

STUDI PERBANDINGAN KETELITIAN PLANIMETRIS FOTO UDARA FORMAT KECIL DENGAN CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI (QUICKBIRD)

RIO MUHAMMAD, TEGUH HARIYANTO, YANTO BUDISUSANTO

Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Abstrak

Dengan meningkatnya permintaan peta skala besar dan meliputi daerah yang relatif kecil, maka perkembangan teknologi foto udara format kecil semakin pesat. Namun muncul alternatif baru yakni satelit dengan resolusi tinggi yang disebut *quickbird*, keunggulannya adalah mampu menyajikan data dengan resolusi hingga 61 cm.

Dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi perbandingan ketelitian planimetris antara foto udara format kecil non metrik di sekitar lokasi semburan lumpur PT. Lapindo Porong Sidoarjo dengan skala 1 : 1000 tahun 2006 dan Citra Quickbird pada lokasi, skala dan tahun yang sama. Keduanya diproses koreksi geometrik metode polinomial linear menggunakan GCP sebanyak 5 (lima) titik hasil pengukuran GPS tipe Geodetic metode *rapid static*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai RMS error rata-rata 0,714 pixel pada foto udara format kecil dan nilai RMS error rata-rata 0,504 pixel pada citra satelit *quickbird*. Sedangkan rata-rata selisih ukuran obyek dilapangan dari foto udara format kecil sebesar 0.561 meter dan citra *quickbird* sebesar 0.381 meter.

Kata kunci : foto udara format kecil, citra satelit *quickbird*, ketelitian planimetris

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya permintaan akan pemetaan suatu wilayah dalam berbagai bidang, maka semakin berkembang pula berbagai macam metode pemetaan. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi kamera udara, film dan pesawat, maka pekerjaan pemetaan dapat dilakukan dengan waktu yang relatif cepat dan akurasi tinggi (*Lillesand dan Kiefer, 1990*).

Proses perencanaan, pelaksanaan serta tahap akhir foto udara format kecil tidak serumit proses foto udara konvensional meskipun area cakupannya tidak begitu luas. Hal ini sangat mendukung dalam pekerjaan pemetaan, selain itu pesawat yang digunakan dalam pemotretan adalah pesawat kecil (*small aircraft*), sehingga dapat menjangkau daerah atau objek yang tidak dapat dijangkau oleh pesawat besar (*large aircraft*). Keuntungan ini dapat menekan biaya menjadi lebih murah (*Veatch, 1999*).

Selama lebih dari satu dekade, para praktisi di bidang penginderaan jauh hanya memiliki sedikit pilihan jika ingin memanfaatkan data satelit. Produk-produk yang lazim dipakai adalah data LANDSAT, SPOT, dan NOAA. Permasalahan muncul ketika user menginginkan data detail, selengkap foto udara, mudah serta cepat diperoleh, dan tentu saja murah. Dalam lima tahun terakhir muncul alternatif baru yang revolusioner yakni satelit dengan resolusi tinggi yang disebut *quickbird*, keunggulannya adalah mampu menyajikan data dengan resolusi hingga 61 cm.

Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang diungkapkan diatas, maka perlu dilakukan studi perbandingan ketelitian planimetris menggunakan foto udara format kecil (FUFK) yang akan diolah sedemikian rupa menjadi mozaik terkontrol dengan citra satelit resolusi tinggi (*quickbird*).

Batasan Permasalahan

1. Foto yang digunakan adalah foto udara format kecil non metrik dengan skala 1 : 1000 tahun 2006
2. Citra digital yang digunakan adalah citra *quickbird true colour* dengan skala dan tahun yang sama dengan foto udara format kecil
3. Rektifikasi citra menggunakan perangkat lunak *ERMapper 7.0*
4. Wilayah studi dari penelitian ini hadala di sekitar semburan lumpur PT. Lapindo Porong Sidoarjo, lebih kurang seluas 1,328 km².
5. Mosaik foto udara yang digunakan adalah mosaik tidak terkontrol dengan proses koreksi geometrik menggunakan GCP yang diperoleh dari hasil pengukuran GPS Geodetic. Demikian juga dilakukan proses koreksi untuk citra *quickbird*.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi ketelitian planimetris antara foto udara format kecil dengan citra satelit resolusi tinggi Quickbird.

