

TUGAS AKHIR - RM 184831

**ANALISIS PENGGUNAAN GPS NAVIGASI DAN FOTO  
UDARA FORMAT KECIL PADA PENGUKURAN  
BIDANG TANAH PROGRAM REDISTRIBUSI TANAH  
OBJEK *LANDREFORM*  
(Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)**

MUHAMMAD KIKI ZAENURI  
NRP 03311540000073

Dosen Pembimbing  
Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



**TUGAS AKHIR - RM 184831**

**ANALISIS PENGGUNAAN GPS NAVIGASI DAN FOTO UDARA FORMAT KECIL PADA PENGUKURAN BIDANG TANAH PROGRAM REDISTRIBUSI TANAH OBJEK *LANDREFORM* (Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)**

**MUHAMMAD KIKI ZAENURI**  
NRP 0331154000073

Dosen Pembimbing  
Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**FINAL ASSIGNMENT - RM 184831**

**ANALYSIS OF THE NAVIGATION GPS AND SMALL  
FORMAT AERIAL PHOTOGRAPHY USAGE AT THE  
LAND PARCELS MEASUREMENT OF THE  
LANDREFORM OBJECT LAND REDISTRIBUTION  
PROGRAM**

**(Study Case: Entikong Village, Sanggau Regency)**

**MUHAMMAD KIKI ZAENURI**  
NRP 0331154000073

Supervisor  
Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng

Geomatics Engineering Department  
Faculty of Civil, Environment And Geo Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**ANALISIS PENGGUNAAN GPS NAVIGASI DAN FOTO  
UDARA FORMAT KECIL PADA PENGUKURAN BIDANG  
TANAH PROGRAM REDISTRIBUSI TANAH OBJEK  
*LANDREFORM***

**(Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)**

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Kiki Zaenuri  
**NRP** : 0331154000073  
**Departemen** : Teknik Geomatika FTSLK-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng

**ABSTRAK**

*Program Redistribusi Tanah Obyek Landreform merupakan program dari Badan Pertanahan Nasional yang bertujuan untuk memberikan sertifikat bidang tanah kepada petani penggarap sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 224 Tahun 1961 Tentang Pelaksanaan Pembagian Tanah dan Pemberian Ganti Rugi. Program ini memiliki beberapa kendala, diantaranya, yaitu kekurangan sumber daya alat dan manusia, serta target bidang tanah yang banyak dalam waktu yang singkat. Studi ini menganalisis penggunaan GPS navigasi dan foto udara format kecil pada pengukuran bidang tanah untuk program tersebut yang dilakukan di Desa Entikong oleh Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau pada bulan Juli tahun 2018. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis ketelitian geometrik horizontal untuk foto udara format kecil serta analisis ketelitian planimetrik luas dan posisi untuk hasil pengukuran bidang tanah, deliniasi-suplesi, serta hasil transformasi affine.*

*Berdasarkan analisis tersebut, hasil peta ortofoto dapat digunakan sebagai peta kerja pada skala minimal 1:1000 untuk kelas 2. Sedangkan hasil analisis planimetrik menunjukkan hasil yang tidak baik yaitu jumlah bidang tanah yang masuk kategori dapat diterima (kelas 1-2) yaitu 49,71% untuk hasil dari transformasi affine dan 39,31% untuk hasil dari pengukuran*

*menggunakan GPS navigasi. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara teknis hasil pengukuran bidang tanah tersebut tidak sesuai dengan toleransi analisis planimetrik pada Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran, walaupun menurut Petunjuk Teknis PTSL Tahun 2018 diperbolehkan.*

*Kata Kunci - Redistribusi Tanah Obyek Landreform, GPS Navigasi, Foto Udara Format Kecil, Analisis Ketelitian Geometrik, Analisis Ketelitian Planimetrik, Transformasi Affine.*

**ANALYSIS OF THE NAVIGATION GPS AND SMALL  
FORMAT AERIAL PHOTOGRAPHY USAGE AT THE  
LAND PARCELS MEASUREMENT OF THE  
LANDREFORM OBJECTS REDISTRIBUTION  
PROGRAM  
(Study Case: Entikong Village, Sanggau Regency)**

**Name** : Muhammad Kiki Zaenuri  
**NRP** : 0331154000073  
**Department** : Geomatics Engineering FTSLK-ITS  
**Supervisor** : Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng

**ABSTRACT**

*The Landreform Object Land Redistribution Program is a program of the National Land Agency which aims to provide land parcels certificates to cultivating farmers in accordance with Government Regulation Number 224 of 1961 concerning the Implementation of Land Distribution and Giving Compensation. This program has a number of obstacles, including the lack of tools and human resources, as well as a large number of land targets in a short time. This study analyzed the use of navigation GPS and small format aerial photography on land parcels measurements for the program carried out in Entikong Village by the Sanggau District Land Office in July 2018. The analysis was carried out using a horizontal geometric accuracy analysis for small format aerial photography and planimetric accuracy of area and position analysis for the results of measurements of the land parcel, delineations-supletions, and results of affine transformations.*

*Based on the analysis, the orthophoto map can be used as work map on a minimum scale of 1: 1000 for class 2. While the results of planimetric analysis show poor results, where the number of land parcels included in the category that can be accepted (grades 1-2), is 49.71% for the results of the affine transformations and 39.31% for the results of the measurement*

*using navigation GPS. From these results, it can be concluded that technically the results of the measurement of land parcels are not in accordance with the planimetric analysis tolerance in the Regulation of the State Minister of ATR / Head of BPN No. 3 of 1997 concerning Technical Guidelines for Accuracy of Registration Base Maps, although according to 2018 PTSL Technical Guidelines are allowed.*

*Keywords – Landreform Redistribution Land Program, Navigation GPS, Small Aerial Photography, Geometric Accuracy Analysis, Planimetric Accuracy Analysis, Affine Transformation.*

**ANALISIS PENGGUNAAN GPS NAVIGASI DAN FOTO  
UDARA FORMAT KECIL PADA PENGUKURAN BIDANG  
TANAH PROGRAM REDISTRIBUSI TANAH OBJEK  
LANDREFORM**  
(Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**MUHAMMAD KIKI ZAENURI**  
NRP. 0331154000073

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng  
NIP. 19720613 200604 1 001



**SURABAYA, JANUARI 2019**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## KATA PENGANTAR

Panalisis syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**Analisis Penggunaan GPS Navigasi dan Foto Udara Format Kecil pada Pengukuran Bidang Tanah Program Redistribusi Tanah Objek Landreform (Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)**” ini dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir, ada banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moral maupun material sehingga penelitian tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, saudara dan keluarga besar penulis atas doa dan dukungan yang diberikan selama ini,
2. Ibu Yuliana, S.H, M.Eng selaku Kepala Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau, Bapak Dicky Zulkarnain, S.T, M.Eng selaku Kepala Seksi Insfrastruktur Pertanahan Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau, serta Bapak Budi Satrio, S.Tr selaku pembimbing di Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian tugas akhir dalam rangka kerja praktik di Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau.
3. Bapak Yanto Budisusanto, S.T, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran selama pelaksanaan penelitian tugas akhir berjalan.
4. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
5. Bapak Akbar Kurniawan, S.T., M.T., selaku dosen wali atas segala bimbingannya selama penulis belajar di Teknik Geomatika ITS.
6. Teman-teman G16, G17 dan G18 yang telah mendukung dan menghibur selama penelitian tugas akhir berlangsung.

7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan.

Surabaya, 20 Januari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Redistribusi Tanah Objek <i>Landreform</i> .....	7
2.2 Dasar Hukum dan Petunjuk Teknis .....	7
2.3 Metode Pemetaan Bidang Tanah .....	8
2.4 Sistem Koordinat Nasional .....	10
2.5 Analisis Ketelitian Planimetrik Luas .....	11
2.6 GPS ( <i>Global Positioning System</i> ).....	11
2.7 GPS Navigasi.....	12
2.8 GPS Geodetik .....	13
2.9 GCP (Ground Control Point).....	13
2.10 ICP (Independent Control Point).....	14
2.11 Foto Udara Format Kecil .....	16
2.12 Mozaik Foto Udara.....	16
2.13 UAV ( <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> ) .....	19
2.14 Aturan BPN Terkait Pesawat Nirawak/UAV ....	20
2.15 Transformasi <i>Affine</i> .....	22
2.16 Penelitian Sebelumnya .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
3.1 Lokasi Penelitian .....	27

3.2	Data dan Peralatan .....	28
3.3	Metodologi.....	29
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1	Foto Udara Format Kecil .....	35
4.2	GCP dan ICP.....	37
4.3	Bidang Tanah.....	39
4.4	Analisis Planimetrik.....	41
4.5	Transformasi <i>Affine</i> .....	47
4.6	Analisis .....	54
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>63</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>		<b>103</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Orientasi.....	17
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian.....	27
Gambar 3.2	Topografi dan Perkebunan Area Penelitian.....	28
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	32
Gambar 4.1	Jalur Terbang.....	35
Gambar 4.2	Hasil Ortofoto.....	36
Gambar 4.3	Sebaran Titik GCP dan ICP .....	37
Gambar 4.4	Hasil Pengukuran Bidang Tanah.....	39
Gambar 4.5	Hasil Deliniasi dan Suplesi Bidang Tanah .....	40
Gambar 4.6	Hasil Analisis Planimetrik Luas.....	42
Gambar 4.7	Contoh Pergeseran Bidang Tanah .....	43
Gambar 4.8	Hasil Analisis Planimetrik Posisi Bidang Tanah..	44
Gambar 4.9	Hasil Analisis Planimetrik Gabungan .....	46
Gambar 4.10	Bidang Tanah <i>Sample</i> .....	49
Gambar 4.11	Hasil Transformasi <i>Affine</i> Bidang Tanah .....	50
Gambar 4.12	Perbedaan antara Hasil Pengukuran, Deliniasi- Suplesi, dan Transformasi pada Nomor Bidang 0 .....	51
Gambar 4.13	Hasil Analisis Planimetrik Luas.....	52
Gambar 4.14	Hasil Analisis Planimetrik Posisi .....	53
Gambar 4.15	Hasil Analisis Planimetrik Gabungan .....	54
Gambar 4.16	Diagram Perbandingan Hasil Analisis Planimetrik .....	55

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jumlah Titik Analisis Akurasi Berdasarkan Luasan .	15
Tabel 2.2	Ketelitian Peta Ortofoto.....	21
Tabel 4.1	Hasil Pengolahan GCP .....	37
Tabel 4.2	Hasil Pengolahan ICP.....	38
Tabel 4.3	Kelas Analisis Planimetrik Luas .....	41
Tabel 4.4	Kelas Klasifikasi Analisis Planimetrik Posisi .....	44
Tabel 4.5	Jumlah Bidang Tanah per Kelas dari Analisis Planimetrik Posisi.....	44
Tabel 4.6	Pembagian Kelas Analisis Planimetrik .....	45
Tabel 4.7	Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Gabungan.....	46
Tabel 4.8	Titik-titik <i>Sample</i> Sebelum Transformasi .....	47
Tabel 4.9	Nilai Parameter Transformasi .....	48
Tabel 4.10	Titik-titik <i>Sample</i> Setelah Transformasi.....	48
Tabel 4.11	Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Posisi.....	52
Tabel 4.12	Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Gabungan.....	53

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Pengukuran ....	64
<b>Lampiran 2.</b>	Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Deliniasi dan Suplesi.....	68
<b>Lampiran 3.</b>	Tabel Hasil Analisis Planimetrik Sebelum Transformasi.....	72
<b>Lampiran 4.</b>	Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Transformasi <i>Affine</i> .....	78
<b>Lampiran 5.</b>	Tabel Hasil Analisis Planimetrik Setelah Transformasi.....	82
<b>Lampiran 6.</b>	Report Hasil Pemrosesan <i>Orthophoto</i> .....	90
<b>Lampiran 7.</b>	Hasil Pengukuran Bidang Tanah dengan GPS Navigasi dan Hasil Deliniasi-Suplesi .....	97
<b>Lampiran 8.</b>	Hasil Pengukuran Bidang Tanah dengan GPS Navigasi dan Hasil Transformasi <i>Affine</i> .....	98
<b>Lampiran 9.</b>	Peta Hasil Analisis Planimetrik dari Hasil Pengukuran dengan GPS Navigasi .....	99
<b>Lampiran 10.</b>	Peta Hasil Analisis Planimetrik dari Hasil Transformasi <i>Affine</i> .....	100
<b>Lampiran 11.</b>	Dokumentasi Penelitian .....	101

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Redistribusi tanah merupakan pembagian tanah yang dikuasai oleh negara dan telah ditegaskan menjadi objek *landreform* yang diberikan kepada para petani penggarap yang telah memenuhi syarat ketentuan Peraturan Pemerintah No. 224 Tahun 1961. Dengan tujuan untuk memperbaiki keadaan sosial ekonomi rakyat dengan cara mengadakan pembagian tanah yang adil dan merata atas sumber penghidupan rakyat tani berupa tanah pertanian dan perkebunan. Kegiatan Redistribusi Tanah Objek *Landreform* merupakan salah satu program strategis pemerintah di bidang pertanahan. Pemerintah membuat kebijakan ini dengan landasan bahwa tanah digunakan sebesar-sebesarnya untuk kemakmuran rakyat sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Dasar 1945 pasal 33 ayat 3 yang diamanahkan melalui Undang-Undang Pokok Agraria Tahun 1960. Sejalan dengan hal tersebut, kebutuhan pengukuran dan pemetaan bidang tanah di Indonesia masih sangat tinggi dimana masih banyak bidang-bidang tanah yang belum terpetakan. Pada tahun 2018 pemerintah menargetkan 7 juta bidang tanah, dan tahun 2019 menargetkan 9 juta bidang tanah yang tertera di Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 22 Tahun 2015. Untuk redistribusi tanah, realisasi terlaksana sebanyak 262.189 bidang tanah sampai dengan tahun 2017, dimana targetnya di tahun 2018, akan ada 350.000 bidang tanah yang didistribusi. Kemudian di tahun 2019 target redistribusi akan menjadi 1,5 juta bidang tanah, yang sumbernya sebagian besar berasal dari hasil inventarisasi dan verifikasi perusahaan tanah dalam kawasan hutan (Detik Finance 2018). Untuk itu dibutuhkan metode pengukuran dan pemetaan bidang tanah yang efektif dan efisien untuk menunjang terlaksananya pemetaan bidang tanah tersebut.

Banyaknya target bidang tanah yang harus dipetakan dengan batas waktu yang pendek memaksa kantor pertanahan

untuk melakukan kegiatan pengukuran dengan cepat. Hal tersebut membuat banyak kantor pertanahan melakukan kegiatan pengukuran tanpa memperhatikan petunjuk teknis pengukuran bidang tanah maupun spesifikasi teknis yang harus dilakukan dalam proses pengukuran. Padahal petunjuk teknis pengukuran bidang tanah telah diatur di Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran, buku Petunjuk Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap Nomor: 01/Juknis-300/I/2018, serta peraturan perundangan BPN lainnya. Permasalahan ini dirasakan pula oleh Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau, dimana terdapat banyak target bidang tanah yang harus diukur dalam waktu yang singkat, baik itu untuk pengukuran program PTSL maupun Redistribusi Tanah Objek *Landreform*. Untuk program Redistribusi Tanah, pada bulan Juli 2018, Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau memiliki target pengukuran di 3 desa dengan total keseluruhan target mencapai 1.000 bidang tanah. Dengan kondisi lahan yang luas, keterbatasan petugas ukur, serta keterbatasan alat yang tersedia, memaksa Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau melakukan pengukuran bidang tanah dengan menggunakan alat GPS navigasi. Selanjutnya dari hasil tersebut dikoreksikan dengan menggunakan data citra satelit atau foto udara.

GPS navigasi yang digunakan yaitu tipe Garmin GPSMap 64s dengan akurasi sekitar 3-5 meter (Garmin 2018). Pada petunjuk teknis pengukuran bidang tanah dari BPN tidak terdapat metode pengukuran dengan menggunakan GPS navigasi, sehingga secara kasar metode ini tidak dapat digunakan. Namun menimbang permasalahan yang dialami oleh banyak kantor pertanahan, sehingga metode ini tetap digunakan. Seperti yang telah disebutkan diatas, untuk menyeimbangkan hasil pengukuran GPS navigasi, maka dilakukan proses koreksi (deliniasi dan suplesi) dengan salah satunya menggunakan foto udara. Akuisisi data foto udara kebanyakan menggunakan *drone* yang biasa disebut pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*) yang menghasilkan

foto udara format kecil. *Drone* dapat digunakan untuk percepatan pemetaan tanah karena hasil pemotretan *drone* mempunyai resolusi spasial yang tinggi sehingga sesuai dengan aturan pemetaan bidang tanah dan harganya murah (Utomo 2017). Badan Pertanahan Nasional sendiri telah menerbitkan buku petunjuk teknis mengenai penggunaan pesawat nirawak/*drone* untuk pembuatan peta kerja pada tahun 2017. Dalam buku tersebut mencakup metode, prosedur pengukuran, serta ketelitian yang digunakan dalam pengukuran dengan menggunakan foto udara.

Maka dari itu diperlukan analisis kualitas data dengan menggunakan analisis ketelitian planimetrik sesuai Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran untuk mendapatkan analisis terkait penggunaan GPS navigasi dan foto udara format kecil pada pengukuran bidang tanah untuk program Redistribusi Tanah Objek *Landreform*. Analisis dilakukan dengan mengambil *sample* salah satu daerah pengukuran redistribusi tanah di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau yang merupakan program redistribusi tanah dari Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau pada bulan Juli 2018.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

- a. Bagaimana analisis ketelitian geometrik hasil foto udara format kecil pada pengukuran bidang tanah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau?
- b. Bagaimana analisis planimetrik hasil pengukuran dan pengolahan bidang tanah dari hasil analisis planimetrik luas dan posisi pada pengukuran bidang tanah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau?
- c. Bagaimana analisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan transformasi *affine* pada hasil pengukuran bidang tanah

dengan menggunakan GPS navigasi dan foto udara format kecil di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dari penelitian ini antara lain:

- a. Data yang digunakan berupa data hasil pengukuran bidang tanah menggunakan GPS navigasi dengan akurasi 3-5 meter dan data hasil akuisisi foto udara format kecil menggunakan *drone* jenis *quadcopter* di wilayah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau.
- b. Dasar aturan teknis pengukuran bidang tanah mengacu pada aturan yang dikeluarkan oleh Badan Pertanahan Nasional.
- c. Analisis kualitas data menggunakan analisis ketelitian untuk foto udara format kecil dan analisis ketelitian planimetrik luas dan posisi untuk hasil pengukuran GPS navigasi .
- d. Analisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan metode transformasi *affine*.

### 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Menganalisis ketelitian geometrik hasil foto udara format kecil pada pengukuran bidang tanah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau.
- b. Menganalisis ketelitian planimetrik hasil pengukuran dan pengolahan bidang tanah dari hasil analisis ketelitian planimetrik luas dan posisi bidang tanah pada pengukuran bidang tanah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau.
- c. Menganalisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan transformasi *affine* pada hasil pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS navigasi dan foto udara format kecil di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau.

- d. Membuat peta visualisasi bidang tanah hasil analisis planimetrik bidang tanah dari data GPS navigasi dan transformasi *affine*.

#### 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari kegiatan penelitian ini adalah hasil dari analisis terkait aturan serta kualitas data pengukuran bidang tanah menggunakan GPS navigasi dan foto udara format kecil pada program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* di Desa Entikong, Kabupaten Sanggau dapat memberikan gambaran dan bahan pertimbangan terkait kualitas data dari pengukuran dengan metode serupa di kantor pertanahan yang lain.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Redistribusi Tanah Objek *Landreform***

Redistribusi tanah merupakan pembagian tanah-tanah yang dikuasai oleh negara dan telah ditegaskan menjadi objek *landreform* yang diberikan kepada para petani penggarap yang telah memenuhi syarat ketentuan pada pasal 1 ayat (1) Peraturan Pemerintah No. 244 Tahun 1961. Obyek *landreform* yang dimaksud yaitu tanah kelebihan maksimum, tanah absentee, tanah swapraja dan bekas swapraja, serta tanah negara (bekas HGU, tanah kehutanan yang dilepaskan, dan tanah negara yang telah digarap). Dengan tujuan untuk memperbaiki keadaan sosial ekonomi rakyat dengan cara mengadakan pembagian tanah yang adil dan merata atas sumber penghidupan rakyat tani berupa tanah pertanian dan perkebunan (Pemerintah Pusat 1961).

Kegiatan Redistribusi Tanah Objek *Landreform* merupakan salah satu program strategis pemerintah di bidang pertanahan (Kementerian ATR/BPN 2015). Pemerintah membuat kebijakan ini dengan landasan tanah digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Dasar 1945 yang tertuang dalam pasal 33 ayat 3 yang diamanahkan melalui Undang-Undang Pokok Agraria Tahun 1960.

