

EVALUASI UJI PERBANDINGAN KETELITIAN PADA ORTHOPHOTO BERDASARKAN STANDAR *ASPRS*

Fransiska Dwi Agustina¹

¹Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Malang
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang-65145 Telp./Faks: (0341) 551431/553015,
e-mail: siscaagustina@lecturer.itn.ac.id

(Diterima 17 Mei 2021, Disetujui 29 Agustus 2021)

ABSTRAK

Pemetaan dengan pemotretan foto udara pada umumnya menghasilkan ketelitian yang cukup akurat. Pemotretan foto udara tersebut menghasilkan sumber data berupa orthophoto. Orthophoto yang masih belum melalui proses rektifikasi yaitu sebuah metadata dalam bidang proyeksi perspektif dan masih dipengaruhi oleh pergeseran relief, distorsi lensa, dan kemiringan kamera. Proses pengolahan orthophoto dapat dilakukan dengan berbagai macam software pendukung guna untuk melakukan proses rektifikasi. Dari berbagai macam software pengolahan orthophoto memiliki ketelitian yang berbagai macam pula, terutama hasil produk dari orthophoto. Orthophoto digital diperoleh melalui digital yaitu dengan menggunakan software, yang mana diawali dengan melakukan koreksi ketinggian *Digital Elevation Model* (DEM). Kualitas orthophoto dapat ditentukan dengan menggunakan kontrol kualitas yaitu melakukan uji ketelitian geometrik.

Pada penelitian ini dilakukan proses untuk menghasilkan orthophoto dengan menggunakan software *Agisoft Metashape* dan *Pix4d Mapper*. Data yang diolah yaitu metadata foto udara dan hasil pengukuran titik GCP menggunakan Pengukuran GPS Geodetic. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketelitian geometrik pada orthophoto menggunakan dua software yang berbeda. Ketelitian geometri dihasilkan oleh nilai residu *error* ICP terhadap geometri orthophoto yang terbentuk pada pemrosesan foto udara menggunakan software *Agisoft Metashape* dan *Pix4d Mapper*.

Hasil perhitungan ketelitian geometrik merujuk pada ketelitian standar *ASPRS*. Evaluasi terhadap uji perbandingan ketelitian software *Agisoft Metashape* memiliki nilai $RMSE_r$: 0.056310298m dan untuk tingkat kepercayaan 95% maka $RMSE_r \times 1.7308$: 0.097462 m. Hasil ketelitian software *Pix4d Mapper* memiliki nilai $RMSE_r$: 0.063017 m dan untuk tingkat kepercayaan 95% maka $RMSE_r \times 1.7308$: 0.109071m. Pada software *Agisoft Metashape* menunjukkan bahwa hasil pengolahan orthophoto tergolong kategori *class* III dengan skala 1 : 200, dan software *Pix4dMapper* hasil pengolahan orthophoto tergolong kategori *class* III dengan skala 1 : 250. Maka dapat disimpulkan menurut hasil evaluasi terhadap hasil uji ketelitian data orthophoto menurut standar *ASPRS* menunjukkan bahwa software *Agisoft Metashape* memiliki nilai keakurasian yang lebih baik daripada software *Pix4dMapper*.

Kata Kunci : *Orthophoto, ASPRS, Agisoft Metashape, Pix4dMapper*

ABSTRACT

Mapping by aerial photographs generally produces fairly accurate accuracy. The aerial photo shooting produces an orthophoto data source. An orthophoto that has not gone through the rectification process of metadata in the perspective projection field and is still affected by relief shift, lens distortion, and camera tilt. The orthophoto processing process can be done with a variety of supporting software to carry out the rectification process. The various kinds of orthophoto processing software have various kinds of accuracy, especially the products of orthophoto. A digital orthophoto is obtained digitally, namely by using software, which begins by correcting the Digital Elevation Model (DEM). The quality of orthophoto can be determined using quality control, namely doing a geometric accuracy test.

In this study, a process was carried out to produce an orthophoto using Agisoft Metashape and Pix4d Mapper software. The data processed are metadata of aerial photographs and the results of measuring GCP points using GPS Geodetic Measurements. This study aims to evaluate the geometric accuracy of orthophoto using two different software. Geometry accuracy is generated by the residual value of the ICP error on the orthophoto geometry formed in aerial photo processing using Agisoft Metashape and Pix4d Mapper software.

The results of the calculation of geometric accuracy refer to the ASPRS standard accuracy. Evaluation of the accuracy comparison test for Agisoft Metashape software has an RMSEr value: 0.056310298m and for a 95% confidence level, the RMSEr x 1.7308: 0.097462 m. The results of the accuracy of the Pix4d Mapper software have an RMSEr value: 0.063017 m and for a 95% confidence level, the RMSEr x 1.7308: 0.109071m.

The Agisoft Metashape software shows that the results of orthophoto processing are classified as class III with a scale of 1: 200, and the Pix4dMapper software results from orthophoto processing are classified as class III with a scale of 1: 250. So it can be concluded that according to the results of the evaluation of the test accuracy results of orthophoto data according to ASPRS standards shows that the Agisoft Metashape software has a better accuracy value than the Pix4dMapper software.

Keyword : Orthophoto, ASPRS, Agisoft Metashape, Pix4dMapper

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Pada umumnya *orthophoto* memiliki ketelitian yang berbeda-beda yang mana karena adanya berbagai perbedaan, misalnya instrumen pengambilan data dan proses pengolahan data. Pengambilan data menggunakan metode fotogrametri yang sudah *tegeoreference* dinamakan *orthophoto*. Perkembangan teknologi pada bidang fotogrametri untuk kepentingan pemetaan yang kini sedang berkembang pesat adalah teknologi berbasis pesawat tanpa awak sebagai contoh *Drone*. Pesawat tanpa awak memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi pemetaan lainnya, yaitu dapat dilakukan dengan waktu yang relatif lebih cepat, sederhana, dan mudah dilakukan secara berpindah-pindah serta memiliki akurasi cukup tinggi. (Wolf, 1993)

Hasil pemotretan foto udara yaitu metadata yang masih dalam bidang proyeksi perspektif dan masih dipengaruhi oleh pergeseran relief, distorsi lensa, dan kemiringan kamera. Metadata foto udara tersebut diolah oleh *software*, salah satunya dapat menghasilkan produk *orthophoto*. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan semakin banyak jenis *software* yang dapat mengolah *orthophoto*. Dari berbagai macam jenis *software* tersebut masing-masing memiliki nilai keakuratan yang berbeda-beda. Dari segi bidang fotogrametri terutama menggunakan pesawat tanpa awak sebagai wahananya, dapat dilihat semakin meningkat tuntutan dan kinerja dalam menghasilkan kualitas *orthophoto* yang akurat.

Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian ketelitian terhadap *orthophoto* yang mana penulis mengambil salah satu area yaitu Waduk Selorejo Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dengan melakukan pengolahan *orthophoto* menggunakan jenis dua *software* yang berbeda. Evaluasi uji ketelitian didapatkan dari hasil perbandingan pengolahan *orthophoto* dengan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4d Mapper* yang mengacu berdasarkan standar ketelitian *ASPRS (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing)*. Hasil uji ketelitian *orthophoto* tersebut nantinya dapat menjadi pertimbangan surveyor untuk dapat menentukan *software* yang tepat dalam menghasilkan produk *orthophoto* secara presisi dan akurat mengacu berdasarkan standar ketelitian *ASPRS*.

I.2 Perumusan Masalah

Bagaimana uji ketelitian *orthophoto* menggunakan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper* berdasarkan standar *ASPRS*.

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketelitian hasil dari pengolahan *orthophoto* menggunakan 2 *software* yang berbeda berdasarkan standar *ASPRS*.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

Adapun manfaat kedepan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah memberikan evaluasi uji ketelitian *orthophoto* terhadap dua *software* yang berbeda berdasarkan standar *ASPRS*.

I.4 Batasan Masalah :

Dalam penelitian ini, batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

- a. Data yang digunakan adalah data hasil pemotretan foto udara menggunakan *Drone DJI Phantom 4*.
- b. Data acuan yang digunakan sebagai pembanding adalah hasil pengukuran secara geodetik yaitu Titik GCP dan Titik ICP.
- c. Pedoman yang digunakan dalam pengujian akurasi adalah sesuai dengan standar *ASPRS 2015*.
- d. Pengolahan *orthophoto* menggunakan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper*.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

I.5.1 Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di area Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis Desa Pandansari terletak di $7^{\circ}51'57,58''$ LS dan $112^{\circ}21'39,68''$ BT. Desa Pandansari merupakan desa yang terletak pada ketinggian 600-1350 meter dari permukaan laut dengan kemiringan lahan 15-55 %, daerah secara topografis Desa Pandansari yaitu dataran seluas 23,536 Ha, perbukitan seluas 247,074 Ha, waduk seluas 90 Ha, sawah seluas 94,458 dan sungai .



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2020)

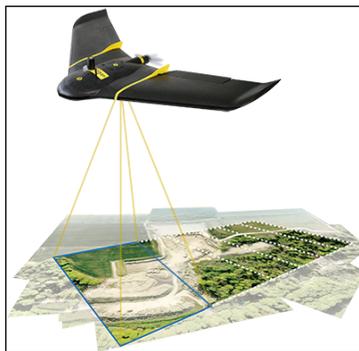
II. Tinjauan Pustaka

II.1 Fotogrametri

Pemetaan dengan pemotretan foto udara pada umumnya menghasilkan hasil pemetaan yang cukup akurat. Pemotretan foto udara tersebut menghasilkan sumber data berupa *orthophoto* yang sebelumnya telah melalui tahapan cek ketelitian dari *orthophoto*. *Orthophoto* tersebut memiliki beranekaragam objek yang terpotret diantaranya bangunan, dan vegetasi atau non bangunan (Agustina, 2019).

Pemetaan secara fotogrametri tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan *ground controls* (titik dasar kontrol) hingga kepada pengukuran batas tanah. Batas-batas tanah yang diidentifikasi pada peta foto harus diukur di lapangan. Fotogrametri dapat mencakup dua bidang yaitu fotogrametri metrik dan fotogrametri *interpretative* (Herjuno, 2013).

1. Fotogrametri metrik adalah suatu pekerjaan pengukuran menggunakan wahana pemotretan udara dengan berbagai macam perhitungan untuk menentukan ukuran dan bentuk dari suatu objek. Fotogrametri metrik bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif seperti jarak, sudut, luas dan posisi dari suatu objek. Untuk memperoleh data tersebut diperlukan alat-alat khusus serta pengetahuan dan keterampilan tertentu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan matematis antara sistem foto udara dengan sistem tanah, sehingga ukuran-ukuran di foto dapat dipindahkan ke sistem tanah atau sebaliknya.
2. Fotogrametri *Interpretative* adalah kegiatan yang dimaksudkan untuk mengenali suatu objek serta pengidentifikasian dari suatu objek tertentu. Fotogrametri Interpretatif bertujuan untuk memperoleh data kualitatif dengan cara pengenalan, identifikasi dan interpretasi foto udara.



Gambar 2.1 Fotogrametri (Sumber: Berau Stephen, 2016)

II.2 Pesawat Tanpa Awak

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dapat diartikan sebagai wahana udara bermotor tanpa awak yang dapat digunakan berulang kali (Eisenbei, 2009). Wahana udara ini dikontrol dari jarak jauh dengan sistem kendali otomatis (*autopilot*), manual ataupun kombinasi dari kedua sistem tersebut.

Pemberian nilai parameter pada foto yang akurat sangat penting sebagai prasyarat dalam fotogrametri menggunakan wahana *Unmanned Aerial Platform (UAV)*. Foto yang terorientasi diperlukan guna untuk memulai proses mosaik foto/ *orthophoto*. Algoritma yang digunakan yaitu nilai pendekatan untuk mendapatkan nilai parameter pada foto (yaitu menerapkan metode *space resection*) yang mana menggunakan model proyeksi perspektif. Syarat dari model proyeksi perspektif tersebut yaitu pusat kamera berada dalam satu garis lurus pada foto secara jaringan geometri. Misalnya, benda yang diukur pada gambar menempati porsi yang sesuai dari bidang pandang sudut kamera (FoV). Model proyeksi perspektif adalah standard metode fotogrametri untuk memproses foto hasil dari pemotretan udara dan sangat andal untuk menghasilkan model bidang 3D (Tjahjadi dkk, 2019).



Gambar 2.2 Drone DJI Phantom 4 Pro

II.3 Georeferensi dan Rektifikasi

Georeferensi adalah proses penyamaan sistem koordinat dari peta ke citra, dari citra ke citra maupun dari peta ke peta. Dalam hal ini, koreksi geometrik sesungguhnya melibatkan proses georeferensi karena semua sistem proyeksi sangat terkait dengan koordinat peta. Terdapat sedikit perbedaan antara georeferensi dan rektifikasi (Putranindya, 2014).

Rektifikasi adalah proses transformasi dari suatu sistem grid ke dalam grid yang lain menggunakan persamaan polinomial tertentu. Kesalahan geometrik dipengaruhi oleh distorsi (kesalahan) yang timbul pada saat perekaman. Beberapa kesalahan ini terkadang sudah dikoreksi oleh supplier citra atau dapat dikoreksi secara geometris oleh pengguna. Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan (Putranindya, 2014) :

- a) Menggunakan titiik kontrol (*Ground Control Point*) yang dicari pada citra lain yang sudah memiliki georeferensi.
- b) Menggunakan titik (*Ground Control Point*) yang dicari pada peta yang sudah memiliki georeferensi.
- c) Memakai titik pengukuran yang diambil menggunakan GPS (*Global Positioning System*) pada lokasi-lokasi tertentu yang mudak dikenali citra.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan koreksi geometris yaitu tingkat resolusi dan proyeksi yang digunakan data itu. Dalam koreksi geometrik dikenal ada 2 jenis metode koreksi, yaitu (Putranindya, 2014):

1. Rektifikasi, proses mengkoreksi citra sesuai dengan koordinat peta, GPS atau citra lain yang sudah terkoreksi.
2. Orthorektifikasi, proses koreksi geometrik dengan memasukkan data ketinggian permukaan dan informasi posisi platform satelit. Rektifikasi ortho merupakan metode yang paling akurat akan tetapi prosesnya cukup rumit dan memerlukan data yang lebih banyak.

II.4 Orthophoto

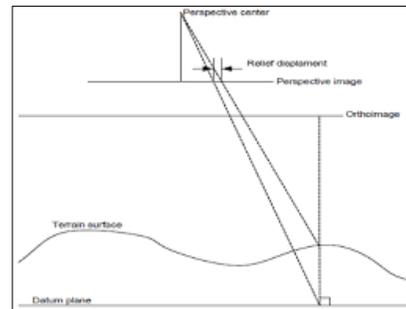
Orthophoto adalah fitur gambar dalam posisi ortografis yang sebenarnya melalui proses yang disebut ortorektifikasi. Gambar perspektif yang terdapat di foto dari hasil terbang *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* mengandung perpindahan dalam posisi fitur karena faktor-faktor seperti gerakan sensor dan distorsi lensa, efek perspektif (yaitu perpindahan relief dan variasi skala), dan bidang relief (yaitu skala variasi). Pada saat gambar dikoreksi menjadi gambar vertikal ekuivalen, maka akan menghilangkan beberapa perpindahan yang disebabkan oleh kemiringan (misalnya variasi skala) tetapi bukan perpindahan relief. Dalam ortorektifikasi, gambar diproyeksikan dalam bentuk *DTM* sehingga nilai kesalahan dari perpindahan relief dan variasi skala akibat bidang relief dihilangkan atau diminimalkan. *DTM* yang digunakan hanya berisi elevasi titik-titik tanah, semua ketinggian yang lebih tinggi dari permukaan tanah mungkin tampak salah pada gambar yang telah diortorektifikasi (Tjahjadi dkk, 2019).



Gambar 2.3 *Orthophoto* (Sumber: Geomaxgis.com 2020)

Sebuah foto yang secara akurat menggambarkan posisi horizontal dari kenampakan bidang tinggi disebut sebagai *orthophoto*. Ini menggunakan model permukaan digital (*DSM*) atau model bangunan digital (*DBM*) untuk memodelkan dengan benar fitur-fitur seperti struktur buatan manusia pada gambar yang terortorektifikasi. (Tjahjadi dkk, 2019)

Orthophoto didefinisikan sebagai gambar yang diperbaiki secara diferensial untuk menyajikan informasi secara planimetrik. Ini memberikan informasi spasial dan radiometrik dalam posisi ortografik sebenarnya, dan secara geometris setara dengan peta yang juga menunjukkan posisi ortografik sebenarnya dari objek. Tidak adanya perpindahan relief dan skala seragam dalam *orthophoto* memungkinkan pengguna untuk mengukur jarak, menghitung luas, dan melakukan digitalisasi objek. (Tjahjadi dkk, 2019)



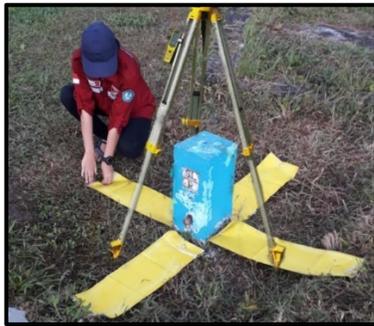
Gambar 2.4 *Perspektif dan geometri proyektif yang menyebabkan relief displacement* (Nielsen, 2004)

II.5 GCP (*Ground Control Point*)

Ground control point atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengkoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra yang akhirnya disebut sebagai proses rektifikasi. Tingkat akurasi GCP sangat tergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim, 2009).

GCP pada umumnya dibuat menyebar di pinggiran foto dan diadakan dengan dua cara, yaitu (Harintaka dkk, 2008) :

1. *Pre-marking* adalah mengadakan titik target sebelum pemotretan dilaksanakan.
2. *Post-marking* adalah mengidentifikasi obyek yang terdapat pada foto, kemudian ditentukan koordinat petanya.



Gambar 2.5 Ground Control Point

II.6 ICP (*Independent Check Point*)

Independent Check Point, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah. Titik cek bebas bertujuan untuk menguji keakuratan titik kontrol tanah (GCP) dan ketelitian citra hasil koreksi geometrik. Penempatan titik-titik ICP diusahakan terdistribusi merata dan tidak keluar dari area titik-titik GCP. Sebaran ICP atau Titik Uji Akurasi merupakan titik kontrol tanah yang akan digunakan sebagai titik uji hasil ortorektifikasi. Syarat persebaran ICP adalah obyek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji. (Sejahtera15, 2018)



Gambar 2.6 Independent check Point

II.7 ASPRS

Pada tahun 1979, masyarakat “Fotogrametri Amerika” memulai proses ikatan komite standar yang

diketahui oleh Maurice E Lafferty. Kemudian diikuti dengan formasi “*Standards Steering Commitee*” yang diketuai oleh M. Thompson dan hal ini mengarah pada “*Task Commitee For Photogrametry Standards*”. Pada tahun 1982 dikenal dengan nama *American Society for Photogrametry and Remote Sensing (ASPRS)*. Pada awalnya *ASPRS* digunakan untuk persiapan standar gambar berdasarkan peta, foto kualitas metrik dan untuk standar ketepatan ruang peta (Whitehead, 2015)

ASPRS mengembangkan standar ketetapan sementara untuk skala peta besar. Untuk mengantisipasi apabila standar *ASPRS* ini dibentuk revisi standar ketepatan Peta Nasional AS peta skala besar dan kecil, untuk mengetahuinya *ASPRS* mempunyai ciri utama yaitu menunjukkan keakuratan pada skala tanah, jadi data ruang digital dari ketepatan skala tanah yang dihubungkan dengan kelayakan skala peta. Standar ini memperhatikan definisi keakuratan ruang pada peta topografi skala besar (Whitehead, 2015).

Standar ketepatan *horizontal* untuk data planimetrik digital sesuai dengan standar *ASPRS* telah dibagi menjadi beberapa kelas dan mempunyai nilai RMSE untuk masing – masing skala peta yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Whitehead, 2015).

Tabel 2.1 *Horizontal Accuracy example for digital planimetric data (ASPRS 2015)*

Map Scale	Approximate Source Imagery GSD	Horizontal Data Accuracy Class	RMSE _x or RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Horizontal Accuracy at the 95% Confidence Level (cm)
1:100	1-2 cm	I	1.3	1.8	3.1
		II	2.5	3.5	6.1
		III	3.8	5.3	9.2
1:200	2-3 cm	I	2.5	3.5	6.1
		II	5.0	7.1	12.2
		III	7.5	10.6	18.4
1:250	3-4 cm	I	3.1	4.4	7.6
		II	6.3	8.8	15.3
		III	9.4	13.3	22.9
1:500	4-10 cm	I	6.3	8.8	15.3
		II	12.5	17.7	30.6
		III	18.8	26.5	45.9
1:1,000	10-20 cm	I	12.5	17.7	30.6
		II	25.0	35.4	61.2
		III	37.5	53.0	91.9
1:2,000	20-30 cm	I	25.0	35.4	61.2
		II	50.0	70.7	122.4
		III	75.0	106.1	183.6
1:2,500	30-40 cm	I	31.3	44.2	76.5
		II	62.5	88.4	153.0
		III	93.8	132.6	229.5
1:5,000	40-100 cm	I	62.5	88.4	153.0
		II	125.0	176.8	306.0
		III	187.5	265.2	458.9
1:10,000	1-2 m	I	125.0	176.8	306.0
		II	250.0	353.6	611.9
		III	375.0	530.3	917.9
1:25,000	3-4 m	I	312.5	441.9	764.9
		II	625.0	883.9	1529.8
		III	937.5	1325.8	2294.7

Tabel 2.2 *Recommended number of check point based on area (ASPRS 2015)*

Project Area (Square Kilometers)	Horizontal Accuracy Testing of Orthoimagery and Planimetrics	Vertical and Horizontal Accuracy Testing of Elevation Data sets		
	Total Number of Static 2D/3D Check Points (clearly-defined points)	Number of Static 3D Check Points in NVA	Number of Static 3D Check Points in VVA	Total Number of Static 3D Check Points
≤500	20	20	5	25
501-750	25	20	10	30
751-1000	30	25	15	40
1001-1250	35	30	20	50
1251-1500	40	35	25	60
1501-1750	45	40	30	70
1751-2000	50	45	35	80
2001-2250	55	50	40	90
2251-2500	60	55	45	100

II.7 RMSE

RMSE (Root Mean Square Error) merupakan akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber *independent* yang ketelitiannya lebih tinggi. *RMSE* horisontal ditentukan dari nilai *RMSE* absis dan *RMSE* ordinat. Nilai *RMSE* absis dan *RMSE* ordinat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (FGDC, 2013 dalam Putra, 2016):

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum(x \text{ data},i - x \text{ cek},i)^2}{n}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum(y \text{ data},i - y \text{ cek},i)^2}{n}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

- RMSE_x* : nilai *RMSE* ordinat
- RMSE_y* : nilai *RMSE* absis
- x data, i, y data, I* : koordinat posisi titik ke-*i* datasat
- x cek, i, y cek, i* : koordinat posisi titik ke-*i* data titik cek
- n* : jumlah titik cek yang di uji
- i* : bilangan bulat dari 1 sampai *n*

Sehingga nilai *RMSE* horisontal dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$RMSE_r = \sqrt{\frac{\sum(x \text{ data},i - x \text{ cek},i)^2 + (y \text{ data},i - y \text{ cek},i)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

RMSE_r untuk komponen horisontal pada tingkat kepercayaan 95% sebagai berikut :

$$Horizontal \ Accuracy = 1.7308 \times RMSE_r \dots\dots(2.4)$$

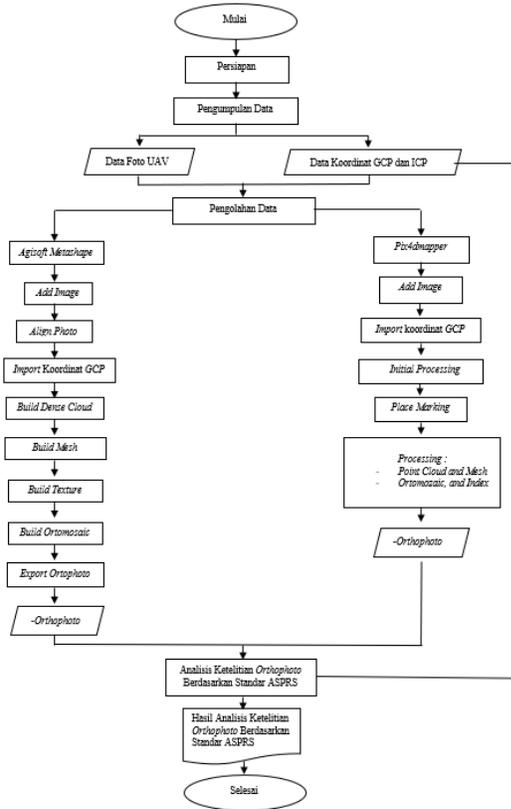
Hasil dari perhitungan *RMSE_r* atau *RMSE horisontal* pada tingkat kepercayaan 95%, perhitungan tersebut dapat dilihat berdasarkan standard akurasi *ASPRS (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing)* pada Tabel 2.1. Pada tabel tersebut dapat dilihat kategori skala yang sesuai dan kategori *class* yang sesuai untuk melihat nilai ketelitian geometri.

III. Pelaksanaan Penelitian

III.1 Alat dan Bahan

1. Alat Penelitian
 - Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :
 - a) Drone DJI Phantom 4 untuk melakukan pemotretan.
 - b) Laptop sebagai alat untuk pengolahan data dari lapangan dan pembuatan laporan.
 - c) Software *Agisoft Metashape v 1.6.3* untuk pengolahan foto udara dalam penelitian ini.
 - d) Software *Pix4dMapper v 4.4.12* untuk pengolahan foto udara dalam penelitian ini.
2. Data Penelitian
 - a. Data hasil pemotretan foto udara dengan *Drone*
 - b. Orthophoto
 - c. Koordinat GCP
 - d. Koordinat ICP
 - e. Tanda/ patok GCP dan ICP

III.2 Metodologi Penelitian



III.2.1 Tahapan Persiapan

Pada tahapan ini terdapat beberapa hal yang harus dipersiapkan yaitu alat, bahan, dan prosedur yang diperlukan untuk melakukan penelitian.

III.2.2 Tahapan Pengumpulan data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan seluruh data yang dibutuhkan untuk penelitian yang meliputi pengukuran GCP, ICP, dan pemotretan udara

- Pengukuran GCP dan ICP dilakukan dengan menggunakan GPS *Geodetic Hi-Target V60*. Metode untuk pengukuran GCP adalah *rapid static* dan metode RTK untuk pengukuran ICP.
- Pemotretan udara dilakukan dengan menggunakan drone DJI Phantom 4 Pro. Hasil pemotretan foto udara yaitu raw data berupa foto dengan format .jp

III.2.3 Tahapan Pengolahan data

Pada tahapan ini semua hasil pengukuran dikumpulkan dan dilakukan pengolahan. Peralatan yang digunakan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut :

- Agisoft Metashape* adalah *software* pengolahan orthophoto.
- Pix4dMapper* adalah *software* pengolahan orthophoto.

III.2.4 Tahapan Evaluasi

Pada tahapan ini data hasil dari pengolahan menggunakan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper*, dilakukan evaluasi uji ketelitian orthophoto berdasarkan standart *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS)*.

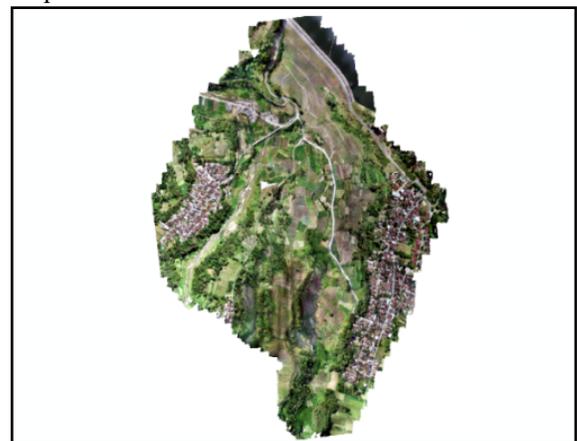
IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Pengolahan Foto Udara

Pengolahan foto udara dilakukan menggunakan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4D Mapper*, dengan jumlah data foto sebanyak 4467 foto dan 13 titik GCP yang diperoleh dari hasil pengukuran *GPS geodetic*. Adapun hasil pengolahan data foto udara berupa *orthophoto*.

4.1.1 Orthophoto

Berikut merupakan tampilan *orthophoto* yang dihasilkan dari pengolahan *software Agisoft Metashape* dan *Pix4D Mapper* tampak terlihat seperti kondisi *real* yang ada di lapangan. Secara visualisasi dapat dilihat dari tingkat ketajaman rona warna pada hasil *orthophoto* pengolahan *software Agisoft Metashape* terlihat lebih tajam daripada *orthophoto* pengolahan *software Pix4D Mapper*. Hal tersebut dapat mempengaruhi pada saat proses evaluasi atau digitasi terhadap beberapa macam objek pada *orthophoto* secara visual.



Gambar 4.1 Orthophoto Agisoft Metashape



Gambar 4.2 Orthophoto Pix4D Mapper

4.2 Hasil Evaluasi Ketelitian

Evaluasi ketelitian ini bertujuan untuk menentukan dan mengetahui nilai ketelitian Geometrik pada tiap hasil pengolahan orthophoto (ketelitian orthophoto). Ketelitian geometri dihasilkan dari nilai residu error ICP terhadap geometri orthophoto yang dibentuk dari pemrosesan foto udara menggunakan software *Agisoft Metashape* dan software *Pix4dMapper*.

4.2.1 Hasil Evaluasi Perhitungan Ketelitian Geometri Orthophoto

Pengujian nilai ketelitian geometrik horisontal dihasilkan dari proses digitasi pada orthophoto, selanjutnya dilakukan proses perhitungan selisih koordinat lapangan dan koordinat orthophoto dari foto tegak sebanyak 86 titik uji.

1. Hasil perhitungan ketelitian menggunakan software *Agisoft Metashape*

Tabel 4.1 NSSDA Accuracy Statistic for Example Data Set (*Metashape*)

KOORDINAT ORTHOPHOTO METASHAPE (m)			KOORDINAT RTK (m)			RESIDUAL (ERRORS) (m)			
ID	X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz
B1	649373.05	9129542.9	649.50636	649373.06	9129542.8	649.522	-0.006111	0.0069	-0.0157
B2	649380.88	9129535.2	649.30557	649380.89	9129535.2	649.297	-0.011002	0.0048	0.0088
B3	649387.35	9129529	649.27011	649387.39	9129528.9	649.252	-0.046718	0.0359	0.0181
B4	649394.66	9129522	649.31308	649394.67	9129522	649.286	-0.012918	-0.0212	0.0268
B5	649402.04	9129515.3	649.3424	649402.08	9129515.3	649.268	-0.000242	0.0331	0.0744
B6	649410.28	9129508.2	649.55865	649410.34	9129508.2	649.580	-0.061377	-0.0475	-0.0216
B7	649416.56	9129501.4	649.23701	649416.62	9129501.4	649.178	-0.069201	0.0258	0.0591
B8	649423.67	9129494.1	649.35547	649423.69	9129494.1	649.236	-0.027957	-0.0430	0.1200
B9	649430.49	9129487.1	649.69976	649430.63	9129487	649.545	-0.143882	0.1121	0.1546
B10	649437.38	9129480	649.58463	649437.45	9129480	649.447	-0.067153	0.0237	0.1375
B11	649444.74	9129472.6	649.46587	649444.77	9129472.6	649.510	-0.026779	-0.0534	-0.0437
..
B13	649458.36	9129458.9	649.51061	649458.41	9129458.8	649.236	-0.051029	0.0201	0.2750
NUMBER CHECK POINT									
86									
TOTAL (m)									
-1.979604 0.66057 18.421718									
MEAN (m)									
-0.0230187 0.007681 0.214206									
RMSE (m)									
0.0391209 0.0405019 0.2683314									
RMSEr (m)									
0.0563103 =SQRT(RMSEx ² +RMSEy ²)									
NSSDA HORZ ACCR (m)									
0.0974619 RMSEr*1.7308									
NSSDA VER ACCR (m)									
0.5259295 RMSEr*1.9600									

Perhitungan *RMSE* pada orthophoto yang dihasilkan oleh pengolahan software *Agisoft Metashape* dapat dilihat pada tabel 4.1 dengan hasil *RMSE_x* : 0.039120 m, *RMSE_y* : 0.040502 m, dan

RMSE_r : 0.056310 m. Untuk tingkat kepercayaan 95% maka *RMSE_r* x 1.7308 : 0.097462 m.

Tabel 4.2 Horizontal Accuracy example for digital planimetric data (*Metashape*)

Map Scale	Approximate Source Imagery GSD	Horizontal Data Accuracy Class	RMSE _x or RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Horizontal Accuracy at the 95% Confidence Level (cm)
1:100	1-2 cm	I	1.3	1.8	3.1
		II	2.5	3.5	6.1
		III	3.8	5.3	9.2
1:200	2-3 cm	I	2.5	3.5	6.1
		II	5.0	7.1	12.2
		III	7.5	10.6	18.4
1:250	3-4 cm	I	3.1	4.4	7.6
		II	6.3	8.8	15.3
		III	9.4	13.3	22.9
1:500	4-10 cm	I	6.3	8.8	15.3
		II	12.5	17.7	30.6
		III	18.8	26.5	45.9
1:1,000	10-20 cm	I	12.5	17.7	30.6
		II	25.0	35.4	61.2
		III	37.5	53.0	91.9
1:2,000	20-30 cm	I	25.0	35.4	61.2
		II	50.0	70.7	122.4
		III	75.0	106.1	183.6

Pada tabel 4.1 dapat dilihat berdasarkan nilai *RMSE* pada setiap nilai horizontal (tabel 4.2) menunjukkan bahwa dari masing-masing hasil nilai *RMSE_r* tergolong pada kesesuaian ketelitian skala 1:200.

2. Hasil perhitungan ketelitian menggunakan software *Pix4dMapper*

Tabel 4.3 NSSDA Accuracy Statistic for Example Data Set (*Pix4d*)

KOORDINAT ORTHOPHOTO PIX4D (m)			KOORDINAT RTK (m)			RESIDUAL (ERROR) (m)			
ID	X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz
B1	649373.04	9129542.8	649.48408	649373.06	9129542.8	649.522	-0.018496	-0.00453	-0.037932
B2	649380.86	9129535.2	649.32676	649380.89	9129535.2	649.297	-0.03443	-0.00499	0.029938
B3	649387.32	9129529	649.29361	649387.39	9129528.9	649.252	-0.069007	0.020270	0.041603
B4	649394.66	9129522	649.39308	649394.67	9129522	649.286	-0.012284	-0.03693	0.106773
B5	649402.04	9129515.3	649.42111	649402.08	9129515.3	649.268	-0.040846	0.01946	0.153112
B6	649410.28	9129508.2	649.69885	649410.34	9129508.2	649.580	-0.059738	-0.03669	0.118599
B7	649416.55	9129501.4	649.36459	649416.62	9129501.4	649.178	-0.074172	0.02299	0.186713
B8	649423.66	9129494.1	649.5406	649423.69	9129494.1	649.236	-0.035177	0.01114	0.305079
B9	649430.49	9129487.1	649.87874	649430.63	9129487	649.545	-0.142528	0.1044	0.333628
B10	649437.37	9129480	649.79458	649437.45	9129480	649.447	-0.084359	0.011880	0.347407
B11	649444.74	9129472.6	649.72553	649444.77	9129472.6	649.510	-0.080858	-0.019610	0.215918
..
B13	649458.35	9129458.9	649.78349	649458.41	9129458.8	649.236	-0.06124	0.0393	0.547919
NUMBER CHECK POINT									
86									
TOTAL (m)									
-3.08463 -0.05422 36.511827									
MEAN (m)									
-0.0358678 -0.0006305 0.4245561									
RMSE (m)									
0.0496665m 0.03878952 m 0.4906952									
RMSEr (m)									
0.0630174 =SQRT(RMSEx ² +RMSEy ²)									
NSSDA HORZ ACCR (m)									
0.1097076 RMSEr*1.7308									
NSSDA VER ACCR (m)									
0.9616919 RMSEr*1.9600									

Perhitungan *RMSE* pada orthophoto yang dihasilkan oleh software *Agisoft Metashape* dapat dilihat pada table 4.3 dengan hasil *RMSE_x* : 0.0496665m, *RMSE_y* 0.03878952 m, dan *RMSE_r* : 0.063017m. Untuk tingkat kepercayaan 95% maka *RMSE_r* x 1.7308 : 0.109071m.

Tabel 4.4 *Horizontal Accuracy example for digital planimetric data (Pix4d)*

Map Scale	Approximate Source Imagery GSD	Horizontal Data Accuracy Class	RMSE _x or RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Horizontal Accuracy at the 95% Confidence Level (cm)
1:100	1-2 cm	I	1.3	1.8	3.1
		II	2.5	3.5	6.1
		III	3.8	5.3	9.2
1:200	2-3 cm	I	2.5	3.5	6.1
		II	5.0	7.1	12.2
		III	7.5	10.6	18.4
1:250	3-4 cm	I	3.1	4.4	7.6
		II	6.3	8.8	15.3
		III	9.4	13.3	22.9
1:500	4-10 cm	I	6.3	8.8	15.3
		II	12.5	17.7	30.6
		III	18.8	26.5	45.9
1:1,000	10-20 cm	I	12.5	17.7	30.6
		II	25.0	35.4	61.2
		III	37.5	53.0	91.9
1:2,000	20-30 cm	I	25.0	35.4	61.2
		II	50.0	70.7	122.4
		III	75.0	106.1	183.6

Pada tabel 4.3 dapat dilihat berdasarkan nilai *RMSE* setiap nilai horizontal, tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari masing-masing hasil nilai *RMSE_r* tergolong pada kesesuaian ketelitian skala 1:250.

4.3. Evaluasi

Perbandingan uji ketelitian *orthophoto* ini menggunakan 86 data *Independent check point* dari hasil pengolahan *Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper* dengan data GPS, yang mana dinyatakan sebagai data yang di anggap benar.

Berikut merupakan hasil evaluasi uji perbandingan ketelitian *orthophoto* software *Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper* mengacu pada standar *ASPRS*

Tabel 4.5 Uji Ketelitian Software *Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper*

Software	Skala	GSD	RMSE _r	Tingkat kepercayaan 95%
Agisoft Metashape	1:200	2.15 cm	0.056310298 m	0.097461864m
Pix4dMapper	1:250	2.20 cm	0.063017436 m	0.109070578 m

Maka hasil evaluasi uji ketelitian *orthophoto* yang diolah menggunakan dua *software* yang berbeda yaitu *Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper* menurut tabel 4.5 dengan deskripsi sebagai berikut :

1. Untuk kesesuaian skala menurut standar *ASPRS*, pada software *Agisoft Metashape* mendapatkan hasil skala 1:200, dan hasil perhitungan *RMSE_r* : 0.056310298 m (5.6310298 cm) dikali dengan faktor pengali tingkat kepercayaan 95% yaitu 1.7308 : 0.097461864m (9.7461864 cm) dari hasil pengolahan *Agisoft Metashape* mendapatkan nilai GSD sebesar 2.15 cm.
2. Untuk kesesuaian skala menurut standar *ASPRS*, pada software *Pix4dMapper* mendapatkan hasil skala 1:250, dan hasil perhitungan *RMSE_r* : 0.063017436 m (6.3017346 cm) dikali dengan

faktor pengali tingkat kepercayaan 95% yaitu 1.7308 : 0.109070578 m (0.109070578 cm) dari hasil pengolahan *Pix4dMapper* mendapatkan nilai GSD sebesar 2.20 cm.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan akurasi horizontal dari data *orthophoto* yang diolah menggunakan *software Agisoft Metashape* didapat *RMSE_x* : 0.03912093m, *RMSE_y* : 0.040501883m, dan *RMSE_r* : 0.056310298m. Untuk tingkat kepercayaan 95% maka *RMSE_r* x 1.7308 : 0.097462m.
2. Hasil perhitungan akurasi horizontal dari data *orthophoto* yang diolah menggunakan *software Pix4dMapper* didapat *RMSE_x* : 0.049665m, *RMSE_y* 0.03878952 m, dan *RMSE_r* : 0.063017m. Untuk tingkat kepercayaan 95% maka *RMSE_r* x 1.7308 : 0.109071m.
3. Hasil uji ketelitian yang di dapat dari hasil pengolahan *orthophoto* menggunakan dua *software* yaitu *software Agisoft Metashape* berada pada *class III* pada skala 1:200 dan *Pix4dMapper* berada pada *class III* pada skala 1:250
4. Dari hasil perhitungan akurasi data *orthophoto* yang dihasilkan oleh *software Agisoft Metashape* dan *Pix4dMapper*, menunjukkan bahwa *software Agisoft Metashape* memiliki akurasi yang lebih baik dengan *RMSE_r* : 0.056310298m dan untuk tingkat kepercayaan 95% maka *RMSE_r* x 1.7308 : 0.097462m.

VI. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada civitas akademika Program Magister teknik Geomatika Universitas Gadjah Mada, dan civitas akademika Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membantu dalam penyediaan data dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agisoft, L. L. C. "Agisoft metashape user manual, Professional edition, Version 1.5." *Agisoft LLC, St. Petersburg, Russia, from https://www. agisoft. com/pdf/metashape-pro 1_5_en. pdf, accessed June 2 (2018): 2019.*
- Agustina. F. D, 2019. Ekstraksi Bangunan Pada Orthophoto Menggunakan Teknik

- Klasifikasi Citra Berbasis Objek. Universitas Gadjah Mada.
- ASPRS, 2015. Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data. Photogrammetric Engineer and Remote Sensing, vol. 81, No. 3, March 2015, pp. A1-A26.
- Flyingeye.fr, 2019. *comparatif-pix4dmapper-vs-agisoft-metashape*, URL : <https://www.flyingeye.fr/comparatif-pix4dmapper-vs-agisoft-metashape/>
- G. Popescu, D. Iordan. V. Păunescu, *The Result Position Accuracy For The Orthophoto Obtained With Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*
- Hasyim, A., 2009. *Menentukan Titik Kontrol Tanah dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit Untuk Perencanaan Perkantoran*. Penginderaan Jauh. ITS. Surabaya
- Herjuno. G. 2013. "Tinjauan Pemotretan Udara Format Kecil Menggunakan Pesawat Model Skywalker 1680". Teknik Geodesi Universitas Diponegoro 2104.
- Jerry V.F.M., 2019. *Kualitas Orthophoto Terhadap Perbedaan Tinggi Terbang*. Institut Teknologi Nasional Malang. Skripsi
- Mardiya. C., 2016. *Teknik Pembuatan Orthophoto Dari Penggabungan Foto Tegak dan Foto Miring*. Institut Teknolgi Nasional Malang. Skripsi.
- New Standard For New Era : Overview Of The 2015 ASPRS Positional Accuracy Standards For Digital Geospatial Data
- Nielsen, M.O., 2004. *True Orthophoto Generation*, Tehnical University of Denmark, Theses.
- Putra, P.D., 2016. *Pembuatan Peta Orthophoto Pemotretan Udara Dengan Fixed Lens Menggunakan Pesawat UAV(Unmanned Aerial Vehicle)*, Institut Teknologi NasionalL Malang, Skripsi.
- Putranindya, 2014. *Evaluasi Tata Letak Bangunan Terhadap Garis Sempadan Jalan Di Kawasan Central Business District Kota Semarang*. Skripsi. Universitas Diponegoro Semarang.
- PIX4D, S. A. Pix4Dmapper 4.1 user manual. *Pix4D SA: Lausanne, Switzerland*, 2017.
- QuestUAV, 2019. Pix4DMapper Aerial Imagery Software for QuestUAV Drones, URL : <https://www.questuav.com/services/questuav-external-services/image-processing-services/pix4d/>
- Satyagama, 2013. *Fotogrametri Berbasis Wahana Udara Tanpa Awak (Unmanned Aerial Vehicle) untuk Pembuatan DTM Lanskap Sekitar Sungai Ciliwung Wilayah Ciawi – Jawa Barat*, Universitas Gajah Mada, Skripsi.
- Suharsana., 1997. *Fotogrametri Dasar*, Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suyudi B. 2014. "Fotogrametri dan Penginderaan jauh". Yogyakarta : Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Tjahjadi. M. E, dkk, 2019. *Geometric Accuracy Assessments of Orthophoto Production from UAV Aerial Images*. Institut Teknologi Nasional Malang
- Tjahjadi. M. E, dkk, 2019. *Cadastral Surveys with Non-metric Camera Using Uav: A Feasibility Study*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Tjahjadi. M. E, dkk, 2019. *Potential Use of UAV-Based Mapping System to Accelerate the Production of Parcel Boundary Map in Indonesia*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Tjahjadi. M. E, dkk, 2017. *Single image orientation of UAV's imagery using orthogonal projection model*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Tjahjadi. M. E, dkk, 2019. *Assessing Stability Performance of Non-Metric Camera's Lens Distortion Model during UAV Flight Missions*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Whitehead. K, 2015. *Applying ASPRS Accuracy Standards to Surveys from Small Unmanned Aircraft Systems (UAS)*.
- Wolf, P., R. 1993, *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh*, Penerjemah: Gunadi, Gunawan, T., Zuharnen, Edisi kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.