

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA PLEIADES 1B
DAN WORLDVIEW-3 SEBAGAI DASAR PEMBUATAN PETA
DASAR RENCANA DETAIL TATA RUANG**

(Studi Kasus: Kota Bandar Lampung)

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

EGY NUGRAHA IRDIANSYAH

NPM 4122322130043



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK, PERENCANAAN, DAN ARSITEKTUR
UNIVERSITAS WINAYA MUKTI
BANDUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA PLEIADES 1B
DAN *WORLDVIEW-3* SEBAGAI DASAR PEMBUATAN PETA
DASAR RENCANA DETAIL TATA RUANG**

(Studi Kasus: Kota Bandar Lampung)

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Geodesi

EGY NUGRAHA IRDIANSYAH

NPM 4122322130043

Disetujui,

Levana Apriani, S.T., M.T.
NIPY. 19100118
Pembimbing I

Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M.
NIPY. 16800007
Pembimbing II

Mengetahui Dan Disahkan
Ketua Program Studi Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan Dan Arsitektur

Levana Apriani, S.T., M.T.
NIPY. 19100118

MOTTO

“Sempurna itu proses, bukan titik. Dan setiap titik berawal dari satu garis yang digambar dengan berani”.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Ketelitian Geometrik Citra Pleiades 1B dan WorldView-3 Sebagai Dasar Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang (Studi Kasus: Kota Bandar Lampung)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi lainnya. Semua referensi yang dirujuk dan dikutip pada Tugas Akhir ini telah saya nyatakan benar berdasarkan aturan-aturan pengutipan yang sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dan tertera pada daftar pustaka.

Nama : Egy Nugraha Irdiansyah

NPM : 4122322130043

Tanda Tangan : (di atas materai)

Tanggal :

ABSTRAK

Perkembangan pesat kawasan perkotaan di Indonesia menuntut ketersediaan data spasial yang akurat dan andal sebagai dasar dalam penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Salah satu sumber data spasial yang relevan adalah citra satelit resolusi sangat tinggi, seperti *Pleiades 1B* dan *WorldView-3*. Namun, agar dapat digunakan dalam peta dasar skala besar, citra tersebut perlu dievaluasi tingkat ketelitian geometriknya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi geometrik citra *Pleiades 1B* dan *WorldView-3* melalui metode *Rational Polynomial Coefficient* (RPC) yang didukung oleh 27 *Ground Control Point* (GCP), 12 *Independent Check Point* (ICP), dan data elevasi dari DEMNAS. Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Circular Error 90%* (CE90), mengacu pada standar ketelitian peta dasar berdasarkan Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua citra memenuhi kriteria ketelitian geometrik *Pleiades 1B Scene 1* RMSE 0.57 meter, *Scene 2* RMSE 0.42 meter, sementara *WorldView-3* RMSE 0.42 meter hasil <1,5 meter dibawah toleransi dan uji kelayakan citra perhitungan CE90 terdapat 1.252 meter masuk kategori kelas 1 untuk skala peta 1:5000. Dengan demikian, citra *Pleiades 1B* dan *WorldView-3* layak digunakan sebagai sumber data spasial dalam penyusunan RDTR berbasis citra satelit.

Kata kunci: Ketelitian geometrik, *Pleiades 1B*, *WorldView-3*, RMSE, CE90

ABSTRACT

The rapid development of urban areas in Indonesia demands the availability of accurate and reliable spatial data as the basis for the preparation of the Detailed Spatial Plan (RDTR). One relevant source of spatial data is very high resolution satellite imagery, such as Pleiade-1B and WorldView-3. However, in order to be used in large-scale base maps, such imagery needs to be evaluated for geometric accuracy.

This study aims to analyze the geometric accuracy of Pleiades 1B and WorldView-3 imagery through the Rational Polynomial Coefficient (RPC) method supported by 27 Ground Control Points (GCP), 12 Independent Check Points (ICP), and elevation data from DEMNAS. The evaluation was conducted by calculating the Root Mean Square Error (RMSE) and Circular Error 90% (CE90) values, referring to the base map accuracy standard based on BIG Head Regulation No. 6/2018.

The results show that both images meet the geometric accuracy criteria of Pleiades 1B scene 1 RMSE 0.57 meters, scene 2 RMSE 0.42 meters, while WorldView-3 RMSE 0.42 meters results <1.5 meters below tolerance and image feasibility test CE90 calculation is 1,252 meters in class 1 category for map scale 1: 5000. Thus, Pleiades 1B and WorldView-3 images are suitable for use as a source of spatial data in the preparation of satellite image-based RDTR.

Keywords: Geometric accuracy, Pleiades 1B, WorldView-3, RMSE, CE90

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya lah tulisan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan tugas akhir yang berjudul "*Analisis Ketelitian Geometrik Citra Pleiades 1B dan WorldView-3 Sebagai Dasar Pembuatan Dasar Rencana Detail Tata Ruang (Studi Kasus: Kota Bandar Lampung)*" ini dalam rangka melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti. Tulisan ini dapat penulis selesaikan berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, sudah sepantasnya pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, yang telah memberikan masukan demi kelancaran dan kelengkapan Tugas Akhir ini. Tentunya dalam penulisan ini terdapat kekurangan-kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu demi kemajuan selanjutnya, tentunya saran dari berbagai pihak sangat diharapkan dan semoga tulisan ini bermanfaat bagi siapapun yang telah membacanya.

Dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Levana Apriani S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur Universitas Winaya Mukti serta selaku pembimbing 1 dalam penyusunan Tugas Akhir;
2. Ir. Achmad Ruchlihadiana T, M.M., selaku pembimbing 2 dalam penyusunan Tugas Akhir;

3. Hidayat Mustafa, S.T., M.M., Danis Suhari Singawilastra S.T, M.T., Prima Rizky Mirelva S.T., M.T., P.h.D., dan Aziz Soleh S.T., M.M. dosen pengajar Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti yang telah memberikan ilmu dan wawasannya sehingga menjadi bekal pemahaman bagi penulis dalam menulis penelitian ini;
4. Orang tua yang telah memberikan doa, dukungan, pengorbanan baik moril maupun materil serta yang telah mendidik penulis hingga sekarang;
5. Sahabat dan teman seperjuangan yang saling memberikan dukungan serta memberikan motivasi selama perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir;
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal kepada semuanya.

Penulis berharap Tugas Akhir yang disusun dapat memberikan pengetahuan kepada para pembaca, sehingga dapat memberikan dampak positif bagi pengetahuan dan wawasan kita semua. Dalam rangka perbaikan selanjutnya, penulis terbuka terhadap saran dan masukan dari semua pihak karena menyadari Tugas Akhir yang telah disusun memiliki banyak sekali kekurangan. Semoga hasil laporan ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Bandung, 12 April 2025

Penulis,

Egy Nugraha Irdiansyah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR ISTILAH	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.2 Citra Satelit.....	9
2.2.1 Satelit Pleiades	9
2.2.2 Satelit WorldView-3	11
2.3 <i>Digital Elevation Model</i> Nasional.....	12
2.4 <i>Pan-sharpening</i>	14
2.5 RDTR	16
2.6 Penentuan Posisi dengan GNSS	18
2.6.1 <i>Ground Control Point (GCP)</i>	21

2.6.2 <i>Independent Check Point</i> (ICP)	22
2.7 Koreksi Geometrik	23
2.8 Rektifikasi	24
2.8.1 Ortorektifikasi	26
2.8.2 Metode <i>Ratio Polynomial Coefficient</i>	27
2.8.3 Spesifikasi Uji Ketelitian	28
2.9 Penelitian Terkait	31
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	35
3.1 Metode Penelitian.....	35
3.1.1 Metode Pengumpulan Data	35
3.1.2 Metode Pengolahan Data	36
3.1.3 Metode Analisis Data	36
3.2 Kerangka Penelitian	37
3.3 Operasionalisasi Penelitian	38
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	38
3.3.2 Data Penelitian	39
3.3.3 Rancangan Penelitian	41
3.3.4 Tahap Kesimpulan	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Hasil <i>Pansharpening</i> Citra Satelit.....	46
4.2 Hasil Penentuan Titik Kontrol GCP dan ICP.....	48
4.3 Hasil Pengamatan Titik Kontrol GCP dan ICP	51
4.4 Hasil Koreksi Geometrik Citra.....	54
4.5 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Horizontal	57
BAB 5 KESIMPULAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
DAFTAR LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses penginderaan jauh	6
Gambar 2. 2 Satelit Pleiades-1A (kiri) dan Satelit Pleiades 1B (kanan).....	9
Gambar 2. 3 Contoh Citra Pleiades.....	10
Gambar 2. 4 Satelit WorldView-3	11
Gambar 2. 5 Contoh Hasil DEMNAS.....	13
Gambar 2. 6 Proses Pembentukan DEMNAS.....	13
Gambar 2. 7 Prinsip Pengukuran GNSS Metode Diferensial	18
Gambar 2. 8 moda jaring dan Moda radial dalam survei statik GNSS.....	20
Gambar 2. 9 Model Proyeksi Perspektif	25
Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran.....	38
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	39
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4. 1 Hasil <i>Pan-sharpening</i> Citra Satelit Pleiades 1B	47
Gambar 4. 2 Tampilan Citra Satelit WorldView-3 mode Pankromatik (atas) dan Multispektral (bawah)	47
Gambar 4. 3 Hasil <i>Pan-sharpening</i> Citra Satelit WorldView-3	48
Gambar 4. 4 Penentuan Titik GCP dan ICP pada citra satelit Pleiades 1B dan Worldview-3	49
Gambar 4. 5 <i>Baseline</i> Titik GCP dan ICP terhadap CORS CTRA dan CPSU.....	52
Gambar 4. 6 Tampilan DEMNAS.....	54
Gambar 4. 7 Pergeseran koordinat ICP interpretasi dan ICP referensi citra.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Citra Pleiades 1B	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi WorldView-3	12
Tabel 2. 3 Jumlah uji akurasi berdasarkan luasan.....	23
Tabel 2. 4 Ketelitian Geometri Peta RBI	30
Tabel 2.5 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI.....	30
Tabel 2. 6 Penelitian Terkait	32
Tabel 2. 7 Penelitian Terkait (lanjutan).....	33
Tabel 2. 8 Penelitian Terkait (lanjutan).....	34
Tabel 3. 1 Data Penelitian	40
Tabel 4. 1 Citra Referensi Koordinat GCP	50
Tabel 4. 2 Citra Referensi Koordinat ICP	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan GCP.....	52
Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan GCP (lanjutan)	53
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan ICP	53
Tabel 4. 6 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit Pleiades 1B <i>Scene 1</i>	55
Tabel 4. 7 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit Pleiades 1B <i>Scene 2</i>	56
Tabel 4. 8 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit WorldView-3	56
Tabel 4. 9 Perhitungan titik uji ICP RMSE dan CE90.....	58
Tabel 4. 10 Perhitungan titik uji ICP RMSE dan CE90 (lanjutan)	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Raw Data Citra Pleiades-1B <i>Scene 1</i>	67
Lampiran 2 Raw Data Citra Pleiades-1B <i>Scene 2</i>	67
Lampiran 3 Raw data Multispektral Citra WorldView-3	68
Lampiran 4 Raw data Pankromatik Citra WorldView-3	68
Lampiran 5 Baseline Processing Report	69
Lampiran 6 Formulir Pengamatan GNSS (GCP)	70
Lampiran 7 Formulir Pengamatan GNSS (ICP)	71
Lampiran 8 Koordinat GCP Hasil Pengolahan	72
Lampiran 9 Koordinat ICP Hasil Pengolahan	73
Lampiran 10 Peta Mosaic Kota Bandar Lampung	74
Lampiran 11 Peta Sebaran GCP dan ICP Kota Bandar Lampung	75

DAFTAR SINGKATAN

ALOS	: <i>Advanced Land Observing Satellite</i>
AOI	: <i>Area of Interest</i>
BIG	: Badan Informasi Geospasial
CE90	: <i>Circular Error 90%</i>
CORS	: <i>Continuously Operating Reference Station</i>
CSRT	: Citra Satelit Resolusi Tinggi
DEMNAS	: <i>Digital Elevation Model Nasional</i>
EGM	: <i>Earth Gravitational Model</i>
GCP	: <i>Ground Control Points</i>
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
GNSS	: <i>Global Navigation Satellite System</i>
ICP	: <i>Independent Control Points</i>
IFOV	: <i>Instantaneous Field of View</i>
IFSAR	: <i>Interferometric Synthetic Aperture Radar</i>
IHS	: <i>Intensity Hue Saturation</i>
MSS	: <i>Multispectral scanner</i>
PALSAR	: <i>Phased Array type L- band Synthetic Aperture Radar</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
PCI	: <i>Photo Cartographic Inc</i>
Perka	: Peraturan Kepala
RDTR	: Rencana Detail Tata Ruang
RGB	: <i>Red, Green, Blue</i>
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i>
RPC	: <i>Rational Polynomial Coefficients</i>
RTRW	: Rencana Tata Ruang Wilayah
SWIR	: <i>Shortwave Infrared</i>
US NMAS	: <i>United States National Map Accuracy Standards</i>
UTM	: <i>Universal Transverse Mercator</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Circular Error 90%</i>	: Nilai kesalahan posisi horizontal yang menunjukkan bahwa 90% titik berada dalam jarak tertentu dari posisi sebenarnya, digunakan untuk mengukur akurasi spasial citra atau peta.
<i>Digital Elevation Model</i> Nasional	: Model digital yang merepresentasi permukaan bumi beserta penutup lahannya.
<i>Global Positioning System</i>	: Sistem navigasi berbasis satelit yang digunakan untuk menentukan posisi dan koordinat di permukaan bumi dengan akurasi tinggi.
<i>Ground Control Point</i>	: Titik kendali darat yang digunakan untuk koreksi geometrik citra dan peningkatan akurasi spasial.
<i>Independent Check Point</i>	: Titik pengujian akurasi yang tidak digunakan dalam pemrosesan, melainkan untuk evaluasi ketelitian akhir.
<i>Intensity-Hue-Saturation</i>	: Model warna yang digunakan dalam pengolahan citra untuk memisahkan elemen warna dan kecerahan, sering digunakan dalam teknik fusi citra.
Ortorektifikasi	: Proses koreksi geometrik citra untuk menghilangkan distorsi akibat relief dan sudut pengambilan, agar sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan.
<i>Pan-sharpening</i>	: Teknik fusi citra untuk meningkatkan

	resolusi spasial citra multispektral dengan bantuan citra pankromatik.
<i>Principal Component Analysis</i>	: Metode statistik untuk mereduksi dimensi data dengan cara mengubah variabel asli menjadi sejumlah komponen utama yang saling bebas dan merepresentasikan variansi terbesar dalam data.
<i>Rational Polynomial Coefficient</i>	: Model matematis untuk mengubah koordinat piksel citra ke koordinat bumi, umum digunakan dalam proses <i>Ortorektifikasi</i> citra satelit.
<i>Red, Green, Blue</i>	: Model warna aditif yang digunakan dalam pengolahan citra untuk menampilkan komposit warna dari data spektral citra satelit.
Rencana Detail Tata Ruang	: Dokumen perencanaan spasial rinci untuk pemanfaatan ruang, mengacu pada RTRW dan digunakan sebagai dasar pembangunan wilayah.
<i>Root Mean Square Error</i>	: Akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat di output dan nilai koordinat dari sumber independent yang akurasiya lebih tinggi.
TerraSAR-X	: Satelit radar resolusi tinggi milik Jerman yang menggunakan teknologi <i>Synthetic Aperture Radar</i> (SAR) pada frekuensi X- band untuk observasi permukaan bumi, termasuk untuk topografi, pemantauan perubahan lahan, dan mitigasi bencana.

BAB 1

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah perkotaan di Indonesia menunjukkan peningkatan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini mendorong peningkatan kebutuhan akan ruang permukiman, layanan publik, serta infrastruktur yang memadai. Salah satu kota yang mengalami perkembangan signifikan adalah Kota Bandar Lampung, Ibu Kota Provinsi Lampung, yang memiliki posisi strategis sebagai simpul transportasi dan pintu gerbang Pulau Sumatera dari arah Pulau Jawa. Kota ini telah ditetapkan sebagai pusat kegiatan wilayah dalam Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 1 Tahun 2021 tentang Kerjasama Daerah. Seiring dengan itu, diperlukan perencanaan ruang yang akurat dan berbasis data spasial yang mutakhir, salah satunya melalui penyusunan rencana detail tata ruang.