#### **2.2 Dasar Hukum dan Petunjuk Teknis**

Dasar hukum yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Undang-Undang Republik Indonesia No. 5 Tahun 1961 Tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria
- b. Peraturan Pemerintah No. 224 Tahun 1961 Tentang Pelaksanaan Pembagian Tanah dan Pembagian Ganti Rugi.
- c. Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN Tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah

- d. Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN No. 22 Tahun 2015 Tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Pengadaan Tanah
- e. Peraturan Kepala BIG No 15 Tahun 2016 Tentang Pedoman Teknik

Petunjuk Teknis yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang Badan Informasi Geospasial Tahun 2018
- b. Petunjuk Teknis BPN Tentang Pesawat Nirawak/UAV Tahun 2017
- c. Petunjuk Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap Nomor: 01/Juknis-300/I/2018 Tahun 2018

### 2.3 Metode Pemetaan Bidang Tanah

Menurut buku Petunjuk Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap Nomor: 01/Juknis-300/I/2018, metode pelaksanaan kegiatan pengukuran dan pemetaan bidang tanah sistematis lengkap yaitu terestris, fotogrametris, pengamatan satelit dan kombinasi ketiganya.

- a. Metode Terestris

Pengukuran bidang tanah dengan metode terestris adalah pengukuran secara langsung di lapangan dengan cara mengambil data ukuran sudut dan jarak, yang dikerjakan dengan teknik-teknik pengambilan data trilaterasi (jarak), triangulasi (sudut) atau triangulaterasi (sudut dan jarak) dengan menggunakan alat pita ukur, distometer, theodolit, dan total station.

- b. Metode Fotogrametris

Pengukuran bidang tanah dengan metode fotogrametris lebih lanjut dijelaskan pada sub bab 2.15.

- c. Metode Pengamatan Satelit

Pengukuran bidang tanah dengan metode pengamatan satelit adalah pengukuran dengan menggunakan sinyal-sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari minimal 4

satelit menggunakan alat GPS/GNSS geodetik. Pengukuran bidang tanah dengan GPS/GNSS dapat dilakukan dengan metode *Real Time Kinematics* (RTK), CORS, *Post-Processing* maupun *Stop and Go*.

- d. Metode kombinasi terestris, fotogrametris, dan pengamatan satelit pengukuran bidang tanah yang merupakan perpaduan dari pengukuran terestris, fotogrametris dan/atau pengamatan satelit.
- e. *Fit For Purpose* (FFP)

Mekanisme pelaksanaan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap dengan metode *Fit For Purpose* secara detil dapat dilihat pada Petunjuk Teknis PTSL (Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap) dengan Partisipasi Masyarakat.

#### 2.4 Jenis Peta terkait Bidang Tanah

Badan Pertanahan Nasional memiliki beberapa jenis peta terkait bidang tanah yang digunakan pada proses pengukuran maupun penerbitan sertifikat bidang tanah. Berikut merupakan jenis peta terkait bidang tanah (Kementerian ATR/BPN 2018):

- a. Peta Dasar Pendaftaran

Peta yang memuat titik-titik dasar teknik dan unsur-unsur geografis, seperti sungai, jalan, bangunan dan batas fisik bidang-bidang tanah.

- b. Peta Kerja

Peta yang digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi, mendeliniasi dan atau memetakan batas bidang tanah yang sudah terdaftar maupun bidang tanah yang belum terdaftar.

- c. Peta Foto

Peta yang menggambarkan detail lapangan dari citra foto dengan skala tertentu. Peta foto sudah melalui proses pemetaan fotogrametri oleh karena itu ukuran-ukuran pada peta foto sudah benar dengan demikian detail-detail yang ada di peta foto dan dapat diidentifikasi di lapangan mempunyai posisi sudah benar di peta

## d. Gambar Ukur

Dokumen tempat mencantumkan gambar suatu bidang tanah atau lebih dan situasi sekitarnya serta data hasil pengukuran bidang tanah baik berupa jarak, sudut, azimuth, ataupun sudut jurusan.

## e. Peta Bidang Tanah

Hasil pemetaan 1 (satu) bidang tanah atau lebih pada lembaran kertas dengan suatu skala tertentu yang batas-batasnya telah ditetapkan oleh pejabat yang berwenang dan digunakan untuk pengumuman data fisik.

## 2.5 Sistem Koordinat Nasional

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN No. 3 Tahun 1997, sistem koordinat nasional menggunakan sistem koordinat proyeksi *Transverse Mercator* Nasional dengan lebar zone  $3^\circ$  atau disingkat TM  $3^\circ$ . Sistem koordinat TM  $3^\circ$  memiliki ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- a. *Meridian central zone* TM- $3^\circ$  terletak  $1,5$  derajat di timur dan barat *meridian central zone* UTM yang bersangkutan.
- b. Besaran faktor skala di meridian sentral yang digunakan dalam zone TM- $3^\circ$  adalah  $0,9999$ .
- c. Titik nol semu yang digunakan mempunyai koordinat (X)=  $200.000$  m Timur dan (Y)=  $1.500.000$  m Utara.
- d. Model matematik bumi sebagai bidang referensi adalah *spheroid* pada datum WGS-1984 dengan parameter  $a = 6.378.137$  meter dan  $f = 1/298,25722357$ . *World Geodetic System* 1984 (WGS'84) selanjutnya dikenal juga dengan Datum Geodesi Nasional 1995. Datum ini memiliki parameter sebagai berikut:
  - Jari-jari equator ( $a$ ) =  $6.378.137$  m
  - Penggepengan ( $f$ ) =  $1 : 298,25722357$
  - Setengah sumbu pendek ( $b$ ) =  $6.356.752,314$  m
  - Jari-jari kutub ( $c$ ) =  $6.399.593,626$  m
  - Eksentisitas I kuadrat ( $e^2$ ) =  $0,006694380$
  - Eksentrisitas II kuadrat ( $e'^2$ ) =  $0,006739497$

## 2.6 Analisis Ketelitian Planimetrik Luas

Standar penganalisan ketelitian planimetrik berpedoman pada Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Langkah pertama dalam penganalisan ketelitian luas ini adalah menghitung selisih luas antara luas pada orthofoto dengan luas sebenarnya di lapangan. Luas tersebut merupakan luas dari sampel acak bidang yang diambil berdasarkan layer pada bidang tanah yang sudah ditentukan. Kemudian selisih luas tersebut dianalisis menggunakan rumus toleransi kesalahan seperti berikut:

$$\text{Toleransi Kesalahan Luas} = \pm 0,5\sqrt{L} \quad (2.1)$$

Keterangan :

L = luas yang dianggap benar

Dengan menghitung toleransi luas tersebut sehingga dapat diketahui apakah selisih luas sampel bidang tersebut memenuhi toleransi atau tidak.

## 2.7 GPS (*Global Positioning System*)

*Global Positioning System* (GPS) adalah utilitas milik Amerika Serikat yang menyediakan layanan pemosisian, navigasi, dan waktu (PNT) kepada pengguna. Sistem ini terdiri dari tiga segmen: segmen ruang, segmen kontrol, dan segmen pengguna. Satelit GPS menyediakan layanan untuk pengguna sipil dan militer. Layanan sipil tersedia secara bebas untuk semua pengguna secara berkelanjutan, di seluruh dunia. Layanan militer tersedia untuk Amerika Serikat dan angkatan bersenjata sekutu serta lembaga pemerintah yang disetujui (GPS, GPS Overview 2017).

GPS mendukung pemetaan dan pemodelan dunia fisik yang akurat - dari gunung dan sungai hingga jalan dan bangunan hingga jalur utilitas dan sumber daya lainnya. Fitur yang diukur

dengan GPS dapat ditampilkan pada peta dan dalam sistem informasi geografis (SIG) yang menyimpan, memanipulasi, dan menampilkan data yang direferensikan secara geografis. Surveyor tanah dan pemetaan dapat membawa sistem GPS di ransel atau memasangnya di kendaraan untuk memungkinkan pengumpulan data yang cepat dan akurat. Beberapa sistem ini berkomunikasi secara nirkabel dengan penerima referensi untuk menghadirkan akurasi tingkat sentimeter dan waktu nyata yang berkesinambungan dan peningkatan produktivitas yang belum pernah terjadi sebelumnya. Untuk mencapai tingkat akurasi tertinggi, sebagian besar penerima survei-peringkat menggunakan dua frekuensi radio GPS: L1 dan L2. Saat ini, tidak ada sinyal sipil yang berfungsi penuh di L2, sehingga penerima ini memanfaatkan sinyal L2 militer menggunakan teknik "tanpa kode" (GPS 2018).

Ada 3 macam tipe alat GPS, dengan masing-masing memberikan tingkat ketelitian (posisi) yang berbeda-beda. Tipe alat GPS pertama adalah tipe Navigasi (*Handheld, Handy* GPS). Tipe alat yang kedua adalah tipe geodetik single frekuensi (tipe pemetaan), yang biasa digunakan dalam survey dan pemetaan yang membutuhkan ketelitian posisi sekitar sentimeter sampai dengan beberapa desimeter. Tipe terakhir adalah tipe Geodetik dual frekuensi yang dapat memberikan ketelitian posisi hingga mencapai milimeter. Tipe ini biasa digunakan untuk aplikasi precise positioning seperti pembangunan jaring titik kontrol, survey deformasi, dan geodinamika (Kelompok Keahlian Geodesi ITB 2007).

## 2.8 GPS Navigasi

Salah satu tipe alat GNSS *receiver* adalah tipe navigasi (*handheld* atau *handy*). Tipe navigasi memiliki harga cukup murah, yaitu sekitar 1-4 juta rupiah, tetapi memiliki ketelitian posisi (akurasi) sekitar 3-5 meter. Keteletian tersebut memberikan arti bahwa titik tersebut berada pada radius sekitar 3-5 meter disekitarnya. Walaupun belum presisi, namun tidak masalah karena alat ini biasanya digunakan untuk keperluan militer dan

penunjuk arah. Selain itu tipe GPS ini memiliki kelebihan yaitu ringan, mudah dibawa, mudah digunakan karena tidak memerlukan pemahaman tingkat tinggi serta harganya relatif murah (Guntara 2013).

## 2.9 GPS Geodetik

GPS Geodetik adalah alat ukur GPS dengan menggunakan satelit dimana akurasi yang sangat tinggi serta ketelitian yang dihasilkan sangat akurat, alat ini dapat digunakan dalam pengukuran lahan, seperti hutan, perkebunan, dengan akurasi sampai 5-10 mm. GPS Geodetik merupakan GPS yang mempunyai kemampuan untuk menangkap signal L1, L2, atau GNSS. GPS ini mempunyai ketelitian lebih tinggi dari GPS Navigasi. Ketelitiannya bahkan sampai milimeter. Berbeda dengan GPS Navigasi, untuk GPS Geodetik minimal untuk mendapatkan ketelitian tinggi harus menggunakan dua alat pengukuran. Jadi satu set GPS Geodetik terdiri dari dua alat, sebagai *base station* dan sebagai *rover* (Abidin 2006).

## 2.10 GCP (Ground Control Point)

GCP atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi GCP sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim dan Taufik 2009). Lokasi ideal saat pengambilan GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi atau dikenal. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim dan Taufik 2009).

Titik kontrol tanah yang dibutuhkan dalam proses rektifikasi ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu:

- a. *Image to map*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari peta yang mempunyai liputan yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.
- b. *Image to image*, dimana titik kontrol tanah diperoleh citra lain yang terkoreksi dan mempunyai daerah liputan yang sama.
- c. *Image to GPS*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari pengukuran GPS langsung di lapangan.

## 2.11 ICP (Independent Control Point)

ICP atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik analisis akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo dan Eko 2010). ICP digunakan untuk menganalisis hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan GCP.

Syarat persebaran ICP dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial 2016):

- a. Objek yang digunakan sebagai titik analisis harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan dianalisis, dengan ketentuan sebagai berikut:
  - Pada setiap kuadran jumlah minimum titik analisis adalah 20% dari total titik analisis
  - Jarak antar titik analisis minimum 10% dari jarak diagonal area yang dianalisis.
- b. Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik analisis mempresentasikan wilayah yang akan dianalisis.

Jumlah titik analisis mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jumlah Titik Analisis Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (km <sup>2</sup> )	Jumlah Titik Analisis untuk Ketelitian Horizontal
<250	12
251-500	20
501-750	25
751-1000	30
1001-1250	35
1251-1500	40
1501-1750	45

(Badan Informasi Geospasial 2016)

Jumlah titik analisis untuk ketelitian geometri bertambah sejumlah 5 titik untuk setiap penambahan luasan sebesar 250 km<sup>2</sup>. Syarat penentuan objek untuk titik kontrol (GCP maupun ICP) adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial 2016):

- a. Objek yang dijadikan GCP harus dapat diidentifikasi secara jelas dan akurat pada citra dalam resolusi tersebut.
- b. Objek harus berada pada permukaan tanah.
- c. Objek bukan merupakan bayangan.
- d. Objek tidak memiliki pola yang sama.
- e. Objek merupakan permanen dan diam serta diyakini akan mengalami perubahan atau pergeseran pada saat pengukuran GNSS.
- f. Bentuk objek harus jelas dan tegas.
- g. Warna objek harus kontras dengan warna disekitarnya.
- h. Terdapat akses menuju lokasi GCP.
- i. Bangunan dapat dipilih menjadi objek titik kontrol tanah dengan syarat adalah sebagai berikut:
  - Tidak ada objek lain selain bangunan.
  - Merupakan bangunan konkrit/ bukan bangunan sementara.
  - Bukan bangunan bertingkat, ketinggian bangunan maksimal 3 meter.

- Objek yang diukur merupakan sudut atap dan bukan sudut tembok bagian dalam bangunan.

### 2.12 Foto Udara Format Kecil

Foto udara format kecil adalah foto yang dihasilkan dari pemotretan yang menggunakan kamera dengan ukuran film sekitar 24 mm x 36 mm dengan panjang fokus 35 mm. Kamera tersebut sistem lensanya tidak didesain untuk keperluan pemetaan (tidak dilengkapi *fiducial mark* dan harga orientasi dalamnya seperti koordinat *fiducial mark*, panjang fokus terkalibrasi, lokasi titik utama tidak diketahui) dan dapat berupa kamera analog atau digital (Warner, Graham dan Read 1996).

Keunggulan foto udara format kecil ini yaitu kemudahan pengadaan/sewa peralatan dan biaya yang relatif murah. Tetapi memiliki kelemahan utama yaitu ketidak sempurnaan sistem lensa kamera untuk keperluan pemetaan dan juga tidak cocok dipergunakan untuk daerah dengan cakupan luas. Untuk daerah dengan cakupan cukup luas dan diinginkan data spasial dengan ketelitian tinggi akan efektif dan efisien jika mempergunakan foto udara metrik format standar (Harintaka 2008).

### 2.13 Mozaik Foto Udara

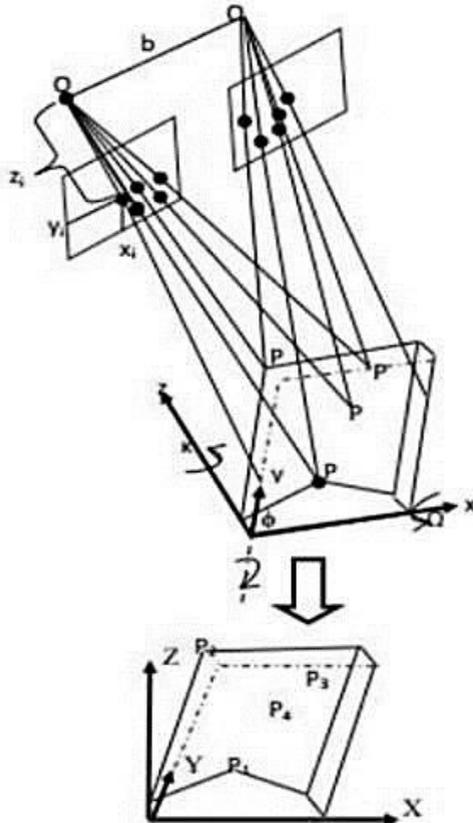
Mozaik foto udara merupakan gabungan dari dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan sehingga terbentuk paduan gambar yang berkesinambungan dan menampilkan daerah yang lebih luas (Wolf 1983). Proses mozaik foto udara selanjutnya juga disebut sebagai proses orientasi foto udara.

Proses orientasi terdiri atas dua hal (Kraus 2007), yaitu:

- a. Pembentukan model stereo dalam sistem koordinat 3D dari dua foto.
- b. Setelah itu, model ditransformasikan ke dalam sistem koordinat tanah (XYZ).

Orientasi relatif adalah penempatan sepasang foto udara tersebut agar memiliki posisi dan orientasi seperti pada saat pemotretan (Soeta'at 2011). Tujuan utama dari proses Orientasi

relatif ini adalah membuat model dari sepasang foto stereo dengan menentukan *Tie Point* pada masing-masing foto. Pada proses ini dilakukan juga transformasi sistem koordinat dari sistem koordinat foto ke sistem koordinat model.



Gambar 2.1 Proses Orientasi  
(Kraus 2007)

Keterangan:

$x_i, y_i, z_i$  = koordinat pusat proyeksi kamera

$x, y, z$	= koordinat objek pada sistem koordinat model
$X, Y, Z$	= koordinat objek pada sistem koordinat tanah
$M$	= skala pada sistem xyz
$R$	= matriks rotasi 3D dalam sistem xyz ke sistem XYZ yang didefinisikan dalam $\Omega, \phi, \kappa$
$P1, P2, \dots, P4$	= objek di permukaan bumi
$O1, O2$	= pusat proyeksi kamera
$\Omega$	= rotasi pada sumbu x foto
$\Phi$	= rotasi pada sumbu y foto
$K$	= rotasi pada sumbu z foto

Hubungan antara sistem koordinat model dengan sistem koordinat tanah dapat dimodelkan dalam persamaan berikut:

$$\begin{matrix} X \\ Y \\ Z \end{matrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \lambda \cdot R \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$X, Y, Z$	= koordinat dalam sistem koordinat tanah
$X_0, Y_0, Z_0$	= parameter translasi
$\lambda$	= faktor skala
$x, y, z$	= koordinat dalam sistem koordinat model
$R$	= matriks rotasi

Persamaan matriks rotasi (R) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{21} & m_{31} \\ m_{12} & m_{22} & m_{32} \\ m_{13} & m_{23} & m_{33} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$m_{11}$	= $\cos \phi \cos \kappa$
$m_{12}$	= $\sin \omega \sin \phi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa$
$m_{13}$	= $-\cos \omega \sin \phi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa$
$m_{21}$	= $-\cos \phi \sin \kappa$

$$\begin{aligned}
m22 &= -\sin \omega \sin \vartheta \sin \kappa + \cos \omega \cos \kappa \\
m23 &= \cos \omega \sin \vartheta \sin \kappa + \sin \omega \cos \kappa \\
m31 &= \sin \vartheta \\
m32 &= -\sin \omega \cos \vartheta \\
m33 &= \cos \omega \cos \vartheta
\end{aligned}$$

Orientasi absolut merupakan proses pengikatan sistem koordinat model ke sistem koordinat tanah (Soeta'at 2011). Terdapat 7 parameter yang dicari yaitu: faktor skala ( $\lambda$ ), tiga sudut rotasi omega ( $\omega$ ), phi ( $\varphi$ ), kappa ( $\kappa$ ) dan koordinat yang menunjukkan posisi kamera ( $X_0, Y_0, Z_0$ ). Secara analitis, orientasi absolut adalah melakukan transformasi tiga dimensi dari sistem koordinat model ke sistem koordinat tanah.

#### 2.14 UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

UAV / Pesawat tanpa awak adalah sebuah mesin terbang yang dapat dikendalikan dengan kendali jarak jauh atau pesawat terbang tanpa satu pun kru pesawat yang mengendalikan didalamnya. Kontrol pesawat tanpa awak ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu dikontrol melalui pengendali jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan kedalam pesawat sebelum terbang (Integrasia 2014).

Dalam sejarahnya pesawat tanpa awak digunakan untuk misi kemiliteran. Istilah pesawat tanpa awak dalam militer disebut dengan *Drone*. Pada tahun 2000an UAV gencar digunakan oleh militer diberbagai negara untuk kepentingan peperangan dengan membawa senjata seperti rudal. Seiring perkembangan teknologi, penggunaan UAV banyak diminati berbagai kalangan selain militer. Salah satu pengguna UAV yaitu pada bidang pemetaan atau penginderaan jauh yang sering disebut dengan foto udara. Pesawat tanpa awak dalam bidang foto udara telah terpasang kamera untuk memotret objek yang berada pada jalur terbang pesawat tersebut (Citra Satelit 2014).

