

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Citra Satelit

Citra merupakan salah satu dari beragam hasil proses penginderaan jauh. Definisi citra banyak dikemukakan oleh para ahli, salah satu di antaranya pengertian tentang citra menurut (Hornby, 1974) dalam (Sutanto, 1992) yang dapat ditelaah menjadi lima, berikut ini tiga di antaranya:

1. *Likeness or copy of someone or something, especially one made in wood, stone, etc.*
2. *Mental pictures or idea, concept of something or someone.*
3. *Reflection seen in a mirror or through the lens of a camera.*

Citra penginderaan jauh termasuk dalam pengertian yang ke-tiga menurut Hornby. Citra merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau sensor lainnya dan dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari permukaan bumi. Sensor dalam kaitannya dengan penginderaan jauh merekam tenaga yang dipantulkan atau dipancarkan oleh obyek di permukaan bumi. Rekaman tenaga ini setelah diproses membuahakan data penginderaan jauh. Data penginderaan jauh dapat berupa data digital atau data numerik untuk keperluan analisis menggunakan komputer. Satelit penginderaan jauh dibedakan menjadi dua macam, yaitu satelit sumber daya alam dan satelit cuaca (*kompasiana.com*, 2013) :

1. Citra satelit alam terbagi menjadi 2, yaitu citra satelit resolusi rendah, (SPOT, Landsat, dan ASTER) dan citra satelit resolusi tinggi (IKONOS, *Worldview*, *Quickbird* dan *Pléiades*).
2. Citra satelit cuaca terdiri dari MODIS, ATS-1, TIROS-1, AVHRR, GOES, DMSP, NOAA.

Karena citra satelit memiliki sifat resolusi tinggi dan multispektral, citra satelit awalnya digunakan di bidang militer dan lingkungan. Tetapi semakin banyak digunakan dalam bidang produksi peta, pertanian, kehutanan, perencanaan tanah nasional, perencanaan kota dll. Kemungkinan akuisisi data berkala citra satelit yang beragam antara citra satelit hiperspektral dan resolusi tinggi menjadikan citra satelit sumber daya penting untuk pencatatan tanah nasional. Ketersediaan citra satelit dikalangan masyarakat umum sekarang memungkinkan semua orang untuk menggunakan gambar satelit lebih banyak sepenuhnya (Upadhyay, 2012).

2.1.1 Citra Satelit *Worldview-3*

WorldView-3 diluncurkan pada bulan Agustus 2014 dan menyediakan pankromatik resolusi 31 cm dan citra multispektral 8-band resolusi 1,24 meter. Gambaran itu akan memberikan pada titik nadir setara dengan resolusi pada foto udara, yang sebelumnya tidak tersedia dari foto citra satelit ruang angkasa. *WorldView-3* memberikan kemampuan baru untuk pasar komersial, termasuk 8-band SWIR (*Short Wave Infra-Red*) untuk menangkap data spektral dalam rentang yang tidak terlihat dengan mata telanjang dan 12- band CAVIS (*which stands for Clouds, Aerosols, Water Vapor, Ice and Snow*) instrumen yang akan membantu memberikan citra yang lebih konsisten pada kondisi tertentu. Hal ini memiliki manfaat khusus untuk pertanian, lingkungan, pertambangan, dan industri minyak & gas (*Terra Image*, 2014).

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra *Worldview-3*

(Sumber : *Digital Globe*, 2017)

Orbit	Altitude: 617 km Type: SunSync, 1:30 pm descending Node Period: 97 min.	
Sensor Bands	8 Multispectral: Coastal: 400 - 450 nm Red: 630 - 690 nm Blue: 450 - 510 nm Green: 510 - 580 nm	Yellow: 585 - 625 nm Red Edge: 705 - 745 nm Near-IR1: 770 - 895 nm Near-IR2: 860 - 1040 nm

	8 SWIR Bands: SWIR-1: 1195 - 1225 nm SWIR-2: 1550 - 1590 nm SWIR-3: 1640 - 1680 nm SWIR-4: 1710 - 1750 nm 12 CAVIS Bands: Desert Clouds: 405 - 420 nm Aerosol-1: 459 - 509 nm Green: 525 - 585 nm Aerosol-2: 620 - 670 nm Water-1: 845 - 885 nm Water-2: 897 - 927 nm Panchromatic: 450 - 800 nm	SWIR-5: 2145 - 2185 nm SWIR-6: 2185 - 2225 nm SWIR-7: 2235 - 2285 nm SWIR-8: 2295 - 2365 nm Water-3: 930 - 965 nm NDVI-SWIR: 1220 - 1252 nm Cirrus: 1350 - 1410 nm Snow: 1620 - 1680 nm Aerosol-3: 2105 - 2245 nm Aerosol-3: 2105 - 2245 nm
Sensor Resolution	Panchromatic Nadir: 0.31 m/20° Off-Nadir: 0.34m Multispectral Nadir: 1.24 m/20° Off-Nadir: 1.38 m SWIR Nadir: 3.70 m/20° /Off-Nadir: 4.10 m CAVIS Nadir: 30.00 m	
Swath Width	At nadir: 13.1 km	
Dynamic Range	11-bits per pixel Pan and MS; 14-bits per pixel SWIR	
Geolocation Accuracy (CE90)	Predicted <3.5 m CE90 without ground control	
Capacity	680,000 km ² per day	