Sedangkan tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisa berdasar RMS error menggunakan metode polinomial linier untuk koreksi geometriknya
2. Melakukan analisa planimetrik obyek pada foto dan citra dengan di lapangan

CITRA SATELIT QUICKBIRD

Dengan roket *Boeing Delta-II*, satelit terbaru penginderaan jauh *QuickBird* sukses diluncurkan tanggal 18 Oktober 2001, dari Vandenberg Air Force, California. Perusahaan *Digital Globe* mendapatkan lisensi dari NOAA untuk mengoperasikan sistem satelit ini dengan spasial resolusi mencapai 0.50-an meter. Perusahaan ini juga dapat memodifikasi resolusi spasial citra yang awalnya 1 m

menjadi 0.61 m, dengan cara memperbaiki orbit satelit.

Hasilnya adalah, ketelitian spasial untuk band pankromatik bisa ditingkatkan dari 1 m menjadi 0.61 m dan dari 4 m menjadi 2.44 meter untuk band multispektral. Satelit ini didesain agar bisa dioperasikan pada ketinggian rendah, dan satelit dapat mengangkut cukup bahan bakar sehingga masa operasinya tidak berkurang. Ini berarti QuickBird merupakan satelit komersial dengan resolusi spasial paling teliti.

Adapun spesifikasi satelit adalah sbb :

Orbit :

450 km dari permukaan bumi, melintasi equator pada jam 10:30 pagi, inklinasi : 97.2 derajat, sun-sinkronous.

Sensor :

Pankromatik dan Multispektral

Resolusi :

0.61 m (nadir), 0.72 m (25 derajat off-nadir) untuk Pankromatik, 2.44 m (nadir) 2.88 m (25 derajat off-nadir) untuk multispektral.

Rentang band :

450-900 nm (pankromatik), 450 – 520 nm : blue, 520-600 nm : green, 630-690 nm : red, 760-900 nm : near infrared

Rentang dinamik :

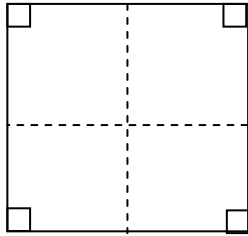
11 bits per piksel (pankromatik dan multispektral)

FOTO UDARA FORMAT KECIL

Foto udara format kecil adalah foto udara yang diambil dari pesawat kecil (*light aircraft*) menggunakan small format kamera atau kamera format kecil yaitu 35mm atau 70 mm dan memiliki format standard gambar 2,4 cm x 3,6 cm atau 5,5cm x 5,5cm (*Warner et all, 1996*).

Menurut Hariyanto (2005), berdasarkan jenis kamera yang digunakan, Foto Udara Format Kecil dapat dibagi menjadi dua yaitu Metrik dan Non Metrik. Pada kamera metrik, negatif filmnya memiliki unsur orientasi dalam, yaitu

terdapat 8 titik pojok yang digunakan untuk menentukan titik eksposurnya, (X_0, Y_0) terdefinisi dan f (fokus) tidak berubah.



Gambar 1 : Negatif film kamera metrik

Untuk kamera non metrik, pada negatif filmnya tidak memiliki unsur orientasi dalam, tidak ada 8 titik pojok, tidak memiliki (X_0, Y_0) dan f fokus berubah. Oleh karena itu, kamera non metrik memerlukan adanya kalibrasi lebih sering daripada kamera metrik.

Kalibrasi dilakukan untuk menentukan unsur orientasi dalam (X_0, Y_0) dan f_0 . Selain itu kalibrasi juga untuk menentukan distorsi radial dan tangensial.

Rektifikasi

Rektifikasi adalah proses untuk membuat foto tegak ekivalen dari foto negatif sendeng/miring (Wolf, 1993). Secara teoritik, foto yang direktifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan bebas dari pergeseran letak oleh kesendengan/kemiringan.