### 2.15 Aturan BPN Terkait Pesawat Nirawak/UAV

Dalam pemetaan bidang tanah menurut Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN No. 3 tahun 1997 memerlukan peta dasar berupa:

- a. Peta foto udara (baik dari wahana pesawat udara atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)/drone*),
- b. Peta citra satelit resolusi tinggi (CSRT) atau
- c. Peta garis

Metode fotogrametri merupakan salah satu metode pengukuran yang dapat mendukung percepatan pendaftaran tanah sistematis lengkap. Pengukuran bidang tanah dengan metode fotogrametri dilakukan dengan cara melakukan identifikasi batas bidang-bidang tanah dengan menggunakan peta foto atau peta garis hasil fotogrametris dan menarik garis ukur (deliniasi) untuk batas bidang tanah yang jelas dan memenuhi syarat. Metode ini hanya dapat dilaksanakan untuk daerah terbuka, non-pemukiman, non-komersial, non-industri. Untuk garis batas bidang tanah yang tidak dapat diidentifikasi dilakukan dengan pengukuran tambahan di lapangan (suplesi).

Peta dasar pendaftaran dibuat dengan skala 1:1.000 atau lebih besar untuk daerah pemukiman, 1:2.500 atau lebih besar untuk daerah pertanian dan 1:10.000 untuk daerah perkebunan besar. Untuk mendapatkan peta yang baik maka diperlukan sumber pemuatan peta dengan ketelitian yang tinggi. Spesifikasi Peta Dasar yang dapat digunakan sebagai peta kerja menurut Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional tahun 2016 ketelitian geometrik dari peta kerja yang digunakan adalah:

- a. Daerah pemukiman, daerah komersial dan/atau daerah industri, ketelitian yang digunakan adalah 0,3 mm x skala peta;
- b. Daerah non-pemukiman, daerah non-komersial dan/atau daerah nonindustri, ketelitian yang digunakan adalah 0,5 mm x skala peta.
- c. Peta dasar yang digunakan disarankan menggunakan peta dasar terbaru yang tersedia.

Ketelitian peta foto dari pesawat nirawak/*drone* yang dihasilkan serendah-rendahnya berada pada kelas 3 skala 1:10.000 yaitu 5 meter. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Ketelitian Peta Ortofoto

No.	Skala	Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
		H (m)	V (m)	H (m)	V (m)	H (m)	V (m)
1	1:10000	2	2	3	3	5	5
2	1:5000	1	1	1,5	1,5	2,5	2,5
3	1:2500	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
4	1:1000	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5

(Kementerian ATR/BPN 2017)

Nilai ketelitian posisi peta kerja pada Tabel 2.2 adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta kerja tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%. Nilai CE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai-berikut US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (2.4)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \quad (2.5)$$

Dimana,

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz : *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

Analisis ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta 90% *Circular Error*. Analisis ketelitian posisi ditentukan dengan menggunakan titik analisis yang memenuhi ketentuan objek yang digunakan sebagai titik analisis, yaitu :

- a. Dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan dianalisis.
- b. Merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat
- c. Memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan dianalisis.

Penganalisisan ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y) antara titik analisis pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik analisis pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error* (RMSE) atau *Circular Error*. Pada pemetaan dua dimensi yang perlu diperhitungkan adalah koordinat (X,Y) titik analisis dan posisi sebenarnya. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan random atau sistematik. Nilai RMSE diperoleh melalui persamaan:

$$RMSE_{Horizontal} = \sqrt{\frac{\sum D(x_{data} - x_{cek})^2 + \sum D(y_{data} - y_{cek})^2}{n}} \quad (2.6)$$

Dengan:

n = jumlah total pengecekan pada peta

D = selisih antara koordinat yang diukur dilapangan dengan di peta

x = nilai koordinat pada sumbu X

y = nilai koordinat pada sumbu Y

Syarat RMSE (*Root Mean Square Error*)  $\leq 1$  piksel (Purwadhi 2001). Apabila nilai RMSE melebihi 1 piksel, maka harus dilakukan georeferensi ulang.

## 2.16 Transformasi Affine

Transformasi *affine* adalah metode pemetaan linear yang mempertahankan titik, garis lurus, dan bidang. Set garis paralel tetap paralel setelah transformasi *affine*. Teknik transformasi *affine* biasanya digunakan untuk memperbaiki distorsi geometrik atau deformasi yang terjadi dengan sudut kamera yang tidak ideal.

Mengubah dan menggabungkan gambar ke sistem koordinat datar yang besar digunakan untuk menghilangkan distorsi. Ini memungkinkan interaksi dan perhitungan yang lebih mudah yang tidak memerlukan perhitungan untuk distorsi gambar (MathWorks 2018).

Transformasi *affine* mempertahankan proporsi pada garis, namun tidak selalu mempertahankan proporsi sudut atau panjang. Segitiga apa pun dapat ditransformasikan menjadi yang lain dengan transformasi *affine*, sehingga semua segitiga *affine* dan, dalam hal ini, *affine* adalah generalisasi yang kongruen dan serupa (WolframMathWorld 2018). Transformasi *affine* dapat digunakan untuk melakukan transformasi konform 2D ketika skalanya sama dalam arah X dan Y (McCoy 2012). Persamaan 2D *affine* adalah sebagai berikut:

$$X = A1 * E + A2 * N + A0 \quad (2.7)$$

$$Y = B1 * E + B2 * N + B0 \quad (2.8)$$

Dimana, parameter *affine* adalah sebagai berikut,

$$A0 = tE \quad A2 = -kN \sin \theta$$

$$B0 = tN \quad B1 = kE \sin \theta$$

$$A1 = kE \cos \theta \quad B2 = kN \cos \theta$$

Sehingga persamaan *affine* menjadi sebagai berikut,

$$X = kE E \cos \theta - kN N \sin \theta + tE \quad (2.9)$$

$$Y = kE E \sin \theta + kN N \cos \theta + tN \quad (2.10)$$

Dengan menyusun menggunakan matriks, maka didapatkan persamaan sebagai berikut,

$$X = E T \quad (2.11)$$

$$T = \begin{bmatrix} A_0 \\ B_0 \\ A_1 \\ B_1 \\ A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} E1 & N1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E1 & N1 & 1 \\ E2 & N2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E2 & E2 & 1 \\ E3 & E3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E3 & N3 & 1 \\ E4 & E4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E4 & E4 & 1 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ X_3 \\ Y_3 \\ X_4 \\ Y_4 \end{bmatrix}$$

$$T = E^{-1} X \quad (2.12)$$

### 2.17 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Al-Ayyubi pada tahun 2017 tentang Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana *Fix Wing* UAV. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan foto udara dengan studi kasus di Kampus ITS Sukolilo menggunakan wahana *drone jenis fix wing*. Kemudian melakukan Analisa planimetrik (Al Ayyubi 2017).

Terkait foto udara, Hidayat dan Sukojo pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul Analisis Akurasi Horisontal untuk Pemetaan Skala Besar menggunakan UAV, dengan didapat hasil ketelitian foto udara dapat digunakan minimal pada skala 1:1000 untuk kelas 2 (Hidayat dan Sukojo 2017).

Kemudian Utomo pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul *Drone* Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. Budi melakukan penelitian ini dengan data sekunder yaitu dari penelitian orang lain, dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan *drone* untuk percepatan pemetaan tanah adalah pilihan yang tepat karena hasil pemotretan drone memiliki resolusi spasial yang tinggi sehingga sesuai dengan aturan pemetaan bidang tanah dan harganya murah (Utomo 2017).

Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Adi pada tahun 2017 dengan judul Penganalisisan Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Disini penelitian dilakukan dengan pembuatan peta *orthophoto*, kemudian membandingkan data dari pengukuran bidang tanah dilapangan dengan digitasi pada peta *orthophoto* (Adi 2017).

Serta penelitian yang dilakukan oleh Widodo pada tahun 2018 terkait Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Menggunakan Wahana Drone Jenis Quadcopter dalam Mendukung Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Penelitian ini berfokus pada pembuatan peta informasi bidang tanah (PIBT) dengan partisipasi masyarakat dimana pada hasilnya dilakukan analisis planimetrik hasil pengukuran lapangan dengan pengukuran dari foto udara (Widodo 2018).

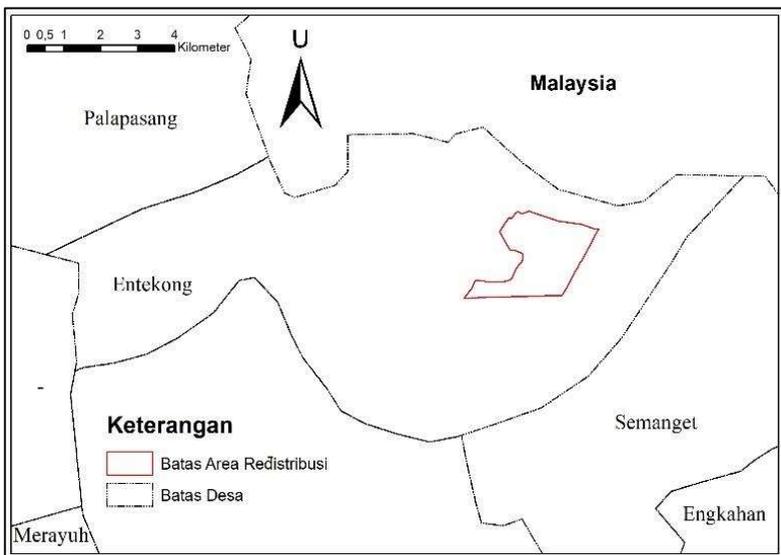
Untuk perbedaan dengan penelitian yang ingin penulis buat ini adalah terletak pada wahana dan tujuannya. Disini penulis menggunakan wahana *drone* jenis DJI Phantom 4 dalam pembuatan peta foto udara, yang kemudian dijadikan sebagai peta dasar pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS Navigasi.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat, Indonesia. Lokasi penelitian memiliki batasan area terluar yang didapat dari Pemerintah Kabupaten Sanggau yang selanjutnya dikoreksi oleh Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau. Area pengukuran mencakup area seluas 449,819 Ha dimana area utara berbatasan langsung dengan negara Malaysia, mayoritas area merupakan perkebunan sawit dan karet.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian



- b. Data hasil pengukuran menggunakan foto udara format kecil di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.
- c. Data hasil pengukuran bidang tanah menggunakan GPS navigasi di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.
- d. Data hasil deliniasi dan suplesi bidang tanah di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.
- e. Data hasil transformasi *affine* bidang tanah di Desa Entikong, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.

### 3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Perangkat keras (*hardware*)
  - GPS navigasi (Garmin GPSMap 64s)
  - UAV jenis *quadcopter* (DJI Phantom 4)
  - GPS geodetik (Trimble R8s)
- b. Perangkat lunak (*software*)
  - *Software* pengolah GPS (Topcon Tools 8.2.3)
  - *Software* pengolah foto udara (Agisoft PhotoScan 1.4.3)
  - *Software* pengolah SIG (ArcGIS 10.6.1)

### 3.3 Metodologi

Tahapan pekerjaan yang akan dilaksanakan pada penelitian tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.3. Dengan penjelasan dari diagram alir penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk menganalisa masalah yang akan diteliti. Permasalahan yang akan diteliti adalah menganalisis penggunaan GPS navigasi dan foto udara format kecil terhadap hasil pengukuran bidang tanah pada program redistribusi tanah.

b. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan berbagai referensi yang mendukung penelitian. Referensi yang dipelajari terkait tentang redistribusi tanah, foto udara format kecil, GPS navigasi, serta peraturan terkait dari Badan Pertanahan Nasional.

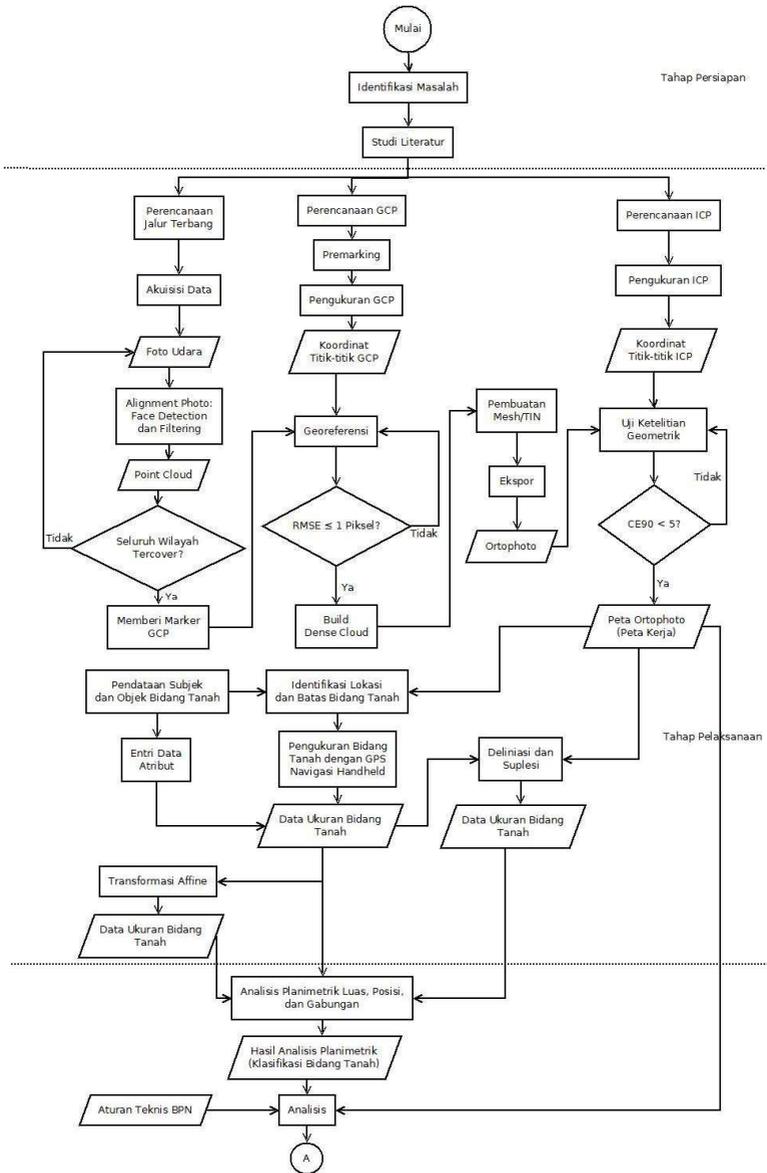
c. Pengumpulan Data

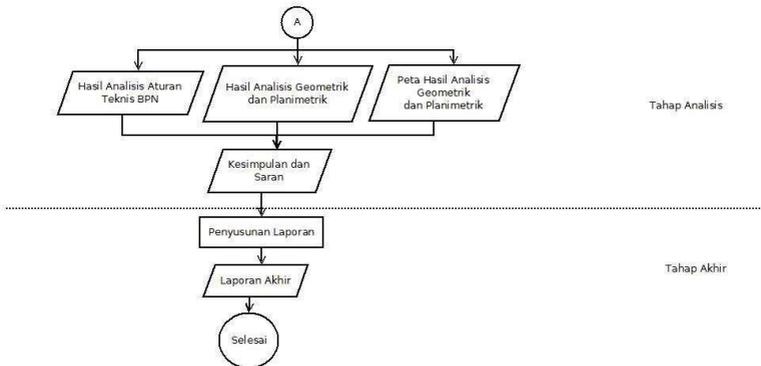
Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan akuisisi data foto udara format kecil, pengukuran GPS untuk titik GCP dan ICP, serta pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS navigasi.

d. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akan dianalisis dalam penelitian ini. Berdasarkan Gambar 3.3, berikut merupakan penjelasan dari pengolahan data yang dilakukan:

- Titik GCP dan ICP diukur dengan menggunakan GPS Geodetik dengan metode radial statik singkat dimana terdapat satu titik GCP yang dijadikan sebagai *base*, dimana *base* tersebut diikat pada CORS yang berada di Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau. Titik GCP selain *base* diukur selama 15 menit, sementara titik ICP diukur selama 10 menit. Selanjutnya koordinat titik GCP dan ICP diproses secara *post-processing*.
- Sebelum dilakukan akuisisi foto udara, dilakukan perencanaan jalur terbang yang mencakup seluruh area redistribusi tanah. Total terdapat 8 jalur terbang dengan luas rata-rata sekitar 60-70 Ha. Pengecekan dilakukan pada proses *alignment photo*, bila terdapat area yang masih kurang maka dilakukan akuisisi foto udara lagi.
- Pada proses georeferensi dilakukan dengan titik GCP hasil pengukuran. Hasil dari proses georeferensi bila nilai RMSE kurang atau sama dengan 1 piksel maka dilakukan georeferensi ulang. Dilakukan pula optimalisasi kamera untuk mendapatkan ketelitian georeferensi lebih tinggi.





Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

- Proses selanjutnya yaitu *build dense* untuk merapatkan *point clouds* dan pembuatan *mesh/TIN*. Dari hasil tersebut dilakukan ekspor menjadi peta *orthophoto*.
- Untuk menganalisis ketelitian geometrik secara horizontal sesuai dengan Petunjuk Teknis Penggunaan Pesawat Nirawak/*Drone* dari BPN tahun 2017, maka dilakukan penganalisan nilai CE90 dari titik ICP untuk mendapatkan spesifikasi kelas peta *orthophoto*.
- Pada pengukuran bidang tanah dilakukan pendataan terlebih dahulu terkait subjek maupun objek bidang tanah yang kemudian dimasukkan sebagai atribut dari bidang tanah. Dari informasi tersebut dilakukan pengukuran bidang tanah menggunakan GPS navigasi secara partisipatif dengan pemilik bidang tanah.
- Dari hasil pengukuran GPS navigasi selanjutnya dilakukan deliniasi dan suplesi dengan menggunakan peta *orthophoto* untuk mendapatkan data ukuran bidang tanah yang baru. Dari data mentah GPS navigasi dan data hasil deliniasi dan suplesi dilakukan penganalisan ketelitian planimetrik luas sesuai dengan Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997

tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran.

- Analisis planimetrik posisi didapat dari pergeseran bidang tanah yang diklasifikasikan sesuai dengan akurasi dari GPS navigasi dan dibagi kedalam 3 kelas (lihat Tabel 4.4).
- Dari hasil analisis planimetrik luas dan posisi, kemudian dilakukan analisis gabungan kedua analisis planimetrik sebelumnya untuk mendapatkan nilai ketelitian bidang tanah, dimana dikatakan memiliki ketelitian yang baik apabila sesuai toleransi analisis planimetrik luas dan memiliki akurasi yang tinggi. Hasil dari analisis planimetrik diuraikan kedalam 3 kelas (lihat Tabel 4.6).
- Dilakukan analisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan metode transformasi *affine*, dimana ditentukan titik *sample* dari bidang tanah yang memiliki nilai yang baik serta menyebar merata. Transformasi *affine* dipilih karena mampu memperbaiki distorsi geometri dari hasil pengukuran GPS Navigasi yang tidak seragam. Transformasi dilakukan dengan transformasi bidang tanah hasil pengukuran menjadi bidang tanah yang lebih dekat dengan hasil deliniasi-suplesi. Selanjutnya dilakukan analisis planimetrik luas, posisi, dan analisis gabungan planimetrik luas dan posisi seperti yang dilakukan pada data sebelumnya.

e. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menganalisis hasil pengolahan yang sudah dilakukan. Analisis ini akan menetapkan evaluasi akan penggunaan GPS navigasi dan data hasil pengukuran foto udara format kecil di wilayah program Redistribusi Tanah Objek *Landreform*. Analisis yang dilakukan yaitu:

- Analisis ketelitian geometrik horizontal sesuai dengan Petunjuk Teknis BPN Tentang Pesawat Nirawak/UAV Tahun 2017

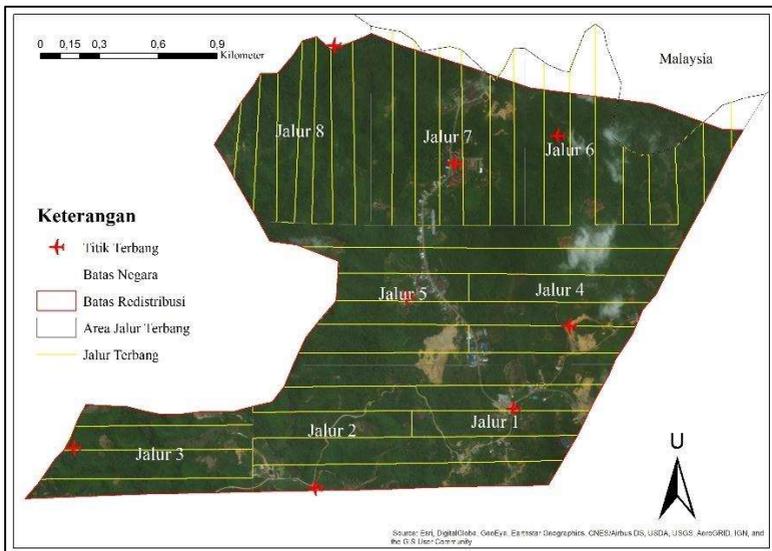
- Analisis planimetrik luas sesuai dengan Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran
  - Analisis planimetrik posisi dari pergeseran bidang tanah sesuai dengan akurasi dari GPS navigasi
  - Analisis ketelitian planimetrik bidang tanah dari hasil analisis planimetrik luas dan posisi.
  - Analisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan metode transformasi *affine* yang dibandingkan dengan hasil sebelum dilakukan transformasi.
  - Analisis aturan terkait dari BPN dan dibandingkan dengan hasil analisis sebelumnya.
- f. Penyusunan Laporan
- Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian tugas akhir ini. Penyusunan laporan dilakukan untuk menunjukkan hasil penelitian agar dapat memberikan manfaat dan diketahui oleh pihak lain.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Foto Udara Format Kecil

#### 4.1.1 Jalur Perekaman Foto Udara

Sebelum dilakukan perekaman foto udara, terlebih dahulu dilakukan pemasangan *premark* di tiap titik GCP. Selain itu juga disiapkan jalur terbang yang mencakup keseluruhan area pengukuran.