WorldView-3 merupakan satelit penginderaan jarak jauh generasi berikutnya yang menyediakan gambar paling canggih yang tersedia untuk aplikasi komersial. *WorldView-3* adalah satelit yang dibangun oleh *Ball Aerospace* keempat yang dioperasikan oleh *DigitalGlobe*, bergabung dengan *QuickBird*, *WorldView-1* dan *WorldView-2* untuk menghadirkan kemampuan pengumpulan gambar beresolusi tinggi dan paling akurat yang tersedia saat ini (Ball Aerospace, 2016).



Gambar 2.1 Contoh Citra *Worldview-3*

(Sumber : *Digital Globe*, 2017)

2.1.2 Citra Satelit *GeoEye-1*

Satelit *GeoEye-1* dijadwalkan diluncurkan pada 2008. *GeoEye-1* akan dilengkapi dengan teknologi paling canggih yang pernah digunakan dalam sistem penginderaan jauh komersial. Satelit akan dapat mengumpulkan gambar pada pankromatik 0,41 meter dan resolusi multispektral 1,65 meter . Sama pentingnya, *GeoEye-1* akan dapat secara tepat menemukan objek dalam jarak 3 meter dari lokasi sebenarnya di permukaan Bumi. Tingkat *geolocation accuracy* bawaan ini belum pernah dicapai dalam sistem pencitraan komersial apa pun. Satelit akan dapat mengumpulkan hingga 700.000 kilometer persegi pankromatik (dan hingga 350.000 kilometer persegi multispektral *pan-sharpen*) per hari. Kemampuan ini sangat ideal untuk proyek pemetaan skala besar (*euspaceimaging.com*, 2018).

Tabel 2.2 Spesifikasi Citra *GeoEye-1*
(Sumber : *Satellite Imaging Corporation*, 2017)

Scheduled Launch Date	2008		
Resolution	Panchromatic 0.41m Multispectral 2.0m * Resolution better than 50cm at nadir with 5m CE90 accuracy		
Bands	Pan: 450-800 nm Blue: 450-510 nm Green: 510-580 nm Red: 655-690 nm Near IR: 780-920 nm		
Metric Accuracy/Geolocation	CE stereo: 2 m / 6.6 ft LE stereo : 3 m / 9.84 ft CE mono: 2.5 m / 8.20 ft These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal and 90% LE (linear error) for the vertical with no ground control		
Swath width & Representative Area Size	Nominal swath width - 15.2 km / 9.44 mi at Nadir Single-point scene - 225 sq km (15x15 km) Contiguous large area - 15,000 sq km (300x50 km) Contiguous 1° cell size areas - 10,000 sq km (100x100 km) Contiguous stereo area - 6,270 sq km (224x28 km) (Area assumes pan mode at highest line rate)		
Revisit Frequency at 684 km Altitude (40° Latitude Target)	Max Pan GSD (m)	Off Nadir Look Angle (deg)	Average Revisit (days)
	0.42	10	8.3
	0.50	28	2.8
	0.59	35	2.1

GeoEye-1 dapat mengunjungi kembali setiap titik di Bumi setiap tiga hari atau lebih cepat. Sebuah satelit yang mengorbit kutub, *GeoEye-1* mampu

membuat 12 hingga 13 orbit per hari terbang pada ketinggian 684 kilometer atau 425 mil dengan kecepatan orbit sekitar 7,5 km/detik atau 17.000 mil/jam. Orbitnya yang sinkron dengan matahari memungkinkannya melewati area tertentu sekitar pukul 10.30 waktu setempat setiap hari. Seluruh satelit dapat berputar dan berputar dengan sangat cepat di orbit untuk mengarahkan kamera ke area Bumi tepat di bawahnya, serta dari sisi ke sisi dan depan ke belakang. Kelincahan ini akan memungkinkannya untuk mengumpulkan lebih banyak citra selama satu lintasan (*Satellite Imaging Corporation, 2017*).



