

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Deformasi

Deformasi adalah perubahan bentuk geometri benda dari kondisi awal, ditinjau dari sudut pandang waktu (Chen, 1980). Perubahan yang terjadi perlu dianalisis, hal ini dilakukan dengan survei deformasi. Tujuan dari survei deformasi adalah untuk :

1. Menginformasikan status geometrik dari benda terdeformasi, yakni perubahan posisi, bentuk dan dimensinya.
2. Menginformasikan status fisik dari benda terdeformasi, yaitu keadaan dari tekanan internal (*internal stress*) dan relasi beban-deformasi

Rumus Deformasi

(1) **Deformasi X = Posisi X Setelah Kejadian – Posisi X Sebelum Kejadian**

(2) **Deformasi Y = Posisi Y Setelah Kejadian – Posisi Y Sebelum Kejadian**

(3) **Deformasi Z = Posisi Z Setelah Kejadian – Posisi Z Sebelum Kejadian**

(4) **Deformasi 3D = $\sqrt{\text{Deformasi X}^2 + \text{Deformasi Y}^2 + \text{Deformasi Z}^2}$**

Analisis deformasi dilakukan dengan tujuan untuk menentukan besarnya pergeseran dan parameter-parameter deformasi. Suatu objek dapat dikatakan mengalami deformasi, jika objek tersebut mengalami perubahan geometrinya. Besarnya perubahan ini dinyatakan dalam kecepatan pergeseran. Kecepatan pergeseran adalah besaran yang menyatakan perubahan suatu titik pantau dalam selang waktu tertentu sehingga bisa menjadi indikator terjadinya deformasi di daerah pengamatan. Salah satu cara untuk menghitung besarnya kecepatan vektor pergeseran masingmasing titik adalah dengan melakukan analisis geometrik dengan menggunakan data hasil pengamatan geodetik untuk memperoleh data status geometrik sebagai efek respon suatu materi terhadap gaya deformasi yang bekerja. Teknologi *Drone* sangat sesuai untuk diaplikasikan dan dikembangkan dalam pemantauan deformasi, mengingat lokasi yang akan diukur sangatlah rawan ataupun susah dijangkau dengan alat lainnya. Pada prinsipnya, pemantauan deformasi ini dilakukan dengan sistem perekaman titik target (retro reflektif target) yang terdistribusi secara merata di lokasi yang dipetakan dengan kamera non-metrik yang ditempatkan pada wahana *Drone*.

Perekaman titik target ini mengadopsi metode fotogrametri. Fotogrametri dapat didefinisikan sebagai seni, ilmu dan teknologi untuk memperoleh informasi

terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Wolf, 1993).

Prinsip dari metode ini yaitu, pada saat sebuah foto diambil, berkas sinar dari objek akan menjalar menyerupai garis lurus menuju pusat lensa kamera hingga mencapai bidang film. Kondisi dimana titik objek pada dunia nyata, titik pusat proyeksi, dan titik objek pada bidang foto terletak satu garis dalam 1 ruang dinamakan kondisi kesegarisan berkas sinar atau kondisi kolinearitas (*collinearity condition*).

2.2 Penentuan Titik Dengan Menggunakan GPS Geodetik

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah suatu sistem satelit yang terdiri dari konstelasi satelit yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan macam-macam sinar dalam berbagai frekuensi secara terus-menerus, yang tersedia di semua lokasi di atas permukaan bumi (Abidin, 2011 dalam Nugraha, 2019). GNSS yang paling dikenal saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*). GPS adalah sistem penentuan radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat (Abidin 2011 dalam Nugraha, 2019). Sistem yang banyak digunakan oleh semua orang secara bersamaan dalam semua kondisi cuaca, sehingga GPS didesain untuk memberikan informasi posisi, dan kecepatan tiga dimensi secara teliti, dan informasi mengenai waktu yang teliti seluruh dunia. Pada dasarnya konsep dasarnya penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit yang koordinatnya diketahui (Abidin, 2007 dalam Yuwono, 2018).