Gambar 4.1 Jalur Terbang

Informasi terkait perekaman foto udara,

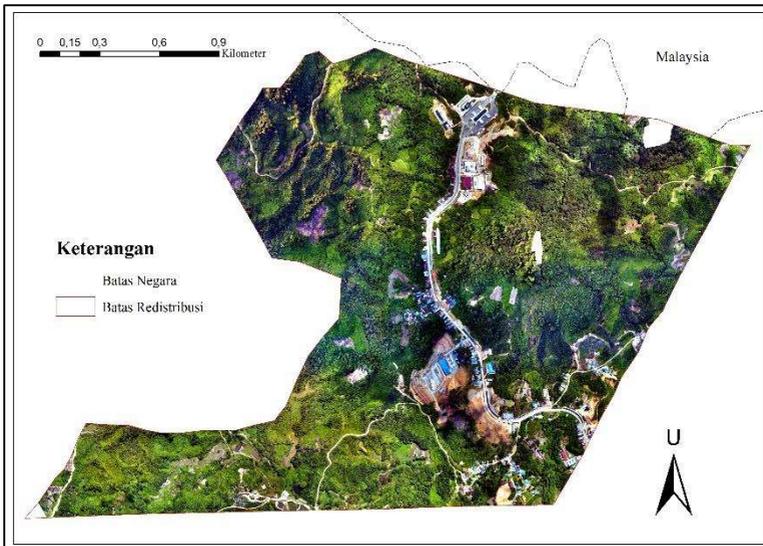
- Luas area : 449,819 Ha
- Jalur terbang : 8 jalur (1 jalur sekitar 60-70 Ha)
- Tinggi terbang : 200 m
- Overlap : 70%
- Sidelap : 80%
- Durasi terbang : 10-15 menit per jalur

- g. Jam terbang : 08.00-11.00 WIB dan 14.00-17.00 WIB
- h. Hari tempuh : 2 hari (3-5 jalur perhari)
- i. Jumlah foto : 1001 foto

#### 4.1.2 Hasil Pengolahan Foto Udara

Proses pengolahan foto udara berjalan cukup cepat yaitu memakan waktu sekitar 3-4 jam karena pada dasarnya melewatkan beberapa tahapan yang tidak diperlukan. Dari 1001 foto yang ditambahkan sebanyak 1001 foto berhasil termosaik dengan total titik terdeteksi yaitu 898981 titik. Dari 3D model triangulasi terbentuk 59648 potongan serta dari proses orthomosaic berhasil terbentuk dalam ukuran 44959x34478 piksel dengan nilai GSD sebesar 9,84 cm/pix (lihat **Lampiran 6**).

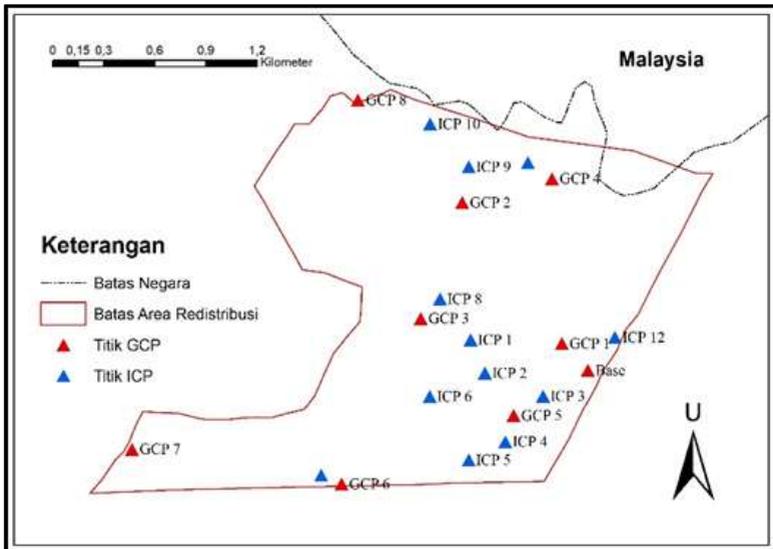
Dari segi visual, hasil ortofoto terlihat baik namun terdapat perbedaan kontras warna pada bagian tengah dikarenakan akuisisi foto pada daerah tersebut dilakukan pada sore hari. Hasil ortofoto dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Ortofoto

## 4.2 GCP dan ICP

Total terdapat 9 titik GCP dan 12 titik ICP yang tersebar merata di area pengukuran. Sebaran titik GCP dan ICP dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sebaran Titik GCP dan ICP

Hasil pengolahan koordinat titik GCP disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengolahan GCP

Titik	X (m)	Y (m)	Error (m)	Error (piksel)
Base	295444,715	1607707,114	0,042	0,569
GCP 1	295291,922	1607864,029	0,001	0,138
GCP 2	294707,946	1608685,989	0,042	0,111
GCP 3	294463,709	1608010,005	0,001	0,115

lanjutan Tabel 4.1

<b>Titik</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Error (m)</b>	<b>Error (piksel)</b>
GCP 4	295233,020	1608824,984	0,006	0,094
GCP 5	295008,351	1607445,178	0,0001	0,052
GCP 6	293999,759	1607044,681	0,0001	0,091
GCP 7	292771,357	1607247,544	0,028	0,227
GCP 8	294096,796	1609283,669	0,0002	0,408

Dari hasil pada Tabel 4.1 didapat nilai kesalahan linear terbesar terdapat pada titik GCP 2 dengan nilai 0,042 m sementara nilai terkecil terdapat pada titik GCP 5 dan 6 dengan nilai 0,0001 m. Secara keseluruhan nilai kesalahan dari proses GCP yaitu 0,022 m dan 0,250 piksel. Sementara itu untuk koordinat hasil pengukuran ICP tercantum pada Tabel 4.2 Hasil Pengolahan ICP.

Tabel 4.2 Hasil Pengolahan ICP

<b>Titik</b>	<b>X Foto (m)</b>	<b>Y Foto (m)</b>	<b>X Observasi (m)</b>	<b>Y Observasi (m)</b>
ICP 1	294755,675	1607885,186	294755,584	1607885,129
ICP 2	294839,549	1607691,733	294839,498	1607691,592
ICP 3	295180,367	1607557,473	295180,377	1607557,338
ICP 4	294958,911	1607291,248	294959,200	1607291,181
ICP 5	294745,553	1607184,462	294745,720	1607184,739
ICP 6	294516,291	1607555,429	294516,358	1607555,554
ICP 7	293879,720	1607096,577	293879,660	1607096,720
ICP 8	294576,634	1608123,580	294576,445	1608123,538
ICP 9	294744,911	1608895,252	294745,079	1608895,219
ICP 10	294518,457	1609143,069	294518,415	1609143,325
ICP 11	295091,877	1608919,169	295091,937	1608919,148
ICP 12	295602,109	1607899,556	295602,058	1607899,401

Dari hasil pengolahan data ICP didapatkan nilai RMSEr sebesar 0,195 m dan nilai CE90 sebesar 0,295 m. Sesuai dengan





Hasil luas bidang tanah yang telah diolah tersaji pada **Lampiran 2**. Dari hasil perhitungan luas didapat rata-rata luas bidang tanah dari hasil deliniasi dan suplesi yaitu sebesar 15912,298 m<sup>2</sup>. Hasil ini lebih besar dibandingkan dengan hasil luas pada sub bab 4.3.1 dengan selisih sebesar 27,291 m<sup>2</sup>. Bidang tanah yang memiliki luas paling besar yaitu bidang tanah nomor 137 dengan luas 64321,191 m<sup>2</sup> dan bidang tanah yang memiliki luas paling kecil yaitu bidang tanah nomor 46 dengan luas 1168,008 m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Analisis Planimetrik

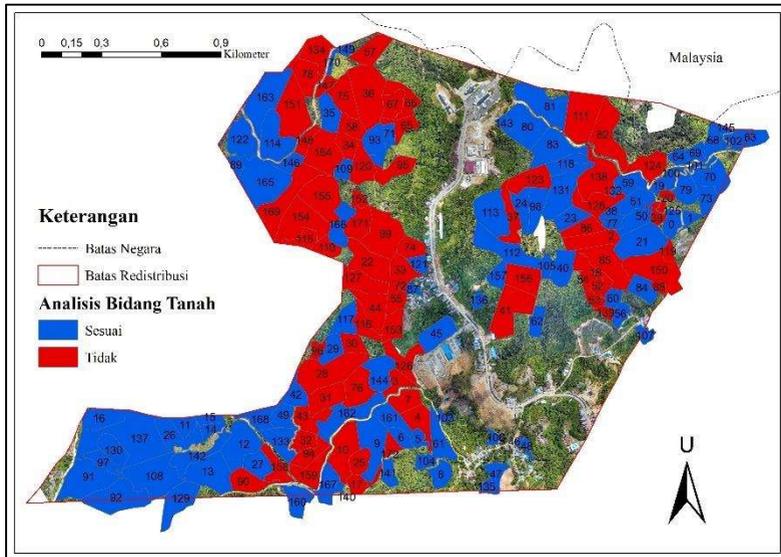
##### 4.4.1 Analisis Planimetrik Luas

Analisis ini menggunakan standar penganalisisan ketelitian planimetrik yang berpedoman pada Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran, dengan persamaan toleransi sesuai dengan persamaan 2.1 pada sub bab 2.6. Analisis planimetrik luas dilakukan dengan acuan bidang tanah dari hasil deliniasi dan suplesi. Hasil analisis dibagi kedalam kelas yang berbeda seperti tersaji pada Tabel 4.3.

Bidang tanah dianggap sesuai atau masuk toleransi bila nilai selisih antara luas hasil pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS navigasi lebih kecil daripada nilai toleransi. Hasil perhitungan analisis planimetrik luas disajikan pada tabel yang terdapat pada **Lampiran 3**. Dari hasil tersebut didapatkan sebanyak 98 bidang masuk dalam toleransi dan 75 bidang tidak masuk toleransi.

Tabel 4.3 Kelas Analisis Planimetrik Luas

Kelas	Nilai	Pergeseran (m)
1	2	<3
2	1	3-5



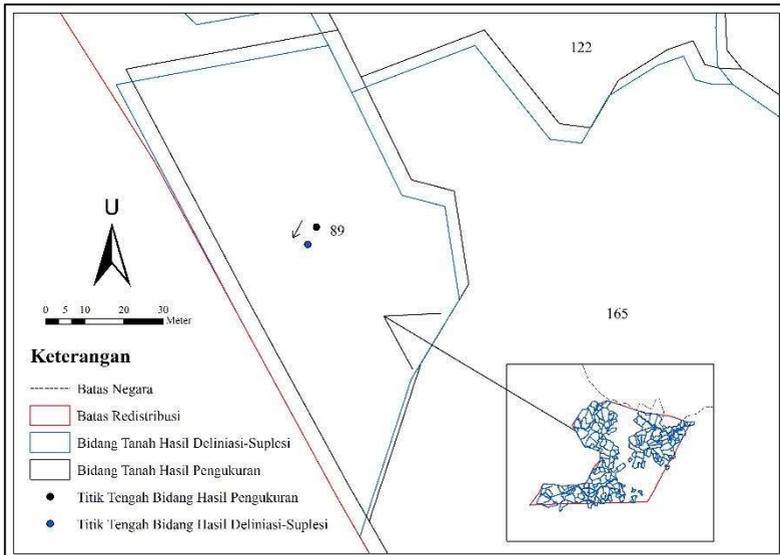
Gambar 4.6 Hasil Analisis Planimetrik Luas

Pada Gambar 4.6 terlihat bidang tanah yang tidak masuk toleransi mengelompok dibagian tengah dan beberapa bidang tanah dibagian timur. Pada daerah tersebut didominasi oleh perkebunan dengan perkebunan karet. Sedangkan untuk bidang tanah yang masuk toleransi mengelompok dibagian barat yang didominasi oleh perkebunan kelapa sawit serta beberapa dibagian timur dan tengah bagian selatan. Dari hasil tersebut terlihat bahwa perubahan luas disebabkan oleh faktor lokasi bidang tanah berada yang dipengaruhi oleh variasi topografi.

#### 4.4.2 Analisis Planimetrik Posisi

Analisis planimetrik posisi ini didapat dari pergeseran bidang tanah hasil deliniasi-suplesi dari hasil pengukuran dengan GPS navigasi. Titik yang dijadikan acuan dalam perhitungan pergeseran adalah titik tengah bidang tanah (*centroid*). Titik ini digunakan untuk mewakili pergeseran secara keseluruhan (lihat Gambar 4.7). Penganalisisan menggunakan klasifikasi yang

didasarkan dari nilai rentang akurasi GPS navigasi yang berkisar dari 3-5 m (Garmin 2018). Klasifikasi ini selanjutnya dibagi kedalam 3 kelas yang tersaji pada Tabel 4.4.

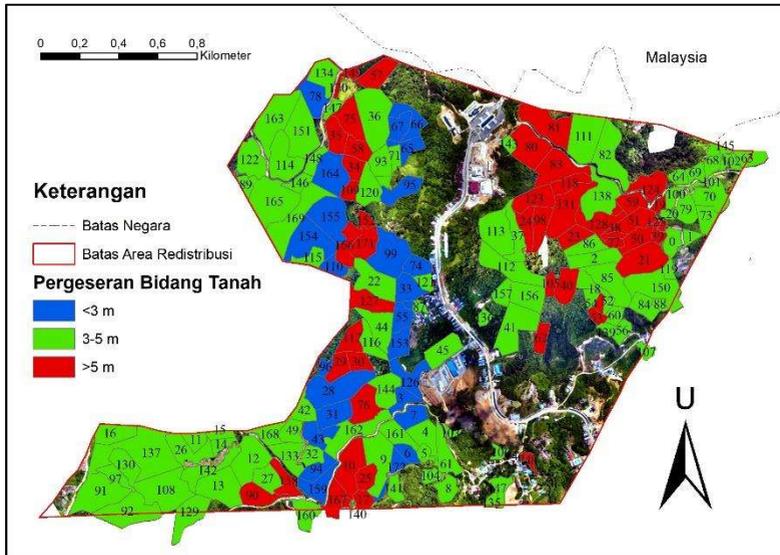


Gambar 4.7 Contoh Pergeseran Bidang Tanah

Hasil perhitungan pergeseran bidang tanah tersaji pada tabel yang terdapat pada **Lampiran 3**. Pada Gambar 4.8 terlihat, bidang tanah kelas 1 terdapat dibagian tengah, sedangkan bidang tanah kelas 2 dan 3 tersebar merata, dimana kelas 2 cenderung banyak dibagian barat dan kelas 3 banyak terdapat dibagian timur. Hal tersebut bertolak belakang dengan hasil pada sub bab 4.4.1 dimana bagian tengah mayoritas bidang tanah yang tidak masuk toleransi. Hal tersebut terjadi karena bidang tanah tersebut secara persebaran titik memiliki arah yang tidak merata namun secara utuh bergeser. Dari hasil tersebut didapat jumlah bidang tanah per kelas hasil klasifikasi yang tersaji pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Kelas Klasifikasi Analisis Planimetrik Posisi

Kelas	Nilai	Pergeseran (m)
1	2	<3
2	1	3-5
3	0	>5



Gambar 4.8 Hasil Analisis Planimetrik Posisi Bidang Tanah

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa mayoritas bidang tanah bergeser sejauh 3-5 meter dengan jumlah 96 bidang dan minoritas bidang tanah bergeser sejauh <3 meter dengan jumlah 26 bidang.

Tabel 4.5 Jumlah Bidang Tanah per Kelas dari Analisis Planimetrik Posisi

Kelas	Jumlah
1	26
2	96
3	51

#### 4.4.3 Analisis Planimetrik Gabungan

Analisis planimetrik gabungan dilakukan dengan membuat *scoring* dari hasil analisis planimetrik luas dan hasil analisis planimetrik posisi pada sub bab 4.4.1 dan 4.4.2. *Scoring* disesuaikan dengan nilai kelas masing-masing yang tersaji pada Tabel 4.6.

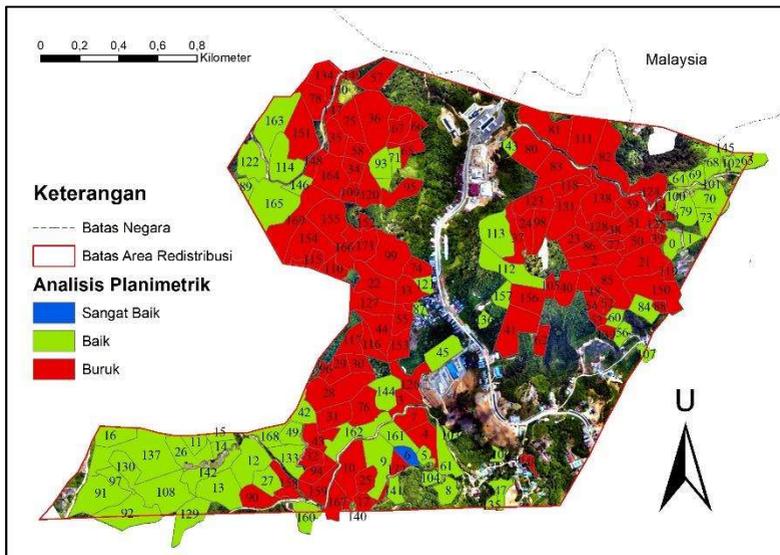
Tabel 4.6 Pembagian Kelas Analisis Planimetrik

Analisis Planimetrik Luas		Analisis Planimetrik Posisi		Analisis Planimetrik Gabungan		
Kelas	Nilai	Kelas	Nilai	Kelas	Nilai	Keterangan
1	1	1	2	1	2	Sangat Baik
2	0	2	1	2	1	Baik
		3	0	3	0	Buruk

Perhitungan kelas/nilai dari analisis planimetrik gabungan bidang tanah didapat dengan mengalikan nilai kelas dari analisis planimetrik luas dengan nilai kelas dari analisis planimetrik posisi. Dari perhitungan tersebut secara otomatis bidang tanah yang memiliki hasil analisis planimetrik luas yang tidak masuk toleransi akan masuk dalam kelas 3 (buruk) yang artinya tidak dapat digunakan untuk peta bidang tanah. Kelas 1-2 dapat digunakan sebagai peta bidang tanah karena memiliki hasil analisis planimetrik luas yang masuk toleransi dan memiliki pergeseran bidang tanah yang sesuai dengan akurasi dari GPS navigasi. Kelas 1 memiliki ketelitian paling tinggi dibandingkan dengan kelas lainnya. Hasil perhitungan secara keseluruhan tersaji pada tabel yang terdapat dalam **Lampiran 3**. Dari hasil tersebut didapat jumlah bidang tanah perkelas yang tersaji pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Gabungan

Kelas	Keterangan	Jumlah
1	Sangat Baik	1
2	Baik	67
3	Buruk	105



Gambar 4.9 Hasil Analisis Planimetrik Gabungan

Pada Tabel 4.7 terlihat bahwa 60,69% atau 105 bidang tanah masuk dalam kategori buruk sehingga tidak dapat digunakan sebagai peta bidang tanah. Pada kelas 1 (sangat baik) hanya terdapat 1 bidang tanah yaitu bidang tanah nomor 6. Seperti terlihat pada Gambar 4.9, bidang tanah kelas 3 (buruk) mengelompok dibagian tengah dan bagian timur yang mana area tersebut seperti yang telah disebutkan pada sub bab 4.4.1 merupakan perbukitan dengan perkebunan karet. Sedangkan bidang tanah kelas 2 (baik) mengelompok secara terpisah dibagian ujung barat, ujung timur sebelah utara, tengah bagian selatan serta tengah bagian utara.

Daerah tersebut merupakan area perkebunan kelapa sawit. Dari hasil tersebut terlihat bahwa perubahan luas disebabkan oleh faktor lokasi bidang tanah berada yang dipengaruhi oleh variasi topografi (lihat Gambar 3.2).

#### 4.5 Transformasi *Affine*

Hasil pada sub bab 4.4 menunjukkan hasil yang tidak baik, yaitu sekitar 60,69% dari total bidang tanah tidak layak untuk digunakan sebagai peta hasil kerja. Hal tersebut dikarenakan proses deliniasi-suplesi langsung menggunakan data hasil pengukuran dari GPS navigasi yang memiliki hasil yang tidak baik atau pergeseran titik-titik ukur yang cukup jauh dari titik sebenarnya. Maka dari itu dilakukan analisis perbaikan ketelitian dengan menggunakan metode *affine*. Pada metode ini diambil beberapa titik bidang tanah hasil deliniasi dan suplesi yang berbeda dengan syarat sebagai berikut:

- a. Tiap titik merupakan dari bidang tanah yang berbeda
- b. Berasal dari bidang tanah dengan kelas yang berbeda yaitu 1 bidang tanah dari kelas 1, 5 bidang tanah dari kelas 2, dan 4 bidang tanah dari kelas 3 (lihat sub bab 4.4.3)
- c. Titik tersebar merata atau tidak berasal dari area yang sama.

Dari syarat tersebut diambil titik-titik *sample* (lihat Gambar 4.10) yang tersaji pada Tabel 4.8 beserta nilai kesalahan terhadap titik dari hasil pengukuran.

Tabel 4.8 Titik-titik *Sample* Sebelum Transformasi

No. Bid.	X Navigasi (m)	Y Navigasi (m)	X Deliniasi-Suplesi (m)	Y Deliniasi-Suplesi (m)	Error
6	294409,065	1607320,603	294407,218	1607319,643	2,081
36	294238,486	1609032,772	294241,014	1609036,444	4,458
41	294960,551	1607958,371	294957,775	1607954,465	4,792
47	294887,184	1607138,486	294884,235	1607135,272	4,362
70	295967,603	1608623,317	295970,563	1608619,296	4,993
82	295446,267	1608835,596	295446,193	1608830,832	4,764
90	293641,822	1607102,988	293638,101	1607099,063	5,408
91	292827,065	1607112,010	292824,664	1607108,153	4,543

## lanjutan Tabel 4.8

No. Bid.	X Navigasi (m)	Y Navigasi (m)	X Deliniasi-Suplesi (m)	Y Deliniasi-Suplesi (m)	Error
122	293610,603	1608811,763	293608,195	1608807,912	4,542
161	294354,820	1607414,581	294356,638	1607417,229	3,212

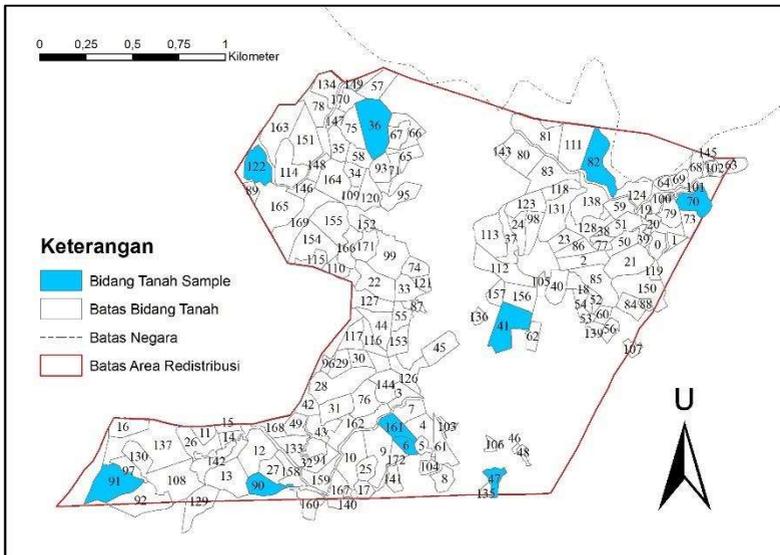
Dari Tabel 4.8 didapat nilai RMSE sebesar 4,372 m, dengan parameter transformasi *affine* yang tersaji pada Tabel 4.9. Hasil transformasi *affine* untuk titik-titik *sample* pada Tabel 4.8 disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Nilai Parameter Transformasi

Parameter	Nilai
Rotasi	0°04'40,9"
Nonorthogonal dari Sumbu	0°02'43,955"
Skala di X	0,999
Skala di Y	0,999
Translasi di X (m)	2423,153
Translasi di Y (m)	744,583

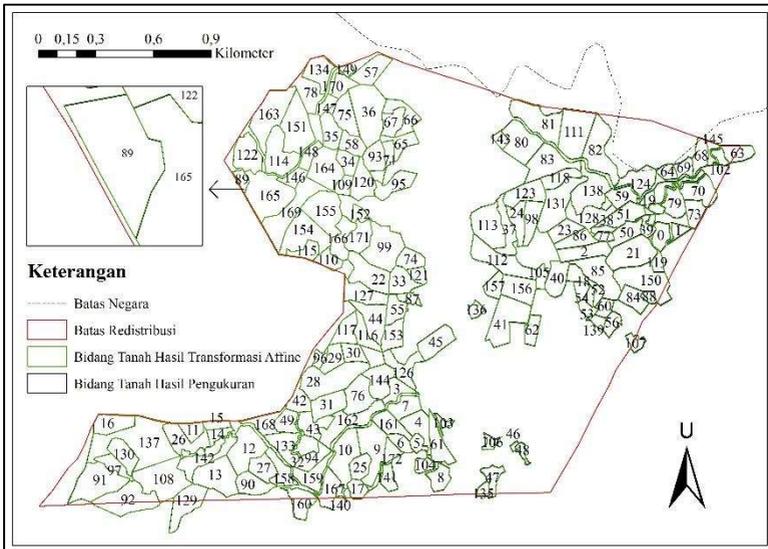
Tabel 4.10 Titik-titik *Sample* Setelah Transformasi

No. Bid.	X <i>Affine</i> (m)	Y <i>Affine</i> (m)	X Deliniasi-Suplesi (m)	Y Deliniasi-Suplesi (m)	Error
6	294408,538	1607318,368	294407,218	1607319,643	1,835
36	294238,810	1609032,482	294241,014	1609036,444	4,534
41	294960,683	1607955,773	294957,775	1607954,465	3,189
47	294886,822	1607135,231	294884,235	1607135,272	2,587
70	295968,662	1608619,575	295970,563	1608619,296	1,921
82	295447,153	1608832,980	295446,193	1608830,832	2,353
90	293640,749	1607101,902	293638,101	1607099,063	3,882
91	292825,544	1607112,373	292824,664	1607108,153	4,311
122	293610,456	1608812,372	293608,195	1608807,912	5,000
161	293888,218	1607012,551	294356,638	1607417,229	5,240



Gambar 4.10 Bidang Tanah *Sample*

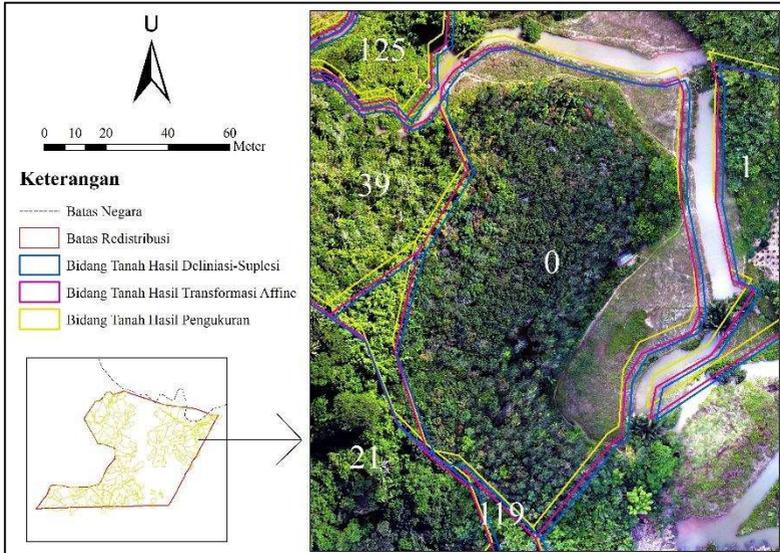
Dari Tabel 4.10 didapat nilai RMSE sebesar 3,485 m. Untuk hasil transformasi *affine* selengkapnya dapat dilihat pada tabel yang terdapat pada **Lampiran 4**. Secara visual dapat dilihat pada Gambar 4.11. Sementara perbedaan *sample* hasil transformasi *affine* dengan hasil pengukuran GPS navigasi serta hasil deliniasi dan suplesi dapat dilihat pada Gambar 4.12 (nomor bidang 0). Dari hasil perhitungan luas didapat rata-rata luas bidang tanah dari hasil transformasi yaitu sebesar 15909,105 m<sup>2</sup>. Hasil ini memiliki selisih sebesar 3,193 m<sup>2</sup> sehingga bila dibandingkan dengan hasil selisih pada sub bab 4.3.3, hasil luasan transformasi semakin mendekati hasil luasan dari deliniasi-suplesi. Bidang tanah yang memiliki luas paling besar yaitu bidang tanah nomor 137 dengan luas 64434,070 m<sup>2</sup> dan bidang tanah yang memiliki luas paling kecil yaitu bidang tanah nomor 46 dengan luas 1169,794 m<sup>2</sup>.



Gambar 4.11 Hasil Transformasi *Affine* Bidang Tanah

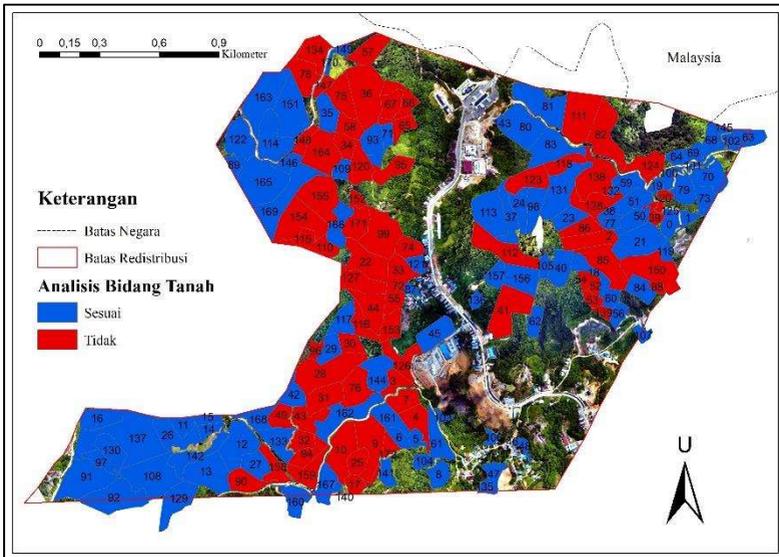
Hasil dari transformasi *affine* kemudian dilakukan analisis planimetrik luas terhadap hasil deliniasi dan suplesi seperti pada sub bab 4.4.1. Dalam hal ini hasil deliniasi dan suplesi dari hasil pengukuran GPS navigasi merupakan hasil deliniasi dan suplesi dari hasil transformasi *affine*. Hasil dari analisis planimetrik luas disajikan pada tabel yang terdapat pada **Lampiran 5**. Dari hasil tersebut didapatkan sebanyak 100 bidang masuk dalam toleransi dan 73 bidang tidak masuk toleransi. Hasil ini meningkat dari hasil pada sub bab 4.4.1.

Pada Gambar 4.13 terlihat bidang tanah yang tidak masuk toleransi mengelompok dibagian tengah dan beberapa bidang tanah dibagian timur. Pada daerah tersebut didominasi oleh perbukitan dengan perkebunan karet. Sedangkan untuk bidang tanah yang masuk toleransi mengelompok dibagian barat yang didominasi oleh perkebunan kelapa sawit serta beberapa dibagian timur dan tengah bagian selatan. Hasil ini hampir sama dengan hasil pada sub bab 4.4.1.



Gambar 4.12 Perbedaan antara Hasil Pengukuran, Deliniasi-Suplesi, dan Transformasi pada Nomor Bidang 0

Pergeseran bidang tanah dari hasil transformasi *affine* ke hasil deliniasi-suplesi menggunakan metode yang sama dengan sub bab 4.4.2. Hasil perhitungan pergeseran bidang tanah tersaji pada tabel yang terdapat pada **Lampiran 5**. Pada Gambar 4.14 terlihat, bidang tanah kelas 3 terdapat dibagian tengah, hal tersebut bertolak belakang dengan hasil pada sub bab 4.4.2 dimana bagian tengah terdapat banyak bidang tanah kelas 2 dan 1, namun beberapa bidang tanah kelas 1 masih terdapat dibagian tengah. Bidang tanah kelas 1 sendiri mengelompok dibagian timur. Bila dibandingkan dengan Gambar 4.8, terdapat banyak perubahan kelas, terutama peningkatan kelas dari kelas 3 ke kelas 2, dsb. Hal tersebut menunjukkan bahwa transformasi *affine* memperbaiki nilai pergeseran. Dari hasil tersebut didapat jumlah bidang tanah per kelas hasil klasifikasi yang tersaji pada Tabel 4.11.



Gambar 4.13 Hasil Analisis Planimetrik Luas

Tabel 4.11 Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Posisi

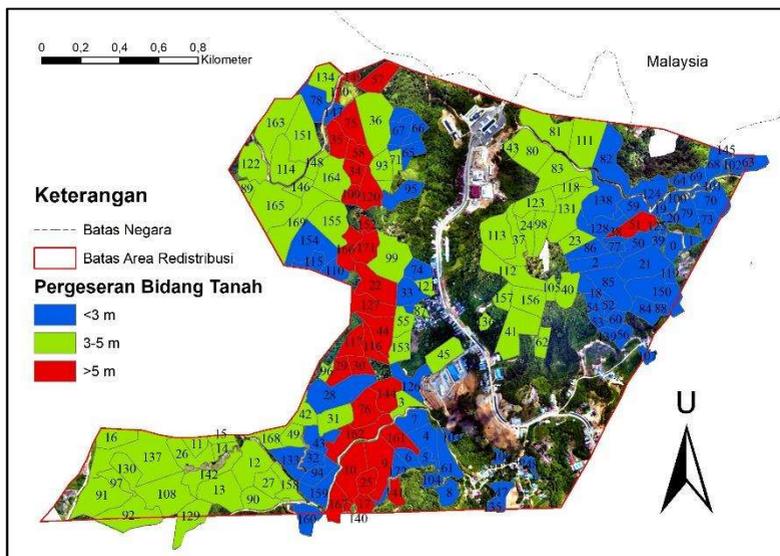
Kelas	Jumlah
1	76
2	66
3	31

Pada Tabel 4.11 terlihat bahwa mayoritas bidang tanah bergeser sejauh  $< 3$  meter dengan jumlah 76 bidang dan minoritas bidang tanah bergeser sejauh 4-5 meter dengan jumlah 24 bidang.

Seperti sebelumnya, analisis planimetrik gabungan bidang tanah mengacu pada sub bab 4.4.3, hasil perhitungan secara keseluruhan tersaji pada tabel yang terdapat dalam **Lampiran 5**. Dari hasil tersebut didapat jumlah bidang tanah perkelas yang tersaji pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Jumlah Bidang Tanah per Kelas Analisis Planimetrik Gabungan

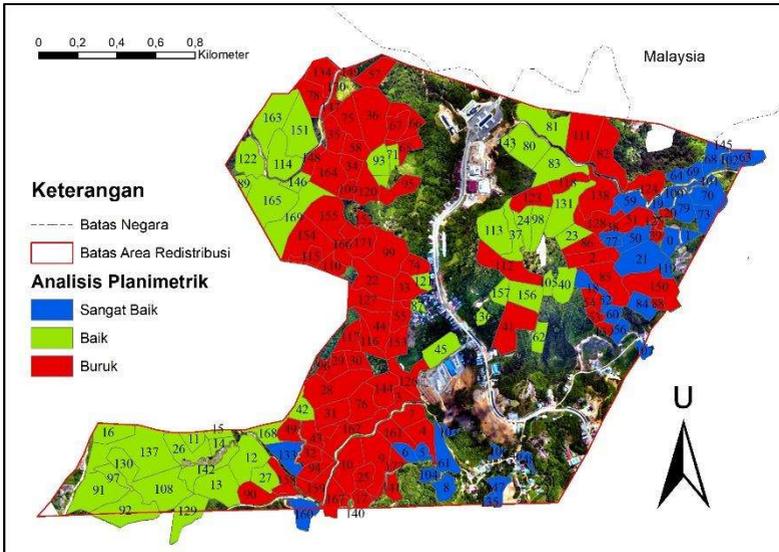
Kelas	Keterangan	Jumlah
1	Sangat Baik	39
2	Baik	47
3	Buruk	87



Gambar 4.14 Hasil Analisis Planimetrik Posisi

Pada Gambar 4.15 terlihat bahwa bidang tanah kelas 3 (buruk) mengelompok dibagian tengah dan beberapa dibagian timur. Jumlah bidang tanah kelas 3 (buruk) sendiri mengalami penurunan dari sebelum dilakukan transformasi yaitu turun sebanyak 13 bidang. Peningkatan terbesar terdapat pada bidang tanah kelas 1 (sangat baik) yaitu meningkat sebesar 38 bidang. Bidang tanah kelas 2 (baik) juga mengalami peningkatan sebesar 20 bidang, dimana bidang tanah tersebut berubah menjadi kelas yang lebih tinggi. Pada Gambar 4.15 juga terlihat memiliki pola yang hampir sama dengan Gambar 4.9, dimana bidang tanah

dengan kualitas buruk terdapat pada daerah perbukitan perkebunan karet dan bidang tanah dengan kualitas baik terdapat pada daerah perkebunan sawit. Dari hasil transformasi juga menunjukkan bahwa dengan metode transformasi mampu meningkatkan ketelitian bidang tanah bila dibandingkan dengan hanya menggunakan data hasil pengukuran awal.

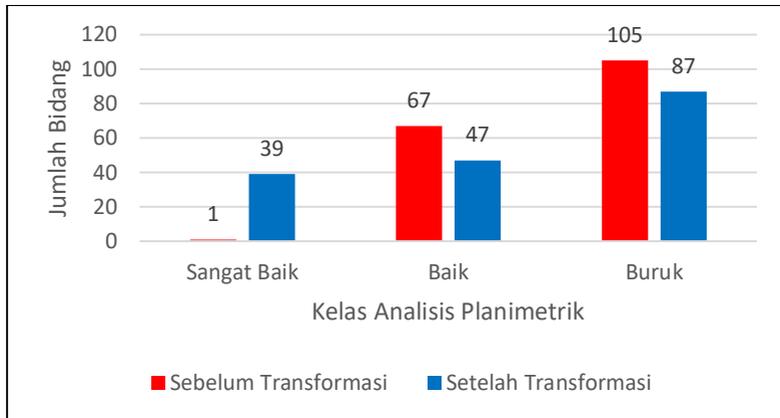


Gambar 4.15 Hasil Analisis Planimetrik Gabungan

#### 4.6 Analisis

Pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS navigasi untuk program Redistribusi Tanah Obyek *Landreform* tidak diatur dalam aturan atau petunjuk teknik BPN. Sehingga secara kasar pengukuran dengan menggunakan alat ini tidak diperkenankan. Namun pada petunjuk teknis PTSL tahun 2018 disebutkan dengan metode fotogrametris, deliniasi dan suplesi dapat dilakukan tanpa menyebutkan alat yang digunakan. Metode fotogrametris digunakan sebagai sarana untuk membuat peta kerja yang mana telah diatur dalam petunjuk teknis penggunaan pesawat

nirawak/drone tahun 2017 dari BPN (lihat sub bab 2.15). Hal tersebut menunjukkan bahwa pengukuran dengan GPS navigasi diperbolehkan apabila foto udara digunakan sebagai peta kerja untuk deliniasi dan suplesi. Dalam hal ini peta yang dihasilkan berupa peta bidang tanah.



Gambar 4.16 Diagram Perbandingan Hasil Analisis Planimetrik

Namun melihat hasil dari analisis planimetrik yang telah dilakukan, jumlah bidang tanah yang masuk kategori dapat diterima (kelas 1-2) yaitu 49,71% (86 bidang) untuk hasil dari transformasi *affine* dan 39,31% (68 bidang) untuk hasil dari pengukuran dengan GPS navigasi (lihat Gambar 4.16). Kedua hasil tersebut tidak melebihi 50% atau setengah dari jumlah keseluruhan bidang tanah sehingga tidak dapat diterima sebagai hasil pengukuran yang baik dan akurat. Hasil akan diterima bila tidak terdapat bidang tanah yang masuk kelas 3, dikarenakan akurasi dari GPS navigasi yang rendah. Secara teknis penggunaan foto udara format kecil dapat diterima, namun penggunaan GPS navigasi berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tidak bisa diterima dan tidak bisa dilanjutkan sebagai peta bidang tanah.

GPS navigasi dapat digunakan sebagai alat ukur bidang tanah dengan syarat terdapat kekurangan sumber daya alat,

manusia, serta keterbatasan waktu. Transformasi *affine* sebagai salah satu metode peningkatan ketelitian planimetrik dapat digunakan untuk menghasilkan deliniasi dan suplesi bidang tanah yang lebih akurat.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dari hasil pengolahan data ICP didapatkan nilai RMSEr sebesar 0,195 m dan nilai CE90 sebesar 0,295 m. Sesuai dengan ketelitian geometrik yang terdapat pada Petunjuk Teknis BPN Tentang Pesawat Nirawak/UAV Tahun 2017, peta ortofoto ini dapat digunakan minimal pada skala 1:1000 untuk kelas 2.
- b. Dari analisis planimetrik bidang tanah hasil pengukuran GPS navigasi didapatkan bidang tanah dengan kelas 3 (buruk) berjumlah 105 bidang, kelas 2 (baik) berjumlah 67 bidang, dan kelas 1 (sangat baik) berjumlah 1 bidang.
- c. Dari analisis planimetrik bidang tanah hasil transformasi *affine* didapatkan bidang tanah dengan kelas 3 (buruk) berjumlah 87 bidang, kelas 2 (baik) berjumlah 47 bidang, dan kelas 1 (sangat baik) berjumlah 39 bidang.
- d. Berdasarkan hasil dari analisis planimetrik yang telah dilakukan, jumlah bidang tanah yang masuk kategori dapat diterima (kelas 1-2) yaitu 49,71% untuk hasil dari transformasi *affine* dan 39,31% untuk hasil dari pengukuran awal. Kedua hasil tersebut tidak melebihi 50% atau setengah dari jumlah keseluruhan bidang tanah sehingga tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Negara ATR/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari peneliti untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Secara aturan atau petunjuk teknis dari BPN, penggunaan GPS navigasi dan foto udara format kecil untuk pengukuran

bidang tanah program Redistribusi Tanah Obyek *Landreform* dapat dilaksanakan, namun hal tersebut sepatutnya dilakukan apabila alat dan sumber daya yang tersedia benar-benar kurang.

- b. Bila terdapat alat yang memiliki akurasi yang lebih baik daripada GPS navigasi, lebih baik menggunakan alat tersebut karena melihat hasil pada sub bab 4.4.3 yang menunjukkan bahwa masih banyak bidang tanah yang tidak bisa digunakan untuk peta bidang tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H Z. 2006. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Bandung: Pradnya Paramita.
- Adi, Anggoro Pratomo. 2017. "Pengujian Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV)." *Jurnal Geodesi Undip Volume 6 Nomor 1 ISSN:2337-845X*.
- Al Ayyubi, Ahmad Solihuddin. 2017. *Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana Fix Wing UAV*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala BIG No 15 Tentang Pedoman Teknik*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Citra Satelit. 2014. *Pesawat Tanpa Awak / UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*. Diakses Oktober 2018. <http://www.citrasatelit.com/pesawat-tanpa-awak-uav/>.
- Detik Finance. 2018. *Sudah Jalan Sejak 2017, Begini Realisasi*. Diakses Oktober 20, 2018. <https://finance.detik.com/properti/d-3943732/sudah-jalan-sejak-2017-begini-realisasi-redistribusi-lahan-jokowi>.
- Garmin. 2018. *Garmin GPSMap 64s*. Diakses Oktober 2018. <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/140022>.
- GPS. 2017. *GPS Overview*. Diakses Januari 2019. <https://www.gps.gov/systems/gps/>.
- GPS. 2018. *Surveying and Mapping*. Diakses Januari 2019. <https://www.gps.gov/applications/survey/>.
- Guntara. 2013. *GPS Tipe Navigasi Handheld*. Diakses Oktober 2018. <https://www.guntara.com/2013/10/>.

- Harintaka. 2008. *Evaluasi Penerapan Mini Bundle Block Adjustment Pada Foto Udara Format Kecil*. Jakarta: Media Teknik.
- Hasyim, A W, dan M Taufik. 2009. *Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) Dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit Untuk Perencanaan Perkotaan*. Jakarta.
- Hidayat, Husnul, dan Bangun Muljo Sukojo. 2017. "Analysis of Horizontal Accuracy for Large Scale Rural Mapping Using Rotary Wing UAV Image." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (IOP Conference Series) 98(1) 012052.
- Integrasia. 2014. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Diakses Oktober 2018. <http://integrasiutama.com/unmanned-aerial-vehicle-uav/>.
- Kelompok Keahlian Geodesi ITB. 2007. *Teknologi GPS*. Diakses Januari 2019. <https://geodesy.gd.itb.ac.id/2007/01/16/teknologi-gps/>.
- Kementerian ATR/BPN. 2015. *Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN No. 22 Tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Pengadaan Tanah*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.
- Kementerian ATR/BPN. 1997. *Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN Tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.
- Kementerian ATR/BPN. 2017. *Petunjuk Teknis BPN tentang Pesawat Nirawak/UAV Tahun 2017*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.
- Kementerian ATR/BPN. 2018. *Petunjuk Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistemik Lengkap Nomor: 01/Juknis-300/I/2018*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.
- Kraus. 2007. *Photogrammetry : Geometry from Images and Laser Scans*. Jerman: Hubert & Co.
- MathWorks. 2018. *Affine Transformation*. Diakses Januari 2019. <https://www.mathworks.com/discovery/affine-transformation.html>.

- McCoy, Jim. 2012. *Convert Local Coordinate Systems to Standard Coordinate Systems Using 2D Conformal Transformation in MicroStation V8i and Bentley Map V8i*. BENTLEY SYSTEMS, INC.
- Pemerintah Pusat. 1961. *Peraturan Pemerintah No. 224 Tentang Pelaksanaan Pembagian Tanah dan Pemberian Ganti Rugi*. Jakarta: Pemerintah Pusat.
- Purwadhi, F S. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Soeta'at. 2011. *Fotogrametri I*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Utomo, Budi. 2017. "Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah." *Jurnal Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial UNDIKSHA dan IGI MKG Vol. 18, No.2 ISSN 0216-8138* 146-155.
- Warner, W S, R W Graham, dan R E Read. 1996. *Small Format Aerial Photography ISBN 1-870325-56-7*. Skotlandia: Whittles Publishing.
- Wibowo, dan P Eko. 2010. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Widodo, Anggoro Wahyu. 2018. *Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Menggunakan Wahana Drone Jenis Quadcopter dalam Mendukung Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) (Studi Kasus: Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wolf, Paul R. 1983. *Elements of Photogrammetry*. New York: McGraw Hill.
- WolframMathWorld. 2018. *Affine Transformation*. Diakses Januari 2019. <http://mathworld.wolfram.com/AffineTransformation.htm>

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Pengukuran

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>0</b>	10419,883	<b>87</b>	3640,648
<b>1</b>	5432,218	<b>88</b>	3881,049
<b>2</b>	18569,021	<b>89</b>	5243,566
<b>3</b>	10753,135	<b>90</b>	17073,999
<b>4</b>	17509,969	<b>91</b>	38020,929
<b>5</b>	6036,920	<b>92</b>	36101,080
<b>6</b>	7765,894	<b>93</b>	14388,334
<b>7</b>	14359,267	<b>94</b>	12588,863
<b>8</b>	11491,374	<b>95</b>	16965,663
<b>9</b>	30006,032	<b>96</b>	4695,184
<b>10</b>	29083,976	<b>97</b>	10040,593
<b>11</b>	9261,369	<b>98</b>	15494,867
<b>12</b>	30805,324	<b>99</b>	35970,892
<b>13</b>	32523,342	<b>100</b>	6425,217
<b>14</b>	6660,792	<b>101</b>	3084,213
<b>15</b>	6051,830	<b>102</b>	4677,794
<b>16</b>	18240,282	<b>103</b>	3218,049
<b>17</b>	8163,871	<b>104</b>	6463,883
<b>18</b>	12611,153	<b>105</b>	6190,085
<b>19</b>	4461,117	<b>106</b>	3954,045
<b>20</b>	3379,687	<b>107</b>	5798,147
<b>21</b>	31447,899	<b>108</b>	41296,661
<b>22</b>	27908,668	<b>109</b>	7290,634
<b>23</b>	12663,337	<b>110</b>	9511,862
<b>24</b>	13611,912	<b>111</b>	36394,626

*lanjutan tabel Lampiran 1*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>25</b>	11316,032	<b>112</b>	30195,905
<b>26</b>	21612,131	<b>113</b>	30295,325
<b>27</b>	14632,822	<b>114</b>	28941,968
<b>28</b>	40821,560	<b>115</b>	9260,656
<b>29</b>	12146,786	<b>116</b>	12262,010
<b>30</b>	10461,187	<b>117</b>	14377,486
<b>31</b>	19499,181	<b>118</b>	12373,928
<b>32</b>	9469,061	<b>119</b>	5157,583
<b>33</b>	16015,629	<b>120</b>	18443,790
<b>34</b>	10598,426	<b>121</b>	6286,395
<b>35</b>	15556,695	<b>122</b>	22995,980
<b>36</b>	42783,502	<b>123</b>	19945,356
<b>37</b>	16399,770	<b>124</b>	18273,824
<b>38</b>	3878,330	<b>125</b>	1715,694
<b>39</b>	5859,705	<b>126</b>	18077,495
<b>40</b>	17107,622	<b>127</b>	19706,811
<b>41</b>	34283,816	<b>128</b>	19534,524
<b>42</b>	12016,059	<b>129</b>	24254,459
<b>43</b>	15509,610	<b>130</b>	15929,963
<b>44</b>	22345,061	<b>131</b>	32940,827
<b>45</b>	19221,819	<b>132</b>	2120,715
<b>46</b>	1168,022	<b>133</b>	17959,762
<b>47</b>	9719,645	<b>134</b>	17866,096
<b>48</b>	3387,948	<b>135</b>	3791,298
<b>49</b>	11884,356	<b>136</b>	4828,558
<b>50</b>	13896,852	<b>137</b>	64336,468
<b>51</b>	17855,707	<b>138</b>	30228,570
<b>52</b>	3619,042	<b>139</b>	4393,973

*lanjutan tabel Lampiran 1*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>53</b>	5312,932	<b>140</b>	2198,314
<b>54</b>	5762,574	<b>141</b>	8309,700
<b>55</b>	12225,298	<b>142</b>	18900,533
<b>56</b>	7607,484	<b>143</b>	4560,093
<b>57</b>	18215,903	<b>144</b>	19801,246
<b>58</b>	12330,726	<b>145</b>	4005,386
<b>59</b>	12320,078	<b>146</b>	8337,044
<b>60</b>	7024,256	<b>147</b>	5616,349
<b>61</b>	17082,956	<b>148</b>	8083,802
<b>62</b>	9534,714	<b>149</b>	3149,370
<b>63</b>	12144,167	<b>150</b>	35257,581
<b>64</b>	6270,065	<b>151</b>	36133,795
<b>65</b>	11729,755	<b>152</b>	5598,911
<b>66</b>	15893,093	<b>153</b>	14297,844
<b>67</b>	13116,340	<b>154</b>	34033,245
<b>68</b>	10983,892	<b>155</b>	32796,680
<b>69</b>	7133,747	<b>156</b>	21154,202
<b>70</b>	19477,720	<b>157</b>	9318,480
<b>71</b>	9967,455	<b>158</b>	13773,364
<b>72</b>	1937,684	<b>159</b>	16680,948
<b>73</b>	11290,243	<b>160</b>	15594,146
<b>74</b>	12165,910	<b>161</b>	14813,195
<b>75</b>	20289,710	<b>162</b>	27013,741
<b>76</b>	22530,424	<b>163</b>	37451,300
<b>77</b>	4387,279	<b>164</b>	28753,295
<b>78</b>	18996,598	<b>165</b>	44645,823
<b>79</b>	14036,991	<b>166</b>	16329,907
<b>80</b>	29531,537	<b>167</b>	14952,294

*lanjutan tabel Lampiran 1*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>81</b>	33638,822	<b>168</b>	13596,290
<b>82</b>	33770,102	<b>169</b>	36054,034
<b>83</b>	28917,709	<b>170</b>	2938,470
<b>84</b>	12925,842	<b>171</b>	16907,501
<b>85</b>	28715,084	<b>172</b>	9554,701
<b>86</b>	13036,570		

**Lampiran 2.** Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Deliniasi dan Suplesi

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>0</b>	10469,317	<b>87</b>	3640,604
<b>1</b>	5432,258	<b>88</b>	4009,815
<b>2</b>	18888,950	<b>89</b>	5243,510
<b>3</b>	10557,584	<b>90</b>	16836,862
<b>4</b>	17079,602	<b>91</b>	38020,526
<b>5</b>	6036,847	<b>92</b>	36100,697
<b>6</b>	7760,052	<b>93</b>	14388,469
<b>7</b>	13843,769	<b>94</b>	12973,049
<b>8</b>	11491,236	<b>95</b>	16372,220
<b>9</b>	29934,572	<b>96</b>	5245,520
<b>10</b>	28894,515	<b>97</b>	10040,486
<b>11</b>	9261,270	<b>98</b>	15494,681
<b>12</b>	30797,221	<b>99</b>	35234,672
<b>13</b>	32512,814	<b>100</b>	6412,599
<b>14</b>	6659,488	<b>101</b>	3084,236
<b>15</b>	6051,766	<b>102</b>	4677,829
<b>16</b>	18240,087	<b>103</b>	3218,010
<b>17</b>	7982,076	<b>104</b>	6463,806
<b>18</b>	12672,887	<b>105</b>	6190,010
<b>19</b>	4458,456	<b>106</b>	3953,998
<b>20</b>	3437,648	<b>107</b>	5798,159
<b>21</b>	31525,156	<b>108</b>	41296,224
<b>22</b>	27637,330	<b>109</b>	7290,750
<b>23</b>	12663,185	<b>110</b>	10051,067
<b>24</b>	13632,901	<b>111</b>	36904,887

*lanjutan tabel Lampiran 2*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>25</b>	11118,000	<b>112</b>	30119,985
<b>26</b>	21599,990	<b>113</b>	30294,962
<b>27</b>	14632,667	<b>114</b>	28997,700
<b>28</b>	41651,905	<b>115</b>	9643,386
<b>29</b>	12146,980	<b>116</b>	11949,819
<b>30</b>	10338,000	<b>117</b>	14377,716
<b>31</b>	20377,869	<b>118</b>	12332,162
<b>32</b>	10014,603	<b>119</b>	5194,617
<b>33</b>	15233,710	<b>120</b>	18166,630
<b>34</b>	10507,164	<b>121</b>	6265,807
<b>35</b>	15556,944	<b>122</b>	23007,475
<b>36</b>	42543,229	<b>123</b>	20069,097
<b>37</b>	16469,431	<b>124</b>	18425,702
<b>38</b>	3878,338	<b>125</b>	1794,857
<b>39</b>	5934,031	<b>126</b>	17446,508
<b>40</b>	17107,417	<b>127</b>	19535,013
<b>41</b>	34459,023	<b>128</b>	20102,890
<b>42</b>	12015,931	<b>129</b>	24254,202
<b>43</b>	15773,522	<b>130</b>	15924,297
<b>44</b>	22246,944	<b>131</b>	32940,432
<b>45</b>	19221,588	<b>132</b>	2120,719
<b>46</b>	1168,008	<b>133</b>	17987,997
<b>47</b>	9719,528	<b>134</b>	18342,533
<b>48</b>	3387,908	<b>135</b>	3791,252
<b>49</b>	11830,790	<b>136</b>	4828,500
<b>50</b>	13896,880	<b>137</b>	64321,191
<b>51</b>	17855,743	<b>138</b>	30945,651

*lanjutan tabel Lampiran 2*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>52</b>	3889,521	<b>139</b>	4480,442
<b>53</b>	5557,400	<b>140</b>	2198,349
<b>54</b>	5933,312	<b>141</b>	8309,778
<b>55</b>	11845,452	<b>142</b>	18907,843
<b>56</b>	7607,500	<b>143</b>	4572,153
<b>57</b>	17929,588	<b>144</b>	19801,433
<b>58</b>	12133,655	<b>145</b>	4005,901
<b>59</b>	12320,103	<b>146</b>	8336,955
<b>60</b>	7014,699	<b>147</b>	5898,825
<b>61</b>	17082,751	<b>148</b>	8211,464
<b>62</b>	9534,599	<b>149</b>	3149,421
<b>63</b>	12144,258	<b>150</b>	35416,097
<b>64</b>	6270,112	<b>151</b>	36246,844
<b>65</b>	11347,909	<b>152</b>	5479,769
<b>66</b>	15111,511	<b>153</b>	13699,952
<b>67</b>	12631,589	<b>154</b>	34952,574
<b>68</b>	10983,975	<b>155</b>	33464,405
<b>69</b>	7133,801	<b>156</b>	21229,205
<b>70</b>	19477,866	<b>157</b>	9318,368
<b>71</b>	9967,548	<b>158</b>	14010,174
<b>72</b>	1704,830	<b>159</b>	17617,103
<b>73</b>	11290,322	<b>160</b>	15593,981
<b>74</b>	11863,517	<b>161</b>	14865,135
<b>75</b>	20076,051	<b>162</b>	26994,850
<b>76</b>	22235,304	<b>163</b>	37503,643
<b>77</b>	4387,287	<b>164</b>	29939,396
<b>78</b>	20025,612	<b>165</b>	44645,348

*lanjutan tabel Lampiran 2*

<b>Nomor Bidang</b>	Luas (m <sup>2</sup> )	<b>Nomor Bidang</b>	Luas (m <sup>2</sup> )
<b>79</b>	14037,096	<b>166</b>	16330,169
<b>80</b>	29523,095	<b>167</b>	14980,535
<b>81</b>	33638,418	<b>168</b>	13596,146
<b>82</b>	34517,362	<b>169</b>	36201,951
<b>83</b>	28917,361	<b>170</b>	2933,986
<b>84</b>	12910,589	<b>171</b>	16614,078
<b>85</b>	29204,346	<b>172</b>	9071,267
<b>86</b>	13270,815		

**Lampiran 3.** Tabel Hasil Analisis Planimetrik Sebelum Transformasi

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
0	51,160	49,434	Sesuai	4,973	Baik
1	36,852	0,040	Sesuai	4,992	Baik
2	68,719	319,929	Tidak	4,772	Buruk
3	51,375	195,552	Tidak	1,814	Buruk
4	65,344	430,366	Tidak	3,418	Buruk
5	38,849	0,073	Sesuai	4,360	Baik
6	44,046	5,842	Sesuai	2,081	Sangat Baik
7	58,830	515,497	Tidak	0,760	Buruk
8	53,599	0,138	Sesuai	4,360	Baik
9	86,508	71,460	Sesuai	4,302	Baik
10	84,992	189,461	Tidak	5,575	Buruk
11	48,118	0,099	Sesuai	4,587	Baik
12	87,746	8,104	Sesuai	4,568	Baik
13	90,157	10,528	Sesuai	4,518	Baik
14	40,803	1,304	Sesuai	4,576	Baik
15	38,897	0,064	Sesuai	4,588	Baik
16	67,528	0,195	Sesuai	4,585	Baik
17	44,671	181,795	Tidak	5,229	Buruk
18	56,287	61,734	Tidak	4,890	Buruk
19	33,386	2,662	Sesuai	5,655	Buruk
20	29,316	57,961	Tidak	4,692	Buruk
21	88,777	77,257	Sesuai	5,091	Buruk
22	83,122	271,339	Tidak	4,762	Buruk
23	56,265	0,152	Sesuai	5,509	Buruk
24	58,380	20,990	Sesuai	5,444	Buruk
25	52,721	198,032	Tidak	5,166	Buruk
26	73,485	12,141	Sesuai	4,565	Baik

*lanjutan tabel Lampiran 3*

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
27	60,483	0,155	Sesuai	4,547	Baik
28	102,044	830,345	Tidak	1,579	Buruk
29	55,107	0,194	Sesuai	6,154	Buruk
30	50,838	123,187	Tidak	5,361	Buruk
31	71,376	878,688	Tidak	1,962	Buruk
32	50,036	545,542	Tidak	3,278	Buruk
33	61,712	781,919	Tidak	0,379	Buruk
34	51,252	91,262	Tidak	5,859	Buruk
35	62,364	0,249	Sesuai	6,157	Buruk
36	103,130	240,273	Tidak	4,458	Buruk
37	64,167	69,662	Tidak	4,951	Buruk
38	31,138	0,008	Sesuai	5,046	Buruk
39	38,516	74,326	Tidak	5,262	Buruk
40	65,398	0,205	Sesuai	5,508	Buruk
41	92,816	175,208	Tidak	4,792	Buruk
42	54,809	0,128	Sesuai	4,590	Baik
43	62,796	263,912	Tidak	1,817	Buruk
44	74,577	98,117	Tidak	4,393	Buruk
45	69,321	0,231	Sesuai	4,361	Baik
46	17,088	0,014	Sesuai	5,505	Buruk
47	49,294	0,117	Sesuai	4,362	Baik
48	29,103	0,041	Sesuai	5,505	Buruk
49	54,385	53,566	Sesuai	4,574	Baik
50	58,943	0,028	Sesuai	5,046	Buruk
51	66,813	0,036	Sesuai	7,098	Buruk
52	31,183	270,479	Tidak	5,354	Buruk
53	37,274	244,468	Tidak	5,261	Buruk
54	38,514	170,738	Tidak	4,925	Buruk
55	54,418	379,846	Tidak	2,777	Buruk
56	43,610	0,016	Sesuai	4,922	Baik

lanjutan tabel Lampiran 3

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
57	66,951	286,314	Tidak	5,796	Buruk
58	55,076	197,071	Tidak	5,490	Buruk
59	55,498	0,025	Sesuai	5,047	Buruk
60	41,877	9,557	Sesuai	4,979	Baik
61	65,350	0,205	Sesuai	4,360	Baik
62	48,823	0,115	Sesuai	5,506	Buruk
63	55,100	0,091	Sesuai	4,995	Baik
64	39,592	0,047	Sesuai	4,992	Baik
65	53,263	381,846	Tidak	1,197	Buruk
66	61,464	781,582	Tidak	0,997	Buruk
67	56,195	484,752	Tidak	2,168	Buruk
68	52,402	0,082	Sesuai	4,994	Baik
69	42,231	0,053	Sesuai	4,993	Baik
70	69,782	0,146	Sesuai	4,993	Baik
71	49,919	0,094	Sesuai	4,376	Baik
72	20,645	232,854	Tidak	0,374	Buruk
73	53,128	0,078	Sesuai	4,993	Baik
74	54,460	302,393	Tidak	2,965	Buruk
75	70,845	213,660	Tidak	5,964	Buruk
76	74,558	295,120	Tidak	5,131	Buruk
77	33,118	0,009	Sesuai	5,046	Buruk
78	70,756	1029,014	Tidak	1,200	Buruk
79	59,239	0,105	Sesuai	4,992	Baik
80	85,911	8,443	Sesuai	5,241	Buruk
81	91,704	0,404	Sesuai	5,509	Buruk
82	92,894	747,260	Tidak	4,764	Buruk
83	85,026	0,348	Sesuai	5,509	Buruk
84	56,812	15,253	Sesuai	4,985	Baik
85	85,446	489,262	Tidak	4,336	Buruk
86	57,600	234,245	Tidak	4,697	Buruk

lanjutan tabel Lampiran 3

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
87	30,169	0,044	Sesuai	4,361	Baik
88	31,662	128,766	Tidak	4,835	Buruk
89	36,206	0,056	Sesuai	4,591	Baik
90	64,878	237,137	Tidak	5,408	Buruk
91	97,494	0,403	Sesuai	4,543	Baik
92	95,001	0,383	Sesuai	4,544	Baik
93	59,976	0,135	Sesuai	4,376	Baik
94	56,950	384,187	Tidak	1,031	Buruk
95	63,977	593,443	Tidak	1,008	Buruk
96	36,213	550,336	Tidak	2,670	Buruk
97	50,101	0,106	Sesuai	4,544	Baik
98	62,239	0,186	Sesuai	5,508	Buruk
99	93,855	736,221	Tidak	2,887	Buruk
100	40,039	12,618	Sesuai	4,901	Baik
101	27,768	0,023	Sesuai	4,993	Baik
102	34,197	0,035	Sesuai	4,994	Baik
103	28,364	0,039	Sesuai	4,361	Baik
104	40,199	0,078	Sesuai	4,360	Baik
105	39,338	0,074	Sesuai	5,507	Buruk
106	31,440	0,048	Sesuai	4,362	Baik
107	38,073	0,012	Sesuai	4,922	Baik
108	101,607	0,437	Sesuai	4,545	Baik
109	42,693	0,117	Sesuai	6,157	Buruk
110	50,128	539,206	Tidak	2,278	Buruk
111	96,053	510,261	Tidak	4,587	Buruk
112	86,776	75,920	Sesuai	4,732	Baik
113	87,027	0,363	Sesuai	4,364	Baik
114	85,144	55,732	Sesuai	4,390	Baik
115	49,100	382,731	Tidak	3,228	Buruk
116	54,658	312,191	Tidak	4,458	Buruk

*lanjutan tabel Lampiran 3*

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
117	59,954	0,230	Sesuai	6,155	Buruk
118	55,525	41,766	Sesuai	5,260	Buruk
119	36,037	37,035	Tidak	4,363	Buruk
120	67,392	277,160	Tidak	4,885	Buruk
121	39,578	20,588	Sesuai	4,303	Baik
122	75,841	11,495	Sesuai	4,542	Baik
123	70,833	123,741	Tidak	5,337	Buruk
124	67,871	151,878	Tidak	5,093	Buruk
125	21,183	79,162	Tidak	5,026	Buruk
126	66,043	630,987	Tidak	1,158	Buruk
127	69,884	171,799	Tidak	5,027	Buruk
128	70,892	568,366	Tidak	5,352	Buruk
129	77,869	0,257	Sesuai	4,545	Baik
130	63,096	5,666	Sesuai	4,561	Baik
131	90,747	0,395	Sesuai	5,509	Buruk
132	23,026	0,004	Sesuai	5,047	Buruk
133	67,060	28,234	Sesuai	4,379	Baik
134	67,717	476,437	Tidak	3,529	Buruk
135	30,787	0,046	Sesuai	4,362	Baik
136	34,744	0,058	Sesuai	4,363	Baik
137	126,808	15,277	Sesuai	4,563	Baik
138	87,957	717,081	Tidak	4,612	Buruk
139	33,468	86,468	Tidak	4,436	Buruk
140	23,443	0,035	Sesuai	6,153	Buruk
141	45,579	0,078	Sesuai	4,373	Baik
142	68,753	7,310	Sesuai	4,639	Baik
143	33,809	12,060	Sesuai	4,513	Baik
144	70,359	0,186	Sesuai	4,374	Baik
145	31,646	0,516	Sesuai	4,989	Baik
146	45,653	0,089	Sesuai	4,592	Baik

lanjutan tabel Lampiran 3

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
147	38,402	282,475	Tidak	3,163	Buruk
148	45,309	127,662	Tidak	3,037	Buruk
149	28,060	0,051	Sesuai	6,159	Buruk
150	94,096	158,516	Tidak	4,689	Buruk
151	95,193	113,049	Tidak	4,309	Buruk
152	37,013	119,142	Tidak	5,044	Buruk
153	58,523	597,892	Tidak	1,630	Buruk
154	93,478	919,329	Tidak	1,812	Buruk
155	91,466	667,725	Tidak	2,636	Buruk
156	72,851	75,002	Tidak	4,973	Buruk
157	48,266	0,112	Sesuai	4,364	Baik
158	59,182	236,810	Tidak	5,966	Buruk
159	66,365	936,154	Tidak	2,477	Buruk
160	62,438	0,165	Sesuai	4,548	Baik
161	60,961	51,939	Sesuai	3,212	Baik
162	82,151	18,891	Sesuai	4,908	Baik
163	96,829	52,343	Sesuai	4,235	Baik
164	86,515	1186,101	Tidak	2,876	Buruk
165	105,647	0,474	Sesuai	4,591	Baik
166	63,895	0,262	Sesuai	6,156	Buruk
167	61,197	28,241	Sesuai	5,708	Buruk
168	58,301	0,144	Sesuai	4,589	Baik
169	95,134	147,917	Tidak	3,499	Buruk
170	27,083	4,484	Sesuai	6,062	Buruk
171	64,448	293,423	Tidak	5,012	Buruk
172	47,622	483,434	Tidak	0,753	Buruk

**Lampiran 4.** Tabel Luas Bidang Tanah Hasil Transformasi *Affine*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>0</b>	10435,691	<b>87</b>	3646,171
<b>1</b>	5440,459	<b>88</b>	3886,937
<b>2</b>	18597,191	<b>89</b>	5251,520
<b>3</b>	10769,449	<b>90</b>	17099,901
<b>4</b>	17536,533	<b>91</b>	38078,609
<b>5</b>	6046,078	<b>92</b>	36155,848
<b>6</b>	7777,676	<b>93</b>	14410,162
<b>7</b>	14381,050	<b>94</b>	12607,961
<b>8</b>	11508,807	<b>95</b>	16991,401
<b>9</b>	30051,552	<b>96</b>	4702,307
<b>10</b>	29128,098	<b>97</b>	10055,825
<b>11</b>	9275,419	<b>98</b>	15518,374
<b>12</b>	30852,058	<b>99</b>	36025,462
<b>13</b>	32572,682	<b>100</b>	6434,964
<b>14</b>	6670,897	<b>101</b>	3088,892
<b>15</b>	6061,011	<b>102</b>	4684,891
<b>16</b>	18267,953	<b>103</b>	3222,931
<b>17</b>	8176,256	<b>104</b>	6473,690
<b>18</b>	12630,285	<b>105</b>	6199,475
<b>19</b>	4467,885	<b>106</b>	3960,044
<b>20</b>	3384,814	<b>107</b>	5806,943
<b>21</b>	31495,607	<b>108</b>	41359,311
<b>22</b>	27951,007	<b>109</b>	7301,694
<b>23</b>	12682,548	<b>110</b>	9526,292
<b>24</b>	13632,562	<b>111</b>	36449,839

lanjutan tabel Lampiran 4

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>25</b>	11333,200	<b>112</b>	30241,714
<b>26</b>	21644,918	<b>113</b>	30341,285
<b>27</b>	14655,021	<b>114</b>	28985,875
<b>28</b>	40883,488	<b>115</b>	9274,704
<b>29</b>	12165,213	<b>116</b>	12280,613
<b>30</b>	10477,057	<b>117</b>	14399,298
<b>31</b>	19528,762	<b>118</b>	12392,700
<b>32</b>	9483,426	<b>119</b>	5165,407
<b>33</b>	16039,926	<b>120</b>	18471,770
<b>34</b>	10614,504	<b>121</b>	6295,931
<b>35</b>	15580,296	<b>122</b>	23030,866
<b>36</b>	42848,407	<b>123</b>	19975,614
<b>37</b>	16424,649	<b>124</b>	18301,546
<b>38</b>	3884,214	<b>125</b>	1718,297
<b>39</b>	5868,595	<b>126</b>	18104,919
<b>40</b>	17133,576	<b>127</b>	19736,708
<b>41</b>	34335,826	<b>128</b>	19564,159
<b>42</b>	12034,288	<b>129</b>	24291,255
<b>43</b>	15533,139	<b>130</b>	15954,130
<b>44</b>	22378,960	<b>131</b>	32990,800
<b>45</b>	19250,980	<b>132</b>	2123,932
<b>46</b>	1169,794	<b>133</b>	17987,008
<b>47</b>	9734,390	<b>134</b>	17893,200
<b>48</b>	3393,088	<b>135</b>	3797,050
<b>49</b>	11902,386	<b>136</b>	4835,883
<b>50</b>	13917,935	<b>137</b>	64434,070
<b>51</b>	17882,795	<b>138</b>	30274,429

*lanjutan tabel Lampiran 4*

<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nomor Bidang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
<b>52</b>	3624,533	<b>139</b>	4400,639
<b>53</b>	5320,992	<b>140</b>	2201,649
<b>54</b>	5771,317	<b>141</b>	8322,306
<b>55</b>	12243,844	<b>142</b>	18929,206
<b>56</b>	7619,025	<b>143</b>	4567,011
<b>57</b>	18243,537	<b>144</b>	19831,286
<b>58</b>	12349,432	<b>145</b>	4011,462
<b>59</b>	12338,768	<b>146</b>	8349,692
<b>60</b>	7034,912	<b>147</b>	5624,870
<b>61</b>	17108,872	<b>148</b>	8096,066
<b>62</b>	9549,178	<b>149</b>	3154,148
<b>63</b>	12162,591	<b>150</b>	35311,069
<b>64</b>	6279,577	<b>151</b>	36188,612
<b>65</b>	11747,550	<b>152</b>	5607,405
<b>66</b>	15917,204	<b>153</b>	14319,535
<b>67</b>	13136,239	<b>154</b>	34084,875
<b>68</b>	11000,555	<b>155</b>	32846,435
<b>69</b>	7144,570	<b>156</b>	21186,294
<b>70</b>	19507,269	<b>157</b>	9332,617
<b>71</b>	9982,576	<b>158</b>	13794,259
<b>72</b>	1940,624	<b>159</b>	16706,254
<b>73</b>	11307,371	<b>160</b>	15617,803
<b>74</b>	12184,367	<b>161</b>	14835,668
<b>75</b>	20320,491	<b>162</b>	27054,722
<b>76</b>	22564,604	<b>163</b>	37508,115
<b>77</b>	4393,935	<b>164</b>	28796,916
<b>78</b>	19025,417	<b>165</b>	44713,553

*lanjutan tabel Lampiran 4*

<b>Nomor Bidang</b>	Luas (m <sup>2</sup> )	<b>Nomor Bidang</b>	Luas (m <sup>2</sup> )
<b>79</b>	14058,286	<b>166</b>	16354,681
<b>80</b>	29576,338	<b>167</b>	14974,977
<b>81</b>	33689,854	<b>168</b>	13616,916
<b>82</b>	33821,333	<b>169</b>	36108,730
<b>83</b>	28961,578	<b>170</b>	2942,928
<b>84</b>	12945,451	<b>171</b>	16933,150
<b>85</b>	28758,647	<b>172</b>	9569,196
<b>86</b>	13056,348		

**Lampiran 5.** Tabel Hasil Analisis Planimetrik Setelah Transformasi

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
<b>0</b>	51,160	33,626	Sesuai	1,999	Sangat Baik
<b>1</b>	36,852	8,201	Sesuai	2,095	Sangat Baik
<b>2</b>	68,719	291,759	Tidak	2,080	Buruk
<b>3</b>	51,375	211,865	Tidak	3,774	Buruk
<b>4</b>	65,344	456,930	Tidak	1,115	Buruk
<b>5</b>	38,849	9,231	Sesuai	2,597	Sangat Baik
<b>6</b>	44,046	17,624	Sesuai	1,836	Sangat Baik
<b>7</b>	58,830	537,281	Tidak	1,555	Buruk
<b>8</b>	53,599	17,571	Sesuai	2,472	Sangat Baik
<b>9</b>	86,508	116,981	Tidak	6,363	Buruk
<b>10</b>	84,992	233,583	Tidak	7,457	Buruk
<b>11</b>	48,118	14,149	Sesuai	3,883	Baik
<b>12</b>	87,746	54,837	Sesuai	3,354	Baik
<b>13</b>	90,157	59,868	Sesuai	3,359	Baik
<b>14</b>	40,803	11,409	Sesuai	3,652	Baik
<b>15</b>	38,897	9,245	Sesuai	3,729	Baik
<b>16</b>	67,528	27,866	Sesuai	4,553	Baik
<b>17</b>	44,671	194,180	Tidak	7,393	Buruk
<b>18</b>	56,287	42,603	Sesuai	2,178	Sangat Baik
<b>19</b>	33,386	9,429	Sesuai	2,239	Sangat Baik
<b>20</b>	29,316	52,834	Tidak	1,568	Buruk

*lanjutan tabel Lampiran 5*

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
21	88,777	29,549	Sesuai	1,740	Sangat Baik
22	83,122	313,678	Tidak	5,731	Buruk
23	56,265	19,363	Sesuai	3,859	Baik
24	58,380	0,340	Sesuai	4,047	Baik
25	52,721	215,200	Tidak	7,225	Buruk
26	73,485	44,928	Sesuai	3,857	Baik
27	60,483	22,354	Sesuai	3,104	Baik
28	102,044	768,417	Tidak	2,749	Buruk
29	55,107	18,233	Sesuai	7,396	Buruk
30	50,838	139,057	Tidak	6,723	Buruk
31	71,376	849,107	Tidak	3,450	Buruk
32	50,036	531,177	Tidak	2,415	Buruk
33	61,712	806,215	Tidak	1,212	Buruk
34	51,252	107,340	Tidak	6,083	Buruk
35	62,364	23,351	Sesuai	6,090	Buruk
36	103,130	305,179	Tidak	4,534	Buruk
37	64,167	44,782	Sesuai	3,730	Baik
38	31,138	5,876	Sesuai	1,962	Sangat Baik
39	38,516	65,437	Tidak	1,893	Buruk
40	65,398	26,159	Sesuai	3,633	Baik
41	92,816	123,197	Tidak	3,189	Buruk
42	54,809	18,357	Sesuai	3,291	Baik
43	62,796	240,383	Tidak	0,740	Buruk
44	74,577	132,016	Tidak	5,686	Buruk
45	69,321	29,391	Sesuai	3,037	Baik
46	17,088	1,786	Sesuai	2,883	Sangat Baik

lanjutan tabel Lampiran 5

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
47	49,294	14,862	Sesuai	2,588	Sangat Baik
48	29,103	5,180	Sesuai	2,836	Sangat Baik
49	54,385	71,596	Tidak	3,227	Buruk
50	58,943	21,054	Sesuai	1,732	Sangat Baik
51	66,813	27,052	Sesuai	5,661	Buruk
52	31,183	264,988	Tidak	2,155	Buruk
53	37,274	236,408	Tidak	2,266	Buruk
54	38,514	161,996	Tidak	2,491	Buruk
55	54,418	398,393	Tidak	4,305	Buruk
56	43,610	11,525	Sesuai	1,529	Sangat Baik
57	66,951	313,949	Tidak	5,644	Buruk
58	55,076	215,777	Tidak	5,657	Buruk
59	55,498	18,666	Sesuai	1,901	Sangat Baik
60	41,877	20,213	Sesuai	1,667	Sangat Baik
61	65,350	26,121	Sesuai	2,600	Sangat Baik
62	48,823	14,579	Sesuai	3,432	Baik
63	55,100	18,332	Sesuai	1,689	Sangat Baik
64	39,592	9,465	Sesuai	2,053	Sangat Baik
65	53,263	399,641	Tidak	1,987	Buruk
66	61,464	805,693	Tidak	0,872	Buruk
67	56,195	504,650	Tidak	2,767	Buruk

*lanjutan tabel Lampiran 5*

<b>68</b>	52,402	16,581	Sesuai	1,856	Sangat Baik
<b>69</b>	42,231	10,769	Sesuai	1,955	Sangat Baik
<b>70</b>	69,782	29,403	Sesuai	1,922	Sangat Baik
<b>71</b>	49,919	15,028	Sesuai	4,901	Baik
<b>72</b>	20,645	235,794	Tidak	1,806	Buruk
<b>73</b>	53,128	17,050	Sesuai	1,990	Sangat Baik
<b>74</b>	54,460	320,849	Tidak	1,809	Buruk
<b>75</b>	70,845	244,440	Tidak	5,913	Buruk
<b>76</b>	74,558	329,300	Tidak	6,771	Buruk
<b>77</b>	33,118	6,647	Sesuai	1,929	Sangat Baik
<b>78</b>	70,756	1000,195	Tidak	1,537	Buruk
<b>79</b>	59,239	21,190	Sesuai	2,060	Sangat Baik
<b>80</b>	85,911	53,244	Sesuai	4,293	Baik
<b>81</b>	91,704	51,436	Sesuai	4,527	Baik
<b>82</b>	92,894	696,029	Tidak	2,352	Buruk
<b>83</b>	85,026	44,217	Sesuai	4,260	Baik
<b>84</b>	56,812	34,862	Sesuai	1,434	Sangat Baik
<b>85</b>	85,446	445,699	Tidak	1,323	Buruk
<b>86</b>	57,600	214,468	Tidak	2,370	Buruk
<b>87</b>	30,169	5,567	Sesuai	3,271	Baik
<b>88</b>	31,662	122,878	Tidak	1,741	Buruk
<b>89</b>	36,206	8,011	Sesuai	4,949	Baik
<b>90</b>	64,878	263,039	Tidak	3,881	Buruk
<b>91</b>	97,494	58,083	Sesuai	4,311	Baik
<b>92</b>	95,001	55,150	Sesuai	3,961	Baik
<b>93</b>	59,976	21,693	Sesuai	4,807	Baik

lanjutan tabel Lampiran 5

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
<b>94</b>	56,950	365,089	Tidak	1,691	Buruk
<b>95</b>	63,977	619,181	Tidak	1,781	Buruk
<b>96</b>	36,213	543,213	Tidak	3,843	Buruk
<b>97</b>	50,101	15,339	Sesuai	4,267	Baik
<b>98</b>	62,239	23,693	Sesuai	4,017	Baik
<b>99</b>	93,855	790,791	Tidak	3,989	Buruk
<b>100</b>	40,039	22,366	Sesuai	2,089	Sangat Baik
<b>101</b>	27,768	4,656	Sesuai	1,936	Sangat Baik
<b>102</b>	34,197	7,061	Sesuai	1,766	Sangat Baik
<b>103</b>	28,364	4,921	Sesuai	2,690	Sangat Baik
<b>104</b>	40,199	9,884	Sesuai	2,508	Sangat Baik
<b>105</b>	39,338	9,465	Sesuai	3,680	Baik
<b>106</b>	31,440	6,046	Sesuai	2,687	Sangat Baik
<b>107</b>	38,073	8,784	Sesuai	1,310	Sangat Baik
<b>108</b>	101,607	63,087	Sesuai	3,790	Baik
<b>109</b>	42,693	10,944	Sesuai	6,479	Buruk
<b>110</b>	50,128	524,775	Tidak	2,976	Buruk
<b>111</b>	96,053	455,048	Tidak	3,111	Buruk
<b>112</b>	86,776	121,729	Tidak	3,634	Buruk
<b>113</b>	87,027	46,323	Sesuai	3,525	Baik
<b>114</b>	85,144	11,825	Sesuai	4,633	Baik
<b>115</b>	49,100	368,682	Tidak	2,836	Buruk
<b>116</b>	54,658	330,793	Tidak	5,688	Buruk