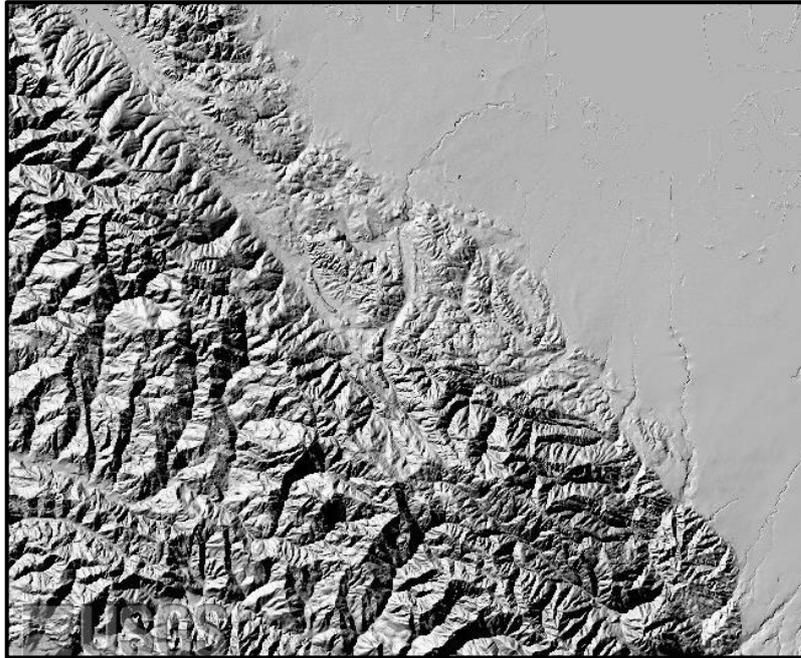
Gambar 2.2 Contoh Citra *GeoEye-1*

(Sumber : *GeoImage, 2018*)

2.2 *Digital Elevation Model (DEM)*

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 mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli, 1991). DEM merujuk pada model medan dengan hanya informasi ketinggian (Li, Zhu, dan Gold, 2005). Ketinggian dataran untuk posisi tanah disampel dengan interval horizontal yang

berjarak secara teratur. DEM berasal dari data hipografis (garis kontur) atau metode fotogrametri (*archive.usgs.gov*, 2003).



Gambar 2.3 Contoh Data DEM

(Sumber : *USGS.gov*, 2003)

Setiap DEM memiliki bentuk, sistem proyeksi dan pola nilai ketinggian yang bermacam-macam tergantung sumbernya. Sebaran DEM yang bersumber dari peta RBI berbentuk kontur sedangkan dari citra satelit berbentuk raster DEM dan dari LiDAR berbentuk *point cloud*. Selain bentuknya, DEM tersebut juga menggunakan sistem proyeksi yang bermacam-macam seperti sistem proyeksi geografik. Dalam penentuan nilai kelerengan, data yang dihitung merupakan nilai ketinggian pada piksel raster grid yang berjarak rapi berdasarkan jarak tertentu dan bersistem proyeksi UTM. Data-data DEM yang bermacam-macam tersebut, kemudian diinterpolasikan hingga didapatkan nilai-nilai ketinggian yang tersebar teratur sesuai grid dan ditransformasi menjadi sistem proyeksi UTM (Andrzej dan Michal, 2006).

Berikut merupakan macam-macam data DEM, antara lain :

1. SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)

SRTM adalah proyek internasional dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA)

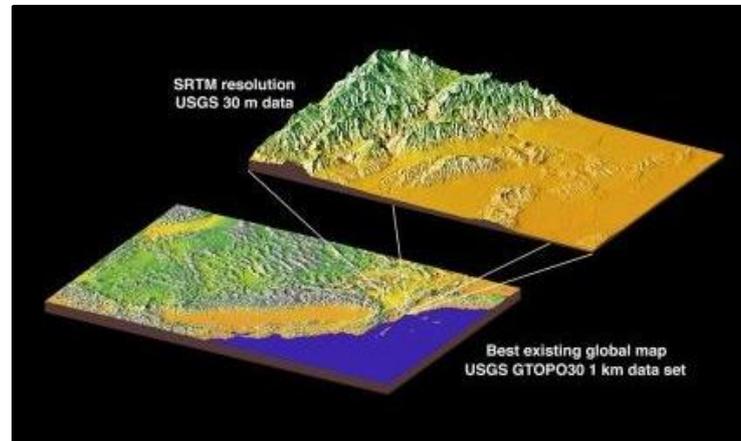
dari Amerika Serikat, *Jerman Aerospace Center (DLR)* dan *Italian Space Agency (ASI)*. SRTM diperoleh dari data elevasi *near-global scale* untuk menghasilkan data topografi resolusi tinggi yang paling lengkap dari Bumi. SRTM terdiri dari sistem radar yang dimodifikasi khusus yang terbang *onboard Space Shuttle Endeavour* selama misi 11 hari di bulan pada Februari 2000. Data SRTM diolah dari raw data radar ke model elevasi digital di *Jet Propulsion Laboratory (JPL)* di Pasadena, *CAFile-file* data asli memiliki sampel spasi (“diposting”) pada interval 1 detik lintang dan bujur (sekitar 30 meter di khatulistiwa). Data ini kemudian diedit oleh *National Geospatial Intelligence Agency (NGA)*, sebelumnya bernama *National Imagery and Mapping Agency (Terra Image, 2014)*.