1.1 Latar Belakang

Rencana detail tata ruang merupakan dokumen teknis dan legal yang menjabarkan pemanfaatan ruang secara rinci di tingkat kota atau kabupaten. Dalam penyusunannya, dibutuhkan peta dasar berskala besar yang memenuhi standar ketelitian geometrik dan dapat menggambarkan kondisi spasial wilayah dengan akurat. Salah satu sumber data yang potensial untuk menghasilkan peta dasar adalah citra satelit resolusi sangat tinggi, seperti Pleiades 1B dan WorldView-3. Citra ini mampu menampilkan objek permukaan bumi secara detail hingga tingkat sub-meter, sehingga banyak digunakan dalam pemetaan wilayah urban. Namun, citra satelit tetap perlu dievaluasi ketelitian geometriknnya sebelum digunakan, terdapat distorsi akibat topografi dan sudut perekaman (Sahliyah, 2019).

Salah satu metode koreksi geometrik yang umum digunakan adalah *ratio polynomial coefficient*. Metode ini efektif dalam mengoreksi posisi objek dalam citra melalui pemodelan matematis berbasis koefisien polinomial, dan telah banyak diterapkan dalam Ortorektifikasi citra satelit resolusi tinggi (Mahmudi, 2018). Proses koreksi ini membutuhkan data tambahan seperti *ground control points* dan *digital elevation model* nasional untuk perbaikan vertikal. Evaluasi hasil koreksi dilakukan menggunakan *independent control points* yang tidak terlibat dalam proses koreksi, dengan pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error* dan *circular error 90*. Parameter ini digunakan untuk menilai kesesuaian posisi objek spasial dengan standar Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 6 Tahun 2018 (Milenia, dkk., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Gao, dkk., (2021), menunjukkan bahwa penggunaan *ratio polynomial coefficient* dalam proses koreksi geometrik citra satelit dapat menghasilkan akurasi horizontal yang tinggi. Namun, tingkat akurasi tersebut sangat bergantung pada keberadaan *ground control points* yang tersebar secara merata dan model elevasi digital yang sesuai dengan karakteristik medan di lokasi pengamatan. Hasil temuan penelitian mereka menekankan bahwa kualitas data kontrol, sebaran, dan akurasi titik control, serta pemilihan metode koreksi sangat memengaruhi keluaran akhir peta.

Penelitian ini dilakukan di Kota Bandar Lampung, yang terdiri dari 20 kecamatan secara administratif. Namun karena keterbatasan cakupan citra, distribusi *ground control points* dan *independent control points*, dan kondisi lapangan, penelitian hanya difokuskan pada 13 kecamatan yang sepenuhnya tercakup dalam data citra Pleiades 1B dan WorldView-3. Pemilihan wilayah ini

didasarkan pada ketersediaan data kontrol dan representasi keragaman wilayah, baik dari segi topografi maupun kepadatan permukiman.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan dalam penelitian ini teridentifikasi perlunya analisis ketelitian geometrik citra satelit resolusi sangat tinggi sebagai dasar pembuatan peta dasar. Citra Pleiades 1B dan WorldView-3 memiliki potensi tinggi dalam penyediaan data spasial yang presisi, namun akurasi geometriknya dan RMSE perlu dianalisis lebih lanjut melalui pendekatan koreksi berbasis yang didukung oleh data GCP dan DEMNAS. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian ketelitian geometrik kedua citra tersebut serta ICP untuk mengetahui tingkat kelayakan citra satelit sebagai peta dasar skala 1:5000 Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, 2018, sehingga hasilnya dapat digunakan dalam kelayakan citra dengan standar ketelitian Perka BIG.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, citra satelit Pleiades 1B dan WorldView-3 merupakan citra resolusi sangat tinggi yang berpotensi digunakan sebagai sumber data peta dasar. Namun, sebelum digunakan, perlu dilakukan uji ketelitian geometrik dengan pendekatan koreksi geometrik berbasis RPC. Proses ini didukung oleh data GCP, DEMNAS, serta ICP untuk evaluasi. Pengujian dilakukan menggunakan RMSE dan CE90, dengan mengacu pada standar teknis Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018 untuk peta skala 1:5.000. dengan latar belakang

tersebut. maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana ketelitian geometrik pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3 standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018?
2. Bagaimana ketelitian nilai CE90 kelayakan pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3 sebagai dasar peta standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis ketelitian geometrik pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3 dengan standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018.
2. Mengevaluasi ketelitian nilai CE90 pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3 dengan parameter akurasi standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah manfaat secara teoritis dan manfaat secara praktis.

1. Manfaat teoritis, memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang geodesi dan penginderaan jauh, khususnya dalam kajian ketelitian geometrik citra satelit resolusi tinggi.
2. Manfaat praktis, Mendukung implementasi standar teknis pemetaan skala besar yang ditetapkan oleh pemerintah.



BAB 2

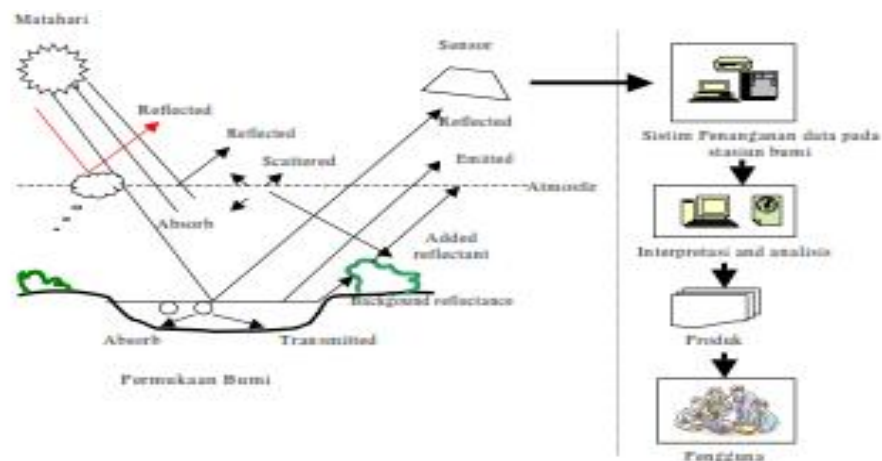
DASAR TEORI

Perencanaan tata ruang memerlukan peta dasar yang akurat agar pembangunan wilayah dapat berjalan sesuai dengan fungsi. Peta dasar harus disusun berdasarkan data spasial yang memiliki ketelitian tinggi, terutama dalam hal posisi dan bentuk objek di permukaan bumi. Citra satelit resolusi tinggi (CSRT) menjadi salah satu sumber data yang banyak digunakan karena mampu merekam permukaan bumi dengan detail yang baik. Namun, sebelum digunakan, citra satelit perlu melalui proses koreksi geometrik agar posisi objek dalam citra sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Dengan demikian, citra yang telah terkoreksi secara geometrik dapat menjadi dasar yang andal dalam penyusunan rencana tata ruang, termasuk RDTR di wilayah perkotaan.

2.1 Penginderaan Jauh

Pada dasarnya, penginderaan jauh adalah metode ilmiah berbasis ilmu disiplin sekaligus seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh oleh perangkat yang tidak bersentuhan langsung dengan objek, area, atau fenomena yang sedang diteliti. Proses akuisisi data penginderaan jauh dilakukan melalui instrumen sensorik yang terintegrasi pada platform penginderaan, baik berbasis pesawat udara maupun satelit. perkembangan teknologi indera menghadirkan berbagai citra satelit dengan berbagai misi serta teknologi sensor (Lillesand, dkk., 2015).

Sistem penginderaan jauh terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sumber tenaga, objek, sensor, data hasil perekaman, dan pengguna data. Tidak seluruh radiasi matahari mencapai permukaan bumi karena dipengaruhi atmosfer, sehingga interaksi tenaga dengan atmosfer dan objek permukaan menjadi bagian penting dalam sistem ini. Karakteristik interaksi tersebut menentukan jenis dan jumlah radiasi yang terekam oleh sensor (Sutanto, 1986). Dijelaskan gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Proses penginderaan jauh (Lillesand, dkk., 2015)

Proses penginderaan jauh digambarkan dalam skema Gambar 2.1. Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan radiasi ke seluruh arah, termasuk ke bumi. Sebagian energi diserap dan dihamburkan oleh atmosfer, sementara sisanya mencapai permukaan bumi dan berinteraksi dengan objek melalui penyerapan, transmisi, dan pemantulan. Energi yang dipantulkan ke sensor disebut tenaga pantulan, komponen utama dalam citra penginderaan jauh pasif. (Sutanto, 1986).

Salah satu jenis data dalam penginderaan jauh adalah citra. Citra merupakan hasil rekaman visual dari objek di permukaan bumi, yang umumnya ditampilkan dalam bentuk foto atau gambaran visual lainnya. Dalam konteks penginderaan jauh

modern, citra diolah secara digital dan tersusun atas satuan terkecil yang disebut piksel (*picture element*). Setiap piksel merepresentasikan tingkat kecerahan atau derajat keabuan, yang menunjukkan intensitas pantulan atau pancaran energi dari suatu objek pada panjang gelombang tertentu (Purwadhi, 2006).

Menurut Jaya, (2010) Citra raster terdiri dari kumpulan sel atau grid yang membentuk suatu matriks, di mana setiap sel merepresentasikan satu piksel yang menyimpan informasi nilai reflektansi dari lokasi tertentu di permukaan bumi. Setiap sensor memiliki kepekaan terbatas terhadap panjang gelombang dan hanya mampu mendeteksi objek berukuran tertentu. Kemampuan membedakan objek ini disebut resolusi, dan sensor tidak mampu merekam objek yang sangat kecil (Aftriana, 2013).

Resolusi sensor merupakan indikator yang menggambarkan kemampuan atau kualitas sensor dalam merekam objek. Terdapat 4 jenis resolusi yang umum digunakan sebagai parameter untuk menilai kemampuan sensor:

1. Resolusi spasial, yang mengacu pada ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali dalam citra. Resolusi spasial mencerminkan tingkat detail yang dapat ditangkap oleh sensor, di mana semakin rinci suatu studi, semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan. Resolusi spasial dapat ditentukan dengan berbagai cara, salah satunya melalui dimensi dari *instantaneous field of view* (IFOV) yang diproyeksikan pada permukaan bumi (Jaya, 2010).
2. Resolusi spektral merujuk pada kemampuan sensor untuk membedakan objek berdasarkan rentang spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam proses perekaman data. Resolusi ini menunjukkan seberapa sempit

atau lebar kisaran panjang gelombang pada setiap band spektral yang dapat dideteksi oleh sensor. Semakin sempit kisaran spektralnya, semakin tinggi resolusi spektral, yang memungkinkan sensor membedakan karakteristik objek dengan lebih detail dalam domain spektral (Sugianto, 2017).

3. Resolusi radiometrik menggambarkan kemampuan sensor dalam mendeteksi perbedaan terkecil dari intensitas pantulan atau tingkat kepekaannya terhadap variasi sinyal yang sangat halus. Resolusi ini dinyatakan dalam jumlah bit yang menunjukkan banyaknya tingkat keabuan yang dapat direkam oleh sensor. Sebagai ilustrasi, detektor pada kanal MSS band 6 memiliki resolusi radiometrik sebesar 6 bit ($2^6 = 64$ tingkat keabuan), sedangkan kanal MSS band 4, 5, dan 7 memiliki resolusi sebesar 7 bit ($2^7 = 128$ tingkat keabuan). Artinya, detektor pada band 4, 5, dan 7 mampu merekam informasi dengan detail radiometrik yang lebih tinggi di bandingkan band 6 (Raharja, 2012).
4. Resolusi temporal mengacu pada frekuensi waktu yang dibutuhkan oleh suatu satelit untuk merekam kembali area yang sama di permukaan bumi. Interval ini dapat diartikan sebagai durasi yang diperlukan satelit untuk menyelesaikan satu siklus orbitnya. Nilai resolusi temporal aktual sangat dipengaruhi oleh karakteristik sensor, lebar tumpang tindih antar jalur rekaman, serta ketinggian orbit satelit (Jaya, 2010). Sementara itu, menurut Purwadhi, (2006), resolusi temporal juga diartikan sebagai kemampuan untuk membedakan perubahan objek berdasarkan waktu perekaman ulang yang tersedia.

2.2 Citra Satelit

2.2.1 Satelit Pleiades

Satelit optik Pleiades merupakan hasil pengembangan dan peluncuran oleh *AIRBUS Defence and Space*, Prancis. Satelit ini diluncurkan menggunakan roket Soyuz STA milik Rusia dari Pusat Peluncuran Antariksa Guiana di Kourou. Sistem satelit *Pleiades* terdiri dari dua tipe sensor utama, yaitu Pleiades-1A dan Pleiades 1B.



Gambar 2. 2 Satelit Pleiades-1A (kiri) dan Satelit Pleiades 1B (kanan) (LAPAN, 2015)

Merujuk gambar 2.2, Pleiades-1A diluncurkan pada tanggal 16 Desember 2011. Satelit ini dilengkapi dengan sensor yang mampu menghasilkan citra stereo dalam satu kali akuisisi serta mencakup area luas hingga 1.000 km x 1.000 km. Resolusi spasial yang dimiliki mencapai 0,5 meter untuk mode pankromatik dan 2 meter untuk mode multispektral. Sementara itu, Pleiades 1B diluncurkan pada 2 Desember 2012, dengan kemampuan mendukung pemetaan skala besar. Satelit ini sangat sesuai untuk aplikasi di bidang teknik dan konstruksi, pemantauan kawasan

pertambangan, industri dan militer, serta untuk wilayah terdampak konflik, krisis, bencana alam, dan operasi evakuasi serta penyelamatan.



Gambar 2. 3 Contoh Citra Pleiades (LAPAN, 2015)

Gambar 2.3 di atas menunjukkan contoh tampilan citra satelit resolusi sangat tinggi yang dihasilkan oleh sensor satelit Pleiades. Gambar kiri dan kanan menunjukkan keunggulan satelit Pleiades dalam menyajikan informasi.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Citra Pleiades 1B (LAPAN, 2015)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial pada nadir	0.5m GSD Pada nadir	2m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480 – 830 nm	Biru (430 – 550nm) Hijau (490 – 610nm) Merah (600 – 720nm) IR dekat (750 – 950nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip € 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar minimum 500 m) minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar minimum 5 km)	
Level Proses	Primer dan Orto	

2.2.2 Satelit WorldView-3

WorldView-3 merupakan salah satu satelit observasi Bumi resolusi tinggi yang dioperasikan oleh perusahaan Maxar *Technologies*. Diluncurkan pada tanggal 13 Agustus 2014 dengan menggunakan roket Atlas V, satelit ini dirancang untuk mendukung berbagai aplikasi penginderaan jauh dengan menyediakan citra multispektral dan pankromatik berkualitas tinggi. Satelit ini menjadi yang pertama di kelas komersial yang dilengkapi dengan sensor *shortwave infrared* (SWIR), sehingga memungkinkan akuisisi data meskipun dalam kondisi atmosfer yang menantang, seperti keberadaan asap atau kabut.



Gambar 2. 4 Satelit WorldView-3 (Digital Globe, 2014)

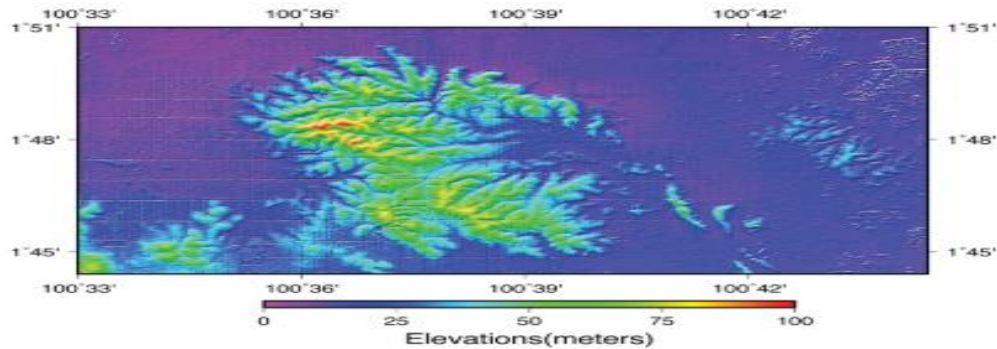
Gambar 2.4 ini menampilkan visualisasi artistik satelit WorldView-3 yang mengorbit Bumi. Visual tersebut mendukung penjelasan bahwa satelit ini berada di ketinggian sekitar 617 km dan melakukan akuisisi data dari luar atmosfer. Ini memberi konteks visual terhadap orbit dan fungsi observasi satelit.

