

## ABSTRACT

The needs for 3D geospatial data are growing rapidly as indicated by the emergence of new instruments and algorithms for 3D geospatial data acquisition. However, most of currently available instruments for 3D geospatial data acquisition are limited by its operational cost and requirements of technical expertise. An alternative is to utilize image-based modeling algorithm to obtain 3D data with lower operational cost and requirements. Structure from Motion (SfM) is an algorithm to obtain 3D geospatial data capable of producing point-cloud reconstruction and camera parameters from overlapping images. With the advancement of computation and internet technologies, it is possible to develop an accessible online 3D reconstruction services based on SfM algorithm.

This thesis addresses the use of open source software to develop a cloud-based SfM reconstruction service, namely CloudSfM. Development of CloudSfM can be categorized into two groups: the first is the development of SfM reconstruction pipelines using open source SfM libraries, and the second is development of the web framework. Open source libraries implementing Global SfM algorithm (i.e. OpenMVG, MVE, FSSR and MVS-T) were employed in the development of SfM pipelines to produce 3D textured models, while MEAN frameworks, consist of MongoDB, ExpressJS, AngularJS and NodeJS, were used in the development of Single Page Application (SPA) using MVC (Multi-View Controller) model. Vagrant virtualization were used to produce CloudSfM box to serve cloud-based service for SfM reconstruction.

The result of this thesis is a cloud-based SfM reconstruction service using Global SfM algorithm. Three datasets were compared to the result of 3D reconstruction from CloudSfM and commercial software (i.e. Agisoft Photoscan), as well as with the ground truth measurement. The test showed that the deliverables of CloudSfM does not have significant differences with the outputs from commercial software, as indicated by the RMS value for naga dataset (0.019818 m) and Tree Dataset (0.350701 m). The result of ground truth measurement resulted in high RMS value (6.9182 m) due to homogeneity of the dataset. Souce code of CloudSfM is published in a Github repository, while the Vagrant box resulted from this thesis can be distributed to other server to perform SfM reconstruction service. Utilization of open source software means that the platform can be extended and used for future researches.

**Keywords— 3D reconstruction, Structure from Motion, Cloud service**

## INTISARI

Kebutuhan atas data geospasial 3D tumbuh semakin pesat sebagaimana diindikasikan oleh munculnya berbagai instrumentasi dan algoritma baru untuk akuisisi data tiga dimensi. Meskipun demikian, kebanyakan instrumentasi akuisisi data yang tersedia saat ini memiliki berbagai batasan seperti biaya operasional serta persyaratan teknis yang tinggi. Pemodelan 3D berbasis foto dapat menjadi alternative untuk memperoleh data 3D dengan biaya operasional dan persyaratan operasi yang lebih rendah. *Structure from Motion* (SfM) merupakan algoritma untuk akuisisi data geospasial 3D yang dapat digunakan untuk memproduksi rekonstruksi point-cloud serta parameter kamera dari serangkaian foto yang bertampalan. Dengan perkembangan teknologi jaringan yang semakin pesat, adalah mungkin untuk memanfaatkan algoritma SfM untuk membangun layanan rekonstruksi 3D yang dapat diakses secara *online*.

Tesis ini menjelaskan mengenai penggunaan perangkat lunak *open source* untuk membangun suatu layanan rekonstruksi SfM berbasis cloud dengan nama CloudSfM. Pembangunan CloudSfM dapat dikategorikan menjadi dua bagian besar: pembangunan alur rekonstruksi SfM dengan *library* SfM yang tersedia, serta pembangunan platform kerangka jaringan. Library open source yang mengimplementasikan algoritma Global SfM (yaitu OpenMVG, MVE, FSSR and MVS-T) digunakan dalam pembangunan alur SfM untuk membentuk model 3D, sedangkan MEAN framework yang terdiri dari MongoDB, ExpressJS, AngularJS dan NodeJS digunakan untuk membangun Single Page Application (SPA) dengan menggunakan model Multi-View Controller (MVC). Mesin virtual Vagrant digunakan untuk membentuk paket CloudSfM untuk layanan rekonstruksi SfM berbasis awan (*cloud-based service*).

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah layanan berbasis *cloud* yang mampu melakukan rekonstruksi SfM dengan menggunakan algoritma Global SfM. Tiga set data digunakan untuk menguji hasil dari CloudSfM dibandingkan dengan hasil dari perangkat lunak komersial (Agisoft Photoscan) serta dari ukuran lapangan. Hasil uji menunjukkan bahwa keluaran CloudSfM tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan keluaran yang dihasilkan oleh perangkat lunak komersial, sebagaimana ditunjukkan oleh kecilnya nilai RMS dari set data Naga (0.019818 m) dan Pohon (0.350701 m). Sebaliknya, hasil uji terhadap data lapangan menunjukkan nilai RMS yang tinggi (6.9182 m), yang disebabkan oleh adanya homogenitas set data yang digunakan. Kode CloudSfM telah dipublikasi pada repository Github, sedangkan paket box Vagrant yang dihasilkan dapat dipasang pada server lain untuk digunakan dalam rekonstruksi SfM. Penggunaan perangkat lunak open source pada penelitian ini memungkinkan platform yang dibentuk untuk dapat dimodifikasi dan digunakan dalam berbagai penelitian mendatang.

**Kata kunci— Rekonstruksi 3D, Structure from Motion, Cloud service**