Tabel 2.3 Spesifikasi SRTM
(Sumber : Farr, T. G., et al. 2007)

Item		Spaceborne Imaging Radar-C	X-band Synthetic Aperture Radar
Size	Main Antenna	12.0 m x 3.5 m	12.0 m x 0.5 m
	Outboard Antenna	8.1 m x 0.9 m	6 m x 0.4 m
Frequency		5.3 GHz	9.6 GHz
Wavelength		5.66 cm	3.1 cm
Horizontal Spacing		1 x 1 arc seond (30 m)	1 x 1 arc seond (30 m)
Bandwidth		10 MHz	10 MHz
Altitude		233 Km	233 Km
Swath Width		225 Km*2	50 Km
Horizontal Reference		WGS84	WGS84
Vertical Reference		EGM96 geoid	WGS84 Ellipsoid

Sebuah penilaian global yang mengungkapkan bahwa data memenuhi dan melampaui 16 m (90%) akurasi tinggi absolut (Rodríguez et al., 2006). Sejak SRTM rilis pada tahun 2005, banyak pengguna telah merangkul

ketersediaan data SRTM, menggunakan data dalam banyak pengaturan operasional dan penelitian (Forkuor, 2012).



Gambar 2.4 Contoh Data DEM SRTM

(Sumber : *USGS.gov*, 2017)

2. DEMNAS

DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5 m), *TERRASAR-X* (resolusi 5 m) dan *ALOS-PALSAR* (resolusi 11.25 m), dengan menambahkan data *masspoint* hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah *0.27-arc second*, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008. Data DEMNAS yang dirilis dipotong sesuai dengan Nomor Lembar Peta (NLP) skala 1: 50.000 atau 1: 25.000, untuk setiap pulau atau kepulauan (Badan Informasi Geospasial, 2018).

Tabel 2.4 Spesifikasi DEMNAS

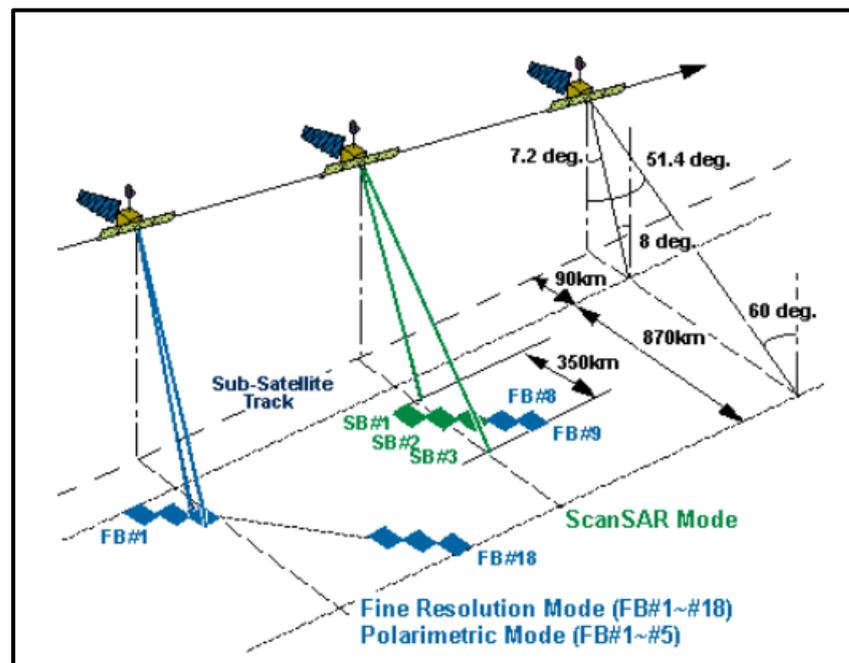
(Sumber : Badan Informasi Geospasial, 2018)

Item	Keterangan
Nama File	DEMNAS_XXXX-yy-v1.0.tif untuk NLP 1:50k dan DEMNAS_XXXX-yyy-v1.0.tif untuk 1:25k. XXXX-yy menunjukkan nomor lembar peta RBI dan v1.0 menunjukkan rilis versi 1.0
Resolusi	<i>0.27-arc second</i>
Datum	EGM 2008

Sistem Koordinat	Geografis
Format	<i>Geotiff 32 bit float</i>

3. ALOS-PALSAR

Phased Array tipe L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR) adalah sensor gelombang mikro aktif yang menggunakan frekuensi L-band untuk mencapai observasi darat tanpa awan dan siang dan malam. Ini memberikan kinerja yang lebih tinggi daripada *radar aperture sintetik* JERS-1 (SAR). Resolusi halus dalam mode konvensional, namun PALSAR akan memiliki mode pengamatan lain yang menguntungkan. ScanSAR, yang akan memungkinkan kita untuk mendapatkan lebar citra SAR 250 sampai 350 km (tergantung pada jumlah pemindaian) dengan mengorbankan resolusi spasial. Petak ini tiga sampai lima kali lebih lebar dari citra SAR konvensional. Pengembangan PALSAR adalah proyek gabungan antara JAXA dan *Japan Resources Observation System Organization (JAROS)* (JAXA, 2008).

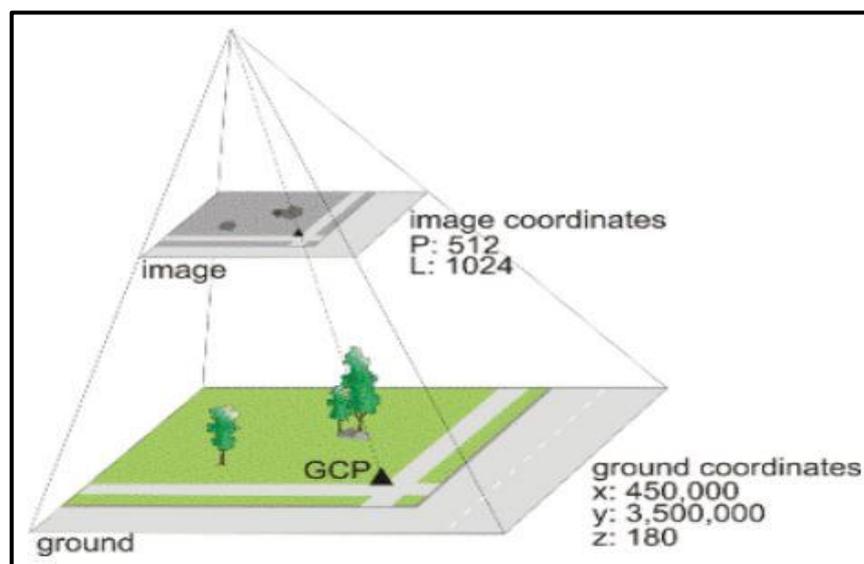


Gambar 2.5 Simulasi Pengamatan pada ALOS-PALSAR

(Sumber : JAXA.jp, 2008)

2.3 *Ground Control Point (GCP) dan Independent Check Point (ICP)*

Ground Control Point (GCP) atau yang biasa disebut dengan titik kontrol adalah titik-titik yang berada di lapangan yang dapat digunakan untuk mentransformasikan sistem koordinat udara dengan sistem koordinat tanah suatu objek yang dipetakan. Titik kontrol ini nantinya akan digunakan pada saat pengolahan foto udara tahap triangulasi udara (Hasyim, 2009). GCP menentukan hubungan antara gambar mentah dan tanah dengan menghubungkan piksel dan garis koordinat gambar ke koordinat x, y, dan z di tanah (*pcigeomatics, 2018*).



Gambar 2.6 Contoh *Sample* Pengambilan Titik GCP

(Sumber : *pcigeomatics, 2018*)

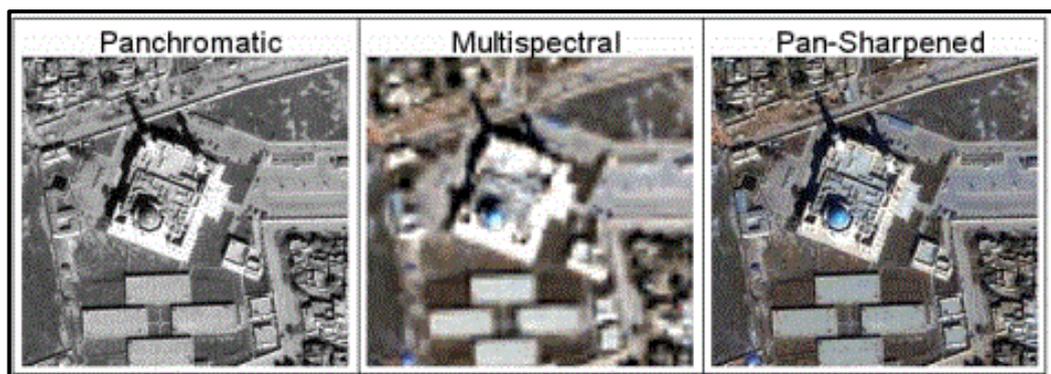
Dibutuhkan minimal tiga titik GCP, semakin banyak jumlah titik GCP yang dibuat semakin tinggi juga akurasi yang dihasilkan. Tidak hanya jumlah GCP saja yang perlu diperhatikan, selang waktu pengamatan dan tingkat obstruksi dari penempatan titik/objek ketika di lapangan juga mampu mempengaruhi akurasi titik GCP yang dihasilkan (Valeria, 2018).