Tabel 2. 2 Spesifikasi WorldView-3 (Digital Globe, 2014)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial pada nadir	0.31 m GSD Pada nadir	1,24 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	450 – 800 nm	Coastal (400 – 450nm) Biru (450 – 510nm) Hijau (510 – 580nm) Kuning (585-625nm) Merah (630 –690nm) IR dekat (750 – 950nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47,5 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 7 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	617- 694 km	
Waktu Lintasan	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Harga	€. 10 per km ² untuk data arsip €. 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar minimum 500m) minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar minimum 5km)	
Level Proses	Primer dan Orto	

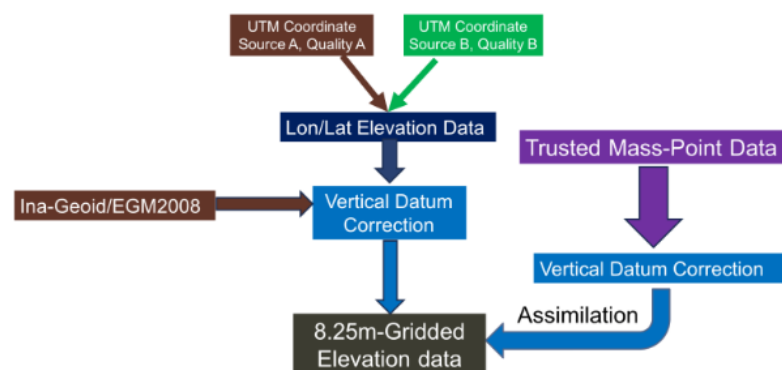
2.3 Digital Elevation Model Nasional

Model Elevation Model Nasional (DEMNAS) merupakan model elevasi digital yang dikembangkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai referensi standar nasional untuk data tinggi permukaan bumi di Indonesia. DEMNAS dibangun dari hasil integrasi beberapa sumber data elevasi, seperti IFSAR, TerraSAR-X, dan ALOR PALSAR, dan diproses menggunakan metode interpolasi serta koreksi vertikal berbasis datum EGM 2008. Produk ini memiliki resolusi spasial sekitar 0,27 *arc-second* (sekitar 8,5 meter) dan tersedia dalam cakupan nasional (Sulistiana, dkk., 2019) .



Gambar 2. 5 Contoh Hasil DEMNAS (Badan Informasi Geospasial, 2025)

Secara umum, *Digital Elevation Model* (DEM), merupakan bentuk visualisasi topografi permukaan tanah yang diperoleh melalui proses interpolasi deterministik terhadap data elevasi (Putra & Marfai, 2012). Dalam konteks penggunaan citra satelit resolusi tinggi, seperti Pleiades 1B dan WorldView-3, keberadaan DEM sangat berperan dalam proses koreksi geometrik, terutama untuk mengurangi kesalahan posisi spasial akibat perbedaan ketinggian medan.



Gambar 2. 6 Proses Pembentukan DEMNAS (Badan Informasi Geospasial, 2025)

Gambar 2.6 menggambarkan alur pembentukan data elevasi grid 8,25 meter yang digunakan dalam penyusunan DEMNAS. Data awal diperoleh dari berbagai sumber koordinat UTM dengan kualitas berbeda yang kemudian dikonversi ke sistem koordinat lintang-bujur. Proses koreksi datum vertikal dilakukan menggunakan model geoid Ina-GeoID/EGM2008 untuk menyelaraskan nilai elevasi. Selanjutnya, data dikombinasikan dengan titik elevasi terpercaya (*trusted*

mass-point data) melalui proses asimilasi guna menghasilkan model elevasi yang lebih akurat dan seragam secara nasional. Hasil evaluasi terhadap integrasi data dalam penyusunan DEMNAS menunjukkan bahwa mozaik DEM dengan metode pembobotan memberikan tingkat akurasi yang lebih baik di bandingkan dengan mozaik tanpa pembobotan. Nilai RMSE yang dihasilkan mencapai 2,065 meter, yang mengindikasikan bahwa DEMNAS cukup layak digunakan sebagai referensi dalam proses ortorektifikasi dan evaluasi ketelitian geometrik citra satelit (Mukti, dkk., 2018).

2.4 *Pan-sharpening*

Pan-sharpening merupakan suatu teknik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas citra satelit, khususnya dalam hal resolusi spasial dan spektral, sehingga dapat menunjang berbagai kebutuhan aplikasi yang memerlukan ketelitian tinggi. Teknik ini memungkinkan penyusutan ukuran piksel pada citra multispektral dengan mengacu pada *band* pankromatik. Hasil dari proses ini sangat bermanfaat, yaitu menghasilkan citra berwarna (komposit RGB) dengan tingkat detail yang lebih tinggi serta menyediakan informasi yang lebih akurat untuk aplikasi lanjutan seperti klasifikasi, pemetaan tutupan lahan, pemetaan tematik, ekstraksi fitur, dan lain sebagainya (Zhang, 2004).

Dalam analisis penginderaan jauh, data citra yang umum digunakan meliputi citra pankromatik dan citra multispektral. Citra pankromatik, yang merekam informasi dalam bentuk gradasi keabuan, memiliki resolusi spasial yang tinggi sehingga sangat berguna dalam membantu mengidentifikasi dan melokalisasi objek di permukaan bumi. Sebaliknya, citra multispektral memuat saluran-saluran spektrum berbeda (seperti inframerah, cahaya tampak, dan ultraviolet) yang

memberikan informasi warna berdasarkan karakteristik pantulan dan penyerapan radiasi elektromagnetik oleh objek, meskipun resolusi spasialnya biasanya lebih rendah.

Citra pankromatik maupun multispektral, terutama ketika dikombinasikan, berperan penting dalam berbagai aplikasi penginderaan jauh. Proses penggabungan kedua jenis citra tersebut dikenal dengan istilah fusi citra (*image fusion*) atau *pan-sharpening*. Secara umum, fusi citra didefinisikan sebagai teknik integrasi yang menggabungkan detail spasial dari citra pankromatik beresolusi tinggi dengan informasi spektral dari citra multispektral beresolusi rendah. Tujuan utama dari fusi citra adalah untuk memperoleh informasi gabungan yang lebih kaya dan akurat dibandingkan dengan informasi yang berasal dari satu sumber data. Manfaat dari fusi citra meliputi: memperluas cakupan operasi, memperpanjang rentang spasial dan temporal, mengurangi ketidakpastian data, meningkatkan keandalan interpretasi, memperkuat kinerja sistem, serta menyajikan informasi dalam format yang lebih ringkas.

Fusi citra dapat dilakukan pada tiga tingkat, yakni tingkat piksel, tingkat fitur, dan tingkat pengambilan keputusan. Pada tingkat piksel, penggabungan dilakukan langsung pada nilai piksel citra, yakni data mentah yang membentuk sebuah citra. Pada tingkat fitur, proses fusi melibatkan ekstraksi ciri terlebih dahulu, misalnya melalui segmentasi, sebelum dilakukan penggabungan terhadap objek-objek yang dihasilkan. Fusi tingkat fitur ini sering disebut juga sebagai fusi informasi. Sedangkan pada tingkat pengambilan keputusan, setiap citra diproses secara independen dan informasi yang diperoleh kemudian digabungkan untuk mendukung proses penarikan kesimpulan atau pengambilan keputusan.

Terdapat beberapa metode yang umum digunakan dalam fusi citra, di antaranya adalah *Principal Component Analysis* (PCA), *IHS (Intensity-Hue-Saturation)*, dan *Brovey Transform*. Metode *Principal Component Merge* menggunakan teknik PCA untuk menggabungkan citra beresolusi spasial berbeda, dengan tujuan menghasilkan komponen baru yang tidak saling berkorelasi tetapi tetap mempertahankan informasi utama dari data asli (Karson, 1982). Sementara itu, metode *Multiplicative* bertujuan meningkatkan intensitas citra sehingga unsur-unsur buatan manusia di permukaan Bumi lebih tampak jelas. *Brovey Transform*, yang dikembangkan untuk meningkatkan kontras visual, bekerja dengan melakukan perhitungan matematis terhadap tiga band warna tertentu. Namun, metode ini kurang sesuai apabila diperlukan pelestarian nilai radiometrik asli citra.

2.5 RDTR

RDTR kabupaten/kota merupakan dokumen perencanaan tata ruang yang memuat pengaturan secara rinci mengenai pemanfaatan ruang wilayah kabupaten/kota, serta dilengkapi dengan ketentuan peraturan zonasi. Penataan ruang sendiri merupakan suatu sistem yang mencakup proses perencanaan, pemanfaatan, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Proses perencanaan tata ruang bertujuan untuk menghasilkan dua bentuk rencana, yaitu rencana umum tata ruang dan rencana rinci tata ruang. Definisi RDTR sebagaimana tercantum dalam berbagai regulasi, antara lain Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010, serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyusunan RDTR dan Peraturan Zonasi, menjelaskan bahwa RDTR merupakan instrumen

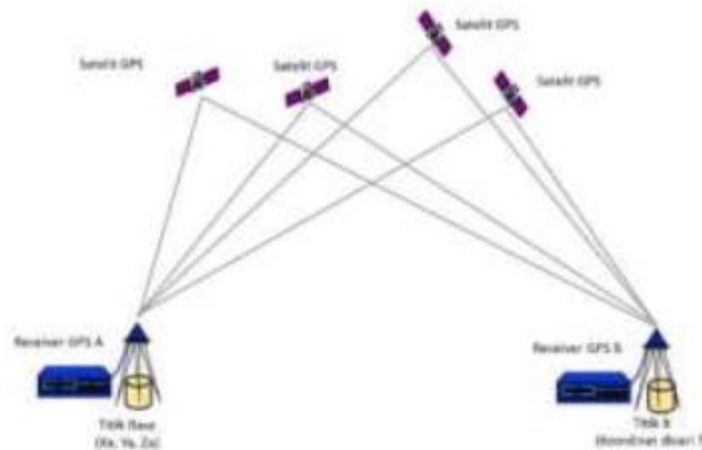
teknis dan yuridis dalam sistem penataan ruang yang memiliki fungsi strategis dalam pengendalian pemanfaatan ruang wilayah.

1. RDTR merupakan penjabaran dari Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) ke dalam bentuk rencana pemanfaatan ruang secara lebih rinci, dengan menetapkan blok-blok peruntukan dalam kawasan fungsional yang divisualisasikan melalui peta rencana berskala 1:5000 atau lebih besar.
2. RDTR juga dapat dipahami sebagai rencana geometris ruang kota yang dirancang untuk mendukung pelaksanaan proyek-proyek pembangunan secara terstruktur dalam rangka mewujudkan ruang kota yang terencana.
3. Selain itu, RDTR berperan sebagai penjabaran teknis dari RTRW yang menjadi pedoman utama dalam pelaksanaan pembangunan di lapangan, serta berfungsi sebagai instrumen pengendalian pemanfaatan ruang bagi pemerintah daerah, sektor swasta, maupun masyarakat.
4. Dokumen RDTR memuat ketentuan mengenai fungsi ruang dan arahan lokasi berbagai kegiatan secara terperinci, yang divisualisasikan dalam peta berskala 1:5000.

Penyusunan RDTR bertujuan untuk menghasilkan rencana tata ruang yang komprehensif, aplikatif, dan konsisten, sebagai bentuk penjabaran RTRW dalam bentuk yang lebih detail. RDTR juga digunakan sebagai pedoman utama dalam pemanfaatan ruang dan pelaksanaan pembangunan di wilayah kota, dengan jangka waktu perencanaan selama 20 (dua puluh) tahun atau disesuaikan dengan masa berlaku RTRW, dan ditinjau kembali setiap 5 (lima) tahun (Puspita & Atik, 2017).

2.6 Penentuan Posisi dengan GNSS

Pada prinsipnya, konsep dasar dalam penentuan posisi menggunakan teknologi GNSS didasarkan pada metode *resection*, yaitu penentuan posisi suatu titik melalui pengukuran jarak secara simultan terhadap sejumlah satelit GNSS yang posisi koordinatnya telah diketahui. Terdapat dua pendekatan utama dalam metode penentuan posisi GNSS, yaitu metode absolut dan metode diferensial. Metode absolut memanfaatkan satu unit penerima (*receiver*) GNSS tanpa adanya referensi eksternal, namun tingkat ketelitiannya terbatas, yaitu berkisar antara 3 hingga 10 meter. Untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi, digunakan metode diferensial, di mana posisi titik yang ingin ditentukan (*rover*) dihitung secara relatif terhadap titik acuan (*base station*) yang koordinatnya telah diketahui. Konsep ini memungkinkan pengurangan kesalahan sistematik melalui pengukuran diferensial antar dua atau lebih *receiver* secara bersamaan (Abidin, 2021).



Gambar 2. 7 Prinsip Pengukuran GNSS Metode Diferensial (Abidin, 2006)

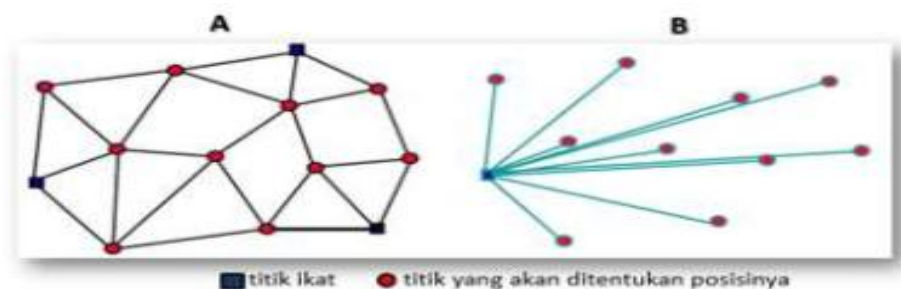
Merujuk Gambar 2.7, metode diferensial dalam penentuan posisi GNSS dilakukan dengan menggunakan minimal dua *receiver* atau lebih. Salah satu *receiver* ditempatkan pada lokasi dengan koordinat yang telah diketahui secara pasti dan berfungsi sebagai stasiun referensi, yang secara kontinu menerima sinyal

dari satelit untuk dijadikan acuan bagi *receiver* lainnya *rover* (Abidin, 2021). Di bandingkan dengan metode absolut, pendekatan ini mampu memberikan hasil yang lebih akurat. Prinsip kerja metode diferensial adalah dengan melakukan pengurangan terhadap data pengamatan yang diterima oleh kedua *receiver* secara simultan. Melalui proses ini, sejumlah kesalahan dan bias sistematik dari sinyal satelit dapat dieliminasi atau dikurangi secara signifikan. Pengurangan kesalahan ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan akurasi dan presisi data pengamatan, sehingga posisi yang dihasilkan pun menjadi lebih andal. Dengan metode ini, ketelitian posisi dapat ditingkatkan hingga mencapai tingkat akurasi dalam orde milimeter hingga sentimeter (Nabilah, 2017).

Metode penentuan posisi diferensial secara statik merupakan pendekatan yang digunakan untuk menentukan posisi titik-titik yang bersifat tetap (tidak bergerak) selama periode waktu tertentu. Durasi pengamatan ditentukan berdasarkan jarak antara stasiun referensi (*base*) dan *receiver* pengamat (*rover*). Dalam metode ini, jumlah observasi atau pengukuran yang dilakukan pada satu titik biasanya lebih banyak di bandingkan metode lainnya, karena titik tersebut diam selama proses pengamatan berlangsung (Nabilah, 2017). Jika di bandingkan dengan metode penentuan posisi secara kinematik, metode statik memungkinkan akumulasi data yang lebih banyak pada satu lokasi, sehingga dapat meningkatkan akurasi hasil penentuan posisi. Metode pengamatan dengan teknik GNSS statik umumnya menghasilkan jumlah data yang lebih banyak di bandingkan metode lainnya. Hal ini berdampak positif terhadap tingkat keandalan dan ketelitian posisi yang diperoleh, di mana ketelitiannya dapat mencapai orde milimeter hingga sentimeter (Abidin, 2006). Metode ini dilaksanakan dengan pendekatan penentuan posisi

diferensial statik yang berbasis pada pengamatan fase sinyal satelit. Pengumpulan data dilakukan dalam satuan *baseline* per *baseline*, selama durasi tertentu (mulai dari beberapa puluh menit hingga beberapa jam), tergantung pada tingkat ketelitian yang diinginkan dalam penentuan posisi titik-titik dalam suatu jaringan pengamatan. Karakteristik utama dari survei GNSS diferensial statik menurut Abidin, (2006) adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode penentuan posisi secara diferensial.
2. Memerlukan minimal dua *receiver* GNSS dengan tipe geodetik, diutamakan yang mendukung frekuensi ganda.
3. Posisi titik yang diamati bersifat statik (tidak bergerak selama observasi).
4. Data yang digunakan untuk pengolahan posisi adalah data fase sinyal satelit.
5. Proses pengolahan data umumnya dilakukan secara *post-processing*.
6. Tidak diperlukan visibilitas langsung antar titik, asalkan tiap titik memiliki visibilitas ke satelit GNSS.
7. Jaringan survei umumnya dibangun secara sesi per sesi, dengan pengamatan per *baseline* pada interval waktu tertentu.
8. Setiap sesi pengamatan pada suatu *baseline* berdiri sendiri, artinya independen satu sama lain.