*lanjutan tabel Lampiran 5*

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
117	59,954	21,581	Sesuai	7,318	Buruk
118	55,525	60,538	Tidak	3,835	Buruk
119	36,037	29,210	Sesuai	1,895	Sangat Baik
120	67,392	305,140	Tidak	5,319	Buruk
121	39,578	30,125	Sesuai	3,381	Baik
122	75,841	23,391	Sesuai	5,000	Baik
123	70,833	93,483	Tidak	4,110	Buruk
124	67,871	124,156	Tidak	1,930	Buruk
125	21,183	76,559	Tidak	1,761	Buruk
126	66,043	658,412	Tidak	2,818	Buruk
127	69,884	201,695	Tidak	6,102	Buruk
128	70,892	538,731	Tidak	2,749	Buruk
129	77,869	37,052	Sesuai	3,466	Baik
130	63,096	29,833	Sesuai	4,267	Baik
131	90,747	50,368	Sesuai	4,016	Baik
132	23,026	3,213	Sesuai	2,017	Sangat Baik
133	67,060	0,988	Sesuai	2,923	Sangat Baik
134	67,717	449,333	Tidak	3,073	Buruk
135	30,787	5,797	Sesuai	2,527	Sangat Baik
136	34,744	7,383	Sesuai	3,164	Baik
137	126,808	112,879	Sesuai	4,215	Baik
138	87,957	671,222	Tidak	2,292	Buruk
139	33,468	79,802	Tidak	0,977	Buruk
140	23,443	3,300	Sesuai	8,205	Buruk
141	45,579	12,528	Sesuai	6,732	Buruk
142	68,753	21,363	Sesuai	3,675	Baik

lanjutan tabel Lampiran 5

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
143	33,809	5,142	Sesuai	3,943	Baik
144	70,359	29,854	Sesuai	6,112	Buruk
145	31,646	5,561	Sesuai	1,795	Sangat Baik
146	45,653	12,736	Sesuai	4,609	Baik
147	38,402	273,955	Tidak	2,945	Buruk
148	45,309	115,399	Tidak	3,077	Buruk
149	28,060	4,727	Sesuai	5,835	Buruk
150	94,096	105,028	Tidak	1,630	Buruk
151	95,193	58,232	Sesuai	4,596	Baik
152	37,013	127,636	Tidak	5,636	Buruk
153	58,523	619,583	Tidak	3,219	Buruk
154	93,478	867,698	Tidak	1,589	Buruk
155	91,466	617,971	Tidak	3,013	Buruk
156	72,851	42,910	Sesuai	3,418	Baik
157	48,266	14,248	Sesuai	3,266	Baik
158	59,182	215,915	Tidak	4,388	Buruk
159	66,365	910,848	Tidak	2,027	Buruk
160	62,438	23,823	Sesuai	2,661	Sangat Baik
161	60,961	29,467	Sesuai	5,240	Buruk
162	82,151	59,872	Sesuai	6,651	Buruk
163	96,829	4,473	Sesuai	4,751	Baik
164	86,515	1142,480	Tidak	3,025	Buruk
165	105,647	68,205	Sesuai	4,686	Baik
166	63,895	24,512	Sesuai	6,768	Buruk
167	61,197	5,558	Sesuai	7,678	Buruk
168	58,301	20,771	Sesuai	3,391	Baik
169	95,134	93,221	Sesuai	3,343	Baik
170	27,083	8,942	Sesuai	5,725	Buruk

*lanjutan tabel Lampiran 5*

<b>No. Bid.</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Selisih Luas (m)</b>	<b>Keterangan Hasil Analisis Luas</b>	<b>Pergeseran (m)</b>	<b>Kelas Akhir</b>
<b>171</b>	64,448	319,073	Tidak	5,740	Buruk
<b>172</b>	47,622	497,929	Tidak	2,554	Buruk

**Lampiran 6. Report Hasil Pemrosesan Orthophoto**

**Survey Data**

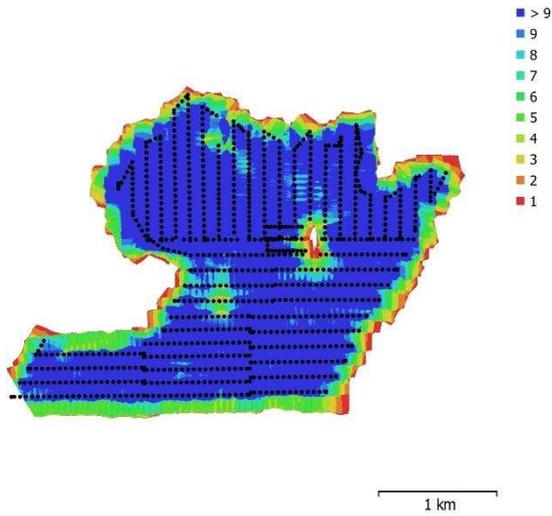


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	1,001	Camera stations:	1,001
Flying altitude:	228 m	Tie points:	898,981
Ground resolution:	7.88 cm/pix	Projections:	2,488,227
Coverage area:	6.64 km <sup>2</sup>	Reprojection error:	1.27 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC330 (3.61mm)	4000 x 3000	3.61 mm	1.56 x 1.56 µm	No

Table 1. Cameras.

## Camera Calibration

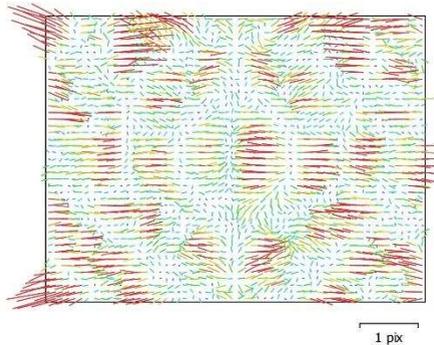


Fig. 2. Image residuals for FC330 (3.61mm).

### FC330 (3.61mm)

1001 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
<b>Frame</b>	<b>4000 x 3000</b>	<b>3.61 mm</b>	<b>1.56 x 1.56 <math>\mu\text{m}</math></b>

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	P1	P2
<b>F</b>	<b>2320.13</b>	0.36	1.00	0.11	-0.40	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.01
<b>Cx</b>	<b>-62.1639</b>	0.034		1.00	-0.03	0.03	0.01	0.02	-0.02	0.44	-0.01
<b>Cy</b>	<b>-17.0215</b>	0.033			1.00	-0.00	0.02	-0.00	0.01	-0.00	0.44
<b>B1</b>	<b>-2.65796</b>	0.0087				1.00	-0.03	-0.02	0.02	-0.01	0.00
<b>B2</b>	<b>-0.355207</b>	0.009					1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.03
<b>K1</b>	<b>-0.00376748</b>	1.5e-05						1.00	-0.86	0.04	-0.04
<b>K2</b>	<b>-0.000387839</b>	1.1e-05							1.00	-0.05	-0.00
<b>P1</b>	<b>-6.68959e-05</b>	2.7e-06								1.00	-0.03
<b>P2</b>	<b>-0.000202272</b>	3e-06									1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

## Camera Locations

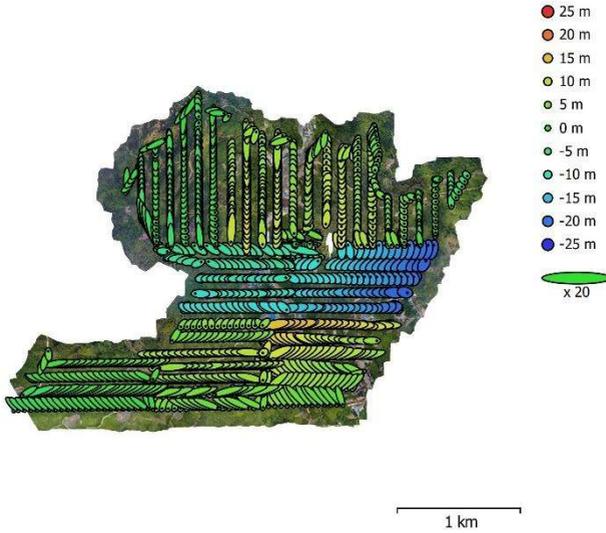


Fig. 3. Camera locations and error estimates.  
 Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
 Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
4.00579	3.91482	8.38917	5.60108	10.0871

Table 3. Average camera location error.  
 X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

## Ground Control Points

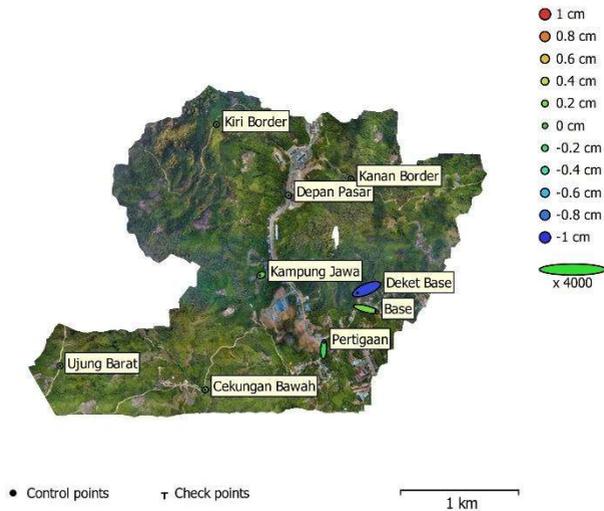


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	1.85805	1.14297	0.317318	2.18145	2.20441

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

<b>Label</b>	<b>X error (cm)</b>	<b>Y error (cm)</b>	<b>Z error (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (pix)</b>
Base	4.03233	-1.0468	0.174932	4.16966	0.569 (11)
Deket Base	-3.79663	-1.59908	-0.927887	4.22284	0.111 (10)
Pertigaan	0.155807	2.83539	-0.062611	2.84036	0.227 (15)
Cekungan Bawah	-0.11399	-0.0580272	-0.0214408	0.129694	0.138 (11)
Ujung Barat	0.016393	-0.00584559	-0.00566804	0.0183038	0.408 (16)
Kampung Jawa	-0.595047	-0.231163	0.100514	0.646236	0.094 (10)
Depan Pasar	0.0722699	-0.0908682	-0.00928068	0.116474	0.115 (18)
Kanan Border	-0.01259	-0.000115312	-0.00489851	0.0135098	0.052 (16)
Kiri Border	0.00592537	-0.000627144	-0.0039633	0.00715619	0.091 (19)
<b>Total</b>	<b>1.85805</b>	<b>1.14297</b>	<b>0.317318</b>	<b>2.20441</b>	<b>0.250</b>

Table 5. Control points.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

## Digital Elevation Model

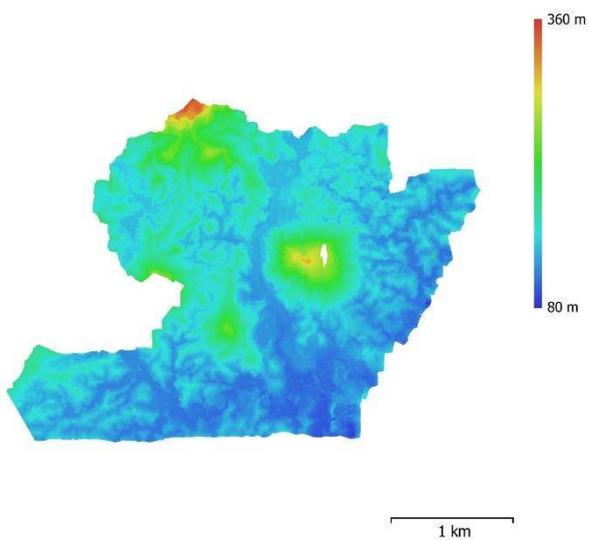


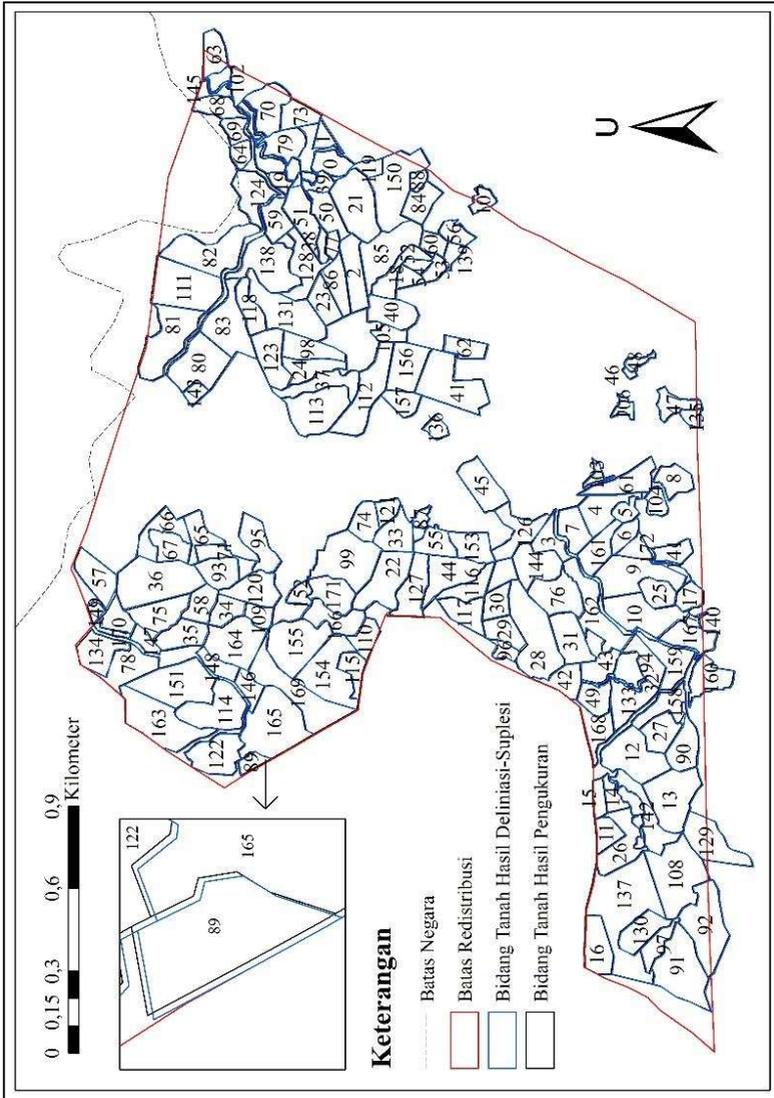
Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 8.46 m/pix  
Point density: 0.014 points/m<sup>2</sup>

## Processing Parameters

<b>General</b>	
Cameras	1001
Aligned cameras	1001
Markers	9
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49N (EPSG::32649)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll
<b>Point Cloud</b>	
Points	898,981 of 975,037
RMS reprojection error	0.141536 (1.27331 pix)
Max reprojection error	4.68799 (42.3936 pix)
Mean key point size	8.16447 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	2.9574
<b>Alignment parameters</b>	
Accuracy	Medium
Generic preselection	Yes
Reference preselection	Yes
Key point limit	40,000
Tie point limit	4,000
Adaptive camera model fitting	Yes
Matching time	46 minutes 52 seconds
Alignment time	26 minutes 13 seconds
<b>Optimization parameters</b>	
Parameters	f, b1, b2, cx, cy, k1, k2, p1, p2
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	11 seconds
<b>Model</b>	
Faces	59,648
Vertices	30,023
Vertex colors	3 bands, uint8
<b>Reconstruction parameters</b>	
Surface type	Arbitrary
Source data	Sparse
Interpolation	Enabled
Face count	59,649
Processing time	28 seconds
<b>Orthomosaic</b>	
Size	44,959 x 34,478
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49N (EPSG::32649)
Colors	3 bands, uint8
<b>Reconstruction parameters</b>	
Blending mode	Mosaic
Surface	Mesh
Enable hole filling	Yes
Processing time	18 minutes 11 seconds
<b>Software</b>	
Version	1.4.3 build 6488
Platform	Windows 32

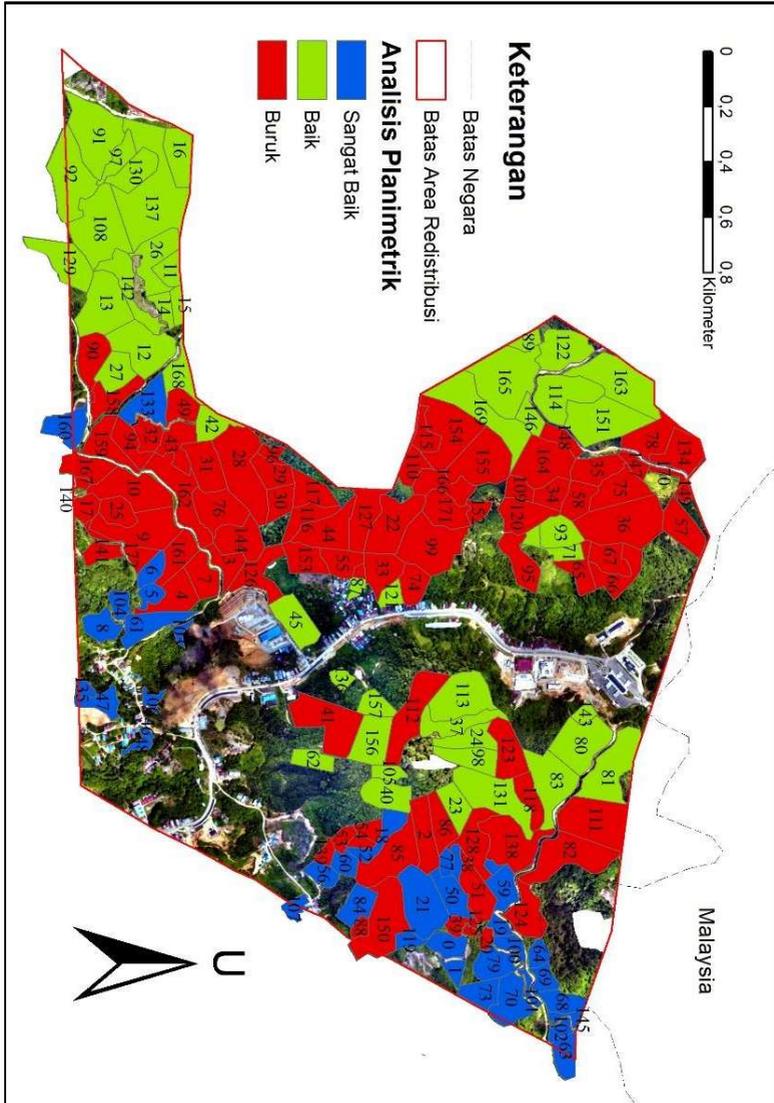
**Lampiran 7. Hasil Pengukuran Bidang Tanah dengan GPS Navigasi dan Hasil Deliniasi-Suplesi**







**Lampiran 10.** Peta Hasil Analisis Planimetrik dari Hasil Transformasi *Affine*



## Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pengukuran GPS Geodetik untuk titik *Base*



Gambar 2. Akuisisi Foto Udara dengan *Drone*



Gambar 3. Pengukuran Titik GCP



Gambar 4. Penyuluhan Program kepada Masyarakat

## BIODATA PENULIS



Penulis, Muhammad Kiki Zaenuri, lahir di Blora pada tanggal 24 Juni 1997, merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Mardi dan Ibu Yatini. Penulis telah menemuh pendidikan formal di SD Negeri 1 Mojorembun, MTs Hasyim Asy'ari Kradenan, SMA NU 1 Kradenan dan lulus pada tahun 2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan untuk perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Departemen Teknik Geomatika pada tahun 2015. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis aktif dalam berbagai organisasi kampus, yaitu HIMAGE-ITS, UKM UKTK, UKM IFLS dan BEM ITS. Selain didalam kampus penulis juga aktif dalam kegiatan diluar kampus, yaitu Supercamp, Campus Starter, dan komunitas dance cover. Penulis juga mengabdikan kepada Pemandu ITS dan pernah ikut serta dalam mengembangkan LKMM di Universitas lainnya. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di Kantor Pertanahan Kabupaten Sanggau sebagai Tim Drone. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Kadaster, dengan Judul Tugas Akhir “Analisis Penggunaan GPS Navigasi dan Foto Udara Format Kecil pada Pengukuran Bidang Tanah Program Redistribusi Tanah Objek *Landreform* (Studi Kasus: Desa Entikong, Kabupaten Sanggau)”. Kontak penulis adalah [kikizaenurimuh@gmail.com](mailto:kikizaenurimuh@gmail.com).

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*