Menurut Jensen (1986) ada 2 macam rektifikasi :

1. Interpolasi spasial yaitu dengan memindahkan letak piksel dengan koordinat citra (x,y) ke koordinat peta yang dijadikan acuan (X,Y) . Proses ini disebut koreksi geometrik.
2. Interpolasi intensitas diperlukan karena tidak ada hubungan langsung antara perpindahan masukan nilai piksel dengan lokasi perpindahan, sehingga diperlukan penentuan nilai kecerahan yang baru melalui transformasi khusus. Proses ini disebut *resampling*.

Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah pembetulan geometrik citra yang dilakukan dengan perhitungan matematika dengan menjadikan lokasi titik di tanah sebagai salah satu fungsi matematis. Menurut Purwadhi (2001), koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu :

1. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
2. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain.
3. Registrasi citra ke peta atau transformasi koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Dalam pelaksanaan koreksi geometrik, ada beberapa metode yang digunakan sesuai dengan jenis kesalahannya. Metode-metode tersebut adalah :

1. Metode sistematis untuk koreksi distorsi yang bersifat konstan, dengan menerapkan rumus yang diturunkan dari model matematik atas sumber distorsi.
2. Metode non sistematis digunakan untuk koreksi distorsi acak (*random*), dengan menerapkan rumus transformasi polinomial dari sistem koordinat geografis ke koordinat citra, yang ditentukan dengan menggunakan titik kontrol tanah.
3. Metode kombinasi yaitu melakukan koreksi sistematis, kemudian kesalahan residu akan direduksi menggunakan orde polinomial lebih rendah atau *pseudo Affine*.

Dari ketiga metode diatas, yang paling sering digunakan adalah metode non sistematis dengan menerapkan transformasi polinomial. Menurut Jensen (1986) fungsi polinomial dibagi menjadi beberapa orde, yaitu :

- a. Polinomial orde 1 (linier),

$$\begin{aligned} X &= a_0 + a_1x + a_2y \\ Y &= b_0 + b_1x + b_2y \end{aligned}$$

Keterangan :

(X, Y) : Koordinat tanah
 (x, y) : Koordinat pada foto

a_0, a_1, \dots, a_n : Konstanta
 b_0, b_1, \dots, b_n : Konstanta

Memerlukan minimal 3 titik kontrol tanah untuk mengubah posisi geometrik foto sama dengan posisi geometrik referensi (peta). Transformasi ini lebih sesuai diterapkan pada daerah yang bertopografi / berelief datar atau landai.

b. Polinomial orde 2,

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2$$

Keterangan :

(X, Y) : Koordinat tanah
 (x, y) : Koordinat pada foto
 a_0, a_1, \dots, a_n : Konstanta
 b_0, b_1, \dots, b_n : Konstanta

Memerlukan minimal 6 titik kontrol tanah untuk mengubah posisi geometrik citra sama dengan posisi geometrik referensi (peta).

c. Polinomial orde 3,

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6x^2y + a_7xy^2 + a_8x^3 + a_9y^3$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6x^2y + b_7xy^2 + b_8x^3 + b_9y^3$$

Keterangan :

(X, Y) : Koordinat tanah
 (x, y) : Koordinat pada foto
 a_0, a_1, \dots, a_n : Konstanta
 b_0, b_1, \dots, b_n : Konstanta

Memerlukan minimal 10 titik kontrol tanah untuk mengubah posisi geometrik citra sama dengan posisi geometrik referensi (peta). Transformasi ini lebih sesuai untuk daerah yang bertopografi bergelombang.

ER Mapper

Menurut Budhiman (2000), ER Mapper adalah salah satu perangkat lunak (*software*) yang

digunakan untuk mengolah data citra. Pengolahan data citra merupakan suatu cara memanipulasi data citra atau mengolah suatu data citra menjadi suatu keluaran (*output*) sesuai kebutuhan.

ER Mapper memberikan kemudahan dalam pengolahan data seperti mengkombinasikan berbagai operasi pengolahan citra dan menghemat tempat pada harddisk computer serta metode pengolahan data yang interaktif dimana setiap hasil proses dapat langsung dilihat tampilannya pada monitor.