Gambar 2. 8 moda jaring dan Moda radial dalam survei statik GNSS (Abidin, 2006)

Merujuk gambar 2.8, survei dengan metode GNSS statik dapat disusun dalam dua konfigurasi utama, yakni moda jaringan dan moda radial. Pemilihan moda pengamatan ini akan berpengaruh pada tingkat ketelitian hasil posisi, durasi pelaksanaan survei, serta efisiensi biaya operasional. Dalam praktiknya, moda radial sering digunakan karena mampu memberikan ketelitian yang tinggi secara efisien dalam pengaturan waktu dan sumber daya. namun waktu survei lebih cepat yang berdampak pada biaya operasional yang lebih rendah di bandingkan dengan moda jaringan.

2.6.1 *Ground Control Point (GCP)*

GCP atau titik kontrol tanah merupakan titik-titik yang telah diketahui koordinatnya, yang digunakan sebagai acuan dalam proses koreksi geometrik citra serta peningkatan kualitas keseluruhan tampilan citra. Akurasi GCP sangat dipengaruhi oleh tipe perangkat GNSS yang digunakan serta jumlah dan distribusi titik GCP yang diambil berdasarkan lokasi dan waktu akuisisi data. Pengambilan GCP sebaiknya dilakukan di lokasi-lokasi yang mudah dikenali secara visual, seperti perempatan jalan, sudut pertemuan jalan, jalur pedestrian, area dengan kontras warna tinggi, titik temu antara rel kereta dan jalan raya, serta objek tetap seperti monumen atau bangunan yang mudah diidentifikasi. Sebaliknya, pengambilan GCP perlu dihindari di lokasi yang memiliki kemiripan visual tinggi seperti di bawah tutupan vegetasi, dekat bangunan tinggi, atau di sekitar tiang listrik, karena dapat menyebabkan kesalahan dalam identifikasi titik (Hasyim, 2009).

Menurut Badan Informasi Geospasial, (2016), penentuan sebaran GCP harus memenuhi beberapa kriteria, di antaranya diletakkan pada bagian tepi (perimeter) area citra, berada di tengah area atau *scene* citra, mencakup wilayah perbatasan atau area tumpang tindih (*overlap*) antar *scene* citra, tersebar secara merata di seluruh wilayah cakupan citra, serta mempertimbangkan variasi kondisi topografi (*terrain*) lokasi pengambilan citra.

2.6.2 Independent Check Point (ICP)

ICP atau dalam istilah bahasa indonesia dikenal sebagai titik uji akurasi, merupakan titik-titik yang telah teridentifikasi baik pada citra maupun pada peta referensi, namun posisinya berbeda dengan titik kontrol tanah (GCP). Titik-titik ICP digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap hasil rektifikasi citra yang telah dilakukan menggunakan GCP. Berdasarkan ketentuan dari Badan Informasi Geospasial, (2016), distribusi titik uji dalam area kajian harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain: objek yang dijadikan titik uji harus tersebar merata di seluruh area pengujian. Dalam setiap kuadran wilayah pengujian, jumlah minimum titik uji harus mencapai 20% dari total titik uji yang digunakan, dengan jarak antar titik uji minimal 10% dari panjang diagonal area tersebut.

Tabel 2. 3 Jumlah uji akurasi berdasarkan luasan (Badan Informasi Geospasial, 2016)

Luas (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 – 500	20
500 – 750	25
751 – 1000	30
1001 – 1250	35
1251 – 1500	40
1501 – 1750	45
1751 – 2000	50
2001 – 2250	55
2251 – 2500	60

Tabel 2.3 menunjukkan ketentuan jumlah ICP, untuk wilayah dengan bentuk tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan cara membagi area menjadi empat bagian menggunakan sumbu silang. Pembagian ini bertujuan agar sebaran dan jumlah titik uji mencerminkan kondisi wilayah pengujian secara representatif. Jumlah titik uji yang digunakan harus cukup untuk mencapai tingkat kepercayaan sebesar 90%, sebagaimana ditunjukkan dalam tabel ketentuan dari Badan Informasi Geospasial, (2016).

2.7 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan karena terdapat distorsi antara citra hasil penginderaan jauh dengan objek yang sebenarnya di permukaan bumi. Proses ini mencakup penyesuaian titik-titik tertentu pada citra dengan titik-titik yang sama di

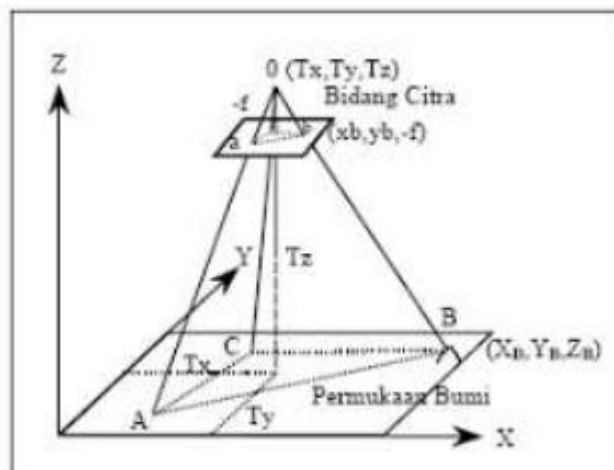
medan atau pada peta. Pasangan titik-titik tersebut selanjutnya digunakan untuk membangun fungsi matematis yang menggambarkan hubungan antara posisi suatu titik pada citra dengan posisi titik yang sama di peta atau di medan. Interpolasi spasial merupakan proses penentuan hubungan geometrik antara lokasi piksel pada citra masukan dengan lokasi pada peta. Dalam tahap ini diperlukan beberapa GCP yang dapat diidentifikasi baik pada citra maupun peta. Apabila persamaan transformasi koordinat diterapkan pada titik-titik kontrol, maka akan dihasilkan residual x dan residual y . Residual merupakan deviasi posisi titik terhadap posisi hasil transformasi koordinat, yang kemudian dinyatakan dalam bentuk nilai RMSE (Rahman, 2011). Koreksi geometrik pada citra memiliki tiga tujuan utama menurut Purwadhi, (2006):

- a. Melaksanakan rektifikasi (perbaikan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat pada sistem proyeksi;
- b. Melakukan registrasi (penyesuaian) posisi citra terhadap citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat pada citra multispektral atau multitemporal; dan
- c. Melakukan registrasi citra terhadap peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, sehingga dihasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu. Dengan demikian, koreksi geometrik dilakukan melalui proses transformasi, yang menetapkan hubungan antara sistem koordinat citra (i,j) dengan sistem koordinat peta (x,y) .

2.8 Rektifikasi

Rektifikasi merupakan proses koreksi geometrik terhadap citra satelit atau foto udara guna menghilangkan distorsi geometrik yang disebabkan oleh faktor

topografi, geometri sensor, serta kesalahan lainnya. Proses rektifikasi ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.9. Produk akhir dari rektifikasi adalah citra yang bersifat tegak (*planar*) dan memiliki skala yang konsisten di seluruh bagian citra Badan Informasi Geospasial, (2016). Fenomena ini umum dijumpai pada citra satelit yang mencakup wilayah dengan variasi topografi signifikan, seperti lembah, pegunungan, maupun daerah berbukit. Secara prinsip, rektifikasi bertujuan untuk mengubah citra dengan sudut pandang perspektif menjadi citra dengan proyeksi ortogonal. Pelaksanaan rektifikasi menjadi sangat krusial apabila citra akan dimanfaatkan untuk pemetaan maupun ekstraksi informasi berdimensi, seperti posisi, jarak, panjang, luas, hingga volume.



Gambar 2. 9 Model Proyeksi Perspektif (Badan Informasi Geospasial, 2016)

Merujuk gambar 2.9, citra tegak merupakan citra yang telah mengalami koreksi terhadap seluruh kesalahan geometrik yang terjadi akibat mekanisme perekaman citra. Kesalahan geometrik ini dapat bersumber dari faktor internal satelit dan sensor (seperti sensor yang miring/*off nadir*) maupun faktor eksternal, yaitu kondisi topografi permukaan bumi. Perekaman dengan sudut *off nadir* serta variasi elevasi berbagai objek di permukaan bumi menimbulkan kesalahan

geometrik yang dikenal sebagai relief *displacement*. Relief *displacement* sendiri didefinisikan sebagai pergeseran posisi objek dari letak sebenarnya akibat perbedaan ketinggian objek dan kemiringan sensor saat perekaman (LAPAN, 2015).

Proses rektifikasi dilaksanakan dengan memanfaatkan tiga jenis informasi, yaitu informasi orientasi internal dan eksternal sensor pada saat perekaman, informasi elevasi permukaan bumi, serta informasi koordinat objek di permukaan bumi atau GCP. Pada praktiknya, informasi orientasi sensor tidak selalu tersedia dari pihak penyedia citra, sehingga vendor biasanya menyediakan data simulasi orientasi sensor yang dikenal sebagai RPC. Informasi koordinat objek di bumi umumnya diperoleh melalui pengukuran menggunakan GNSS. Untuk menghasilkan hasil rektifikasi dengan akurasi tinggi, diperlukan GCP dengan ketelitian yang baik (LAPAN, 2015). GCP yang berkualitas, baik dari segi akurasi maupun resolusi, umumnya diperoleh dari survei menggunakan GNSS diferensial serta teknologi *IFSAR* atau *LIDAR*. Hasil dari proses rektifikasi berupa citra Orto atau citra tegak, di mana seluruh kesalahan geometrik telah dikoreksi. Dengan kondisi ini, citra Orto dapat dianalogikan menyerupai peta dan dapat digunakan sebagai dasar dalam ekstraksi data spasial (Maffufah, 2020).

2.8.1 Ortorektifikasi

Ortorektifikasi adalah proses transformasi citra miring menjadi citra yang setara dengan citra tegak. Citra tegak yang dihasilkan melalui proses ini disebut citra terektifikasi. Pada dasarnya, Ortorektifikasi adalah manipulasi citra untuk mengurangi atau menghilangkan distorsi yang disebabkan oleh kemiringan sensor atau kamera dan perubahan relief permukaan. Secara teoretis, citra terektifikasi

adalah citra yang benar-benar tegak dan bebas dari distorsi yang disebabkan oleh kemiringan, namun tetap mengandung pergeseran akibat relief topografi (*relief displacement*). Pada foto udara, pergeseran akibat relief ini dapat dihilangkan melalui proses rektifikasi diferensial (Atriyon & Kartasasmita, 2010).

2.8.2 Metode *Ratio Polynomial Coefficient*

RPC adalah suatu metode yang menggunakan perbandingan antara dua polinomial kubik koordinat untuk menyediakan hubungan fungsional antara koordinat tanah (Φ, λ, h) dan koordinat citra (L, S). Model matematis dari metode RPC dijelaskan dalam rumus 2.1 berikut (Atriyon & Kartasasmita, 2010):

$$U = \frac{\Phi - \Phi_0}{\Phi_s}, V = \frac{\lambda - \lambda_s}{\lambda_s}, W = \frac{h - h_0}{h_s}, X = \frac{S - S_0}{S_s}, Y = \frac{L - L_0}{L_s} \dots\dots\dots (2. 1)$$

Rumus 2.1 mendefinisikan serangkaian variabel tak berdimensi yang digunakan dalam konteks ini, di mana: Φ melambangkan lintang, λ merepresentasikan bujur, dan h menyatakan tinggi di atas *ellipsoid*. Lebih lanjut, L dan S masing-masing adalah koordinat kolom dan baris. Simbol dengan subskrip nol (misalnya, $\Phi_0, \lambda_0, h_0, L_0, S_0$) menunjukkan nilai *offset*, sedangkan simbol dengan subskrip s (misalnya, $\Phi_s, \lambda_s, h_s, L_s, S_s$) menandakan faktor skala yang diterapkan pada lintang, bujur, tinggi, kolom, dan baris secara berurutan.

Metode RPC dipandang sebagai pendekatan ortorektifikasi yang efisien karena implementasinya hanya memerlukan metadata yang bersumber dari data mentah citra satelit. Data mentah ini mengandung informasi parametrik esensial, termasuk nilai *omega* (ω), *phi* (ϕ), *kappa* (κ), serta lima titik kontrol yang tersebar pada empat sudut dan satu titik pusat citra satelit.

2.8.3 Spesifikasi Uji Ketelitian

Uji ketelitian posisi dilaksanakan hingga mencapai tingkat kepercayaan peta sebesar 90% untuk CE dan LE sesuai dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, (2018). Penentuan ketelitian posisi dilakukan dengan memanfaatkan titik uji yang memenuhi kriteria objek uji, yaitu:

1. Dapat diidentifikasi secara jelas baik di lapangan maupun pada peta yang diuji.
2. Merupakan objek yang relatif stabil dan tidak mengalami perubahan bentuk dalam waktu singkat.
3. Memiliki distribusi yang merata di seluruh area pengujian.

Pengujian ketelitian posisi didasarkan pada perbandingan koordinat (X, Y, Z) antara titik uji pada peta atau citra dengan posisi aktual titik uji di permukaan tanah. Pengukuran akurasi dilakukan menggunakan metode RMSE atau CE90. Dalam pemetaan dua dimensi, pengujian fokus pada perbedaan koordinat (X, Y) antara titik uji di peta dan posisi sebenarnya di lapangan. Analisis akurasi posisi menggunakan RMSE yang merepresentasikan besarnya perbedaan antara titik uji dan titik aktual, serta mencakup baik kesalahan acak maupun sistematis. Perhitungan nilai RMSE dapat dinyatakan dengan rumus berikut:

$$RMSE_{Horizontal} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \dots\dots\dots (2. 2)$$

$$D = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} \dots\dots\dots (2. 3)$$

$$D = \frac{\sqrt{\sum[(xdata-xcek)^2+(ydata-ycek)^2]}}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

dan

$$RMSE_{vertikal} = \sqrt{\frac{\sum(zdata-zcek)^2}{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

n = Jumlah keseluruhan pengecekan terhadap peta

D = Selisih antara koordinat hasil pengukuran di lapangan dengan koordinat pada peta

$xdata$ = Nilai koordinat pada sumbu X di lapangan

$ydata$ = Nilai koordinat pada sumbu Y di lapangan

$zdata$ = Nilai koordinat pada sumbu Z di lapangan

$xdata$ = Nilai koordinat pada sumbu X di peta

$ydata$ = Nilai koordinat pada sumbu Y di peta

$zdata$ = Nilai koordinat pada sumbu Z di peta

Dalam penghitungan RMSE pada citra satelit, hasil akhir seringkali diperoleh dalam satuan piksel. Dalam konteks ini, satu piksel setara dengan nilai resolusi spasial citra tersebut. Oleh karena itu, untuk mengonversi nilai RMSE ke dalam satuan meter, hasil RMSE perlu dikalikan dengan resolusi spasial dari citra satelit yang digunakan.

$$RMSE_{(meter)} = RMSE_{(pixel)} \times \text{resolusi spasial citra} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

$RMSE_{(pixel)}$ = RMSE dengan satuan pixel

$RMSE_{(meter)}$ = RMSE dengan satuan meter

Berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial No.6 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No.15

Tahun 2014 Tentang Teknis Ketelitian Peta Dasar, ketelitian peta dasar di tunjukkan pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Ketelitian Geometri Peta RBI (Badan Informasi Geospasial, 2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

No	Skala	Interval Kontur (m)	Keterangan 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	900,0	400
2	1 : 500.000	200	150	100	300	150	450,0	200
3	1 : 250.000	100	75	50	150	75	225,0	100
4	1 : 100.000	40	30	20	60	30	90,0	40
5	1 : 50.000	20	15	10	30	15	45,0	20
6	1 : 25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7	1 : 10.000	4	3	2	6	3	9,0	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

Tabel 2.5 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas (Badan Informasi Geospasial, 2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horisontal	0,3 x bilangan skala	0,6 x bilangan skala	0,9 x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2 x ketelitian kelas 1

Tabel 2.4 menunjukkan standar ketelitian geometrik peta dasar (RBI) berdasarkan skala peta, interval kontur, dan kelas ketelitian sebagaimana diatur dalam Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018. Nilai ketelitian posisi pada peta dasar yang ditampilkan dalam Tabel 2.5 merupakan nilai CE90 untuk akurasi horisontal dan LE90 untuk akurasi vertikal, yang menunjukkan

bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi batas ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan sebesar 90%.