Pada prinsipnya semakin banyak sinyal satelit yang ditangkap akan semakin baik kualitas dari akuisisi posisi GPS (Abidin, 2007 dalam Yuwono, 2018). Dengan memanfaatkan sinyal dari satelit, kemudian receiver GPS mengikat kebelakang ke titik *base* yang telah ditentukan, sehingga GPS receiver yang digunakan minimal dua receiver GPS terhadap pusat bumi terhadap titik 8 lainnya yang telah diketahui koordinatnya (stasiun referensi) untuk melakukan pengamatan posisi menggunakan GPS agar dapat membentuk pola triangle atau segitiga sehingga setiap pengambilan data langsung saling terkoreksi satu sama lain dan hasil yang didapatkan lebih memiliki nilai dengan akurasi yang lebih tinggi. GPS yang dimaksud dalam pengamatan tersebut yaitu GPS geodetik. Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi tiga dimensi X, Y, Z yang dinyatakan dalam WGS-84. Dengan GPS, titik yang ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) ataupun bergerak (*kinematic positioning*), GPS dapat memberikan posisi secara instan (*real time*).

2.3 Faktor Pengaruh Pada Pengamatan GPS Geodetik

Pada pengamatan menggunakan GPS Geodetik terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dari tingkat ketelitian dan akurasi data pengukuran. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi pada pengamatan GPS Geodetik :

1. *Mark Angel*

Lokasi pengamatan sebaiknya memiliki ruang pandang langit yang bebas dari segala arah, yaitu sebaiknya diatas elevasi 100-150. Besarnya *Mark Angel* sangat berpengaruh pada hasil yang didapat, karena apabila *mark angel* terlalu kecil sebaiknya dihindari karena data pengamatan dari satelit-satelit yang berelevasi rendah akan mempengaruhi oleh refraksi ionosfer, troposfer, dan lebih mudah terkontaminasi.

2. *Multi Path*

Lokasi pengamatan sebaiknya jauh dari objek-objek reflektif yang mudah memantulkan sinyal GPS, untuk meminimalkan atau mencegah terjadinya *multipath* seperti jalan raya, gedung, danau, tambak, dan kendaraan. *multipath* merupakan fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda.

3. Interferensi Elektris

Lokasi yang akan dipilih untuk titik-titik GPS sebaiknya juga relatif di jauhkan dari objek-objek yang dapat menimbulkan interfrensi elektrik terhadap penerimaan sinyal GPS, seperti pemancar gelombang mikro, radio *repeater*, dan kabel listrik tegangan tinggi.

4. Jumlah Titik GPS

Jumlah titik dalam jaringan GPS harus disesuaikan dengankeperluan serta tujuan dari pelaksanaan survei GPS yang bersangkutan. Secara umum, jumlah titik dalam jaringan juga harus memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan.

5. Jumlah Satelit

Pada prinsipnya semakin banyak sinyal satelit yang ditangkap akan semakin baik kualitas dari akuisisi posisi GPS. Disamping memperkuat geometri satelit yang selanjutnya akan meningkatkan ketelitian posisi titik yang diestimasi.

6. Lokasi dan Distribusi Satelit

Selain jumlah titik, lokasi dan distribusi dari satelit juga harus diperhatikan, karena juga akan mempengaruhi kualitas geometri pengamatan. Dalam hal ini, sky plot dari satelit yang dapat dibuat dengan menggunakan perangkat lunak komersil GPS akan sangat berguna untuk mengetahui jumlah, lokasi, dan distribusi yang akan teramati dari suatu

lokasi tertentu, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam penentuan waktu yang optimal. Selain itu juga akan mempengaruhi efek dari kesalahan dan bias terhadap ketelitian posisi.

2.4 Metode Pengamatan Dengan GPS Geodetik

Pada dasarnya, tergantung pada mekanisme pengaplikasiannya, metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu : *absolute*, *differential*, *static*, *rapid static*, *pseudo-kinematic*, dan *stop and go* seperti yang ditunjukkan secara skematik (Abidin 2007 dalam Hadi, 2018). Metode tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Absolute*

Metode *absolute* adalah penentuan posisi yang hanya menggunakan satu alat *receiver* GPS. Posisi ditentukan dalam sistem WGS 84 (terhadap pusat bumi). Titik yang ditentukan posisinya bisa diam atau bergerak dan tingkat ketelitiannya berkisar antara 5 sampai dengan 10 meter.