GLOBAL POSITIONING SYSTEM

GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara berkelanjutan diseluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca. Pada saat ini sistem GPS sudah banyak digunakan orang diseluruh dunia, karena GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan banyak keuntungan, baik dari segi operasionalnya maupun kualitas posisi yang diberikan (Hasanuddin,1999).

Pada dasarnya konsep penentuan posisi GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui.

Standart survey dengan GPS pada penentuan posisi relatif adalah berkaitan dengan penentuan posisi relatif statik yang pengukurannya dilakukan dengan menggunakan minimal 2 (dua) receiver GPS tipe Geodetic.

KETELITIAN PLANIMETRIS

Analisa planimetrik dilakukan untuk mengetahui ketelitian foto udara format kecil

dan citra satelit dengan membandingkan pengukuran jarak dilapangan pada obyek yang sama. Jarak yang dimaksud adalah jarak datar dilapangan dan jarak pada bidang proyeksi.

METODOLOGI

Alat

Perangkat Keras

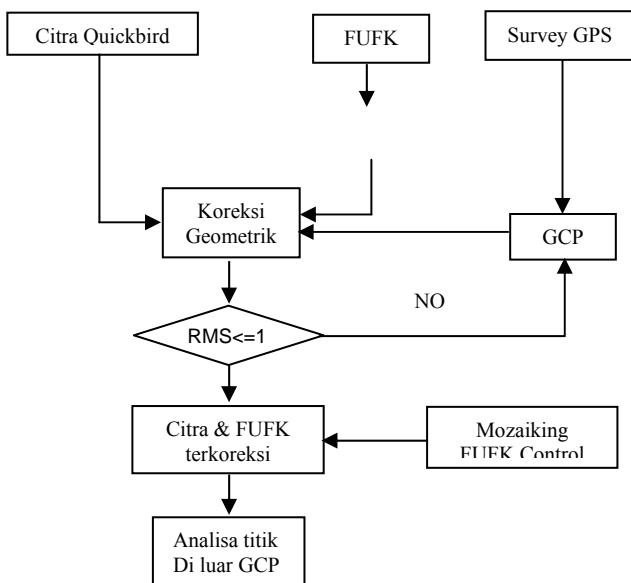
1. Seperangkat komputer dengan spesifikasi
 - a. Processors PIV 2,66
 - b. 512 MB of RAM
 - c. VGA Card ATI Radeon 9200 Series 128 MB
 - d. Hard Disk Seagate 80 GB
2. Printer Canon PIXMA iP 1200
3. Satu set GPS Geodetic Leica SR 399

Perangkat Lunak,

1. Operating System Windows XP Home
2. ERMapper 7.0
3. Adobe Photoshop 7.0
4. AutoCad Land Desktop
5. Leica SKI Pro V2.1
6. GeoCalc

Bahan

1. Foto Udara Format Kecil Non Metrik Lapindo Porong Sidoarjo dengan skala 1 : 1000
2. Citra Quickbird Lapindo Porong Sidorjo dengan skala 1: 1000
3. Data lapangan hasil *ground control* dan *ground truth*



Gambar 2 : Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN ANALISA



Gambar 3 : Hasil Mozaik Foto Udara

Gambar di atas merupakan hasil mosaik Foto Udara Format Kecil Non Metrik Lapindo Porong Sidoarjo dengan skala 1 : 1000 yang telah melalui proses koreksi geometrik dengan menggunakan data hasil pengukuran GPS tipe Geodetik.

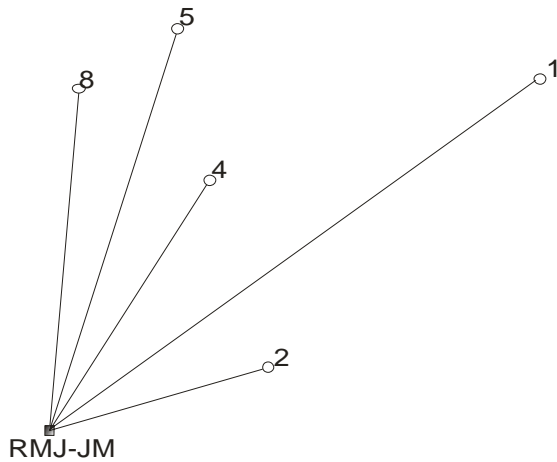


Gambar 4 : Hasil Mozaik Citra Satelit

Gambar di atas merupakan hasil mosaik Citra Quickbird Lapindo Porong Sidorjo dengan skala 1: 1000 yang telah melalui proses koreksi geometrik dengan menggunakan data hasil pengukuran GPS tipe Geodetik

ANALISA

RMS Error



Gambar 5. Realisasi pengukuran titik GCP

Tabel 1. Koordinat titik GCP

Titik GCP	X (Easting)	Y (Northing)
1	688534.3197	9168911.078
2	688089.9753	9168185.995
4	687782.4802	9168649.795
5	687565.7401	9168999.468
8	687502.3925	9168691.322
RMJ-JM	689525.8599	9163954.880



Gambar 6. Sebaran titik GCP Foto Udara Format Kecil

Koreksi geometrik dengan ERMapper menunjukkan variasi nilai RMS error terbesar

1,39 pixel dan nilai RMS error terkecil 0,19 pixel pada foto udara format kecil.



Gambar 7. Sebaran titik GCP Citra Satelit Quickbird

Untuk RMS Error terkecil 0.21 pixel dan terbesar 0.99 pixel untuk citra satelit quickbird.

Nilai dari RMS error menunjukkan nilai kesalahan yang terjadi dalam proses koreksi geometric yang telah dilakukan terhadap Foto Udara Format Kecil dan citra satelit quickbird Lapindo Porong Sidoarjo Polinomial orde 1 (linier), rumus yang digunakan adalah :

$$X = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y$$

Keterangan : (X, Y) = Koordinat tanah
(x, y) = Koordinat pada foto
 a_0, a_1, \dots, a_n = Konstanta
 b_0, b_1, \dots, b_n = Konstanta

Nilai RMS error rata-rata 0,714 pixel pada Foto Udara Format Kecil dan 0,504 pixel pada Citra Satelit Quickbird, hal ini dikarenakan beberapa faktor antara lain :

- Adanya gap yang terjadi akibat kemiringan foto setelah direktifikasi.
- Kesalahan dalam proses peletakkan titik-titik GCP pada foto udara karena dalam penelitian ini penentuan posisi titik hanya berdasarkan tanda-tanda alam.

ANALISA PLANIMETRIK

Analisa planimetrik dilakukan untuk mengetahui ketelitian peta foto udara format kecil dan citra satelit dengan obyek dilapangan. Untuk keperluan analisa obyek yang dijadikan sample sebanyak lima belas buah.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengukuran panjang obyek dilapangan dengan obyek pada Citra Quickbird dan FUFK

No	Obyek	Ukuran Lapangan (m)	Ukuran di FUFK		Ukuran di Citra Quickbird	
			Panjang (m)	ΔL (m)	Panjang (m)	ΔL (m)
1	Pagar Pabrik Rotan	80.96	80.14	0.82	79.02	1.94
2	Ruko Mataram Ketapang	69	69.35	0.35	68.4	0.6
3	Keres Lebar Jalan masuk Pabrik	3.87	3.32	0.55	4.00	0.13
4	Udang Karka Pabrik Kerupuk	34.47	35.24	0.77	34.46	0.01
5	Jl. Doho Jembatan Doho	11.13	11.24	0.11	11.11	0.02
6	Lebar Jalan Doho	3.24	3.39	0.15	3.83	0.59
7	Pagar Depan Sumur Lapindo Wunut	95.57	95.77	0.20	95.89	0.32
8	Lebar jalan Setapak Ds. Wunut	6.18	6.06	0.12	5.98	0.20
9	Jembatan Mojopahit	13.88	12.98	0.90	13.61	0.27
10	Lebar Jalan Masuk I Tol Porong	7	6.89	0.11	6.79	0.21
11	Lebar Jalan Masuk II Tol Porong	6.23	5.17	1.06	6.58	0.35
12	Pagar Ruko Sentra Bisnis Sidoarjo (Sblh Utara)	12.52	14.82	2.30	15.22	2.70
13	Pulau Jalan (taman) Pintu keluar tol Porong	25.05	26.12	1.07	26.27	1.22
14	Jalan Keluar tol Porong	8.62	9.43	1.19	8.24	0.58
15	Lebar Jalan Raya Ketapang	9.89	10.28	0.39	10.56	0.67
			Σ	10.09	Σ	9.81
			Rata-rata	0.672		0.654

Dari hasil perhitungan rata-rata selisih ukuran obyek di lapangan dari foto udara sebesar 0.672 meter dan citra quickbird sebesar 0.654 meter, selisih ukuran yang tidak merata antara ukuran dilapangan dengan ukuran pada data disebabkan oleh :

1. Penyimpangan koordinat saat koreksi geometric, setelah foto udara dan citra quickbird direktifikasi ada kemungkinan terjadi peregangan (stretching)
2. Ketelitian saat memasukkan titik dari data ke AutoCad, Misalnya panjang bangunan dibentuk oleh sebuah garis pada foto udara dan citra quickbird. Karena penentuan posisi dan pemilihan obyek hanya berdasarkan tanda-tanda alam

KESIMPULAN

Dari serangkaian proses analisa yang telah dilakukan kali ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam proses koreksi geometrik menggunakan metode polinomial linear dengan masing-masing Foto Udara Format Kecil dan Citra Quickbird memiliki 5 (lima) titik kontrol tanah didapatkan nilai RMS error rata-rata terbesar 0,714 pixel pada Foto Udara Format Kecil dan nilai RMS error rata-rata terkecil 0,504 pixel pada Citra Satelit Quickbird.
2. Berdasarkan hasil dari analisa planimetrik diperoleh rata-rata selisih ukuran obyek di lapangan dengan Foto Udara Format kecil sebesar 0.672 meter dan dengan Citra Quickbird sebesar 0.654 meter.

SARAN

Setelah menjalani seluruh rangkaian dalam proses penelitian ini, dapat diambil beberapa saran agar pada proses penelitian selanjutnya lebih optimal :

1. Untuk penelitian selanjutnya pengambilan titik kontrol tanah (GCP) dilakukan dengan metode jaring (net) sehingga dapat diketahui kekuatan dari kerangka (*strenght of figure*) nya.
2. Disarankan untuk dilakukan pengambilan titik check point sehingga dapat diketahui pergeseran koordinat yang terjadi antara

data di lapangan dengan pada Citra Satelit maupun Foto Udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 1999. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z, Jones, A, Kahar, J. 2002. *Survei Dengan GPS*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Arifiyanti, R. 2005. *Pembuatan Peta Foto Dengan Metode Mosaik Semi Terkontrol Menggunakan Foto Udara Format Kecil Non Metrik*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi ITS, Surabaya
- Bambang p. 1996. *Penginderaan jauh terapan*. UI-press, Jakarta
- Budhiman, S. 2000. *Praktikum Umum Pendidikan dan Pelatihan Penginderaan Jauh Tingkat Dasar Terampil Angkatan I Jakarta LAPAN*, Pekayon
- Dipokusumo, B. S. 2001. *Catatan Kuliah Fotogrametri*. Departemen Teknik Geodesi ITB, Bandung
- Furqon, Ph.D. 1999. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung
- Hariyanto, T. 2005. *Catatan Kuliah Foto Format Kecil*. Program Studi Teknik Geodesi ITS, Surabaya
- Jensen, Jhon R. 1996. *Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective*. Second Edition. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.
- Lillesand, kiefer. 1990. *Penginderaan jauh dan interpretasi citra*. Gajah mada university press, Jogjakarta.
- Purwadhi, F. Sri Hardiyanti. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Veatch, S, W. 1999. *Small Format Aerial Photography : Cripple Creek Mining Colorado*. Report of ES 555 Small Format Aerial Photography course, <URL:<http://home.art.net/geovcatch/CrippleCreek/ccrw.htm>>
- Warner, W. S., Graham, R., W. dan Read, R. E. 1996. *Small Format Aerial Photography*. Whittles Publishing, UK
- Wolf, P. R. 1993. *Elemen Fotogrametri Dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Edisi Kedua*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.