Nilai CE90 dan LE90 dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada standar *United States National Map Accuracy Standards* (US NMAS) sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \dots\dots\dots (2. 6)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSE_z \dots\dots\dots (2. 7)$$

Dengan

$RMSE_r$ = *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horisontal)

$RMSE_z$ = *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

2.9 Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan ini tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Penelitian mengenai ketelitian geometrik citra satelit disajikan pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 Penelitian Terkait

Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Hanif Khoirul Latif	Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember	2016	Analisa Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1A Sebagai Dasar Pembuatan Peta Desa (Studi Kasus: Kelurahan Kenjeran, Surabaya)	Citra satelit Pleiades 1A yang telah dikoreksi secara geometrik menggunakan metode Ortorektifikasi RPC dan Rigorous layak digunakan sebagai dasar pembuatan peta desa skala 1:5000 dengan kelas ketelitian 3. Nilai RMSE geometrik yang dihasilkan sebesar 1,331 m untuk metode RPC dan 1,479 m untuk metode Rigorous. Akurasi peta (CE90) masing-masing adalah 2,020 m dan 2,244 m, sesuai standar ketelitian dari BIG.

Tabel 2. 7 Penelitian Terkait (lanjutan)

Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Silvi Khildah Sahliyah	Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember	2019	Analisis Ketelitian <i>Orthorektifikasi</i> Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang (Studi Kasus: Kecamatan Palang, Tuban	Penelitian ini menghasilkan citra tegak dari satelit Pleiades 1A melalui proses Ortorektifikasi menggunakan metode <i>Rational Polynomial Coefficient</i> (RPC), dengan 7 titik GCP dan 12 titik ICP serta DEMNAS sebagai data pendukung. Hasil analisis menunjukkan ketelitian horizontal citra sebesar 1,236 meter, yang memenuhi standar kelas 1 untuk peta dasar skala 1:5000 sesuai Peraturan BIG No. 6 Tahun 2018.

Tabel 2. 8 Penelitian Terkait (lanjutan)

Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Ainayya Maffufah	Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember	2020	Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) (Studi Kasus: Kecamatan Mojosari Kabupaten Mojokerto)	Citra Pleiades 1B direktifikasi menggunakan metode <i>Rational Polynomial Coefficient</i> (RPC) dengan 12 titik GCP dan 16 titik ICP yang diukur menggunakan GNSS Geodetik metode statik. Hasil rektifikasi menghasilkan RMSE sebesar 0,1 meter, dan uji ketelitian horizontal menghasilkan nilai 0,095 meter. Nilai tersebut memenuhi syarat peta dasar skala 1:5000 kelas 1 menurut standar BIG, sehingga layak digunakan untuk penyusunan peta dasar RDTR.



BAB 3

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data spasial berupa data hasil dari citra satelit dan data pengukuran dari GNSS. Data penelitian terbagi menjadi dua yaitu berupa data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait dan data primer diperoleh hasil observasi. Data tersebut kemudian dilakukan pengumpulan, pengolahan dan analisis dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif.

3.1 Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan metode penelitian yang bersifat deskriptif kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya (Wadji, dkk., 2024). Penilaian deskriptif kuantitatif terdiri menjadi 3 tahap. Adapun tahap tersebut antara lain pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis hasil yang selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut.

3.1.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan pengumpulan menggunakan dua jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer adalah data penelitian melalui proses secara observasi, dan pengumpulan data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara (Sugiyono, 2017). Data sekunder dan primer dalam penelitian ini didapatkan dari instansi pemerintah terkait.

3.1.2 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini pengolah data antar pengolah data spasial. Adapun uraian dalam pengolahan data penelitian ini adalah:

1. Pengolahan data CSRT tegak

Pengolahan data citra satelit dilakukan dengan perangkat lunak *PCI Geomatica*. Proses ini dimulai dari tahapan penggabungan citra pankromatik dan multispektral sehingga menjadi citra berwarna, Ortorektifikasi menggunakan metode RPC, kedua citra dengan proses koreksi geometrik untuk menghilangkan distorsi posisi akibat sudut pengambilan citra dan kondisi permukaan bumi dengan bantuan data GCP dan data DEMNAS sebagai koreksi ketinggian, evaluasi ketelitian hingga mencapai standar ketelitian geometrik.

2. Pengolahan data uji kelayakan citra

Pengolahan data uji kelayakan citra dilakukan dengan perangkat lunak *ArcGIS*. Citra kedua ini digunakan untuk di uji menggunakan data titik uji observasi dengan menggeserkan titik uji terhadap posisi sesungguhnya, ketelitian kelayakan citra selanjutnya diolah dengan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk perhitungan RMSE dan CE90 mengacu standar Perka BIG.

3.1.3 Metode Analisis Data

Analisis data digunakan untuk mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi (Sugiyono, 2006). Proses analisis dilakukan dengan cara mengorganisasikan data

ke dalam kategori dan kemudian menjabarkan ke dalam unit-unit. Dari hasil tersebut kemudian dibuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.

Adapun metode analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Ketelitian Geometrik Citra Pleiades 1B dan WorldView-3

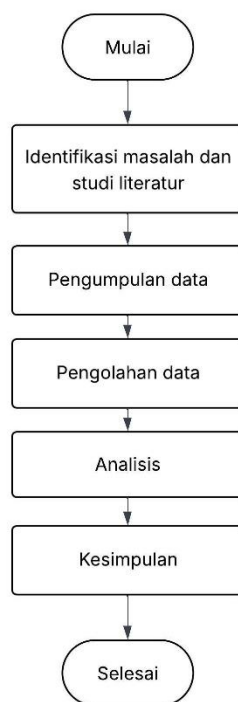
Untuk mengetahui hasil ketelitian geometrik suatu citra dengan metode RPC, titik kontrol tanah satu kesatuan bagi citra hingga mendapatkan nilai koreksi geometrik yang sesuai dengan standar Perka BIG .

2. Ketelitian nilai CE90 kelayakan citra Pleiades 1B dan WorldView-3

Mengevaluasi ketelitian nilai CE90 pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3 dengan parameter akurasi standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018.

3.2 Kerangka Penelitian

Adanya metode deskriptif kuantitatif perlu dilakukan analisis agar data yang dihasilkan dari proses pengolahan data dapat diterima. Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran

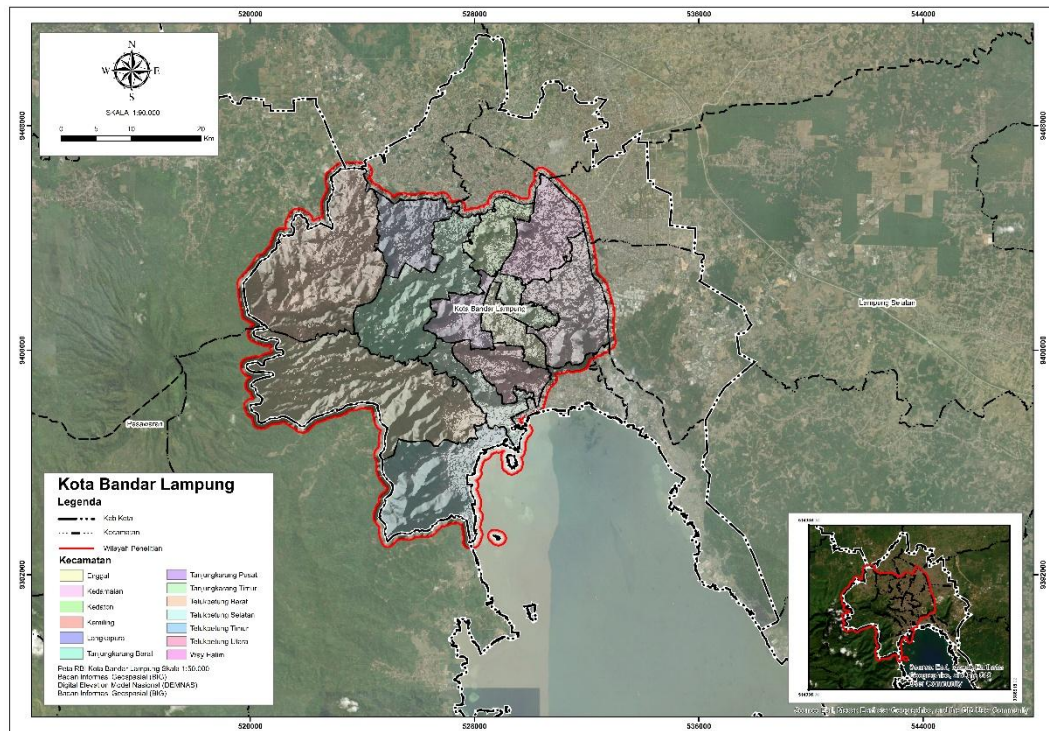
3.3 Operasionalisasi Penelitian

Operasionalisasi penelitian terdiri dari lokasi penelitian, data penelitian dan jadwal perencanaan penelitian. Lokasi penelitian adalah tempat/lokasi kegiatan penelitian dilaksanakan. Data penelitian adalah unsur terpenting dalam penelitian sebagai objek penelitian. Jadwal perencanaan penelitian adalah rencana penelitian dilakukan dalam satuan waktu, sebagai kontrol dari pelaksanaan penelitian agar sesuai dengan rencana.

3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini dilakukan di salah satu kota di Provinsi Lampung, yaitu Kota Bandar Lampung. Kota ini terletak di bagian selatan Provinsi Lampung, wilayah penelitian ini ditunjukkan oleh batas merah pada peta dan mencakup keseluruhan wilayah administratif Kota Bandar Lampung, kota ini

berada pada koordinat $105^{\circ}28'30''$ - $105^{\circ}37'30''$ Bujur Timur, dengan luas wilayah sekitar $\pm 183,60$ km², dengan proyeksi zona 48 selatan UTM - WGS84.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

Berdasarkan posisi geografisnya, Kota Bandar Lampung memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut; Utara (Kabupaten Lampung Selatan), Barat (Kabupaten Pesawaran), Timur dan Selatan (laut atau wilayah pesisir Teluk Lampung) dan sebagian berbatasan kembali dengan (Kabupaten Lampung Selatan). Secara administratif pemerintahan, wilayah Kota Bandar Lampung terbagi menjadi 20 kecamatan, namun dalam penelitian ini terdapat 13 kecamatan yang diteliti, yang masing-masing ditunjukkan dengan warna berbeda pada peta lokasi.

3.3.2 Data Penelitian

Pengumpulan data merupakan tahapan awal dalam sebuah penelitian sebelum mengolah dan menganalisis data. Pengumpulan data ini memudahkan

untuk melanjutkan penelitian ke tahap yang berikutnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data Penelitian

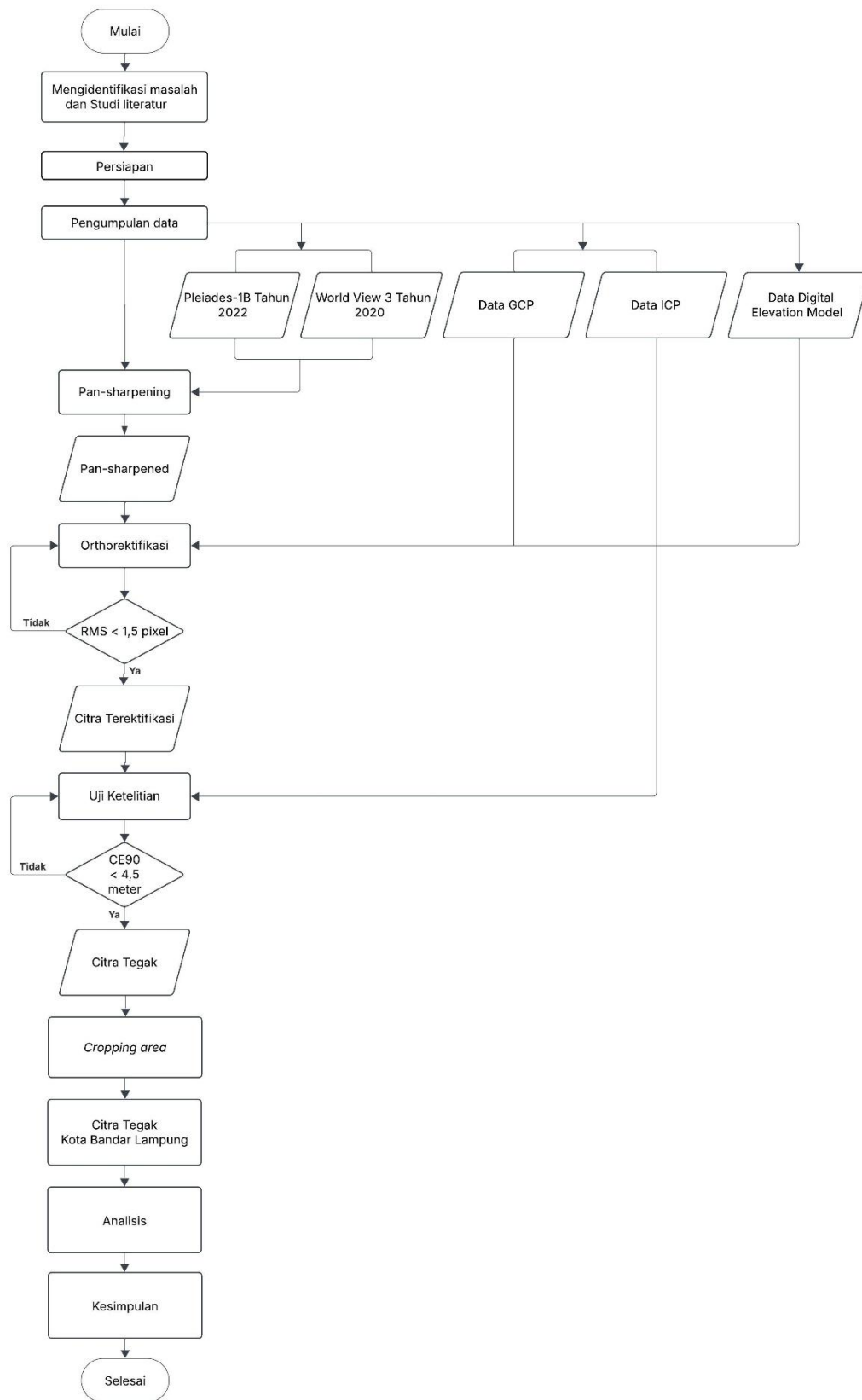
No	Data	Format	Sumber	Tahun	Resolusi Spasial (m)	
					Pankromatik (m)	Multispektral (m)
1.	Pleiades 1B	TIFF	Badan Riset dan Inovasi Nasional	2022	0,5	2
2.	WorldView-3	TIFF	Badan Riset dan Inovasi Nasional	2020	0,31	1,24
3.	Peta batas administrasi Kota Bandar Lampung	SHP	Inageoportal Badan Informasi Geospasial	-	-	-
4.	DEMNAS	TIFF	Inageoportal Badan Informasi Geospasial	-	8,1	
5.	Koordinat GCP dan ICP	PDF	Pengolahan Data	2024	-	-

Berdasarkan Tabel 3.1, citra Pleiades 1B dan WorldView-3 digunakan sebagai data utama karena memiliki resolusi spasial tinggi yang mendukung analisis posisi secara detail. Data DEMNAS berfungsi sebagai referensi elevasi dalam koreksi geometrik, sementara peta batas administrasi Kota Bandar Lampung digunakan untuk menentukan wilayah studi. Titik koordinat GCP dimanfaatkan dalam koreksi geometrik pada citra dan ICP dimanfaatkan untuk validasi spasial.

3.3.3 Rancangan Penelitian

Rencana menyeluruh dari penelitian yang dilakukan disajikan dalam bentuk rancangan penelitian. Rancangan penelitian merupakan pengembangan dari kerangka pemikiran. Pengembangan kerangka berpikir diwujudkan dalam bentuk diagram alir penelitian yang diawali dari pengidentifikasian masalah yang terjadi, kemudian studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, Analisis data hingga proses pengambilan kesimpulan dan pembuatan laporan penelitian.

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian ini. Permasalahan berawal dari latar belakang mengenai pentingnya penggunaan citra satelit resolusi tinggi dalam penyusunan peta dasar sebagai landasan dalam perencanaan RDTR. Meskipun citra satelit seperti Pleiades 1B dan WorldView-3 memiliki keunggulan resolusi spasial yang tinggi, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat ketelitian geometrik yang dihasilkan dari citra tersebut. Oleh karena itu, dirumuskan permasalahan mengenai seberapa tinggi tingkat ketelitian geometrik dari masing-masing citra, serta sejauh mana citra tersebut memenuhi standar ketelitian peta dasar berdasarkan ketentuan dari Peraturan Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2018. Berangkat dari latar belakang tersebut, penelitian ini disusun secara analisis spasial dalam ketelitian geometrik dan RMSE dan CE90 pada citra Pleiades 1B dan WorldView-3, sebagai kelayakan citra peta dasar RDTR. Adapun rancangan penelitian secara rinci disajikan dalam diagram alir berikut.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari tahapan/diagram alir pengolahan data:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang diaplikasikan dalam Analisis ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1B dan Worldview-3. Proses identifikasi metode penelitian dilakukan dengan cara membaca laporan penelitian dan jurnal sebelumnya serta menganalisis dan mengkaji permasalahan pada lokasi penelitian. Dengan mengetahui metode dan analisis yang tepat maka permasalahan yang terjadi dapat diselesaikan dengan baik dan benar. laporan penelitian ini dilakukan juga tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Terdapat tahap pengumpulan data primer dan sekunder untuk memenuhi pembuatan peta dasar yaitu data sekunder citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B dan WorldView-3 dari Badan Riset dan Inovasi Nasional, data primer GCP dan ICP yang diperoleh dari pengukuran GNSS, serta data sekunder DEMNAS wilayah Kota Bandar Lampung yang didapat melalui laman Inageoprotal.

3. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk mengolah data citra satelit keduanya menggunakan perangkat lunak *PCI Geomatica*. Data citra satelit ini digunakan sebagai dasar dalam proses koreksi geometrik agar dapat memenuhi kelayakan citra pada Perka BIG.

- a. Data yang digunakan dalam penelitian ini citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B tahun 2022, WorldView-3 tahun 2020, DEMNAS, Koordinat GCP, dan Koordinat ICP.

- b. *Pan-sharpened*

Hasil penggabungan antara citra multispektral dan pankomatrik untuk hasil citra dengan resolusi spasial tinggi dan tetap mempertahankan informasi spektral warna.

- c. Ortorektifikasi

Pada orto citra Pleiades 1B dan WorldView-3 menggunakan GCP dan DEMNAS. Metode yang digunakan dalam proses ortorektifikasi metode RPC dengan syarat nilai $RMSE \leq 1,5$ pixel.

- d. Uji ketelitian horizontal

ini menggunakan perhitungan $CE90 \leq 4,5$ meter kelayakan citra dari ICP yang telah dibuat serta yang akan menjadi penentu skala dan kelas pada peta yang dihasilkan.

- e. *Cropping area*

citra satelit yang telah ter ortorektifikasi kemudian dipotong berdasarkan wilayah penelitian yang sesuai dengan Administrasi Kota Bandar Lampung.

4. Tahap Analisis Data

Tahapan metode analisis yang dilakukan adalah koreksi geometrik kedua citra:

1. Ketelitian Geometrik Citra Pleiades 1B dan WorldView-3

Untuk mengetahui hasil ketelitian geometrik suatu citra dengan metode RPC, titik kontrol tanah satu kesatuan bagi citra hingga

mendapatkan nilai koreksi geometrik yang sesuai dengan standar Perka BIG .

2. Ketelitian nilai CE90 kelayakan Citra Pleiades 1B dan WorldView-3

Untuk mengetahui hasil ketelitian nilai RMSE dan CE90 citra tersebut dengan metode penggeseran koordinat ICP interpretasi pada citra koordinat referensi, sehingga mendapatkan nilai selisih yang akurat.

3.3.4 Tahap Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan adalah usaha untuk mencari atau memahami makna penjelasan dan alur sebab akibat dari analisis yang dilakukan. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan cara mereduksi data, menyajikan data serta verifikasi data dari penelitian yang kemudian disajikan dalam bentuk narasi. Dalam analisis ketelitian geometrik nilai RMSE dan CE90% kelayakan citra, tahap Kesimpulan berisi mengenai berapa ketelitian nilai RMSE dari masing - masing citra dan berapa ketelitian CE90% kelayakan citra masuk dalam kategori kelas berapa dalam Perka BIG.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketelitian geometrik citra Pleiades 1B dan WorldView-3 berdasarkan standar teknis Perka BIG No.6 Tahun 2018. Data analisis terdapat 2 jenis dalam raw data citra satelit Pleiades 1B dan WorldView-3, dilakukan dengan membandingkan koordinat hasil ortorektifikasi terhadap GCP untuk mengevaluasi sejauh mana akurasi geometrik kedua citra tersebut. Selain itu, nilai pada titik ICP untuk menguji akurasi horizontal yang diperoleh dari pergeseran koordinat citra dengan koordinat interpretasi dihitung dan dievaluasi terhadap batas toleransi yang ditetapkan dalam standar teknis kelayakan citra sebagai peta dasar RDTR.

4.1 Hasil *Pansharpening* Citra Satelit

Hasil pra-pemrosesan citra menunjukkan bahwa teknik *pan-sharpening* secara efektif meningkatkan kualitas visual citra satelit dengan mempertajam detail spasial tanpa menghilangkan informasi spektral. Peningkatan ini terbukti mempermudah proses interpretasi serta penentuan titik GCP pada tahapan selanjutnya.



Gambar 4. 1 Hasil *Pan-sharpening* Citra Satelit Pleiades 1B



Gambar 4. 2 Tampilan Citra Satelit WorldView-3 mode Pankromatik (atas) dan Multispektral (bawah)



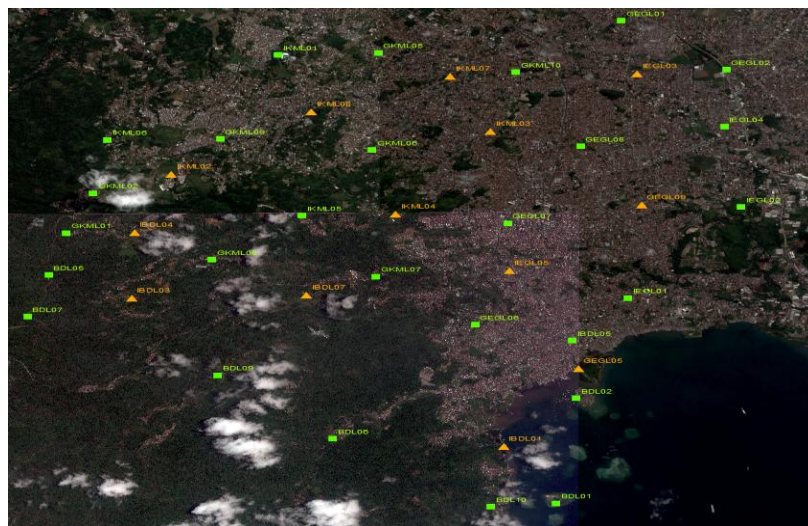
Gambar 4. 3 Hasil *Pan-sharpening* Citra Satelit WorldView-3

Hasil penelitian ini menggunakan dua *Scene* citra Pleiades 1B dan satu *Scene* citra WorldView-3, baik dalam bentuk data mentah maupun hasil ortorektifikasi. Setelah di bandingkan, citra WorldView-3 dengan resolusi spasial 0,31 meter (pankromatik) dan 1,24 meter (multispektral) menghasilkan ketelitian yang lebih baik di bandingkan Pleiades 1B yang memiliki resolusi 0,5 meter (pankromatik) dan 2 meter (multispektral) dan kedua citra tersebut menghasilkan 4 band multispektral dengan tampilan RGB (*Red: band_1, Green: band_2, Blue: band_3*). Secara berurutan. Perbedaan resolusi ini menjadi salah satu yang signifikan dalam memengaruhi hasil akurasi kedua citra setelah proses ortorektifikasi dilakukan.

4.2 Hasil Penentuan Titik Kontrol GCP dan ICP

Dalam kegiatan pemetaan, Titik GCP sebaiknya ditempatkan pada fitur-fitur permukaan bumi yang mudah dikenali dan memiliki perubahan bentuk yang relatif lambat atau tetap, seperti jaringan jalan, badan sungai, garis pantai, teluk, tanjung, maupun kenampakan lainnya. Penempatan GCP dan ICP dalam peraturan

BIG dalam radius dua dan tiga km penempatan dan idealnya tersebar pada area paling luar dari citra yang akan direktifikasi guna menjamin kestabilan hasil transformasi geometrik. Lokasi GCP sebaiknya ditentukan melalui interpretasi visual terhadap citra yang akan di ortorektifikasi agar keberadaannya mudah diidentifikasi. Pada penelitian ini, digunakan sebanyak 27 titik GCP berwarna hijau dan 12 titik ICP berwarna oren yang ditentukan berdasarkan interpretasi terhadap citra satelit *Pleiades 1B* dan *WorldView-3*, dengan konfigurasi persebaran seperti ditunjukkan pada tampilan Gambar 4.4, Koordinat citra GCP dan ICP pada Tabel 4.1 dan 4.2.



Gambar 4. 4 Penentuan Titik GCP dan ICP pada citra satelit Pleiades 1B dan WorldView-3

Tabel 4. 1 Citra Referensi Koordinat GCP

No	Nama Titik	X (m)	Y (m)
1	BDL01	528855.691	9393190.301
2	BDL02	529193.403	9396031.437
3	BDL05	520096.335	9399353.516
4	BDL06	525004.419	9394939.090
5	BDL07	519732.679	9398231.426
6	BDL09	523018.760	9396654.159
7	BDL10	527732.301	9393101.558
8	G EGL01	529981.386	9406217.482
9	G EGL02	531791.591	9404900.864
10	G EGL06	527462.061	9398013.854
11	G EGL07	528022.605	9400756.699
12	G EGL08	529285.088	9402826.215
13	G KML01	520405.721	9400491.842
14	G KML02	520869.746	9401566.465
15	G KML05	525785.749	9405347.996
16	G KML06	525682.388	9402731.948
17	G KML07	525750.516	9399312.338
18	G KML08	522921.183	9399772.353
19	G KML09	523057.668	9403023.317
20	G KML10	528159.046	9404829.831
21	IBDL05	529139.185	9397583.818
22	IEGL01	530095.306	9398737.478
23	IEGL02	532043.950	9401189.834
24	IEGL04	531758.813	9403358.626
25	IKML01	524061.788	9405296.652
26	IKML05	524473.107	9400961.010
27	IKML06	521118.890	9402999.686

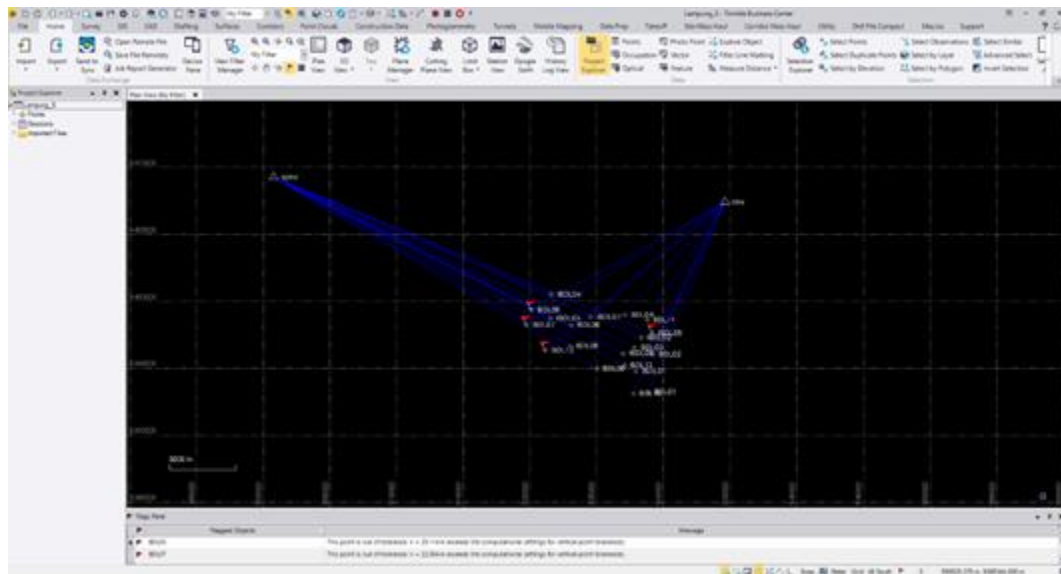
Tabel 4. 2 Citra Referensi Koordinat ICP

No	Nama Titik	X (m)	Y (m)
1	G EGL05	529231.599	9396828.432
2	G EGL09	530319.422	9401247.772
3	IEGL03	530240.868	9404788.304
4	IEGL05	528034.864	9399478.515
5	IKML02	522198.089	9402071.621
6	IKML03	527710.231	9403232.510
7	IKML04	526076.877	9401002.887
8	IKML07	527021.337	9404713.243
9	IKML08	524619.717	9403763.654
10	IBDL01	527936.143	9394733.989
11	IBDL03	521519.698	9398728.451
12	IBDL04	521576.633	9400503.630

Penentuan titik GCP dan titik ICP merupakan langkah penting dalam proses koreksi geometrik citra satelit untuk menjamin ketelitian posisi spasial. Berdasarkan data pada Tabel 4.1, sebanyak 27 titik GCP digunakan dalam proses kalibrasi model geometrik citra, yang tersebar merata di seluruh area studi guna meminimalkan distorsi dan meningkatkan akurasi hasil ortorektifikasi. Setiap titik GCP memiliki koordinat X dan Y dalam sistem proyeksi UTM Zona 48S dengan datum WGS84 dan dipilih berdasarkan keberadaan objek permanen yang mudah dikenali di citra, seperti persimpangan jalan atau bangunan. Sementara itu, Tabel 4.2 menunjukkan 12 titik ICP yang digunakan secara terpisah untuk mengevaluasi ketelitian geometrik hasil koreksi, tanpa dilibatkan dalam proses kalibrasi, sehingga menjaga independensi pengujian. Titik-titik ICP juga tersebar di berbagai lokasi dan memiliki karakteristik serupa dengan GCP dalam hal kestabilan dan kemudahan identifikasi. Pemisahan yang jelas antara GCP dan ICP memungkinkan perhitungan nilai ketelitian geometrik seperti RMSE dan CE90 dilakukan secara objektif, serta memastikan bahwa citra hasil ortorektifikasi memenuhi standar akurasi untuk keperluan peta dasar RDTR.

4.3 Hasil Pengamatan Titik Kontrol GCP dan ICP

Sebelum dilakukan koreksi geometrik, diperlukan koordinat titik kontrol sebagai acuan pengolahan citra. Titik-titik tersebut diperoleh melalui pengukuran GNSS geodetik menggunakan metode statik diferensial secara radial, yang diikatkan secara independen ke stasiun *Continuously Operating Reference Station* (CORS) terdekat, yaitu CTRA dan CPSU, dengan durasi pengamatan sekitar satu jam. Koordinat GCP dan ICP ditampilkan pada Tabel 4.3, 4.4, 4.5, serta Gambar 4.5



Gambar 4. 5 *Baseline* Titik GCP dan ICP terhadap CORS CTRA dan CPSU

Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan GCP

No	Nama Titik	X UTM (m)	Y UTM (m)	Z UTM (m)	HRMS (m)
1	BDL01	528857.637	9393192.736	1.691	0.010
2	BDL02	529195.731	9396034.058	1.748	0.023
3	BDL05	520097.685	9399358.917	420.782	0.014
4	BDL06	525008.000	9394941.635	55.534	0.023
5	BDL07	519735.958	9398234.063	475.736	0.031
6	BDL09	523021.631	9396655.949	267.123	0.015
7	BDL10	527734.830	9393103.337	12.397	0.023
8	GEGL01	529981.386	9406217.482	120.389	0.011
9	GEGL02	531791.591	9404900.864	119.166	0.009
10	GEGL06	527462.061	9398013.854	39.090	0.009
11	GEGL07	528022.605	9400756.699	124.682	0.007
12	GEGL08	529285.088	9402826.215	107.554	0.006
13	GKML01	520405.721	9400491.842	432.877	0.014
14	GKML02	520869.746	9401566.465	399.096	0.009
15	GKML05	525785.749	9405347.996	151.437	0.012
16	GKML06	525682.388	9402731.948	205.410	0.011
17	GKML07	525750.516	9399312.338	125.358	0.008
18	GKML08	522921.183	9399772.353	255.878	0.009
19	GKML09	523057.668	9403023.317	273.941	0.009
20	GKML10	528159.046	9404829.831	131.920	0.009
21	IBDL05	529142.024	9397586.048	3.162	0.015
22	IEGL01	530095.306	9398737.478	30.055	0.009
23	IEGL02	532043.950	9401189.834	92.497	0.012

Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan GCP (lanjutan)

No	Nama Titik	X UTM (m)	Y UTM (m)	Z UTM (m)	HRMS (m)
24	IEGL04	531758.813	9403358.626	104.243	0.006
25	IKML01	524061.788	9405296.652	174.665	0.012
26	IKML05	524473.107	9400961.010	311.753	0.013
27	IKML06	521118.890	9402999.686	335.235	0.009

Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan ICP

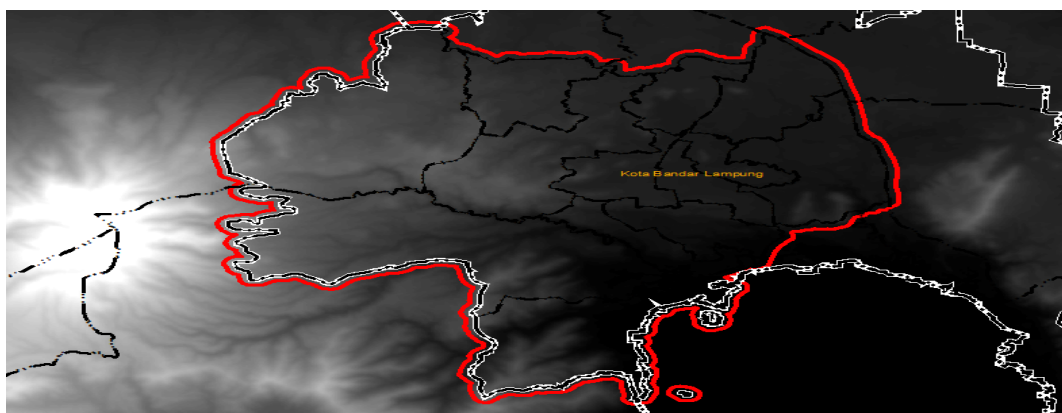
No	Nama Titik	X UTM (m)	Y UTM (m)	Z UTM (m)	HRMS (m)
1	GEGL05	529231.441	9396829.192	17.501	0.009
2	GEGL09	530319.367	9401246.955	99.626	0.021
3	IEGL03	530241.093	9404788.531	117.979	0.011
4	IEGL05	528034.333	9399478.605	75.068	0.014
5	IKML02	522198.603	9402072.966	333.918	0.011
6	IKML03	527710.175	9403232.728	138.387	0.009
7	IKML04	526076.772	9401003.758	250.751	0.028
8	IKML07	527022.261	9404713.370	145.379	0.007
9	IKML08	524619.387	9403763.232	208.943	0.007
10	IBDL01	527935.623	9394734.541	2.346	0.014
11	IBDL03	521519.581	9398729.113	297.890	0.025
12	IBDL04	521577.170	9400504.694	308.407	0.057

Pengamatan titik kontrol tanah terdiri dari 27 titik GCP dan 12 titik ICP yang diperoleh melalui pengukuran GNSS diferensial (radial) menggunakan referensi stasiun CORS BIG (CTRA) serta CORS (CPSU). Tabel 4.3 dan 4.4,serta 4.5 lanjutan menyajikan koordinat X, Y, dan Z UTM serta HRMS dari seluruh titik GCP, yang menunjukkan sebaran spasial yang merata dan elevasi yang bervariasi mulai dari titik terendah seperti BDL01 dengan elevasi 1,691 meter hingga titik tertinggi GKML01 yang mencapai 432,877 meter, menggambarkan keragaman topografi area studi kemudian nilai HRMS paling rendah IEGL04 dengan nilai 0.006 meter dan nilai paling tinggi BDL07 dengan nilai 0.031 meter, Sementara itu, Tabel 4.5 menampilkan koordinat X,Y dan Z UTM serta HRMS dari seluruh titik ICP, menunjukkan sebaran titik yang merata, elevasi serta akurasi horizontal dengan standar teknis BIG dengan toleransi horizontal 15 sentimeter, kemudian dilihat dari

hasil GCP dan ICP masuk toleransi, lalu ICP yang diukur dengan metode serupa namun tidak dilibatkan dalam proses ortorektifikasi, sehingga dapat digunakan secara independen untuk menguji akurasi hasil koreksi geometrik citra. *Baseline* yang digambarkan dalam Gambar 4.5 menunjukkan hubungan spasial antara titik pengamatan terhadap stasiun referensi, di mana variasi panjang *baseline* berpengaruh terhadap ketelitian hasil. Secara keseluruhan, sebaran dan akurasi koordinat GCP serta ICP yang ditampilkan dalam tabel mendukung validitas koreksi geometrik citra resolusi tinggi dan dapat meningkatkan ketelitian dalam pembuatan peta dasar.

4.4 Hasil Koreksi Geometrik Citra

Hasil koreksi geometrik citra diperoleh melalui ortorektifikasi untuk menghilangkan distorsi akibat topografi, sudut akuisisi, dan parameter sensor. Proses ini menghasilkan residu pada setiap GCP, yakni selisih antara koordinat GNSS dengan hasil ortorektifikasi citra Pleiades 1B dan WorldView-3. Metode ortorektifikasi menggunakan RPC dengan bantuan DEMNAS sebagai data elevasi, yang berperan penting dalam mengoreksi distorsi vertikal dan meningkatkan akurasi spasial citra.



Gambar 4. 6 Tampilan DEMNAS

Nilai residual yang dihasilkan dari proses ortorektifikasi digunakan untuk menghitung tingkat kesalahan geometrik menggunakan metode RMSE. Perhitungan RMSE per titik dilakukan berdasarkan rumus 2.2, kemudian dilanjutkan dengan penghitungan total RMSE menggunakan rumus 2.3 untuk memperoleh gambaran akurasi spasial secara keseluruhan. Hasil perhitungan RMSE per titik dan total RMSE pada citra satelit Pleiades 1B dan WorldView-3 yang telah dikoreksi secara geometrik menggunakan metode ortorektifikasi RPC disajikan dalam Tabel 4.6 hingga 4.8.

Tabel 4. 6 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit Pleiades 1B *Scene 1*

No	Nama Titik	Residual (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
1	BDL 01	0.22	0.19	-0.12
2	BDL 02	0.60	-0.50	0.34
3	BDL 09	0.22	0.12	-0.18
4	GEGL 01	0.62	-0.06	0.62
5	GEGL 02	0.50	-0.13	-0.49
6	GEGL 06	0.06	0.06	0.00
7	GEGL 08	0.91	0.41	0.81
8	GKML 06	0.77	-0.75	0.18
9	GKML 09	0.15	-0.14	0.05
10	GKML 10	0.38	0.28	0.26
11	IBDL 05	0.64	0.63	-0.11
12	IEGL 01	0.69	-0.61	0.32
13	IEGL 02	0.67	0.37	-0.56
14	IEGL 04	0.54	-0.23	-0.49
15	IKML 01	0.73	0.36	-0.64
Total RMSE		0.57		

Tabel 4. 7 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit Pleiades 1B *Scene 2*

No	Nama Titik	Residual (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
1	BDL 06	0.04	0.00	0.04
2	BDL 07	0.18	0.03	-0.18
3	GKML 02	0.77	-0.14	0.76
4	GKML 05	0.09	-0.01	0.09
5	IKML 05	0.19	0.03	-0.19
6	IKML 06	0.53	0.10	-0.52
Total RMSE		0.40		

Tabel 4. 8 Perhitungan RMSE GCP Citra satelit WorldView-3

No	Nama Titik	Residual (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
1	BDL 05	0.22	-0.04	-0.21
2	BDL 10	0.04	0.04	0.01
3	GEGl 07	0.15	0.14	-0.06
4	GKML 01	0.20	-0.10	-0.17
5	GKML 07	0.54	-0.46	-0.27
6	GKML 08	0.82	0.42	0.71
Total RMSE		0.42		

Berdasarkan Tabel 4.6, total RMSE untuk citra Pleiades 1B *Scene-1* adalah 0,57 piksel, yang menunjukkan bahwa deviasi rata-rata posisi titik kontrol terhadap posisi referensi masih relatif kecil. Pada Tabel 4.7, citra Pleiades 1B *Scene-2* menunjukkan nilai RMSE yang lebih rendah yaitu 0,40 piksel, memperlihatkan akurasi geometrik yang lebih baik di banding *Scene* sebelumnya. Sementara itu, pada Tabel 4.8, citra WorldView-3 memberikan nilai total RMSE sebesar 0,42 piksel.

Secara keseluruhan, seluruh citra memiliki nilai RMSE di bawah $< 1,5$ piksel, yang sesuai dengan standar toleransi untuk dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap ketelitian geometrik menggunakan *Circular Error 90%* (CE90). Hasil ini mengindikasikan bahwa proses koreksi geometrik telah berhasil meningkatkan posisi spasial citra mendekati kondisi aktual di lapangan, serta menjamin kualitas

citra untuk digunakan dalam pemetaan berskala besar maupun kebutuhan analisis tata ruang.

4.5 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Horizontal

Sebelum dilakukan pengujian, citra telah melalui koreksi geometrik sistemik dan diferensial, sehingga diharapkan distorsi akibat sensor, atmosfer, atau sudut pengambilan citra dapat diminimalkan. Selanjutnya, dilakukan uji akurasi horizontal menggunakan metode pergeseran titik uji (ICP), yaitu dengan mengukur selisih posisi (ΔX dan ΔY) antara titik pada citra dengan titik referensinya dalam sistem koordinat yang sama.



Gambar 4. 7 Pergeseran koordinat ICP interpretasi dan ICP referensi citra

Tabel 4. 9 Perhitungan titik uji ICP RMSE dan CE90

Nomor Titik	Nama Titik	x_1	x_2	(D X)	(D X)^2	y_1	y_2	(D X)	(D X)^2	(D X)^2 + (D Y)^2
		(Koordinat Referensi)	(Koordinat Citra Baru)			(Koordinat Referensi)	(Koordinat Citra Baru)			
1	GEGL05	529231.599	529231.441	0.158	0.025	9396828.432	9396829.192	-0.760	0.578	0.603
2	GEGL09	530319.422	530319.367	0.055	0.003	9401247.772	9401246.955	0.817	0.667	0.671
3	IEGL03	530240.868	530241.093	-0.225	0.051	9404788.304	9404788.531	-0.227	0.052	0.102
4	IEGL05	528034.864	528034.333	0.531	0.282	9399478.515	9399478.605	-0.090	0.008	0.290
5	IKML02	522198.089	522198.603	-0.514	0.264	9402071.621	9402072.966	-1.345	1.809	2.073
6	IKML03	527710.231	527710.175	0.056	0.003	9403232.510	9403232.728	-0.218	0.048	0.051
7	IKML04	526076.877	526076.772	0.105	0.011	9401002.887	9401003.758	-0.871	0.759	0.770

Tabel 4. 10 Perhitungan titik uji ICP RMSE dan CE90 (lanjutan)

8	IKML07	527021.337	527022.261	-0.923	0.853	9404713.243	9404713.370	-0.127	0.016	0.869
9	IKML08	524619.717	524619.387	0.330	0.109	9403763.654	9403763.232	0.422	0.178	0.287
10	IBDL01	527936.143	527935.623	0.520	0.270	9394733.989	9394734.541	-0.552	0.305	0.575
11	IBDL03	521519.698	521519.581	0.117	0.014	9398728.451	9398729.113	-0.662	0.438	0.452
12	IBDL04	521576.633	521577.170	-0.537	0.289	9400503.630	9400504.694	-1.064	1.132	1.421
									Jumlah	8.162
									Rata-Rata	0.680
									RMSE	0.825
									Akurasi (CE90)	1.252

Berdasarkan hasil uji menggunakan metode pergeseran titik, diketahui bahwa citra telah memiliki ketelitian geometrik horizontal yang baik. Dengan nilai *Root Mean Square Error* 0.825×1.5175 dan hasil *Circular Error* 90% sebesar 1.252 meter dengan toleransi maksimal $<4,5$ meter, citra ini memenuhi ambang batas akurasi untuk skala peta dasar 1:5.000 kelas 1 dengan syarat ketelitian horizontal 1,5 meter sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, 2018.



BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1B dan WorldView-3 menggunakan metode *Rational Polynomial Coefficients* data GCP dan pergeseran titik data ICP, maka dapat diperoleh kesimpulan serta saran yang dapat digunakan sebagai pengolahan dan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Proses koreksi geometrik citra Pleiades 1B dan WorldView-3 menggunakan metode *Rational Polynomial Coefficients* (RPC), didukung oleh 27 titik kontrol tanah (GCP) dan data DEMNAS, menghasilkan nilai ketelitian geometrik yang baik. Nilai RMSE untuk citra Pleiades 1B adalah 0,57 meter (*scene 1*) dan 0,40 meter (*scene 2*), sementara citra WorldView-3 memiliki nilai RMSE sebesar 0,42 meter. Seluruh nilai RMSE berada di bawah ambang toleransi <1,5 piksel, sehingga hasil koreksi dianggap memenuhi standar ketelitian geometrik berdasarkan Perka BIG No. 6 Tahun 2018 dan layak untuk analisis lanjutan.
2. Uji ketelitian horizontal (CE90) yang dilakukan menggunakan 12 titik uji (ICP) menunjukkan bahwa nilai CE90 sebesar 1,252 meter untuk kedua citra. Nilai ini berada di bawah batas toleransi <4,5 meter untuk skala peta 1:5.000 (kelas 1), sebagaimana ditetapkan dalam standar Perka BIG. Dengan demikian, baik citra Pleiades 1B maupun WorldView-3 dinyatakan memenuhi syarat ketelitian spasial dan dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan peta RDTR.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pemilihan data citra satelit sebaiknya mempertimbangkan tahun akuisisi yang sama, guna meminimalkan perbedaan kondisi geografis antar citra serta mempermudah dalam penempatan titik kontrol tanah (GCP) dan titik uji (ICP).
2. Tutupan awan pada citra satelit direkomendasikan sebesar $\leq 10\%$ per *scene* dan dalam hal keterbatasan data citra maka tutupan awan $\leq 10\%$ dari AOI (*Area of Interest*), tetapi awan tidak boleh menutupi objek-objek penting seperti fasilitas sosial, fasilitas umum, perkantoran pemerintah, Kawasan industri, dll, agar mempermudah dalam penelitian selanjutnya.
3. Penggunaan model elevasi digital dan orto yang lebih tinggi akurasinya, seperti hasil survei LiDAR atau Drone, direkomendasikan karena memiliki resolusi sangat tinggi dan baik untuk pemetaan skala besar seperti RDTR.



DAFTAR PUSTAKA

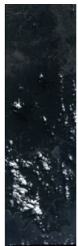
- Abidin, H. Z. (2006). Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z. (2021). Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. *Retrieved from* itbpress: https://www.itbpress.id/buku-gratis/#flipbook-df_22599/21/
- Aftriana, C. V. (2013). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Bantuan Teknologi Penginderaan Jauh. Universitas Negeri Semarang, Jurusan Geografi.
- Atriyon, & Kartasmita, M. (2010). Teknik *Orthorektifikasi Multi Oblique Image Satellite* dengan Metode *Digital MonoPlotting (DMP)*, *Ratio Polynomial Coefficients (RPCs)*, *an Rigorous Satellite Sensor Model*. Berita Inderaja.
- Badan Informasi Geospasial. (2016). Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang. Bogor: Sekretariat Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *Retrieved from* jdih: <https://jdih.big.go.id/id/produk-hukum/preview/27330968>
- Badan Informasi Geospasial. (2025, Mei 23). Informasi Data DEMNAS. *Retrieved from* tanahair.indonesia.go.id: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/demnas>
- Digital Globe. (2014, Agustus 13). WorldView-3. *Retrieved* April 24, 2025, *from* eoportal: <https://www.eoportal.org/satellite-missions/worldview-3>

- Gao, & dkk. (2021, September 23). *Rational Polynomial Camera Model Warping for Deep Learning Based Satellite Multi-View Stereo Matching*. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, China.
- Hasyim, A. (2009). Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) Dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit Untuk Perencanaan Perkotaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jaya, I. (2010). Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Karson, M. J. (1982). *Multivariate Statistical Methods*. Ames-Iowa: The Iowa State University Press.
- LAPAN. (2015). Perekaman Berulang Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades. Jakarta: Deputi Bidang Penginderaan Jauh.
- LAPAN. (2015). Spesifikasi Citra Satelit Pleiades. Jakarta.
- Lillesand, & dkk. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons.
- Maffufah, A. (2020). Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) (Studi Kasus: Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahmudi, A. R. (2018). Studi Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Resolusi Tinggi Sebagai Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Perindustrian (Studi Kasus : Kawasan Pt Sier Surabaya). Jurnal Geoid, 89-94.
- Milenia, & dkk. (2022). Pengaruh Kelerengan Topografi Terhadap Proses Orthorektifikasi Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) Untuk Sumber

- Pembuatan Peta Dasar Skala 1:5.000 (Studi Kasus: Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah, Kecamatan Trenggalek Kabupaten Trenggalek, Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang, dan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang. Seminar Nasional. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional
- Mukti, F. Z. (2018, Mei 1). Evaluasi Hasil Integrasi Berbagai Ketelitian Data Model Elevasi Digital Studi Kasus NLP 1316-61 dan 1316-63. *Geomatika*, 24.
- Nabilah, S. (2017). Analisis Perbandingan Ketelitian *Orthorektifikasi* Citra Pleiades Dan Quickbird Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Terbuka Hijau (Studi Kasus: Bagian Wilayah Perkotaan Tuban). Teknik Geomatika, ITS.
- Perda Provinsi Lampung. (2021). Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 1 Tahun 2021 tentang Kerjasama Daerah. *Retrieved from* peraturan bpk: <http://peraturan.bpk.go.id/Details/175692/perda-prov-lampung-no-1-tahun-2021>
- Purwadhi, I. (2006). Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT. Gramedia.
- Puspita, & Atik, I. (2017). Pembuatan Peta Skala 1:5000 Sesuai Dengan Peraturan Kepala Big Nomor 16 Tahun 2014 (Studi Kasus: BWP Lumajang, Kabupaten Lumajang). Surabaya: Teknik Geomatika, ITS.
- Putra, D. R., & Marfai, M. A. (2012). Identifikasi Dampak Banjir Genangan (Rob) Terhadap Lingkungan Permukiman Di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara. *Jurnal Bumi Indonesia*, (1): 1-10.
- Raharja, R. T. (2012). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Menggunakan Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis

- Di Pesisir Kecamatan Sluke Kabupaten Remang Tahun 2004-2012.
Universitas Muhammadiyah.
- Rahman, A. (2011). Modul Ajar Pengolahan Citra Digital & Aplikasinya Bekerja dengan *ENVI* 4.4. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Sahliyah, S. K. (2019). Analisis Ketelitian *Orthorektifikasi* Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang (Studi Kasus: Kecamatan Palang, Tuban). Tugas Akhir Teknik Geomatika ITS.
- Sugianto. (2017). Pengantar Aplikasi Penginderaan Jauh *Hyperspectral*. Malaysia: Universitas Syiah Kuala.
- Sugiyono. (2006). Statistika Untuk Penelitian. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sugiyono, P. D. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif. Retrieved from Scribd: <https://id.scribd.com/document/688009736/Metode-Penelitian-Kuantitatif-Kualitatif-Dan-R-D-Prof-Dr-Sugiyono-2017>
- Sulistiana, & dkk. (2019). Analisis Akurasi Vertikal Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) Studi Kasus Kota Medan. *FIT ISI* dan *ASEANFLAG*.
- Sutanto. (1986). Penginderaan Jauh Jilid I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wadji, & dkk. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif. Kabupaten Bandung: Widina Media Utama.
- Zhang, Y. (2004). *Pan-sharpening for Improved Information Extraction*. London: London: Taylor & Francis Group.

DAFTAR LAMPIRAN



TYPE: ORTHO
LEVEL: DS_PHR1A_202206100326534_ID1_PX_E105506_0214_07240
FORMAT: DIMAP
RASTER: image/jp2



General Information

Map Name

DS_PHR1A_202206100326534_ID1_PX_E105506_0214_07240

Geometric Processing Level

ORTH0

Radiometric Processing Level

BASIC

Image dimensions

Number of columns

42037

Number of rows

181270

Number of spectral bands

4

Dataset framing

Vertice

Longitude (DEG)

Latitude (DEG)

Row

Col

#1

105.6434358510424

-5.022542681432572

1

1

#2

105.2331338723687

-5.022542681432572

1

42037

#3

105.2331338723687

-5.836891043366012

181270

42037

#4

105.6434358510424

-5.836891043366012

181270

1

Production

Production Date

2022-11-08T18:47:58.734

Job identification

PHR1A_20221108_1402581n7dgm1c016_1

Dataset Producer Identification

Airbus DS Geo SA

Producer link

www.intelligence-airbusds.com

Lampiran 1 Raw Data Citra *Pleiades-1B* Scene 1



TYPE: ORTHO
LEVEL: DS_PHR1A_202206100326136_ID1_PX_E105505_0404_13057
FORMAT: DIMAP
RASTER: image/jp2



General Information				
Map Name	DS_PHR1A_202206100326136_ID1_PX_E105505_0404_13057			
Geometric Processing Level	ORTH0			
Radiometric Processing Level	BASIC			
Image dimensions				
Number of columns	39957			
Number of rows	293618			
Number of spectral bands	4			
Dataset framing				
Vertice	Longitude (DEG)	Latitude (DEG)	Row	Col
#1	105.2059006894102	+4.215106094867772	1	1
#2	105.3862907120314	+4.215106094867772	1	39957
#3	105.3862907120314	-0.5346148833748841	293618	39957
#4	105.2059006894102	-0.5346148833748841	293618	1
Production				
Production Date	2022-11-08T20:44:38.888			
Job identification	PHR1A_20221108_1402581p9vufjma7nR_1			
Dataset Producer Identification	Airbus DS Geo SA			
Producer link	www.intelligence-airbusds.com			

Lampiran 2 Raw Data Citra *Pleiades-1B* Scene 2

[illegible]

Lampiran 4 Raw data Pankromatik Citra WorldView-3

Project file data		Coordinate System	
Name:	E:\Kerja & CV\2024\09. PT TRAKO GIS (LAMPUNG RDTR)\01.GPS\02. Pengolahan Data GNSS\Lampung GCP ICP\Lampung_S.vce	Name:	World wide/UTM
Size:	110 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	22/09/2024 10:21:16 PM (UTC:7)	Zone:	48 South
Time zone:	SE Asia Standard Time	Geoid:	INAGEOID2020-2
Reference number:		Vertical datum:	
Description:		Calibrated site:	
Comment 1:			
Comment 2:			
Comment 3:			

Baseline Processing Report

Processing Summary

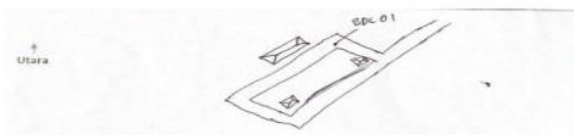
Observation	From	To	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	ΔHeight (Meter)
ctra --- BDL01 (B19)	ctra	BDL01	Fixed	0.010	0.046	201°55'28"	15333.872	-99.813

Acceptance Summary

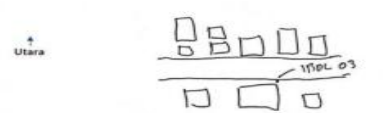
Processed	Passed	Flag	Fail
1	1	0	0

ctra - BDL01 (8:08:42 AM-9:38:12 AM) (S19)

Baseline observation:	ctra --- BDL01 (B19)
Processed:	22/09/2024 10:36:42 PM
Solution type:	Fixed
Frequency used:	Dual Frequency (L1, L2)
Horizontal precision:	0.010 m
Vertical precision:	0.046 m
RMS:	0.037 m
Maximum PDOP:	1.595
Ephemeris used:	Mixed
Antenna model:	NGS Relative
Processing start time:	20/09/2024 8:08:42 AM (Local: UTC+7hr)
Processing stop time:	20/09/2024 9:38:12 AM (Local: UTC+7hr)
Processing duration:	01:29:30
Processing interval:	30 seconds

DESKRIPSI TITIK KONTROL TANAH			
Nama Titik	: BDL01	Nama Setempat	:
Desa/Kel.	: SUKAMAJU	Kecamatan	: BANDAR LAMPUNG
Kota/Kab.	: TELUK BETUNG BARAT	Provinsi	: LAMPUNG
KOORDINAT GEODETIK		KOORDINAT UTM	
Datum/Ellipsoid	: WGS 84	Zona UTM	: 48 S
Lintang	: S5°29'23.101"	Utara/Northing	: 9393192,736
Bujur	: E105° 15'37.880 "	Timur/Easting	: 528857,637
Tinggi Ellipsoid (meter)	: 15,182	Tinggi INAGEOID2020 (meter)	: 1,691
Faktor Skala	: 0,9996103072	Konvergensi Grid:	: -0°01'30"
INFORMASI KUALITAS DATA			
Akurasi/presisi H (meter)	: 0,010	Akurasi/presisi V (meter)	: 0,046
INFORMASI LOKASI			
Uraian Lokasi	: Pojok dermaga		
Kenampakan Menonjol	: Permukaan kayu		
Transportasi	: Kapal laut		
CITRA		SKETSA	
		 Keterangan : Pojok Jembaran Dermaga Pulau Permatang	
NAMA TITIK: BDL01			
ARAH PANDANG UTARA 		ARAH PANDANG TIMUR 	
ARAH PANDANG SELATAN 		ARAH PANDANG BARAT 	
FOTO JAUH 			

Lampiran 6 Formulir Pengamatan GNSS (GCP)

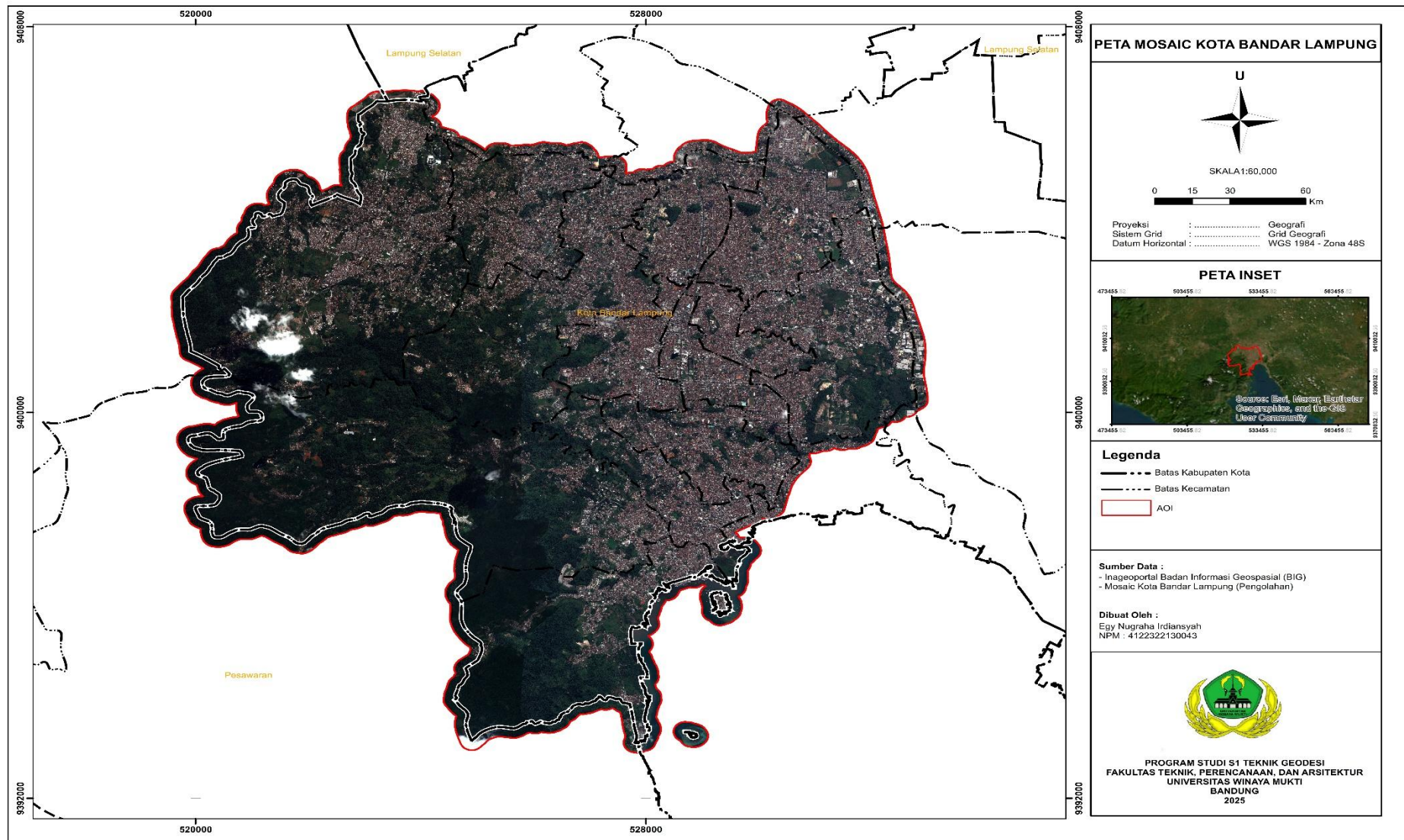
DESKRIPSI TITIK KONTROL TANAH			
Nama Titik	: IBDL03	Nama Setempat	:
Desa/Kel.	: HURUN	Kecamatan	: PESAWARAN
Kota/Kab.	: PADANG CERMIN	Provinsi	: LAMPUNG
KOORDINAT GEODETIK		KOORDINAT UTM	
Datum/Ellipsoid	: WGS 84	Zona UTM	: 48 S
Lintang	: S 5°26'22.909"	Utara/Northing	: 9398728,451
Bujur	: E 105°11'39.338"	Timur/Easting	: 521519,698
Tinggi Ellipsoid (meter)	: 311,359	Tinggi INAGEOID2020 (meter)	: 297,890
Faktor Skala	: 0,9996057318	Konvergensi Grid:	: -0°01'06"
INFORMASI KUALITAS DATA			
Akurasi/presisi H (meter)	: 0,025	Akurasi/presisi V (meter)	: 0,096
INFORMASI LOKASI			
Uraian Lokasi	: Pojok Pagar Bagian Dalam		
Kenampakan Menonjol	: Permukaan diperkeras		
Transportasi	: Mobil		
CITRA		SKETSA	
		 Keterangan: Pojok dalam halaman Masjid Nurul Hidayah	
NAMA TITIK: IBDL03			
ARAH PANDANG UTARA 		ARAH PANDANG TIMUR 	
ARAH PANDANG SELATAN 		ARAH PANDANG BARAT 	
FOTO JAUH			
			

Lampiran 8 Koordinat GCP Hasil Pengolahan

No	Nama Titik	X (m)	Y (m)	Z (m)	HRMS (m)
1	BDL01	528857.637	9393192.736	1.691	0.010
2	BDL02	529195.731	9396034.058	1.748	0.023
3	BDL05	520097.685	9399358.917	420.782	0.014
4	BDL06	525008.000	9394941.635	55.534	0.023
5	BDL07	519735.958	9398234.063	475.736	0.031
6	BDL09	523021.631	9396655.949	267.123	0.015
7	BDL10	527734.830	9393103.337	12.397	0.023
8	GEGL01	529981.386	9406217.482	120.389	0.011
9	GEGL02	531791.591	9404900.864	119.166	0.009
10	GEGL06	527462.061	9398013.854	39.090	0.009
11	GEGL07	528022.605	9400756.699	124.682	0.007
12	GEGL08	529285.088	9402826.215	107.554	0.006
13	GKML01	520405.721	9400491.842	432.877	0.014
14	GKML02	520869.746	9401566.465	399.096	0.009
15	GKML05	525785.749	9405347.996	151.437	0.012
16	GKML06	525682.388	9402731.948	205.410	0.011
17	GKML07	525750.516	9399312.338	125.358	0.008
18	GKML08	522921.183	9399772.353	255.878	0.009
19	GKML09	523057.668	9403023.317	273.941	0.009
20	GKML10	528159.046	9404829.831	131.920	0.009
21	IBDL05	529142.024	9397586.048	3.162	0.015
22	IEGL01	530095.306	9398737.478	30.055	0.009
23	IEGL02	532043.950	9401189.834	92.497	0.012
24	IEGL04	531758.813	9403358.626	104.243	0.006
25	IKML01	524061.788	9405296.652	174.665	0.012
26	IKML05	524473.107	9400961.010	311.753	0.013
27	IKML06	521118.890	9402999.686	335.235	0.009

Lampiran 9 Koordinat ICP Hasil Pengolahan

No	Nama Titik	X (m)	Y (m)	Z (m)	HRMS (m)
1	GEGL05	529231.441	9396829.192	17.501	0.009
2	GEGL09	530319.367	9401246.955	99.626	0.021
3	IEGL03	530241.093	9404788.531	117.979	0.011
4	IEGL05	528034.333	9399478.605	75.068	0.014
5	IKML02	522198.603	9402072.966	333.918	0.011
6	IKML03	527710.175	9403232.728	138.387	0.009
7	IKML04	526076.772	9401003.758	250.751	0.028
8	IKML07	527022.261	9404713.370	145.379	0.007
9	IKML08	524619.387	9403763.232	208.943	0.007
10	IBDL01	527935.623	9394734.541	2.346	0.014
11	IBDL03	521519.581	9398729.113	297.890	0.025
12	IBDL04	521577.170	9400504.694	308.407	0.057



Lampiran 10 Peta *Mosaic* Kota Bandar Lampung