Sedangkan *Independent Check Point (ICP)* atau titik cek adalah sebagai kontrol kualitas dari obyek dengan cara membandingkan koordinat model dengan koordinat sebenarnya. *Ground Control Point (GCP)* dan *Independent Check Point (ICP)* pada umumnya dibuat menyebar dipinggiran foto dan diadakan sengan dua cara, yaitu (Harintaka, 2008 dalam Hendy, 2014) :

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

2.4 *Pan-Sharpening* Citra

Pan-Sharpening atau *fusion* merupakan suatu metode transformasi berbasis spasial, dengan kata lain yaitu merubah resolusi spektral citra satelit menggunakan metode tertentu sehingga menghasilkan kenampakan obyek yang ideal untuk interpretasi secara visual. Resolusi spektral adalah *bandwidth* elektromagnetik dari sinyal yang ditangkap oleh sensor yang menghasilkan gambar tertentu. Semakin sempit *bandwidth* spektral, semakin tinggi resolusi spektral. Jika platform menangkap gambar dengan beberapa pita spektral, biasanya 4-7, mereka disebut sebagai data multispektral (MS), sedangkan jika jumlah pita spektral diukur dalam ratusan atau ribuan, mereka disebut sebagai *hyperspectral* (HS). Bersama-sama dengan gambar MS atau HS, satelit biasanya menyediakan gambar pankromatik (PAN). Ini adalah gambar yang mengandung data pantulan yang mewakili berbagai panjang gelombang dari inframerah yang terlihat hingga termal, yaitu, ia mengintegrasikan informasi kromatik, oleh karena itu, namanya "pan" berwarna. Gambar pan dari pita yang terlihat menangkap kombinasi data merah, hijau, dan biru menjadi satu ukuran pantulan (Amro, 2011).



Gambar 2.7 Contoh Citra Hasil Proses *Pan-Sharpening*

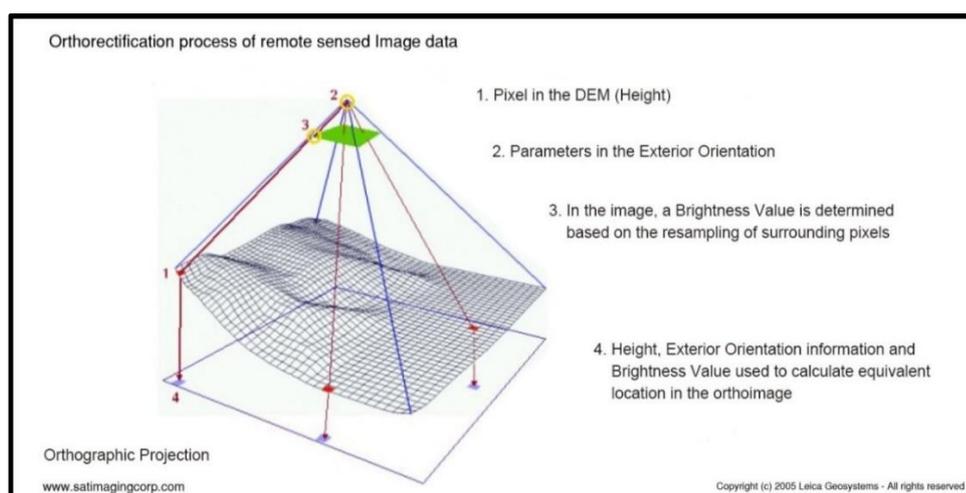
(Sumber : *harrisgeospatial.com*, 2019)

Penajaman citra dengan menggunakan data citra pankromatik (*image Pansharpening*) dengan menggabungkan data citra multispektral (warna) yang

mempunyai resolusi rendah dengan citra pankromatik (hitam-putih atau tingkat keabuan) yang mempunyai resolusi tinggi (Vrabel, 1996). *Pan-sharpening* sangat penting untuk berbagai aplikasi, seperti meningkatkan klasifikasi gambar, untuk mendeteksi perubahan menggunakan data temporal, untuk meningkatkan kualitas geometrik, segmentasi gambar, dan untuk meningkatkan visibilitas objek tertentu yang tidak muncul pada data tertentu. Dengan demikian, teknik *pan-sharpening* meningkatkan resolusi spasial sekaligus menjaga informasi spektral, memberikan yang terbaik dari dua resolusi: resolusi spektral dan resolusi spasial (Vijayaraj, 2004).

2.5 Orthorektifikasi

Orthorektifikasi adalah proses pembuatan foto sendeng/miring ke foto/image yang ekuivalen dengan foto tegak. Foto tegak ekuivalen yang dihasilkan disebut foto terektifikasi. Orthorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera/sensor dan pergeseran relief. Secara teoritik foto terektifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan oleh karenanya bebas dari pergeseran letak oleh kemiringan, tetapi masih mengandung pergeseran karena relief topografi (*relief displacement*). Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial (Frianzah, 2009).



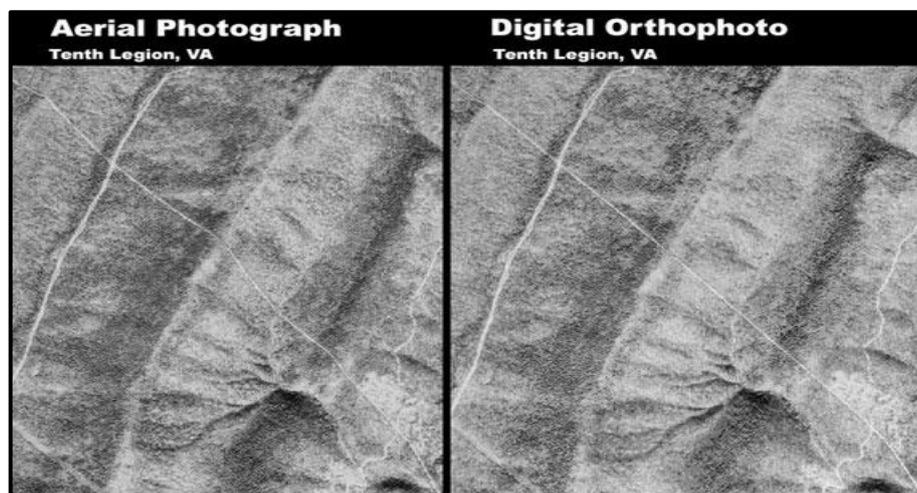
Gambar 2.8 Simulasi Proses Orthorektifikasi Citra Satelit

(Sumber : *satimagingcorp.com*, 2017)

Ada banyak metode orthorektifikasi yang dapat digunakan, salah satunya adalah model RPC (*Rational Polynomial Coefficient*). RPC merupakan suatu model matematik sederhana yang menerapkan persamaan kolinear dengan membangun hubungan antara system koordinat citra dengan system koordinat tanah untuk setiap persamaan polinomialnya (Muryamto, 2010).

2.6 *Orthoimage*

Orthoimage adalah foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi ortografik yang benar (Wolf, P.R., 1993). Beda utama antara *orthoimage* dan peta adalah bahwa *orthoimage* terbentuk oleh objek sebenarnya, sedangkan peta menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk mencerminkan kenampakan. *Orthoimage* dapat digunakan sebagai peta untuk melakukan pengukuran langsung atas jarak, sudut, posisi, dan daerah tanpa melakukan koreksi bagi pergeseran letak gambar. Keakuratan yang dihasilkan dari *orthoimage* didasarkan pada keakuratan triangulasi, resolusi gambar sumber, dan keakuratan model elevasi (*trac.osgeo.org*, 2014).



Gambar 2.9 Contoh *Orthoimage*

(Sumber : *USGS.gov*, 2001)

Dalam satu kata, *orthoimage* adalah gambar terorthorektifikasi dengan koreksi geometris yang diterapkan dengan baik pada permukaan bumi yang telanjang dan objek di atas permukaan tanah (seperti bangunan, jembatan dll.) pada lokasi planimetrik yang tepat (Hu, Y., 2016).

2.7 Uji Ketelitian Geometri

Untuk mengetahui nilai ketelitian dari citra satelit setelah melakukan proses orthorektifikasi perlu dilakukan uji akurasi/uji ketelitian geometri citra satelit. Perbedaan koordinat (X,Y,Z) antara titik pengujian pada gambar atau peta terhadap lokasi aktual atau sebenarnya pada titik uji di permukaan tanah menjadi acuan dalam uji ketelitian geometri atau *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE* merupakan akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber independent yang akurasi lebih tinggi. Berikut merupakan persamaan dalam menghitung nilai *RMSE* (Badan Informasi Geospasial, 2018) :

$$RMSE_{(horizontal)} = \sqrt{\frac{\Sigma((X_{(data)}-X_{(check)})+(Y_{(data)}-Y_{(check)}))^2}{n}} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.1})$$

$$RMSE_{(vertikal)} = \sqrt{\frac{\Sigma(Z_{data}-Z_{check})^2}{n}} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.2})$$

Keterangan :

$X_{(data)}$: nilai koordinat sumbu X pada citra hasil ortho

$Y_{(data)}$: nilai koordinat sumbu Y pada citra hasil ortho

$Z_{(data)}$: nilai koordinat sumbu Z pada citra hasil ortho

$X_{(cek)}$: nilai koordinat sumbu X dari hasil pengukuran

$Y_{(cek)}$: nilai koordinat sumbu Y dari hasil pengukuran

$Z_{(cek)}$: nilai koordinat sumbu Z dari hasil pengukuran

n : jumlah titik

Nilai CE90 & LE90 kemudian dihitung berdasarkan rumus (Badan Informasi Geospasial, 2014) :

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_{(horizontal)} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.3})$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSE_{(horizontal)} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.4})$$

Standar ketelitian geometri peta telah diatur dalam peraturan kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) nomor 6 tahun 2018 yang tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5 Ketelitian Geometri Peta RBI
(Sumber : Badan Informasi Geospasial, 2018)

No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horisontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horisontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horisontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	300	200	600	300	900	400
2	1:500.000	200	150	100	300	150	450	200
3	1:250.000	100	75	50	150	75	225	100
4	1:100.000	40	30	20	60	30	90	40
5	1:50.000	20	15	10	30	15	45	20
6	1:25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7	1:10.000	4	3	2	6	3	9	4
8	1:5.000	2	1,5	1	3	1,5	4,5	2
9	1:2.500	1	0,75	0,5	1,5	0,75	2,3	1
10	1:1.000	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4

2.8 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul Analisis Pengaruh Tutupan Lahan Terhadap Ketelitian *ASTER GDEM V2* Dan *DEM SRTM V4.1* studi kasus Kota Batu, Kabupaten Malang, Jawa Timur oleh Asadul Udud dan Bangun Muljo Sukojo, dilakukan dengan mengambil 20 titik sample pada 7 jenis tutupan lahan, yaitu hutan, lading/tegalan, perkebunan, semak/belukar, sawah, pemukiman, dan lahan kosong. Tutupan lahan diperoleh dari overlay tutupan lahan peta RBI dengan tutupan lahan hasil klasifikasi citra landsat 8. Sample tersebut berupa titik tinggi peta RBI dan data dari kontur RBI. Ketelitian *ASTER GDEM V2* dan *DEM SRTM V4.1* dihitung menggunakan RMSE dari selisih titik sample dari kedua DEM tersebut dengan data peta RBI sebagai referensi. Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin teliti data DEM tersebut.

Hasil dari penelitian ini yaitu ASTER GDEM V2 kurang teliti pada tutupan lahan vegetasi, tetapi lebih teliti pada tutupan lahan bukan vegetasi (pemukiman dan lahan kosong) dibandingkan dengan DEM SRTM V4.1. Nilai RMSE total DEM SRTM V4.1 (11,60 m) lebih kecil dari nilai RMSE total ASTER GDEM V2 (13,41 m). Sehingga dapat disimpulkan bahwa DEM SRTM V4.1 lebih teliti dibandingkan ASTER GDEM V2.

Pada penelitian sebelumnya oleh Novita Duantari dan Agung Budi Cahyono yang berjudul “Analisis Perbandingan DTM (*Digital Terrain Model*) dari LiDAR (*Light Detection and Ranging*) dan Foto Udara dalam Pembuatan Kontur Peta Rupa Bumi Indonesia” yang bertujuan untuk membandingkan ketelitian kontur dari DTM LiDAR dan foto udara dengan pengolahan data yang berbeda. Pengolahan data LiDAR diawali dengan proses editing *masspoint* dan menghilangkan *noise* serta *spike*. Setelah proses editing dilakukan kemudian dilakukan pembuatan model TIN untuk mendapatkan kontur dari DTM data LiDAR. Sedangkan, data foto udara diolah dengan menggunakan cara *stereoplotting*. Proses *stereoplotting* ini diawali dengan pembuatan *stereomate* dan pembentukan model stereo. Hasil *stereoplotting* tersebut yang kemudian menghasilkan kontur. Setelah terbentuk kontur dari masing-masing data, dilakukan pengujian ketelitian berdasarkan PERKA BIG No. 15 Tahun 2014.

Hasil dari penelitian ini yaitu uji LE90 pengolahan data LiDAR sebesar 0,571 m dan foto udara sebesar 1,099 m. Berdasarkan Perka BIG No. 15 Tahun 2014 pada ketelitian peta skala 1:5000, hasil pengolahan data LiDAR masuk ke dalam klasifikasi kelas 1 dan foto udara masuk kelas 2. Berdasarkan hasil kontur yang dihasilkan, kontur hasil *stereoplotting* lebih sederhana karena hanya menampilkan kontur yang diperlukan dalam sebuah peta, tidak terdapat titik-titik tinggi hasil perekaman yang tidak diperlukan, dan lebih mudah dipahami pengguna sesuai dengan syarat peta apabila dibandingkan dengan hasil kontur LiDAR.

Penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu berjudul Evaluasi Hasil Integrasi Berbagai Ketelitian Data Model Elevasi Digital studi kasus NLP 1316-61 dan 1316-63 tahun 2018.

Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan 2 data DEM yang berbeda dengan tujuan memperoleh model integrasi DEM yang *seamless* dan *smooth* pada daerah sambungan. Mozaik data dilakukan dengan 2 skenario yaitu mozaik tanpa bobot, dan mozaik dengan bobot. Fusi DEM diterapkan pada skenario mozaik dengan bobot. Pembobotan dilakukan dengan Persamaan *weighted mean height* (Hoja, Reinartz, & Schroeder, 2006) kemudian dilakukan perhitungan akurasi vertikal. Pengkelasan sesuai standar BIG Nomor 15 Tahun 2014 atau uji LE90 juga dilakukan untuk mengecek perubahan yang terjadi setelah dilakukan mozaik.

Pada penelitian ini, mozaik dengan bobot mampu mempertahankan detail ketinggian dari kedua data awal yang digunakan. Berdasarkan hasil uji ketelitian dari tiap data DEM diperoleh ketelitian vertikal sebesar 2,050 meter untuk DTM IFSAR tahun 2011, 3,284 meter untuk DTM RBI 1:50.000 tahun 2014. Sedangkan hasil uji ketelitian vertikal hasil dari mozaik 2 data didapatkan nilai akurasi vertikal sebesar 2,257 meter untuk mozaik tanpa bobot, dan 2,065 meter untuk mozaik dengan bobot. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengatasi inkonsistensi nilai ketinggian dari dua data atau lebih pada daerah tampalan.