2. *Differential*

Metode *differential positioning* adalah menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lain yang telah diketahui koordinatnya. pengukuran ini dilakukan secara bersamaan pada dua titik dalam selang waktu tertentu, metode ini dilakukan dengan menggunakan minimal 2 *receiver* 1 ditempatkan pada titik yang telah diketahui koordinatnya dan yang satunya ditempatkan pada titik yang akan dicari koordinatnya.

3. *Static*

Metode statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titiktitik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data *Pseudorange* dan/atau *fase*. Metode statik digunakan karena bisa mendapatkan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif paling tinggi (dapat mencapai orde mm sampai cm).

4. *Rapid Static*

Metode kinematik adalah penurunan posisi dari titik-titik yang bergerak dan *receiver* GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut. Posisi ini dapat dilakukan secara Absolut ataupun diferensial.

5. *Pseudo – Kinematic*

Metode pseudo kinematik yang kadang disebut juga sebagai metode *intermittent*, pada metode ini, pengamatan dalam dua sesi yang berselang waktu relatif lama dimaksud untuk meliputi perubahan

geometri yang cukup besar, sehingga diharapkan dapat mensukseskan 15 penentuan ambiguitas fase serta mendapatkan ketelitian posisi yang relatif baik.

6. *Stop And Go*

Metode *stop and Go* adalah salah satu metode survei penentuan posisi titik-titik dengan GPS. Pada metode ini titik-titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak, sedangkan *receiver* GPS bergerak dari titik-titik dimana pada sikap titik-titik *receiver* nya bersangkutan diam beberapa saat di titik-titik tersebut.

7. *GPS Real Time Kinematic (RTK)*

Didalam pengukuran area dengan menggunakan GPS atau GNSS, ada metode yang disebut dengan RTK. RTK memiliki kepanjangan *Real Time Kinematic* yang artinya koordinat titik dapat kita peroleh secara *Real Time* dalam koordinat UTM ataupun lintang dan bujur tanpa melalui pemrosesan *baseline*. Metode RTK ini berbeda dengan metode *static*, karena pada metode *static* koordinat baru diperoleh setelah dilakukan pemrosesan *baseline (Post Processing)*. GPS RTK memiliki ketelitian yang tinggi yaitu dalam fraksi centimeter (1 – 5 cm). Setiap pengukuran koordinat titik menggunakan GPS metode RTK, harus menggunakan minimal 2 buah alat yaitu *base* dan *rover*.

2.5 Pengertian Fotogrametri

Fotogrametri adalah suatu seni, pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang suatu obyek fisik dan keadaan di sekitarnya melalui proses perekaman, pengamatan atau pengukuran dan interpretasi citra fotografis atau rekaman gambar gelombang elektromagnetik. Seiring berkembangnya ilmu dan teknologi, teknik fotogrametri terus berkembang. (Santoso, 2001 dalam Syauqani, Subiyanto, & Suprayogi, 2017).

Drone merupakan pesawat tanpa alat yang dikendalikan secara otomatis menggunakan program komputer yang dirancang, atau melalui kendali jarak jauh dari pilot yang terdapat di dataran atau di kendaraan lainnya. Awalnya UAV merupakan pesawat yang dikendalikan jarak jauh, namun sistem otomatis kini mulai banyak diterapkan. Perkembangan teknologi membuat *drone* juga mulai banyak diterapkan untuk kebutuhan sipil, terutama di bidang bisnis, industri dan logistik. Contoh aplikasi yang dapat di implementasikan pada UAV yaitu sebagai kebutuhan survei, fotografi, dan keperluan lain. Adapun kelebihan dari UAV adalah dapat digunakan pada area yang berbahaya tanpa membahayakan pilot/manusia. Salah satu kegiatan survei yang melibatkan UAV atau secara umum disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*.

Ground Control Point adalah suatu titik ikat lapangan yang mengarahkan citra pada lokasi sebenarnya di lapangan. GCP terdiri dari sepasang koordinat x dan y yang terdiri atas koordinat sumber dan koordinat referensi diukur menggunakan GPS Geodetik di area yang akan difoto. Citra yang belum terkoreksi *geometric* tidak memiliki GCP atau titik ikat lapangan. Citra yang seperti ini tidak dapat digunakan sebagai pemandu lapangan, karena tidak dapat menunjukkan posisi sebenarnya di muka bumi. Citra yang belum terkoreksi geometrik ini perlu dilakukan koreksi dengan cara pemasangan titik ikat lapangannya (Wolf, 1993).

Dense Point cloud merupakan sekumpulan titik data yang pada umumnya di produksi oleh 3D yang mengukur banyak titik permukaan eksternal objek di sekitarnya. Salah satu fungsi dari *dense point cloud* ini sebagai komponen utama yang di produksi untuk dibuat model 3D. *Dense point cloud* ini memiliki ciri khas *point cloud* yang lebih rapat, *point cloud* yang rapat ini tetap dapat di edit dan diklasifikasikan dengan berbagai *software* pendukung untuk keperluan analisis lebih lanjut (Tee-Ann T, 2015).

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (tiga dimensi). Ada banyak cara untuk memperoleh data DEM, interferometri SAR (*Synthetic Aperture Radar*) merupakan salah satu algoritma untuk membuat data DEM. Data citra SAR atau citra radar yang digunakan dalam proses interferometri dapat diperoleh dari wahana satelit atau pesawat. (Indarto dan Faisol A., 2009).

Orthofoto adalah foto yang menyajikan gambaran obyek pada posisi ortografik yang benar. Oleh karena itu orthofoto secara geometrik ekuivalen terhadap peta garis konvensional dan peta simbol planimetrik yang juga menyajikan posisi ortografik obyek secara benar. Orthofoto dari foto perspektif melalui proses yang disebut retifikasi diferensial (Nugroho, 2004).

Keunggulan orthofoto dibandingkan dengan peta garis adalah bahwa orthofoto memiliki kualitas piktorial foto udara sehingga dapat dikenali dan diidentifikasi dengan baik. Lebih dari itu orthofoto memiliki ketelitian geometrik yang sangat baik sehingga pengukuran sudut atau jarak dapat di lakukan langsung diatas orthofoto seperti halnya pada peta garis. Perbedaan utama orthofoto dan peta garis adalah pada kenampakan gambarnya. Peta orthofoto terbentuk oleh kenampakan yang sesungguhnya, sedangkan peta garis menggunakan simbol garis untuk menyajikan kenampakan secara selektif (Nugroho, 2004).

2.6 Agisoft Photoscan

Agisoft PhotoScan adalah perangkat lunak yang dapat mengidentifikasi titik sekutu mosaik, dan pembuatan DSM secara otomatis. Agisoft PhotoScan

merupakan *software* pengolahan foto udara yang dibuat oleh perusahaan Agisoft LLC, yang didirikan pada tahun 2006 sebagai perusahaan penelitian yang inovatif dengan fokus pada teknologi visi komputer, secara intensif melakukan *R&D* dengan keahlian dalam algoritma pengolahan citra dengan teknik fotogrametri digital. Perangkat lunak Agisoft Photoscan Professional dapat digunakan untuk proses pembentukan *mosaic* dengan pengidentifikasian *tie point* secara otomatis, pembentukan *point cloud* beserta hasil residual hitungan *bundle adjustment*, pembentukan DEM dari mosaik yang dibentuk. *Point cloud* dalam perangkat lunak ini adalah *tie point* yang secara otomatis dibentuk menjadi tiga dimensi. Secara umum *point cloud* merupakan titik-titik hasil perekaman data DTM ataupun DEM permukaan bumi yang tersusun dengan menggunakan sistem koordinat tiga dimensi. Titik-titik ini biasanya diidentifikasi dengan koordinat X,Y,Z dan biasanya dimaksudkan untuk memberi gambaran suatu permukaan pada suatu objek (Muklas, 2014).

Kelebihan dari perangkat lunak ini adalah dapat melakukan pengolahan *mosaic* dalam waktu singkat dengan mosaik yang dihasilkan mempunyai *color balancing* yang baik, dan sambungan antara foto digital yang tidak terlihat. Proses *orthorectifikasi* dilakukan secara otomatis oleh program. *Orthorectifikasi* ini digunakan untuk menghapus efek kemiringan sumbu dan hasilnya berupa ekuivalen foto digital tegak. Karena pergeseran letak gambar sehubungan dengan perubahan relief, ekuivalen foto digital tegak masih mengandung skala yang tidak seragam. Di dalam proses peniadaan pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto digital, variasi skala juga dihapus sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto digital (Muklas, 2014).

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL