. *Q-files* memuat hasil analisis

program solve yang berisi hasil evaluasi dari pengolahan data. File ini untuk mengetahui nilai *fract*. Untuk dapat diterima dan dilakukan proses perhitungan menggunakan GLOBK, nilai *fract* harus kurang dari 10. *Summary file* memuat informasi nilai *postfit* nrms dan nilai *prefit* nrms. Nilai *postfit* nrms yang lebih dari 0,5 menandakan bahwa masih ada data yang mengandung *cycle slips*. Nilai *postfit* tidak memiliki satuan.

Hasil pengolahan GLOBK berupa koordinat kartesian tiga dimensi dan toposentrik global dengan menggunakan titik ikat global (IGS). Berikut ini merupakan hasil koordinat kartesian tiga dimensi dan toposentris global.

Tabel 4 Koordinat Kartesian Bulan Maret 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
TK01	-2.208.376,8222	5.931.865,9418	-785.194,8316	0,0087	0,0201	0,0052
TK02	-2.208.461,3290	5.931.821,1241	-785.180,6794	0,0114	0,0234	0,0070
TK03	-2.208.466,2583	5.931.771,1985	-785.343,3447	0,0127	0,0265	0,0056
TK04	-2.208.392,3414	5.931.832,5830	-785.272,0785	0,0130	0,0289	0,0075
BMDU	-2.208.442,7907	5.931.804,3952	-785.681,1170	0,0160	0,0318	0,0084
BMSA	-2.208.344,2385	5.931.973,8975	-784.786,3808	0,0087	0,0183	0,0044
CPDU	-2.208.427,5821	5.931.937,8179	-784.814,6597	0,0104	0,0233	0,0062
CPSA	-2.208.501,5539	5.931.785,5910	-785.682,2448	0,0407	0,0396	0,0120

Tabel 5 Koordinat Kartesian Bulan Mei 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
TK01	-2.208.376,7835	5.931.865,8493	-785.194,8207	0,0083	0,0198	0,0055
TK02	-2.208.461,3730	5.931.821,1482	-785.180,6873	0,0093	0,0183	0,0062
TK03	-2.208.466,2592	5.931.771,1959	-785.343,3497	0,0117	0,0244	0,0050
TK04	-2.208.392,3354	5.931.832,5724	-785.272,0815	0,0132	0,0289	0,0078
BMDU	-2.208.442,8019	5.931.804,3938	-785.681,1111	0,0172	0,0310	0,0104
BMSA	-2.208.344,2388	5.931.973,9117	-784.786,3964	0,0087	0,0204	0,0053
CPDU	-2.208.427,5887	5.931.937,8333	-784.814,6699	0,0103	0,0236	0,0065
CPSA	-2.208.501,5508	5.931.785,6077	-785.682,2654	0,0268	0,0414	0,0146

Tabel 6 Koordinat Kartesian Bulan Juni 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
TK01	-2.208.376,8078	5.931.865,9100	-785.194,8283	0,0075	0,0194	0,0050
TK02	-2.208.461,3803	5.931.821,1073	-785.180,6941	0,0100	0,0196	0,0062
TK03	-2.208.466,2569	5.931.771,1964	-785.343,3496	0,0132	0,0265	0,0056
TK04	-2.208.392,3356	5.931.832,5724	-785.272,0769	0,0132	0,0307	0,0076
BMDU	-2.208.442,8023	5.931.804,3864	-785.681,1143	0,0170	0,0323	0,0080
BMSA	-2.208.344,2533	5.931.973,9260	-784.786,3966	0,0118	0,0263	0,0067
CPDU	-2.208.427,5885	5.931.937,8380	-784.814,6714	0,0098	0,0217	0,0059
CPSA	-2.208.501,5510	5.931.785,5597	-785.682,2531	0,0457	0,0473	0,0153

Tabel 7 Koordinat Toposentris Bulan Maret 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	n (m)	e (m)	u (m)	n (m)	e (m)	u (m)
TK01	-792.443,9302	12.197.112,7516	314,8157	0,0045	0,0058	0,0213
TK02	-792.431,3565	12.197.207,5753	300,6418	0,0054	0,0063	0,0256
TK03	-792.599,4452	12.197.229,6124	276,0811	0,0056	0,0073	0,0285
TK04	-792.524,3068	12.197.138,9317	298,7403	0,0065	0,0090	0,0306
BMDU	-792.933,9417	12.197.119,8551	340,7018	0,0080	0,0107	0,0341
BMSA	-792.024,7804	12.197.196,8345	353,3241	0,0043	0,0057	0,0195
CPDU	-792.053,6150	12.197.211,3960	352,1288	0,0055	0,0067	0,0248
CPSA	-792.934,7085	12.197.181,4800	343,7002	0,0108	0,0412	0,0394

Tabel 8 Koordinat Toposentris Bulan Mei 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	n (m)	e (m)	u (m)	n (m)	e (m)	u (m)
TK01	-792.443,9318	12.197.112,7476	314,7149	0,0046	0,0058	0,0209
TK02	-792.431,3597	12.197.207,6081	300,6804	0,0048	0,0056	0,0201
TK03	-792.599,4505	12.197.229,6141	276,0797	0,0052	0,0065	0,0262
TK04	-792.524,3113	12.197.138,9298	298,7288	0,0067	0,0085	0,0309
BMDU	-792.933,9355	12.197.119,8660	340,7037	0,0106	0,0123	0,0332
BMSA	-792.024,7943	12.197.196,8299	353,3393	0,0050	0,0058	0,0215
CPDU	-792.053,6231	12.197.211,3968	352,1466	0,0059	0,0068	0,0250
CPSA	-792.934,7273	12.197.181,4712	343,7172	0,0135	0,0241	0,0434

Tabel 9 Koordinat Toposentris Bulan Juni 2018 (Titik ikat IGS)

TITIK	KOORDINAT			SIMPANGAN BAKU		
	n (m)	e (m)	u (m)	n (m)	e (m)	u (m)
TK01	-792.443,9312	12.197.112,7492	314,7808	0,0042	0,0056	0,0203
TK02	-792.431,3710	12.197.207,6293	300,6457	0,0048	0,0050	0,0218
TK03	-792.599,4503	12.197.229,6118	276,0793	0,0059	0,0073	0,0286
TK04	-792.524,3067	12.197.138,9300	298,7283	0,0069	0,0083	0,0325
BMDU	-792.933,9396	12.197.119,8690	340,6974	0,0082	0,0116	0,0345
BMSA	-792.024,7922	12.197.196,8384	353,3577	0,0062	0,0075	0,0279
CPDU	-792.053,6240	12.197.211,3950	352,1512	0,0052	0,0063	0,0232
CPSA	-792.934,7206	12.197.181,4882	343,6711	0,0139	0,0460	0,0474

IV.3 Deformasi Titik Pengamatan

Deformasi daerah Jembatan Penggaron dilihat dari pergeseran empat titik pengamatan yang telah diukur secara kontinu selama kurang lebih tiga tahun, yaitu tahun 2015, 2016 dan 2018. Keempat titik pengamatan tersebut adalah titik BMDU, BMSA, CPDU dan CPSA. Untuk mengetahui besarnya nilai pergeseran titik pengamatan dilakukan transformasi koordinat geodetik menjadi koordinat toposentrik.

Tabel 10 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Agustus 2015

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,00444	0,00357	-0,00407
BMSA	-0,00628	-0,00773	-0,03580
CPDU	-0,00278	0,00310	-0,01102
CPSA	-0,00283	0,01032	-0,00088

Tabel 11 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – September 2015

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	0,00796	-0,00119	0,04450
BMSA	-0,00244	-0,00466	-0,04147
CPDU	-0,01043	-0,00827	0,01046
CPSA	0,00123	-0,00203	-0,05033

Tabel 12 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – April 2016

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,01978	0,02135	0,02424
BMSA	-0,01665	0,02295	-0,01417
CPDU	-0,00548	0,01139	0,00124
CPSA	-0,02249	0,03754	0,03804

Tabel 13 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Mei 2016

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	0,00235	0,03587	0,01928
BMSA	-0,00821	0,02228	0,02159
CPDU	-0,01009	0,04536	0,00281
CPSA	-0,00472	0,03695	0,02800

Tabel 14 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Juni 2016

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,00317	-0,03192	-0,05212
BMSA	-0,00331	0,01889	-0,03284
CPDU	-0,01252	0,02287	-0,01266
CPSA	-0,00992	-0,00329	-0,02058

Tabel 15 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Maret 2016

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,01776	0,07677	0,04888
BMSA	-0,01297	0,07217	0,00780
CPDU	-0,01870	0,07576	0,02716
CPSA	0,00452	0,09999	0,05302

Tabel 16 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Mei 2018

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,01166	0,08769	0,05393
BMSA	-0,02680	0,06750	0,00107
CPDU	-0,02682	0,07657	0,02285
CPSA	-0,01413	0,09127	0,04362

Tabel 17 Koordinat Toposentrik Juli 2015 – Juni 2018

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)
BMDU	-0,01567	0,09066	0,05623
BMSA	-0,02471	0,07609	0,00111
CPDU	-0,02770	0,07474	0,02097
CPSA	-0,00747	0,10821	0,06184

IV.4 Analisis Perhitungan Kecepatan Pergeseran

Hasil koordinat toposentrik titik-titik pengamatan yang telah dihitung, dapat dilakukan analisis pergeseran. Pada prinsipnya analisis pergeseran hanya melihat perubahan koordinat dari masing-masing titik terhadap masing-masing periode. Salah satu cara untuk mengetahui dan memprediksi pola pergeseran yaitu dengan metode *linier fit*. Rumus fungsi linier adalah:

$$Y(t) = ax + b \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

x = waktu pengukuran (tahun)

Y = data pada waktu t

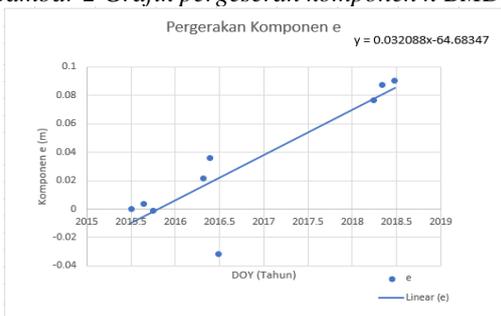
a dan b = parameter yang harus ditentukan

Jadi dengan menentukan nilai a dan b, maka dapat dapat ditentukan fungsi liniernya. Gambar berikut ini menunjukkan pola linier yang terbentuk pada vektor pergeseran untuk komponen n, e, dan u titik-titik pengamatan. Pola linierisasi ditunjukkan dengan garis

biru yang memiliki kecenderungan sesuai dengan persebaran koordinat toposentriknnya.



Gambar 2 Grafik pergeseran komponen n BMDU



Gambar 3 Grafik pergeseran komponen e BMDU



Gambar 4 Grafik pergeseran komponen u BMDU

Dari proses *linier fit* dapat menentukan kecepatan pergeseran setiap titik per tahun dan menentukan nilai vektor pergeserannya pada waktu tertentu. Vektor pergeseran dapat diartikan sebagai besaran yang menyatakan perubahan atau pergeseran suatu titik dalam selang waktu tertentu. Berkaitan dengan pengamatan deformasi yang dilakukan, vektor pergeseran menunjukkan adanya pergerakan titik pengamatan dalam selang waktu pengukuran sehingga dapat mengindikasikan terjadinya deformasi. Berikut ini merupakan hasil kecepatan pergeseran masing-masing titik:

Tabel 18 Nilai Kecepatan Titik Pengamatan Deformasi Daerah Jembatan Penggaron

Titik	Kecepatan		Resultan (m/tahun)
	Ve (m/tahun)	Vn (m/tahun)	
BMDU	0,03209	-0,00537	0,03253
BMSA	0,02731	-0,00670	0,02812

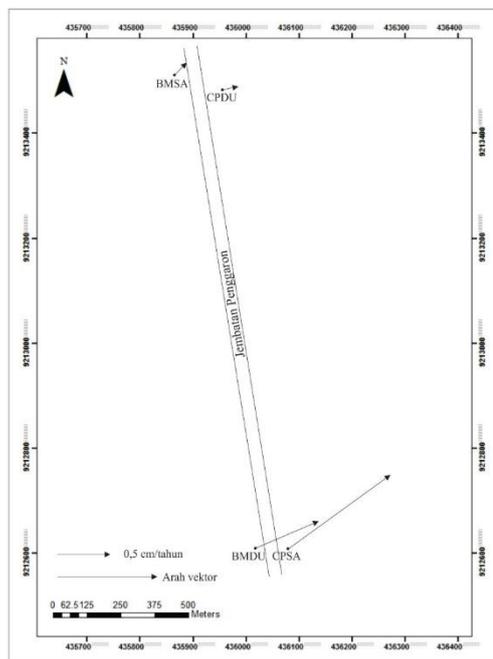
CPDU	0,02758	-0,00761	0,02861
CPSA	0,03585	-0,00085	0,03586

Kecepatan pergeseran titik-titik pengamatan tidak hanya dipengaruhi oleh pergerakan titik-titik itu sendiri, akan tetapi juga dipengaruhi oleh gerakan Blok Sunda. Hal itu terjadi karena daerah penelitian menjadi bagian dari Blok Sunda. Maka untuk mengetahui pergeseran titik yang sesungguhnya perlu menghilangkan pengaruh Blok Sunda. Untuk menghilangkan pengaruh Blok Sunda maka hasil perhitungan dikurangi dengan kecepatan pergerakan titik akibat rotasi Blok Sunda. Berikut ini tabel hasil kecepatan titik pengamatan setelah menghilangkan pengaruh rotasi Blok Sunda:

Tabel 19 Nilai Kecepatan Titik Pengamatan Deformasi Setelah Menghilangkan Pengaruh Rotasi Blok Sunda

TITIK	Kecepatan		Resultan (m/tahun)
	Ve (m/tahun)	Vn (m/tahun)	
BMDU	0,00601	0,00263	0,00656
BMSA	0,00123	0,00130	0,00179
CPDU	0,00150	0,00039	0,00155
CPSA	0,00977	0,00715	0,01211

Arah pergerakan yang terjadi selama periode Juli 2015 sampai dengan Maret, Mei dan Juni 2018 dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5 Vektor Pergeseran Titik Pengamatan Periode Juli 2015 Sampai Dengan Juni 2018

IV.5 Analisis Analisis Pergeseran

Vektor pergeseran yang telah dihitung selama beberapa waktu pengamatan perlu dilakukan uji statistik agar secara kualitatif mengindikasikan baik atau tidaknya hasil pengolahan. Uji statistik ini dilakukan

dengan cara menguji variabel pergeseran titik (Pij) dari sesi pengamatan i ke sesi j.

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$) dan $df \infty$ maka nilai t adalah 1,96 (Abidin, 2006). Apabila t-hitungan lebih besar dari nilai t-tabel (nilai t_{df, $\alpha/2$) menunjukkan bahwa parameter mempunyai perbedaan yang signifikan. Akan tetapi apabila nilai t-hitungan lebih kecil dari t-tabel (nilai t_{df, $\alpha/2$) berarti parameter yang diuji tidak mempunyai perbedaan yang signifikan.}}

Tabel 20 Hasil Uji Statistik Pergeseran Titik Periode Juli 2015-Maret 2018

TITIK	Pij (m)	Std Pij (m)	t hitung	t tabel	h0	Pergeseran
BMDU	0,00806	0,03562	0,22638	1,96	diterima	Tidak
BMSA	0,00876	0,02030	0,43180	1,96	diterima	Tidak
CPDU	0,00675	0,02547	0,26498	1,96	diterima	Tidak
CPSA	0,03995	0,05677	0,70365	1,96	diterima	Tidak

Tabel 21 Hasil Uji Statistik Pergeseran Titik Periode Juli 2015-Mei 2018

TITIK	Pij (m)	Std Pij (m)	t hitung	t tabel	h0	Pergeseran
BMDU	0,01766	0,03545	0,49801	1,96	diterima	Tidak
BMSA	0,00761	0,02220	0,34280	1,96	diterima	Tidak
CPDU	0,00493	0,02576	0,19151	1,96	diterima	Tidak
CPSA	0,01937	0,04931	0,39289	1,96	diterima	Tidak

Tabel 22 Hasil Uji Statistik Pergeseran Titik Periode Juli 2015-Mei 2018

TITIK	Pij (m)	Std Pij (m)	t hitung	t tabel	h0	Pergeseran
BMDU	0,01649	0,03644	0,45261	1,96	diterima	Tidak
BMSA	0,00137	0,02880	0,04763	1,96	diterima	Tidak
CPDU	0,00456	0,02383	0,19155	1,96	diterima	Tidak
CPSA	0,03585	0,06575	0,54528	1,96	diterima	Tidak

Berdasarkan hasil perhitungan pada uji statistik menunjukkan bahwa koordinat toposentrik hasil hitungan pada setiap titik tidak terdapat pergeseran secara statistik pada setiap periodenya. Jadi, secara statistik titik-titik pengamatan tidak mengalami pergeseran yang cukup signifikan pada periode Juli 2015-Maret 2018, Juli 2015-Mei 2018 dan Juli 2015-Juni 2018.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis hasil data penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengamatan dengan menggunakan GPS pada bulan Maret, Mei dan Juni 2018 titik-titik pengamatan mengalami perubahan koordinat setiap bulannya. Nilai perubahan koordinat kartesian tiga dimensi terbesar pada bulan Juli 2015 sampai dengan Juni 2018 adalah sebagai berikut n: -0,02471 m, e: 0,10821 m dan u: 0,05623 m. Sedangkan untuk nilai perubahan koordinat terkecil pada bulan Juli 2015 sampai dengan Juni 2018 adalah sebagai berikut n: 0,00123 m, e: -0,00119 m dan u: -0,00088 m.

2. Dari hasil pengolahan data pengamatan dapat disimpulkan bahwa empat titik yang sama dari pengamatan tahun 2015, 2016 dan 2018 secara numeris mengalami pergeseran atau terjadi deformasi, akan tetapi setelah dilakukan uji statistik dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% keempat titik pengamatan tidak mengalami pergeseran yang cukup signifikan atau dapat dikatakan bahwa keempat titik tersebut tidak mengalami deformasi.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang diberikan untuk keperluan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dengan metode survei GPS dual frequency yang memiliki kemampuan untuk monitoring deformasi pada ketelitian yang cukup tinggi, maka metode survei GPS untuk monitoring deformasi perlu dilanjutkan pada tahun-tahun berikutnya
2. Pengamatan deformasi sebaiknya dilakukan secara kontinu agar dapat mengetahui kondisi deformasi yang terjadi pada lokasi pengamatan
3. Guna memperoleh data yang lebih baik, sebaiknya dilakukan perencanaan survei yang lebih matang. Misalnya pemilihan titik yang berada di tempat terbuka, tidak banyak gangguan seperti pepohonan untuk menghindari efek *multipath*
4. Untuk proses pengolahan sebaiknya dipastikan terlebih dahulu data-data pendukung yang harus diunduh telah tersedia lengkap sehingga proses pengolahan tidak terganggu
5. Sebaiknya dilakukan penentuan strategi pengolahan secara cermat dan tepat sehingga hasil pengolahan yang diperoleh memiliki ketelitian yang tinggi.

Daftar Pustaka

Abidin, H.Z., 2001, Geodesi Satelit. Jakarta : PT. Pradnya Paramitha.
 Abidin, H.Z. 2007. Modul-1: Introduction to GPS. Bahan Ajar Kuliah. Jurusan Teknik Geodesi. Institut Teknologi Bandung. Bandung
 Hidayawan, M. 2017. Hitungan Kecepatan Pergeseran Titik Pengamatan Deformasi Dengan GPS Menggunakan Titik Ikat Regional Dan Global. Jurusan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro
 Najamuddin. 2012. Pengamatan Lendutan Vertikal Jembatan Kali Babon Dengan Metode GNSS Kinematik. Jurusan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang
 Nugraha, Arry Prasetya. 2010. CORS (Continuously Operating Reference Stations). <http://arryprasetya.blogspot.co.id/2010/12/continuously-operating-reference.html>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2018

- Nugroho, N. R. A. 2016. Analisis Ketelitian Titik Kontrol Horizontal Pada Pengukuran Deformasi Jembatan Penggaron Dengan Menggunakan Software GAMIT 10.6. Jurusan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang
- Kuang, Shanlong. 1996. Geodetic Network Analysis and Optimal Design : Concepts and Applications. Michigan: Ann Arbor Press. Inc
- Kuncoro, H., 2013. 'Estimasi Parameter Rotasi Euler Blok Sunda Berdasarkan Data Pengamatan GPS Kontinyu dan Episodik di Regional Asia Tenggara'. Tesis. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Trisnawati, H. 2015. Penentuan Zona Ancaman Gerakan Tanah pada Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Semarang-Ungaran Km 5+600 s.d. Km 8+500 Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Proceeding Seminar Kebumian ke-8 Academia-Industry Linkage. 15-16 Oktober 2015. Graha Sabha Pramana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2004 Tentang Jalan
- Waluyo, B.S. 2016. Analisis Ketelitian Titik Kontrol Horizontal Pada Pengukuran Deformasi Jembatan Penggaron Dengan Menggunakan Software GAMIT 10.6. Jurusan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang