TUGAS AKHIR – RG 141536

ANALISA GEOMETRIK TRUE ORTHOPHOTO DATA LIDAR

DWI RATNA SARI
NRP 3512 100 069

DOSEN PEMBIMBING
AGUNG BUDI CAHYONO, ST., MSc.,DEA

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA GEOMETRIK 3D *TRUE ORTHOPHOTO* DATA LIDAR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Tekknologi Sepuluh Nopember

Oleh
DWI RATNA SARI
NRP 3512 100 069

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Agung B. C, ST., MSc., DEA ( )
   NIP. 1969 0520 1999 03 1002
2. Listiyo Fitri, ST ( )

SURABAYA, JUNI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penyusun dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan lancar dan menyelesaikan laporan ini tepat pada waktunya.

Tugas Akhir kali ini dimaksudkan untuk menambah pengalaman dan mengaplikasikan teori-teori yang telah didapat dari bangku kuliah. Pengolahan data Tugas Akhir ini dilaksanakan di PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey.

Pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini dapat terlaksana karena berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada :

1. Mokhamad Nur Cahyadi,, ST., MSc., PhD selaku ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS sampai tahun 2016 Surabaya.
2. Agung Budi Cahyono selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Iwan Qodar Himawan selaku *Marketing & Finance Director*, yang telah membantu kami dalam perijinan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Novi Trihastuti S.T selaku *Manager Business & Development*, yang telah membantu kami dalam perijinan Tugas Akhir ini.
5. Listiyo Fitri S.T *Head of LiDAR Data Processing*, untuk bimbingannya selama Tugas Akhir berlangsung.
6. Bayu Fibrianto S.T selaku *LiDAR Data Engineer,* untuk bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir berlangsung.
7. Segenap karyawan PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey yang telah memberikan bimbingan dan masukan baik dalam pelaksanaan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan laporan ini tentu saja masih ada kekurangan, baik dari segi sistematika penyajian, illustrasi, atau hal-hal lainnya. Untuk itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan dan semoga tulisan ini memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juni 2016

Penyusun

ANALISA GEOMETRIK 3D *TRUE ORTHOPHOTO* DATA LIDAR

Nama Mahasiswa : Dwi Ratna Sari
NRP : 3512 100 069
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP ITS
Dosen Pembimbing : 1. Agung B. C., ST., MSc.,DEA
2. Listiyo Fitri, ST

Abstrak

Bentuk 3D bangunan saat ini sering digunakan untuk keperluan analisa keruangan. Ketelitian 3D dari suatu bangunan akan mempengaruhi dalam perencanaan pembangunan dari segi biaya, waktu maupun tenaga kerja yang digunakan. Analisa keruangan menggunakan orthophoto sangat efektif dari segi ketelitian dan cakupan wilayah yang luas. Namun dalam orthophoto memiliki kekurangan bahwa DTM orthophoto tidak meletakkan posisi bangunan secara tepat karena adanya faktor relief displacement, sehingga posisi bangunan bergeser dari posisi sebenarnya karena adanya proyeksi sentral. Hal ini muncul pada bangunan tinggi meski sebelumnya telah diubah dari proyeksi sentral menjadi ortogonal. Pada menggunakan 3 sampel bangunan.

Pada penelitian ini penggabungan DTM LiDAR dan Orthophoto digunakan untuk menghasilkan true orthophoto. True orthophoto merupakan photo tegak tanpa relief displacement dari orthophoto ataupun citra tegak lainnya.

Perbedaan luas pada bangunan 1, $\Delta A_1 = 2.9482\ m^2$, $\Delta A_{2D} = 2.241\ m^2$ $\Delta A_{2b} = 45.031\ m^2 m^2$ dan $\Delta A_3 = 3.136\ m^2$. Terjadi perbedaan luas bangunan 2 bagian belakang yang terlalu besar, disebabkan perbedaan bentuk atap bangunan .

Bentuk yang benar terlihat dalam kenampakan 3D. Tiap sisi atap bangunan 3 memiliki ketinggian yang berbeda. Sehingga ketinggian mempengaruhi hasil luasan yang besar antara orthophoto dan true orthophoto bangunan 3. Juga dikarenakan ketidaktepatan digitasi atap. Dapat disimpulakan bahwa luas orthophoto berbeda dengan true orthophoto.

Kata Kunci : *True Orthophoto, DTM, Lidar, Orthophoto.*

ANALISA GEOMETRIK 3D *TRUE ORTHOPHOTO* DATA LIDAR

Name : **Dwi Ratna Sari**
NRP : **3512 100 069**
Department : **Teknik Geomatika FTSP ITS**
Advisor : **1. Agung B. C., ST., MSc.,DEA**
2. Listiyo Fitri, ST

Abstract

Nowadays, 3D modeling is frequently used to analyze the spatial problem. The accuracy of 3D building influences the management planning, such as fees, time and even the labors. Spatial analysis using orthophoto is effective for its accuracy and wide area, but orthophoto has a weakness in placing an exact building position because the remain of relief displacement is still found in high building. This problem could happen because the central projection.

The fusion of DTM LiDAR and orthophoto can rid of relief displacement. This method is called *true orthophoto*. *True orthophoto* is ortho image thatis produced by first or other images of orthophoto such as high resolution image .

As the result, the difference area between orthophoto and *true orthophoto* are, $\Delta A_1 = 2.9482$ m^2, $\Delta A_{2D} = 2.241$ m^2 $\Delta A_{2b} = 45.031 m^2$ dan $\Delta A_3 = 3.136$ m^2. The difference at A_{2b} is caused by a roof tilting of the building. Also, the less precision in digitizing roof and ridge.

Keywords : *True Orthophoto, DTM, Lidar, Orthophoto.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i
LEMBAR PENGESAHAN..... iii
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL.....xv
BAB I PENDAHULUAN .....**Error! Bookmark not defined.**
1.1Latar Belakang .....**Error! Bookmark not defined.**
1.2.Perumusan Masalah..**Error! Bookmark not defined.**
1.3.Batasan Masalah.....**Error! Bookmark not defined.**
1.4.Tujuan Tugas Akhir..**Error! Bookmark not defined.**
1.5.Manfaat Penelitian....**Error! Bookmark not defined.**
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..**Error! Bookmark not defined.**
2.1.Orthophoto .**Error! Bookmark not defined.**
2.2.Pergeseran Relief.....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.*True Orthophoto*.....**Error! Bookmark not defined.**

2.3.Prinsip Kerja LiDAR **Error! Bookmark not defined.**

2.4.DEM (*Digital Elevation Model*)..... **Error! Bookmark not defined.**

2.6.DTM (*Digital Terrain Model*)..... **Error! Bookmark not defined.**

2.7.DSM (*Digital Surface Model*)..... **Error! Bookmark not defined.**

2.8.Metode untuk mendeteksi wilayah Oklusi.... .....**Error! Bookmark not defined.**

2.9.*Nearest Neighbour*.....**Error! Bookmark not defined.**

2.10.Bilinier.....**Error! Bookmark not defined.**

2.11.Cubic Convolution....**Error! Bookmark not defined.**

2.12.Metode Sebelumnya..**Error! Bookmark not defined.**

2.12.1.*Differential Rectification*.....**Error! Bookmark not defined.**

2.12.2.Metode *Height Gradient* .....**Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODE PENELITIAN**Error! Bookmark not defined.**

3.1.Lokasi Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

3.2.Alat dan Bahan .....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.Tahapan Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

3.4.Tahapan pengolahan Data .**Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN ANALISA **Error! Bookmark not defined.**

4.1.Analisa Visual sebelum dan sesudah *true orthophoto*. ..**Error! Bookmark not defined.**

4.2.Analisa ketelitian geometrik dengan melihat pola panjang dan luasan serta analisa. .**Error! Bookmark not defined.**

4.3. Evaluasi metode *resampling* pada wilayah oklusi (wilayah *relief displacement*) yang hilang.....**Error! Bookmark not defined.**

BAB V PENUTUP

5.1.Kesimpulan.....47

5.2.Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN .....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Proyeksi Sentral dan Efek Pergeseran Relief.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2. Perbedaan antara *Orthophoto* (Kiri) dan *True Oerthophoto* (Kanan)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3. Georeferensi selain LiDAR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.4. LiDAR sebagai sumber georeferensi **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.5. Prinsip Kerja LiDAR**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.7. Diskripsi *oclusion recovery image* menggunakan dua foto... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.8. Grafik *nearest neighbor* . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.9 Grafik *bilinear* .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.10.Satu dimensi (a) dan dua dimensi(b) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.11.Grafik *cubic convolution***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.12.Elemen Transformasi, foto asli (kiri) dan *orthophoto* (kanan) ..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.13.Prinsip *Z - buffer*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1. Foto Udara Jakarta Timur .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.2. Bangunan 1**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.3. Bangunan 2**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.4. Bangunan 3**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.6. Diagram alir pengolahan data.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.1. Orthophoto Bangunan 1 .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.2. *True orthophoto* bangunan 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.3. Letak *relief displacement* (nomor 1) dan *resampling* pada bangunan 2 bagian depan .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.4. Letak *relief displacement* (nomor 1) *resampling* pada bangunan 2 bagian belakang ....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.5. Letak *relief displacement* (nomor 1) *resampling* pada bangunan 3.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.6. *Resampling* pada bangunan 3 .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.7. Objek dilihat secara 3D..**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.8. Ilustrasi proyeksi.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.9. Ketidaktepatan digitasi bangunan 2 bagian belakang ....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10.Bangunan 1 tampak atas (kiri) dan tampak samping (kanan) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.11.Bangunan 3 tampak atas (kiri) dan tampak samping (kanan) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.12.Grafik *nearest neighbor* **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.13.Grafik *bilinear* .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.13.Grafik *cubic convolution***Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.14.Resampling Nearest Neighbour Bangunan 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.15.*Resampling Bilinear* Bangunan 1 .... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.16.*Resampling Cubic Convolution* Bangunan 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.17. Perbedaan bentuk *pixel* dari 3 metode *resampling*, *near neighbor* (a), *bilinear* (b), *cubic convolution* (c)**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Analisa geometrik berupa luas orthophoto dan *True orthophoto*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2. *Grey value* akibat *resampling* objek.....**Error! Bookmark not defined.**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Orthophoto sering digunakan sebagai model dasar elevasi bumi dengan tidak memperhatikan wilayah oklusi. Namun karena pertumbuhan bangunan ang semakin pesat, timbul masalah pada bangunan tinggi. Bangunan tinggi memiliki wilayah oklusi yang jelas (Wimmer, 2010). Wilayah oklusi ini dapat menghilangkan detail situasi disekitar bangunan.

Foto udara menangkap pandangan terhadap objek yang luas. Sehingga objek yang ditangkap semakin detail. Umumnya *orthoimage* dihasilkan dengan model elevasi. Akibatnya hanya distorsi yang diakibatkan relief permukaan yang dihapus, sedang pada bangunan tinggi masih nampak relief displacement (Sheng, 2003).

Fotogrametri memiliki bentuk deliniasi yang jelas, namun DTM yang dihasilkan tidak merepresentasikan gambaran permukaan secara tepat. Mengingat efek *relief displacement* masih nampak pada bangunan tinggi. Sedangkan LiDAR memiliki keakuratan DTM yang tinggi namun deliniasi yang kurang jelas. Penggabungan data fotogrametri dan LiDAR dapat menutupi kekurangan keduanya (Beasy, 2007).

Melalui penggabungan *orthophoto* dan DTM LiDAR akan dihasilkan bentuk 3D bangunan *True orthophoto*. *True orthophoto* memiliki bentuk yang mendekati bentuk aslinya sehingga pemodelannya pun lebih akurat. Pembuatan DTM LiDAR berupa *vecto*r

roof dan *ridge* hasil digitasi dengan *orthopoto* akan menghilangkan efek *relief displacement* sehingga bangunan 3D menjadi tegak yang disebut *True Ortophoto*.

Objek bangunan penelitian yang dipilih merupakan bangunan tinggi. Penelitian ini akan dihasilkan 3 bangunan *true orthophoto* menggunakan DTM LiDAR dan Orthophoto. Selanjutnya analisa perbandingan luas, visual sebelum dan sesudah orthophoto juga analisa resampling.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses fusi DTM LiDAR dan *Orthophoto* ?
2. Bagaimana pemodelan bangunan dengan DTM LiDAR dan *orthophoto* ?
3. Bagaimana hasil akhir dari *true orthophoto* untuk pemodelan bangunan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Data yang digunakan untuk *true orthophoto* sebanyak 3 Bangunan di Jakarta
2. Analisa Visual sebelum dan sesudah *true orthophoto*.
3. Analisa pola dan perubahan luasan.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini, yaitu:

1. Analisa visual sebelum dan sesudah *true orthophoto*

2. Analisa *relief displacement* sebelum dan sesudah *true orthophoto*.
3. Evaluasi metode *resampling* untuk mengisi wilayah oklusi (wilayah *relief displacement*) yang hilang.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Data dan hasil penelitian dapat memberikan pengetahuan tentang pembuatan 3D Bangunan Tinggi dengan *true orthophoto*.
2. Dapat memberikan kontribusi dalam pemodelan 3D yang akurat untuk bangunan tinggi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Orthophoto

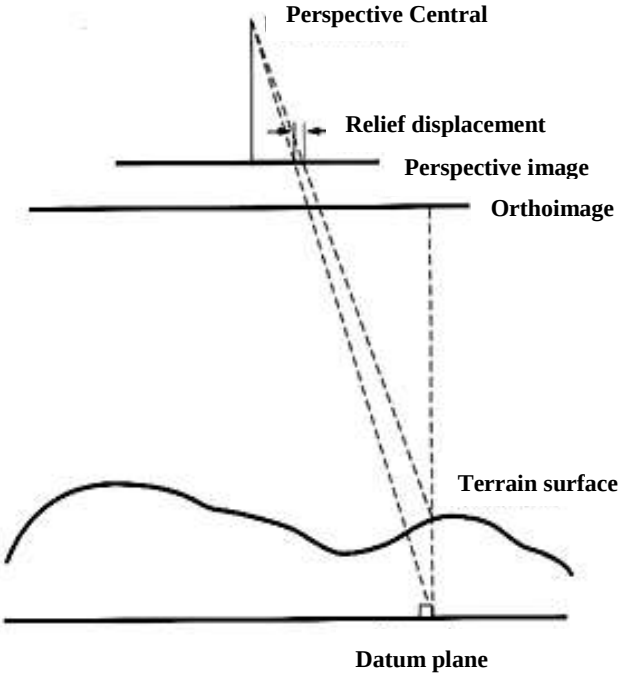
Orthophoto merupakan sebuah foto yang diproses rektifikasi dengan tujuan untuk menghilangkan efek pergeseran relief (*relief displacement*), sehingga foto yang dihasilkan tampak seperti berproyeksi orthogonal. Akurasi posisi dan geometri dari obyek yang diberikan dari *orthofoto* merupakan suatu hal penting dalam pembuatan informasi spasial, terutama pemodelan tiga dimensi (3D) bangunan (Amhar, 1998).

Ketika sebuah objek dipotret, foto tersebut merepresentasikan obyek nyata dalam proyeksi sentral. Pada foto udara sering ditemui beberapa masalah fotogrametri yang harus dikoreksi, yaitu efek pergeseran relief dan beda tinggi. Pergeseran relief tersebut rentan ditemui pada obyek yang memiliki nilai ketinggian, tetapi memiliki posisi horisontal yang berbeda dari nilai ketinggian maksimum dan minimum (Nielsen, 2004). Efek pergeseran relief tersebut dapat dikoreksi dengan melakukan proses rektifikasi diferensial.

2.2. Pergeseran Relief

Relief displacement adalah sebuah distorsi geometri yang mengakibatkan terjadinya proyeksi perspektif berpindah oleh pengambilan DSM sepanjang proses rektifikasi. Sebagai hasil dari proses rektifikasi hasil *orthophoto* menunjukkan sebuah proyeksi *orthogonal* dan pada skala yang tetap

Bangunan dan obyek lainnya yang ada di permukaan Bumi tidak secara tepat pada posisi aslinya karena obyek-obyek tersebut tidak termodelkan oleh DSM. Sehingga obyek-obyek terdistorsi dari lokasi sebenarnya.



Gambar 2.1. Ilustrasi Proyeksi Sentral dan Efek Pergeseran Relief
(Nielsen, 2004).

2.2. *True Orthophoto*

Definisi

Orthophoto adalah gambar dimana *relief displacement* yang disebabkan oleh proyeksi perspektif berpindah dengan mengambil DTM selama proses rektifikasi. Sebagai hasil dari proses rektifikasi hasil dari *orthophoto* ditunjukkan pada proyeksi ortogonal. Namun, gedung dan benda lainnya yang berada di atas permukaan tanah tidak ditempatkan pada posisi yang sebenarnya pada *orthophoto* yang dihasilkan dikarenakan benda-benda ini tidak dimodelkan dalam DTM. *True orthophoto* mengatasi kekurangan pada saat pengambilan DTM sebagai pengganti DTM sebelumnya sepanjang proses rektifikasi. Pada model *True orthophoto* obyek-obyek seperti bangunan dan jembatan dipindahkan di belakang dari lokasi sebenarnya dan obyek yang samar-samar dipindahkan menjadi gambar sesungguhnya.

Orthophoto dibuat dengan menggunakan basis DTM, DTM hanya merepresentasikan ketinggian permukaan tanah dan tidak memperhitungkan obyek-obyek lain yang berada di atas permukaan tanah seperti bangunan maupun vegetasi. *Orthophoto* juga tidak mampu menghilangkan efek pergeseran relief dari obyek-obyek di atas permukaan tanah tersebut. Oleh karena itu, agar semua obyek dapat diproyeksikan secara sempurna, digunakan model elevasi lain berupa DTM yang mencakupi obyek-obyek di atas tanah. Hasil dari proses rektifikasi digital menggunakan DTM

disebut *True orthophoto*. Pada proses pembuatan *true orthophoto*, dilakukan juga proses pengidentifikasian *obsecured area*, yaitu daerah yang belum menggambarkan keadaan yang sebenarnya dan masih memiliki kesalahan geometri (Nielsen, 2004).

Gambar 2.2. Perbedaan antara *Orthophoto* (Kiri) dan *True Oerthophoto* (Kanan) (Nielsen, 2004).

Georeferensi dengan LiDAR

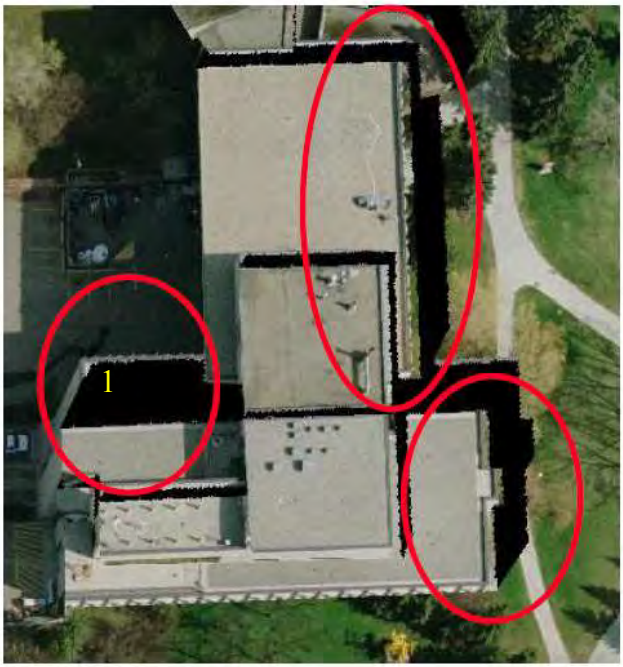
Menurut Habib (2008) Image Geo-Referensi pada LiDAR meliputi :

- Untuk mendapatkan *orthophoto* dari data fotogrametri dan LiDAR, keduanya harus memiliki kerangka referensi yang sama.
- Georeferensi pada LiDAR melalui GNSS/INS yang merupakan komponen dari sistem LiDAR.
- LiDAR dapat digunakan sebagai kontrol data saat proses georeferensi

Sumber georeferensi selain data LiDAR

Akibat saat menggunakan sumber georeferensi yang tidak tepat :

Orthophoto yang dihasilkan dari image optik dan data LiDAR menggunakan kontrol selain data LiDAR untuk georeferensi fotogrametri.Terlihat bahwa saat referensi yang digunakan tidak tepat maka, penghapusan wilayah oklusi tidak tepat pada batas atap bagian tepi (lihat gambar 2.3)

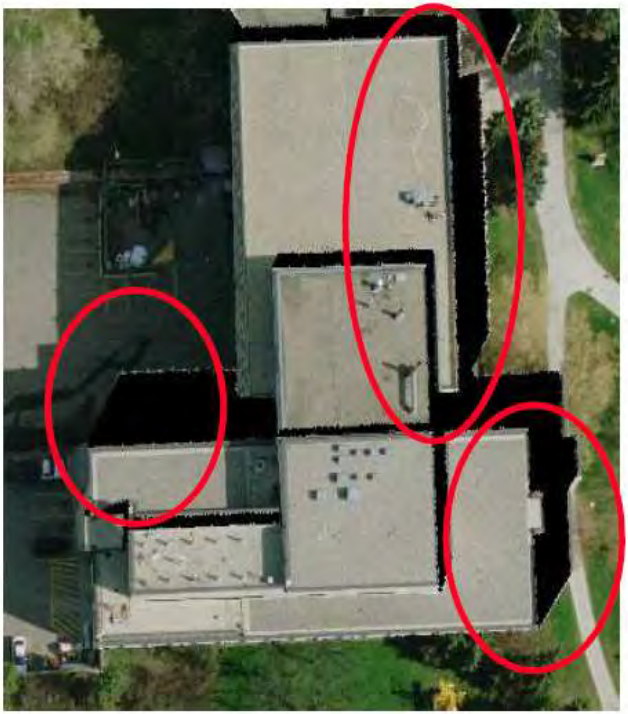


Gambar 2.3. Georeferensi selain LiDAR
(Habib, 2008)

Sumber georeferensi dengan data LiDAR

Georeferensi yang tepat :

Orthophoto yang dihasilkan image optik dan data LiDAR menggunakan LiDAR sebagai sumber kontrol untuk georeferensi fotogrametri. Penggunaan LiDAR sebagai sumber kontrol georeferensi, menyebabkan penghapusan wilaah oklusi tepat pada tepi bangunan (lihat gambar 2.4).



Gambar 2.4. LiDAR sebagai sumber georeferensi (Habib, 2008)

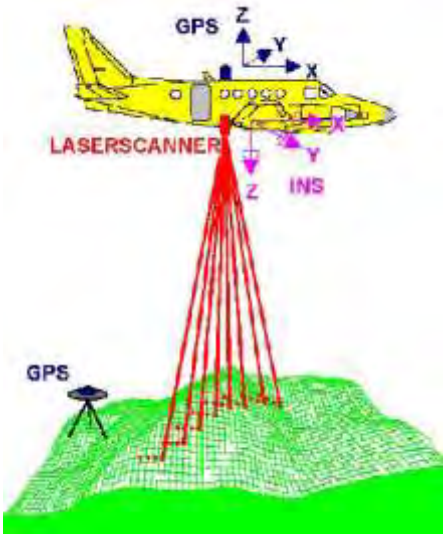
2.3. Prinsip Kerja LiDAR

LiDAR pada dasarnya adalah sebuah teknologi dengan menggunakan sensornya dengan memancarkan gelombang cahaya kepada sebuah target. Sinar tersebut dipantulkan kembali ke sensor yang kemudian terjadi proses pengolahan data. LiDAR dilengkapi detektor yang menangkap berkas sinar yang dipantulkan dari obyek, untuk kemudian dianalisis. Saat proses pemantulan kembali ini akan terjadi perubahan komposisi cahaya, yang kemudian ditetapkan sebagai karakter obyek. Sedangkan, waktu perjalanan sinar dalam proses pemantulan diperlakukan sebagai variabel penentu penghitungan jarak antara obyek dengan sensor (Carter dkk, 2012).

Proses selanjutnya, sensor LiDAR mengambil gambar obyek pada lokasi yang ditentukan. Penyiaman dilakukan dengan memasang *laser scanner*, *Global Positioning System* (GPS), dan *Inertial Navigation System* (INS) pada wahana yang dipilih akan dijadikan jalur terbang pesawat. Pada saat *laser scanner* melakukan penyiaman sepanjang jalur terbang, pada setiap interval waktu tertentu direkam posisinya dengan menggunakan GPS dan orientasinya dengan menggunakan INS. Pada LiDAR terdapat dua sensor yang berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver*. Sensor laser melakukan pengukuran jarak antara sensor terhadap permukaan tanah. Pengukuran jarak menggunakan prinsip beda waktu dan beda fase (Baltsavias, 1999). Berikut adalah persamaannya:

$$R = \frac{c\ X\ t}{2}$$

Keterangan :
R = jarak antar sensor dengan titik yang diukur
c = konstanta kecepatan cahaya (3.10^8 m/s)
t = waktu tempuh sinyal



Gambar 2.5. Prinsip Kerja LiDAR (Jie, Shan, 2008)

2.4. DEM (*Digital Elevation Model*)

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefenisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli, 1991). DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, *processing*, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai *digital* yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan. Distribusi spasial diwakili oleh nilai-nilai pada sistem koordinat horizontal X-Y dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z (Frederic J. Doyle, 1991, dalam Rosytha dan Taufik 2011). DEM secara khusus digunakan untuk menggambarkan relief medan. Gambaran model relief rupa bumi tiga dimensi yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisaikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi *virtual reality* (Mogal, 1993 dalam Rosytha dan Taufik 2011).

2.6. DTM (*Digital Terrain Model*)

DTM adalah singkatan dari *Digital Terrain Model* atau bentuk digital dari *terrain* (permukaan tanah, tidak termasuk objek di atasnya). DTM digambarkan sebagai tiga representasi dimensi permukaan medan yang terdiri dari X, Y, Z koordinat disimpan dalam bentuk *digital* yang juga mencakup ketinggian dan elevasi unsur-unsur geografis lainnya serta fitur alami seperti sungai, jalur pegunungan. DTM secara singkat merupakan DEM yang telah ditambah dengan unsur-unsur seperti *breaklines* dan pengamatan selain data asli.

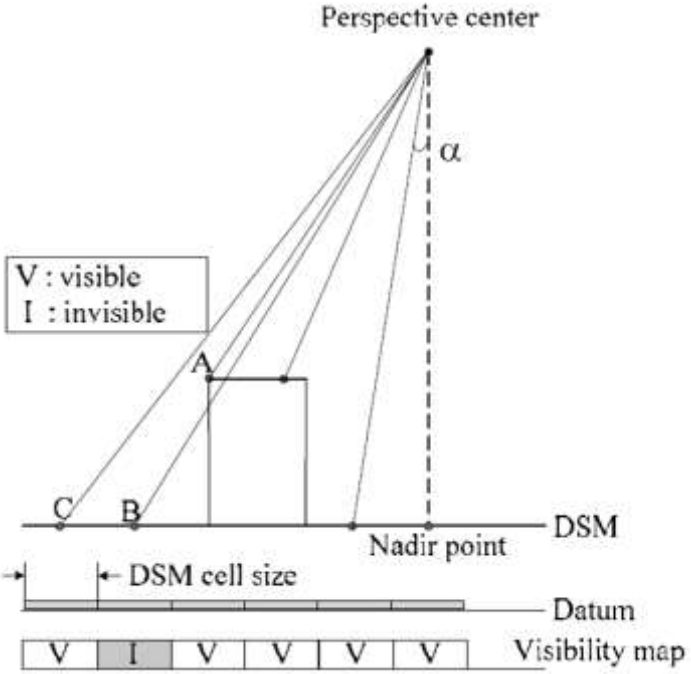
2.7. DSM (*Digital Surface Model*)

Digital Surface Model (DSM) merupakan representasi suatu permukaan fisik dari sekumpulan titik-titik koordinat tiga dimensi. Data hasil DSM mencakup vegetasi, jalan, bangunan, dan fitur *terrain* alami. Sehingga dapat dibuat model tiga dimensi dari berbagai sudut pandang dengan menambahkan *land cover*nya.

2.8. Metode untuk mendeteksi wilayah Oklusi

Angle Based True orthophoto Generation

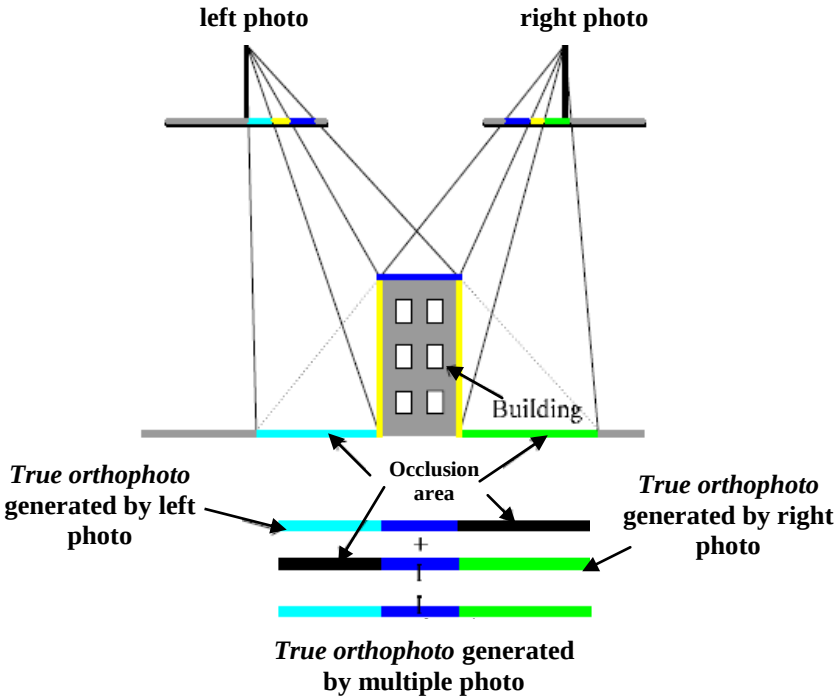
Pada metode ini *visibility map* berupa orthophoto sedangkan DSM berasal dari data LiDAR. Bagian atas dan bawah dari struktur vertical diproyeksikan pada lokasi yang sama. Menurut Bang dan Habib (2007) Wilayah oklusi yaitu wilayah *relief displacement* dapat dibedakan dengan pengecekan titik nadir ke garis pengamatan. Garis pengamatan merupakan garis yang menghubungkan titik pusat perspektif dengan DSM, sepanjang arah radial dimulai dengan titik pusat dari objek.



Gambar 2.6. Metode *Angle based* untuk *true orthophoto* (Bang dan Habib, 2007)

2.9. *Nearest Neighbour*

Wilayah oklusi dihapus mengunakan DSM dan orthophoto. Kemudian, untuk mengembalikan wilayah yang hilang karena proses penghapusan wilayah oklusi dengan dua foto yang saling bertampalan pada satu objek (Bang, 2007). Nilai *pixel* buatan ditujukan pada wilayah oklusi yang telah dihapus menggunakan *nearest neighbour* pada metode *resampling* untuk mengembangkan kualitas hasil *true orthophoto*.



Gambar 2.7. Diskripsi *oclusion recovery image* menggunakan dua foto

(Bang dan Habib, 2007)

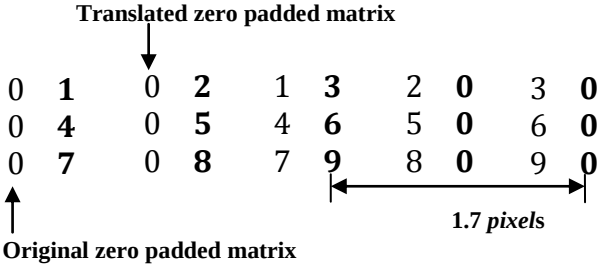
Interpolasi *nearest neighbour* menggunakan nilai *pixel* terdekat untuk nilai fixel keluaran (Smith, 2002). Sebagai contoh adalah pada matrik di bawah ini:

1 2 3
4 5 6
7 8 9

(Sumber : Anonim, 2015)

Matrik di atas adalah matrik input dari suatu gambar. Kemudian ditransformasi dengan interpolasi nearest neighbor dengan langkah berikut :

1. Beri nilai 0 pada input matrik dan diubah dengan 1.7 *pixel* ke kanan.

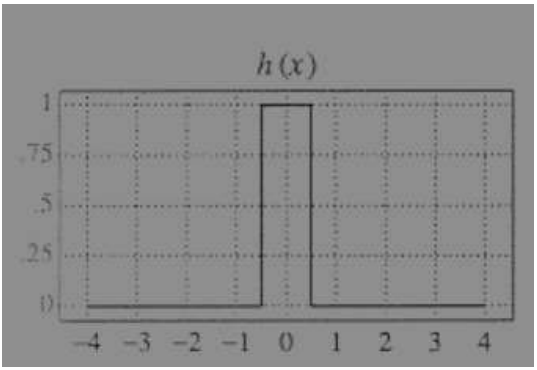


(Sumber : Anonim, 2015)

2. Membuat input matrik dengan mengganti masing – masing nilai *pixel* dengan mengubah nilai terdekat. Hasilnya adalah sebagai berikut.

0 0 1 2 3
0 0 4 5 6
0 0 7 8 9

(Sumber : Anonim, 2015)



Gambar 2.8. Grafik *nearest neighbor*
(George, 1994)

2.10. *Bilinear*

Pada metode *resampling bilinear*, penentuan nilai derajat keabuan dari rata – rata bobot dari 4 *pixel* terdekat. Kemudian dijadian sebagai nilai derajat keabuan dari koordinat akhir. Pertama, dua interpolasi linier dibentuk dalam satu arah dan kemudian yang lainnya dibentuk ke arah tegak lurus. Untuk satu dimensi interpolasi linier, jumlah titik grid yang dibutuhkan untuk mengevaluasi fungsi interpolasi adalah dua.

Fungsi interpolasi linear menggunakan fungsi kernel yaitu :

u(s) = { 0 |s| > 1 Equation 3

{ 1 – |s| |s| < 1

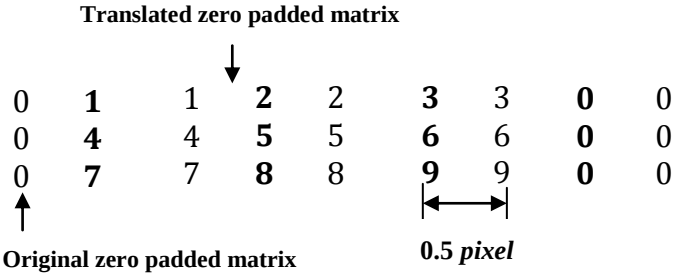
(Sumber : Smith, 2002)

Dimana s adalah jarak diantara titik yang diinterpolasi dan grid yang dipertimbangkan. Koefisien interpolasi yaitu ck = f(xk) . Berikut adalah contohnya :

1	2	3
4	5	6
7	8	9

(Sumber : Anonim, 2015)

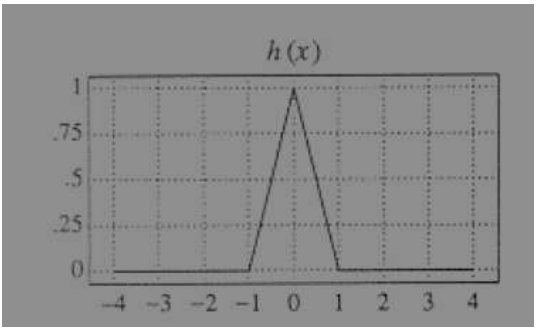
1. Memberikan nilai 0 pada input matrik dan mengubah menjadi 0.5 ke kanan.



(Sumber : Anonim, 2015)

2. Membuat output matrik dengan mengganti masing masing nilai input *pixel* dengan rata – rata jumlah dari nilai yang diubah pada bagian yang lainnya juga. Hasilnya adalah matrik berikut dimana matri output mempunyai lebih dari satu kolom dari pada matrik input.

0.5	1.5	2.5	1.5
2	4.5	5.5	3
3.5	7.5	8.5	4.5



Gambar 2.9 Grafik *bilinear*
(George, 1994)

2.11. *Cubic Convolution*

Cubic Convolution adalah algoritma yang diperkenalkan oleh Rifman dan Mc Kinnon pada tahun 1974. Interpolasi kernel diturunkan dari persamaan umum interpolasi *cubic spine*. Persamaan kernel dibuat dari persamaan kuadrat polinomial. Sebagai asilnya masing masing – masing titik ang diinterpolasi adalah jumlah dari empat titik input. Berikut merupakan persamaan kernel.

$$h(x) = \begin{cases} a_{30}|x|^3 + a_{20}|x|^2 + a_{10}|x| + a_{00} & 0 \le |x| < 1 \\ a_{31}|x|^3 + a_{21}|x|^2 + a_{11}|x| + a_{01} & 1 \le |x| < 2 \\ 0 & 2 \le |x| \end{cases}$$

(Sumber : Smith, 2002)

Koefisien ditentukan dengan menerapkan batas berikut untuk interpolasi kernel.

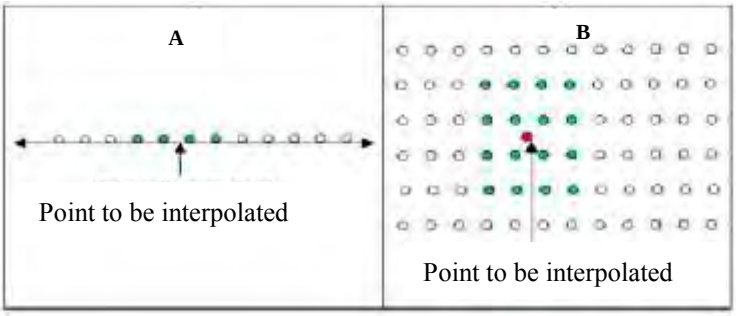
h (0) = 1 and h(x) = 0 for |x| = 1 and 2.

Catatan :

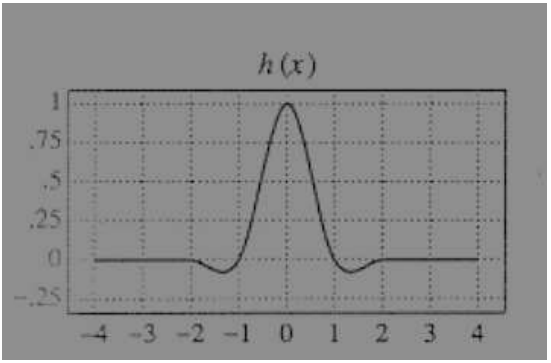
- H harus kontinu pada |X| = 0,1 dan 2
- H harus kontinu pada turunan pertama untuk |X| = 0,1 dan 2

(Sumber : Smith, 2002)

Berikut merupakan gambaran interpolasi *cubic convolution*. Dimana s adalah jarak antara titik ang diinterpolasi saat grid dipertimbangkan.



Gambar 2.10. Satu dimensi (a) dan dua dimensi(b)
(Sumber : Smith, 2002)



Gambar 2.11. Grafik *cubic convolution*
(George, 1994)

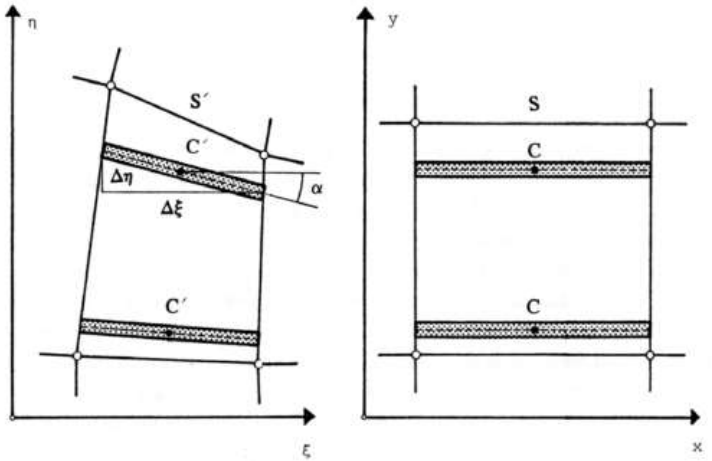
2.12. Metode Sebelumnya

2.12.1. *Differential Rectification*

Transformasi ini didasarkan pada transformasi suatu sumber kontrol referensi ke *orthoimage*. Parameter yang mendefinisikan transformasi iniadalah posisi relative pusat, orientasi sudut dan perubahan skalanya. Parameter ini didapatkan dari pusat koordinat (Kraus K., 1993 dalam Marinov B. 2003). Transformasi dari setiap grid di deskripsikan dengan transformasi biinier. Berikut formulanya.

$$\xi = a_{01} + a_{11}x + a_{21}y + a_{31}xy$$
$$\eta = a_{02} + a_{12}x + a_{22}y + a_{32}xy$$

(Sumber : Marinov, 2003)

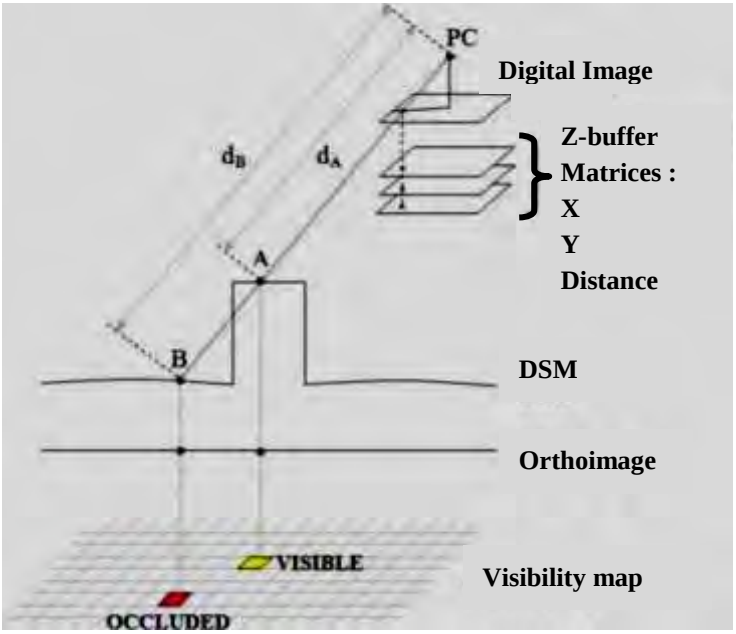


Gambar 2.12. Elemen Transformasi, foto asli (kiri) dan *orthophoto* (kanan)
(Marinov,2003)

2.12.2. Metode *Height Gradient*

Metode ini bertujuan untuk menyelesaikan ambiguitas dua DSM yang berbeda namun berada pada satu *pixel*. Metode ini yaitu dengan membandingkan jarak diantara proyeksi sentral dari kamera dan DSM *cell*. Matrik yang digunakan pada metode *Z-buffer* didasarkan pada analisis jarak Euclidian.

Pada metode ini 3 matrik dan satu peta yang tampak. Struktur ini punya dimensi yang sama dengan image yang dimasukkan dan disebut " *Z-Buffer Matrics*". Dua metrik menyimpan komponen x dan dari DSM *cell* yang diproyeksikan pada *pixel*nya. Jarak Euclidian diantara masing masing DSM *cell* dan proyeksi sentral disimpan dalam matrik ketiga. Peta yang tampak menunjukkan DSM *cell* yang yang tampak, dengan kata lain termasuk atau bukan termasuk area oklusi.



Gambar 2.13.Prinsip *Z - buffer*
(Bang dan Habib , 2007)

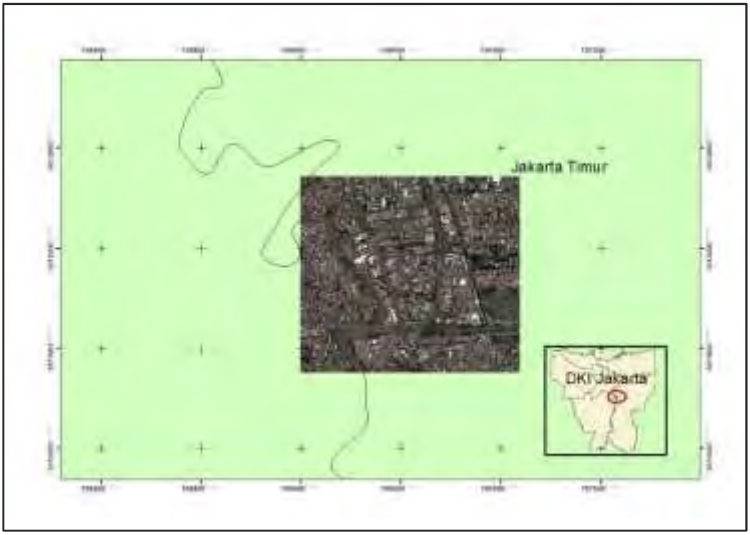
Pada gambar 1. Titik oklusi yaitu B yang akan dipindahkan ke posisi A . Jarak A d_A dan d_B dihitung ke titik PC. Jarak terpanjang dianggap sebagai titik oklusi yang kemudian dipindahkan ke titik A disimpan dalam *Z-buffer* matrik. Pada peta yang tampak *pixel* dihubungkan ke A dilebeli sebagai kenampakannya . Masalah akan timbul jika ada perbedaan ukuran *pixel* DSM dengan jarak sampelnya.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Berikut merupakan lokasi penelitian Jakarta Timur dari foto udara data PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey dengan batas :

Utara	:	6°13'2.60"S	; 106°52'0.55"E
Selatan	:	6°13'30.94"S	; 106°52'1.08"E
Barat	:	6°13'16.18"S	; 106°51'43.64"E
Timur	:	6°13'15.98"S	;106°52'17.81"E



Gambar 3.1. Foto Udara Jakarta Timur
(Sumber : *Orthophoto* dari PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey)

Berikut merupakan 3 bangunan sebagai objek penelitian :

1. Bangunan 1
   Rumah Sakit Hermina
   Alamat : Jalan Jatinegara Barat Jakarta Timur

Gambar 3.2. Bangunan 1
(Sumber : Ortofoto dari PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey)

2. Bangunan 2
   Toko Wijaya Stasioner
   Alamat : Jalan Jatinegara Barat Jakarta Timur

Gambar 3.3. Bangunan 2
(Sumber : Ortofoto dari PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey)

3. Bangunan 3
   Fuji Film
   Alamat : Jalan Jatinegara Barat Jakarta Timur

Gambar 3.4. Bangunan 3
(Sumber : Ortofoto dari PT. ASI Pudjiastuti Geosurvey)

3.2. Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat yang digunakan untuk penelitian :

a. Perangkat Keras
   - Laptop Dell Inspiron 17R

b. Perangkat Lunak
   - INPHO
   - Terra Scan, Micro Station
   - Global Mapper

Berikut merupakan data yang digunakan untuk penelitian :

a. 1 grid *Point Cloud* LiDAR Jakarta Timur.
b. 17 *Raw Photo* Jakarta Timur.

3.3. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir penelitian :

Gambar 3.5. Diagram alir penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

   Studi literatur meliputi kegiatan pencarian topik masalah, metode untuk

pencarian masalah serta data yang akan digunakan. Pada tahap ini juga dilkukan perumusan masalah.

2. Perijinan Penggunaan Data

   Pada tahap ini perijinan dilakukan untuk ijin menggunakan data yang ada dari PT. ASI Pudjiastuti geosurvey sebagai perusahan konsultan penyedian data.

3. Pengumpulan data

   Kegiatan pemgumpulan data yang digunakan untuk pengolahn data. Pemilihan bangunan yang akan diteliti juga dilakukan pada tahap ini.

4. Pengolahan Data

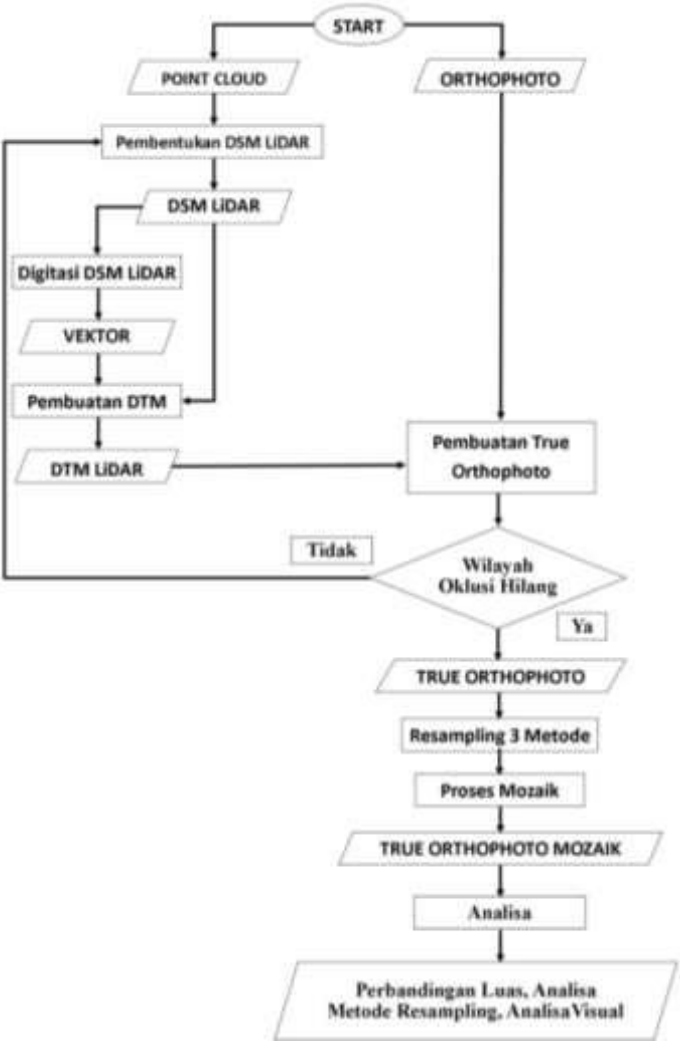
   Pengolahan data meliputi pengolahan data 1 dan 2. Selanjutnya dijelaskan pada Tahapan Pengolahan Data.

5. Pembuatan Laporan

   Pembuatan laporan setelah penelitian.

3.4. Tahapan pengolahan Data

Berikut ini adalah diagram alir pengolahan data :



Gambar 3.6. Diagram alir pengolahan data

Penjelasan Diagram Alir Pengolahan Data :

PENGOLAHAN DATA

1. Pembentukan DSM LiDAR

   Pembentukan DTM LiDAR dibuat dari DSM LiDAR menggunakan Terra Scan pada Micro Station. Objek yang diambil hanya bagian gedung agar memudahkan digitasi karena objek yang lainnya telah dihapus. Selanjutnya DTM LiDAR disimpan dalam format .las. Pembuatan DTM LiDAR dapat menggunakan DTM Master pada *plugin Software* INPHO.

2. *Digitasi* DSM LiDAR

   Objek yang perlu di *digitasi* adalah bangunan. Terutama bangunan tinggi yang memiliki *relief displacement* yang besar dan terlihat jelas. DSM LiDAR yang di*digitasi* disimpan dalam format .dxf akan dibuat DTM (.dem) di DTM *Toolkit*. Digitasi hanya untuk tepi atap (*the edge of roof*) dan rusuk (*ridges*). Aturan umumnya, sebisa mungkin proses *digitasi* harus akurat bentuknya dan harus menutup batas terluar objek dengan membuat poligon tertutup, jika tidak bagian objek akan diproyeksikan ke tanah atau bagian tanah yang diproyeksikan terhadap objek.

3. Pembuatan DTM

   DTM LiDAR dihasilkan dari digitasi DSM LiDAR yang menggantikan fungsi DTM foto. Proses ini dikerjakan di DTM *Toolkit*.

4. Pembuatan *True orthophoto*

   Proses pembuatan DTM merupakan proses pembuatan *surface* baru dengan penggabungan antara file digitasi (.dxf) dengan *file* DTM (.las)

menggunakan DTM *Toolkit*. Dalam proses ini, akuisisi bentuk objek digitasi dan DTM digabungkan menjadi 3D objek. DTM dari foto diganti dengan DTM LiDAR yang merepresentasikan permukaan.

Prinsip *true orthophoto* yaitu meliputi pendeteksian wilayah oklusi (wilayah *relief displacement*) dan proses *resampling*. Metode untuk mendeteksi wilayah oklusi menggunakan metode *Angle Based*. Proses *resampling* menggunkan metode *near neighborhood* dengan syarat dua foto yang saling bertampalan. Proses *resampling* melibatkan proses mosaik foto.

5. Proses Mosaik

   Proses mosaik yaitu proses penggabungan *true orthophoto* yang masih terpisah-pisah untuk dijadikan satu *true orthophoto mozaic*. Pada proses ini, proses *resampling* terjadi.

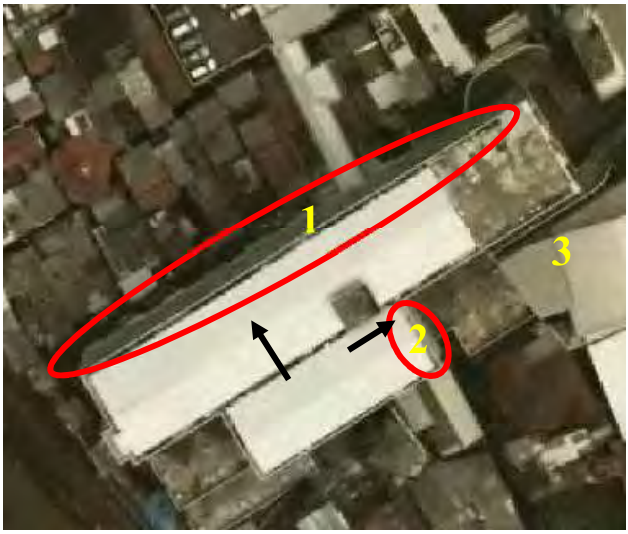
6. Analisa

   Analisa yang dilakukan meliputi analisa visual, analisa panjang dan luas sebelum dan sesudah orthophoto sebelum dan sesudah orthophoto.

BAB IV
HASIL DAN ANALISA

4.1. Analisa Visual sebelum dan sesudah *true orthophoto*.

Terjadi perubahan bentuk gedung bangunan 1, 2 dan 3 secara visual disebabkan area *relief displacement* telah hilang. Pada bangunan 1, bentuk bagian 1 telah hilang. Arah proses proyeksi secara vertikal ke arah bagian 1 seperti yang ditunjukkan oleh anak panah berwarna hitam pada gambar 4.1 Pada arah horizontal proyeksi ke arah bagian 2 pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Orthophoto Bangunan 1

Jarak bangunan 1 dengan bangunan di sekitarnya mengalami perubahan yang ditunjukkan oleh nomor 3. Jarak *true orthophoto* lebih panjang (gambar 4.2) dari pada jarak orthophoto terhadap bangunan disebelahnya (gambar 4.1), dilihat dari pengamatan jarak pada bangunan yang ditunjukkan oleh nomor 3. Hal ini disebabkan daerah sekitar nomor 3 sebelumnya adalah wilayah oklusi.

Gambar 4.2. *True orthophoto* bangunan 1

Pada pengamatan pada bangunan 2 (lihat gambar 4.3), bangunan Fuji Film memiliki dua bagian yaitu bagian depan dekat jalan raya serta bagian belakang. Pada bagian depan, wilayah oklusi terdapat pada sebelah kiri bangunan. Sedangkan wilayah *resampling* pada bagian kanan bangunan. Arah panah menunjukkan arah perpindahan atap bangunan.

Gambar 4.3. Letak *relief displacement* (nomor 1) dan *resampling* pada bangunan 2 bagian depan

Gambar 4.4. Letak *relief displacement* (nomor 1) *resampling* pada bangunan 2 bagian belakang

Pada gambar sebelah kanan pada bangunan 2 bagian belakang, nomor 1 menunjukkan adanya wilayah oklusi di bagian kanan bangunan. Nomor 2 juga menerangkan oklusi bangunan 2. Wilayah *resampling* berlawanan dengan wilayah oklusi terlihat pada

bagian gambar kiri. Wilayah *resampling* ditunjukkan pada nomor 3 dan 4. Namun pada nomor 4, *resampling* tertutup oleh bangunan 2 bagian depan.

Gambar 4.5. Letak *relief displacement* (nomor 1) *resampling* pada bangunan 3

Pada bangunan 3 oklusi terletak pada sebelah kiri (lihat gambar 4.5) bangunan sedangkan wilayah *resampling* pada bagian kanan (lihat gambar 4.6).

Gambar 4.6. *Resampling* pada bangunan 3

Pada tanda panah menunjukan adanya perubahan objek. Pada tanda panah (lihat 4.5), objek yang ditujuk hanya terlihat sebagian. Namun pada gambar 4.6 objek yang ditunjuk terlihat sepenuhnya. Hal ini membutikan bahwa *resampling* pada *true orthophoto* memperbaiki kenampakan objek.

4.1. Analisa ketelitian geometrik dengan melihat pola panjang dan luasan serta analisa.

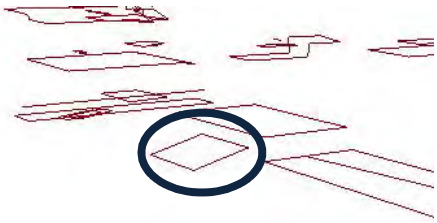
Pola atap pada masing – masing bangunan sesuai, namun mengalami perubahan luas. Luas *true orthophoto* dihitung dari hasil verktor digitasi menggunaan DTMaster, pada pembuatan *true orthophoto*. Sedangan luas orthophoto dihitung dari

digitasi orthophoto. Berikut merupakan hasil dari perbandingan hitungan luas pada tabel 4.1. dA merupakan perbedaan luas antar objek sebelum dan sesudah *true orthophoto.*

Tabel 4.1. Analisa geometrik berupa luas orthophoto dan *True orthophoto*

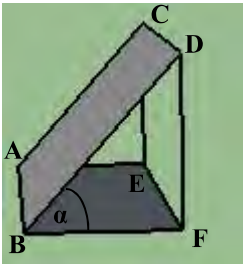
Nama	*Luas Orthophoto*	*Luas True orthophoto*	ΔA
Bangunan 1	1948.000 m^2	1950.948 m^2	2.948 m^2
Bangunan 2	403.000 m^2	400.759 m^2	2.241 m^2
	108.000 m^2	62.969 m^2	45.031 m^2
Bangunan 3	1035.000 m^2	1031.864 m^2	3.136 m^2

Perbedaan paling besar terdapat pada bangunan 2 bagian belakang. Jika dari posisi atap bangunan kesalahan perhitungan yang besar dimungkinkan untuk terjadi karena ada perbedaan kemiringan tinggi di tiap sudut bangunan. Lihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Objek dilihat secara 3D

Terlihat bahwa atap memiliki ketinggian yang heterogen pada setiap sudut. Hal ini berpengaruh pada perhitungan luas. Pada *true orthophoto* luas yang dihitung dari luas proyeksi sedangkan pada *orthophoto*, luas dihitung berdasarkan visual objek. Perhitungan luas *true orthophoto* dari hasil digitasi 3D objek. Batas objek berdasarkan kenampakan 3D. Jadi luas yang dihasilkan merupakan luas 3D. Berikut merupakan ilustrasi dari analisa.



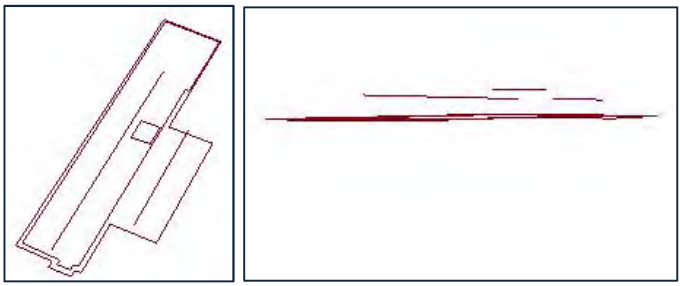
Gambar 4.8. Ilustrasi proyeksi
(Sumber : Analisa Penulis)

Pada gambar 4.8 menunjukkan perbedaan ketinggian, menyebabkan perbedaan luas. Luas ABCD diumpamakan sebagai luas *orthophoto*. Sedangkan ABFE sebagai luas *true orthophoto*. Sudut α yang dibentuk diantara kedua bidang merupakan sudut proyeksi.

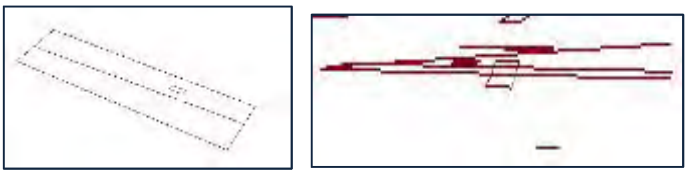
Pada bangunan 1 (lihat gambar 4.9) dan bangunan 3 (lihat gambar 4.8) bentuk atap tidak miring. Pada gambar di bawah ini Nampak bagian bangunan dari atas dan dari samping. Kenampakan dari samping menujukkan tidak adanya kemiringan bentuk atap bangunan.

Selain itu ketidaktepatan digitasi pada bangunan 2 bagian belakang juga mengurangi luasan yang didapat. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya blok hitam (lihat gambar 4.9). Blok hitam ini seharusnya wilayah *resampling*. Namun, karena ketidaktepatan digitasi, *resampling* juga tidak terjadi hingga timbul blok hitam.

Gambar 4.9. Ketidaktepatan digitasi bangunan 2 bagian belakang



Gambar 4.10. Bangunan 1 tampak atas (kiri) dan tampak samping (kanan)



Gambar 4.11. Bangunan 3 tampak atas (kiri) dan tampak samping (kanan)

4.2. Evaluasi metode *resampling* pada wilayah oklusi (wilayah *relief displacement*) yang hilang.

Resampling pada *true orthophoto* terjadi akibat adanya pergeseran atap bangunan saat penghilangan ilayah oklusi. *Resampling* berkebalikan dengan wilayah oklusi. Hal ini, dikarenakan, atap bergeser ke wilayah oklusi. Sedangkan wilayah yang ditinggalkan oleh atap bangunan akibat relief displacement kosong. Untuk mengisi kekosongan wilayah tersebut perlu adanya *resampling* dari interpolasi nilai *pixel* disekitarnya.

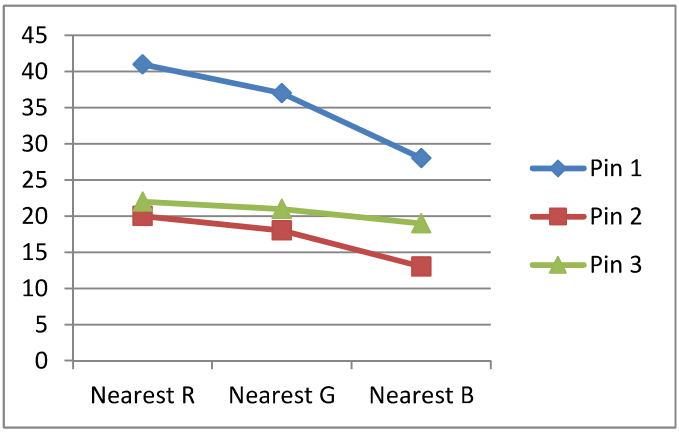
Perbedaan resempling objek mempengaruhi derajat keabu – abuan (*grey value*) *pixel* dapat pada

tabel 4.2. Secara visual *resampling* tidak mempengaruhi visual objek meskipun *resampling* pada objek berbeda. Namun jika dilihat dari nilai *grey value* akan terlihat perbedaannya. Perbedaan *resampling* dapat dilihat pada tabel berikut.

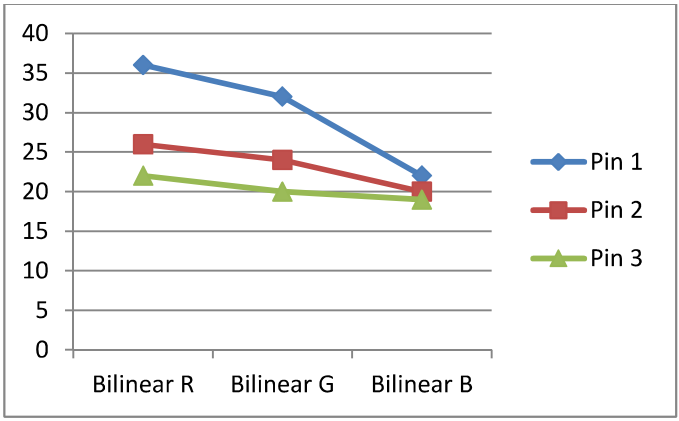
Tabel 4.2. *Grey value* akibat *resampling* objek

Nama	Near Neigbour			Bilinear			Cubic Convolution		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Pin 1	41	37	28	36	32	22	36	31	22
Pin 2	20	18	13	26	24	20	25	23	20
Pin 3	22	21	19	22	20	19	21	20	18

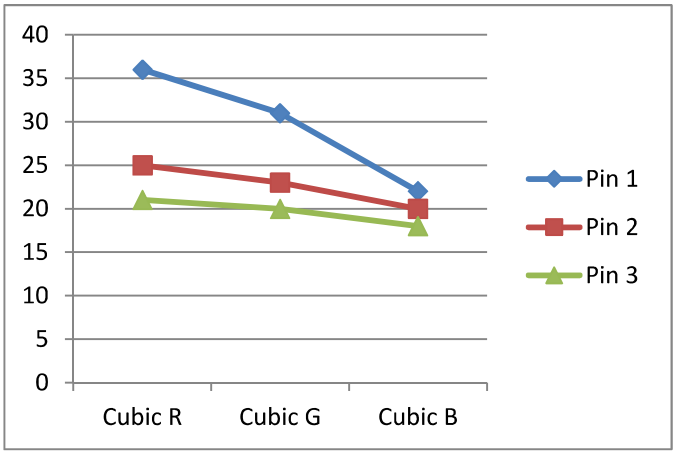
Sebagai contoh, untuk bangunan satu diuji coba dengan 3 *resampling*. *Resampling* meliputi *nearest neighbor, bilinier dan cubic convolution*. Tidak terdapat perbedaan jika dilihat secara visual (lihat gambar 4.13, 4.14, 4.15). Pada gambar grafik di bawah ini menunjukkan perubahan nilai RGB pada masing metode.



Gambar 4.12. Grafik *nearest neighbor*



Gambar 4.13. Grafik *bilinear*



Gambar 4.13. Grafik *cubic convolution*

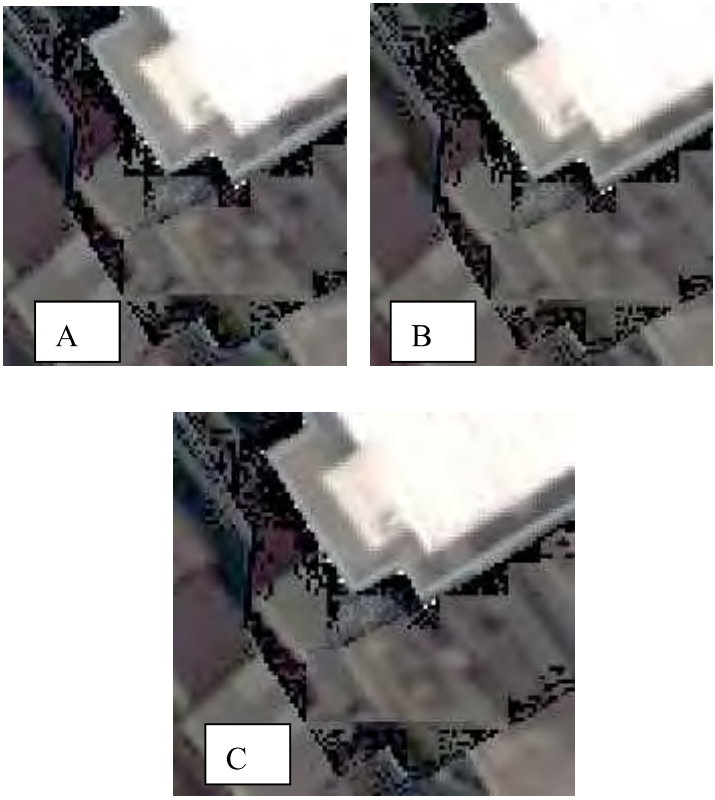
Keterangan : R : Red
G : Green
B : Blue

Gambar 4.14. Resampling Nearest Neighbour Bangunan 1

Gambar 4.15. *Resampling Bilinear* Bangunan 1

Gambar 4.16. ***Resampling Cubic Convolution*** **Bangunan 1**

Masing – masing metode memiliki hasil *resampling* yang berbeda – beda. Berikut ini merupakan detail dari bentuk *pixel* bangunan 1 dari masing – masing metode *resampling* pada gambar 4.17 :



Gambar 4.17. Perbedaan bentuk *pixel* dari 3 metode *resampling*, *near neighbor* (a), *bilinear* (b), *cubic convolution* (c)

LAMPIRAN

1. **Spesifikasi LiDAR data :**

Header information from:

File Signature: LASF
File Source ID: 0
Global Encoding: 0
Project ID - GUID data 1: 0
Project ID - GUID data 2: 0
Project ID - GUID data 3: 0
Project ID - GUID data 4:
Version Major: 1
Version Minor: 1
System Identifier:
Generating Software: TerraScan
File Creation Day of Year: 62
File Creation Year: 2016
Header Size: 227
Offset to point data: 229
Number of variable length records: 0
Point Data Format ID: 1
Point Data Record Length: 28
Number of point records: 12718960
Number of points return 1: 12428531
Number of points return 2: 290429
Number of points return 3: 0
Number of points return 4: 0

```
Number of points return 5: 0
X scale factor: 0.001
Y scale factor: 0.001
Z scale factor: 0.001
X offset: 0
Y offset: 0
Z offset: 0
Max X: 707099.999
Min X: 705700
Max Y: -2147483.648
Min Y: -2147483.648
Max Z: 77.713
Min Z: 6.413
ans =
        'File Signature'            'LASF'
        'File Source ID'            [    0]
        'Global Encoding'           [    0]
        'Project ID - GUID data 1'  [    0]
        'Project ID - GUID data 2'  [    0]
        'Project ID - GUID data 3'  [    0]
        'Project ID - GUID data 4'  ''
        'Version Major'             [    1]
        'Version Minor'             [    1]
        'System Identifier'         ''
```

```
                'Generating Software'                'TerraScan'
                'File Creation Day of Year'          [        62]
                'File Creation Year'                 [      2016]
                'Header Size'                        [       227]
'Offset to point data'                [       229]
'Number of variable length records'   [         0]
'Point Data Format ID'                [         1]
'Point Data Record Length'            [        28]
'Number of point records'             [  12718960]
'Number of points return 1'           [  12428531]
'Number of points return 2'           [    290429]
'Number of points return 3'           [         0]
'Number of points return 4'           [         0]
'Number of points return 5'           [         0]
'X scale factor'                      [     0.001]
'Y scale factor'                      [     0.001]
'Z scale factor'                      [     0.001]
'X offset'                            [         0]
'Y offset'                            [         0]
'Z offset'                            [         0]
'Max X'                               [ 707099.999]
'Min X'                               [    705700]
'Max Y'                               [-2147483.648]
'Min Y'                               [-2147483.648]
'Max Z'                               [    77.713]
'Min Z'                               [     6.413]
```

'intensity' [2.28611813812953e-310]
'classification' [9.45656582501696e-308]
'scale angle' [2.39343929191725e-257]

1. Spesifikasi Orthophoto

Dimensions	:	9000x6732
Width	:	9000 *pixel*s
Height	:	6732 *pixel*s
Horizontal Resolution	:	1 dpi
Vertical Resolution:	1 dpi	
Camera	:	Leica RCD30
Focal Length	:	53 mm
Photometric Interpretation	:	RGB

2. Hasil True orthophoto

Bangunan 1

Gambar 1. Bangunan 1

Bangunan 2

Gambar 2. Bangunan 2, nomor 1 Bagian depan, nomor 2 bagian belakang

Bangunan 3

Gambar 3. Bangunan 3

3. Hasil Sampling Digital Number (RGB) Nearest Neigbour

Tabel 1. Sampling Nearest Neigbour

Nama	Red	Green	Blue
Pin 1	36.0	31.0	22.0
Pin 2	25.0	23.0	20.0
Pin 3	21.0	20.0	18.0
Pin 4	19.0	16.0	14.0
Pin 5	24.0	23.0	20.0
Pin 6	41.0	38.0	32.0
Pin 7	34.0	30.0	22.0
Pin 8	20.0	18.0	15.0
Pin 9	44.0	43.0	35.0
Pin 10	22.0	20.0	17.0
Pin 11	24.0	23.0	19.0
Pin 12	24.0	24.0	20.0
Pin 13	1.0	1.0	1.0
Pin 14	32.0	27.0	21.0
Pin 15	25.0	22.0	19.0
Pin 16	20.0	18.0	15.0
Pin 17	20.0	17.0	14.0
Pin 18	5.0	5.0	5.0
Pin 19	16.0	13.0	15.0
Pin 20	19.0	17.0	15.0
Pin 21	17.0	16.0	11.0
Pin 22	22.0	18.0	15.0
Pin 23	44.0	43.0	35.0
Pin 24	20.0	17.0	14.0
Pin 25	23.0	20.0	18.0
Pin 26	36.0	31.0	25.0
Pin 27	25.0	23.0	19.0
Pin 28	26.0	24.0	20.0
Pin 29	20.0	17.0	14.0
Pin 30	17.0	14.0	12.0

Bilinear

Tabel 2. Sampling Bilinear

Nama	Red	Green	Blue
Pin 1	36.0	32.0	22.0
Pin 2	26.0	24.0	20.0
Pin 3	22.0	20.0	19.0
Pin 4	19.0	17.0	14.0
Pin 5	25.0	23.0	22.0
Pin 6	41.0	39.0	33.0
Pin 7	33.0	29.0	22.0
Pin 8	21.0	18.0	16.0
Pin 9	46.0	44.0	36.0
Pin 10	22.0	20.0	17.0
Pin 11	25.0	23.0	20.0
Pin 12	25.0	25.0	22.0
Pin 13	1.0	1.0	1.0
Pin 14	33.0	28.0	23.0
Pin 15	26.0	23.0	20.0
Pin 16	21.0	19.0	16.0
Pin 17	21.0	18.0	15.0
Pin 18	5.0	5.0	5.0
Pin 19	16.0	13.0	15.0
Pin 20	20.0	19.0	16.0
Pin 21	17.0	16.0	12.0
Pin 22	22.0	17.0	15.0
Pin 23	46.0	44.0	36.0
Pin 24	21.0	19.0	15.0
Pin 25	24.0	21.0	19.0
Pin 26	37.0	32.0	26.0
Pin 27	26.0	24.0	20.0
Pin 28	27.0	25.0	21.0
Pin 29	21.0	18.0	15.0
Pin 30	18.0	15.0	13.0

Cubic Convolution

Tabel 3. Sampling Cubic Convolution

Nama	Red	Green	Blue
Pin 1	41.0	37.0	28.0
Pin 2	20.0	18.0	13.0
Pin 3	22.0	21.0	19.0
Pin 4	15.0	12.0	11.0
Pin 5	24.0	23.0	20.0
Pin 6	28.0	26.0	22.0
Pin 7	34.0	27.0	21.0
Pin 8	23.0	23.0	17.0
Pin 9	37.0	35.0	32.0
Pin 10	19.0	17.0	14.0
Pin 11	25.0	23.0	20.0
Pin 12	17.0	16.0	13.0
Pin 13	13.0	11.0	9.0
Pin 14	30.0	27.0	22.0
Pin 15	31.0	28.0	24.0
Pin 16	17.0	15.0	12.0
Pin 17	20.0	17.0	15.0
Pin 18	1.0	1.0	1.0
Pin 19	15.0	12.0	12.0
Pin 20	18.0	16.0	14.0
Pin 21	15.0	14.0	9.0
Pin 22	25.0	23.0	19.0
Pin 23	34.0	32.0	25.0
Pin 24	19.0	17.0	13.0
Pin 25	24.0	22.0	19.0
Pin 26	36.0	34.0	23.0
Pin 27	20.0	18.0	14.0
Pin 28	28.0	26.0	22.0
Pin 29	20.0	17.0	14.0
Pin 30	20.0	16.0	14.0

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1). Pergeseran atap bangunan mengarah pada wilayah *relief displacement* sehingga wilayah *resampling* kebalikan dari wilayah oklusi (*relief displacement*)

2). Perbedaan luas pada bangunan 1, ΔA_1 = 2.9482 m^2, ΔA_{2D} = 2.241 m^2 ΔA_{2b} = 45.031 $m^2 m^2$ dan ΔA_3 = 3.136 m^2. Terjadi perbedaan luas bangunan 2 bagian belakang yang terlalu besar, disebabkan perbedaan bentuk atap bangunan . Bentuk yang benar terlihat dalam kenampakan 3D. Tiap sisi atap bangunan 3 memiliki ketinggian yang berbeda. Sehingga ketinggian mempengaruhi hasil luasan yang besar antara *orthophoto* dan *true orthophoto* bangunan 3. Juga dikarenakan ketidaktepatan digitasi atap. Dapat disimpulakan bahwa luas *orthophoto* berbeda dengan *true orthophoto*.

3). Hasil *resampling* dengan ketiga metode, ditemukan adanya nilai *pixel* yang kosong tanpa nilai *Digital Number* (RGB) dan *resampling* mempengaruhi bentuk derajat keabu – abuan *pixel resampling*.

5.2. Saran

1). Memperhatikan ketinggian dari objek pada proses digitasi.

2). Sebaiknya luasan yang dihitung luas dalam 3D.
3). Pada proses r*esampling* sebaiknya menggunakan Nearest Neighbour karena nilai *pixel* yang diambil 4 *pixel* terdekat. *Resampling* ini memiliki derajat keabu - abuan yang tidak terlalu manipulatif. Namun untuk menghasilkan *resampling* yang lebih halus maka menggunakan *cubic convolution*.
4). Perlu penelitian lebih lanjut untuk metode untuk mendeteksi wilayah oklusi dan metode *resampling*.

DAFTAR PUSTAKA

Amhar, F., 1998 . "The Generation of *True orthophoto*s Using a 3D Building Model in Conjunction With a Conventional DTM". IAPRS, Vol.32, Hal.16-22.

Anonim. 2015. Nearest Neighbor, Bilinear, and Bicubic Interpolation Methods. Tersedia di <http://www.mathworks.com/help/vision/ug/interpolation-methods.html?s_tid=gn_loc_drop#f13674> . Diakses pada tanggal 21 Januari 2016.

Ayman, F. Habib.2008. An Occlusion-Based Procedure for True orthophoto Generation and LiDAR Data Classification. Digital Photogrammetry Research Group Department of Geomatics Engineering Schulich School of Engineering University of Calgary.

Baltsavias, E., 1999. "Airborne laser scanning: existing systems and firms and other resources" . *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 54(2-3), Hal.164-198.

Bang, K. I., Ayman, F. Habib, Shin, S. W., Kim, K. O., 2007. "Comparative Analysis of Alternatif Methodologies for true orthophoto Generation from High Resolution Satellite Imagery" . ASPRS 2007 Annual Conference Tampa, Florida 7-11 Mei 2007.

Beasy, C., 2007. LiDAR and Photogrametry. Kanada: Eagle Mapping.

Carter, J, Schmid, K., Waters, K., Betzhold, L., Hadley, B., Mataosky R., dan Halleran, J., 2012 . An Introduction to LiDAR Technology, Data and Applications . Amerika Serikat : NOAA Coastal Services Center.

Chanjae, K., 2008. Object-based Integration of Photogrametry and LiDAR Data for Accurate Reconstruction and Visualitation of Building Models. Geomatics Engineering : University of Calgary.

George, Wolberg. 1994. "Digital Image Warping". IEEE Computer Society Press, Los Alamitos,CA, USA.

Jie, S. and C. K. Toth. 2008 . "Topographic laser ranging and scanning: principles and processing" : CRC Press.

Marinov, B.2003.Master Course Photogrammetry 2003.

Nielsen, M. O., 2004 . True orthophoto generation : Technical University of Denmark, Master's thesis, Preparatory thesis.

Oliveira, H.C and Galo, M. 2014. "Occlusion Detection by Height Gradient for *True orthophoto* Generation using LiDAR Data". Hannover, Jerman. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W1, ISPRS Hannover Workshop 2013, 21 – 24 May 2013.

Rosytha, A dan Taufik, M . 2011. "Studi Analisa Banjir Dengan Menggunakan Teknologi SIG di Kabupaten Bojonegoro". Seminar Nasional VII 2011 Teknik Sipil ITS Surabaya Penanganan Kegagalan Pembangunan dan Pemeliharaan Infrastruktur.

Sheng, Yongwei, Gong, peng dan Biging, G.S. 2003. "True Orthoimage Production from large Scale Aerial Photographs". Photogrametric Engineering and Remote Sensing Vol. 69 No.3, Maret 2003, Hal. 259-266.

Smith, B . 2002 . Bicubic, Bilinear and Nearest Neighbour Image Interpolation: MUN

Tempfli, K . 1991. "DTM and Differential Modelling" . Proceeding ISPRS and OE EPE Joint Workshop on

Updating Digital Data by Photogrammetric Methods 15-17 September 1991 Oxford, England. Halaman 193-200.

Trimble. 2015.Inpho . < http://www.inpho.de, July 2003>. Dikunjungi pada tanggal 20 Agustus 2015, jam 08.00.

Trimble. 2011a. Tutorial DTM Master 5.4.Germany :Trimble Germany.

Trimble. 2011b. Tutorial Orthomaster 5.4.Germany :Trimble Germany.

Trimble. 2011c. Tutorial Orthovista 5.4.Germany :Trimble Germany.

Wimmer, Rupert. 2010. True Orthophoto Generation. German, University of Applied Science .

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4. Biodata Penulis

Penulis dilahirkan di Kediri, 13 April 194, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita, SDN Pandansari I, SMPN I Purwoasri dan SMA Negeri I Plemahan. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan kuliah S-1 di Teknik Geomatika – FTSP, ITS pada tahun 2012 terdaftar dengan NRP 3512100069. Di Teknik Geomatika penulis memilih bidang kajian ilmu Geomatika. Prestasi pada masa SMA yaitu Peringkat 5 Olimpiade Fisika Kabupaten Kediri Tahun 2011. Sedangkan di bangku kuliah aktif sebagai keanggotaan organisasi di HIMAGE Departemen Luar Negri dan BEM FTSP Departemen Dalam Negri Biro Lingkar kampus. Penulis juga aktif sebagai *Steering Comitte* Komisi Disiplin pada Gerakan Integralistik (GERIGI) ITS 2014 dan merupakan wakil ketua Geolympic 2014. Dalam bidang akademik penulis aktif mengikuti Pekan Kreativitas Mahasiswa sebagai peserta.

.