

**PERBANDINGAN LUAS BIDANG TANAH
HASIL TRANSFORMASI KOORDINAT DARI UTM KE TM3°
DENGAN METODE HELMERT DAN AFFINE**

(Tugas Akhir)

Oleh

**Adi Nugroho Putra
1805061024**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PERBANDINGAN LUAS BIDANG TANAH
HASIL TRANSFORMASI KOORDINAT DARI UTM KE TM3°
DENGAN METODE HELMERT DAN AFFINE**

Oleh

ADI NUGROHO PUTRA

Tugas Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Ahli Madya Teknik

Pada

**Program Study D3 Teknik Survey Dan Pemetaan
Jurusan Teknik Geodesi Dan Geomatika**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

PERBANDINGAN LUAS BIDANG TANAH HASIL TRANFORMASI KOORDINAT DARI UTM KE TM3° DENGAN METODE HELMERT DAN AFFINE

Oleh

ADI NUGROHO PUTRA

Pengukuran Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) data yang didapatkan berupa data koordinat UTM sehingga data tersebut harus di transformasikan ke dalam bentuk TM3° berdasarkan peraturan pemerintah Nomer 24 Tahun 1997, dan peraturan menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997. Untuk proses transformasi ke sistem TM3°, diperlukan koordinat titik sekutu dalam sistem lokal maupun dalam sistem TM3°. Titik-titik sekutu tersebut didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung di lapangan atau dengan cara identifikasi titik-titik sekutu yang berada di peta sistem koordinat lokal.

Proses transformasi koordinat menggunakan dua metode perhitungan yaitu metode Helmert dan metode Affine. Hasil transformasi koordinat di gambar ke dalam software Autocad, selanjutnya di hitung luas bidang tanahnya, kemudian membandingkan hasil perhitungan luasnya dengan koordinat lokal terhadap toleransi yang ditetapkan (01/Juknis-300/2016).

Nilai hasil perhitungan transformasi koordinat menggunakan metode Helmert dan Affine tidak memiliki perbedaan luas yang signifikan, nilai selisih luas metode Helmert = 4,807 m², metode Affine 4,810 m². Nilai rata-rata persentase luas metode Helmert = 0,008685%, metode Affine 0,08682%. Kedua metode transformasi yang digunakan masuk dalam toleransi (01/Juknis-300/2016).

Kata Kunci : UTM, TM3, Helmert, Affine

ABSTRACT

COMPARISON OF LAND AREA COORDINATE TRANSFORMATION RESULTS FROM UTM TO TM3° WITH HELMERT AND AFFINE METHODS

By

ADI NUGROHO PUTRA

Measurement Systematic Land Registration Complete (PTSL) data obtained in the form of UTM coordinate data so that the data must be transformed to in shape based on TM3° regulation government Number 24 Hold 1997, and regulation Minister of State for Agrarian Affairs / Chief Body land National Number 3 of 1997. For the transformation process to TM3° system , is required coordinate point ally in system local nor in TM3° system . Dot, dot, dot ally the obtained with method measurement in a manner right on the field or with method identification dot, dot, dot allies on the map system coordinate local .

transformation process coordinate use two method calculation that is method Helmert and Affine method . Results transformation coordinates in the image to in Autocad software, then calculated large field the land , then compare results calculation breadth with coordinate local to specified tolerance (01/Juknis-300/2016).

Score results calculation transformation coordinate use method Helmert and Affine is not have difference significant area, value difference large method Helmert = 4.807 m², Affine method 4.810 m². Percentage average value large method Helmert = 0.008685%, Affine method 0.08682%. Second method transformation used enter in tolerance (01/Juknis-300/2016).

Keywords : UTM, TM3, Helmert , Affine

Judul Laporan Tugas Akhir : **PERBANDINGAN LUAS BIDANG
TANAH HASIL TRANFORMASI
KOORDINAT DARI UTM KE TM3°
DENGAN METODE HELMERT DAN
AFFINE**

Nama Mahasiswa : *Adi Nugroho Putra*

Nomor Induk Mahasiswa : 1805061024

Program Studi : D3 Teknik Survey dan Pemetaan

Fakultas : Teknik



Pembimbing 1

Pembimbing 2

Romi Fadly, S.T. M.Eng.
NIP 197708242200812001

Eko Rahmadi, S.T., M.T.
NIP 19710210200050110002

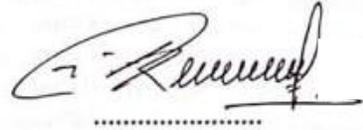
MENGETAHUI
Ketua Program Studi
D3 Teknik Survey dan Pemetaan

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

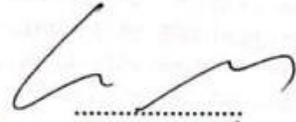
1. Tim Penguji

Ketua : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



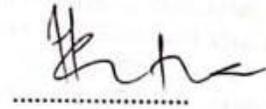
.....

Sekretaris : Eko Rahmadi, S.T., M.T.



.....

Penguji : Citra Dewi, S.T., M.Eng.



.....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Komprehensif : 1 Desember 2022

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 17 juli 1999, anak ke-lima dari lima saudara, dari pasangan Bapak Nasib dan Ibu Surip.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 2 Gunung Terang Bandar Lampung tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2017.

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan Universitas Lampung melalui jalur Vokasi. Selama masa perkuliahan, penulis merupakan anggota Korps Muda BEM U KBM Unila priode 2019/2020 di kementrian luar negeri.

Pada tanggal 12 April 2021 sampai 12 juni 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik di Kantor Badan Pertanahan Nasional Kabupaten Way Kanan. Lampung. Dengan Tugas Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap di Desa Gunung, Katun Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way kanan.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al Insyirah :5)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al Baqarah : 286)

“Menyesali nasib tidak akan merubah keadaan. Terus berkarya dan berkerjalah yang membuat kita berharga”

(Gus Dur)

“Jadilah versi terbaik untuk dirimu sendiri”

(Anonim)

Sebuah Karya sederhanaku...

*Dengan rasa syukur dan segala kerendahan hati,
kupersembahkan karya sederhanaku ini sebagai wujud rasa
cinta, bakti, serta terima kasih kepada :*

*Allah S.W.T hanya dengan berkat rahmat dan ridho-nya aku
dapat menyelesaikan sebuah karya sederhanaku ini,*

*Bapak, Mamak, Yuk Atik, Kang To, Yuk Ining, Yuk Ani atas
doa, kasih sayang, dukungan serta pengorbanan waktunya
yang telah memberiku semangat menyelesaikan karya
sederhanaku ini.*

*Teman-temanku, terima kasih telah menjadi bagian,
penyemangat dan saksi cerita dalam karyaku ini, terima kasih
telah percaya bahwa aku bisa menyelesaikan semua ini.*

*Guru-guruku dan dosen-dosenku atas semua ilmu yang telah
diberikan, semoga ilmu yang telah diberikan dapat berguna
kelak di masa depan nanti.*

SANWACANA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat beserta karunianya berupa kesehatan dan pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PERBANDINGAN LUAS BIDANG TANAH HASIL TRANSFORMASI KOORDINAT DARI UTM KE TM3° DENGAN METODE HELMERT DAN AFFINE”** Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Yang kita nanti-nantikan syafaatnya di yaumul akhir nanti. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan, masukan dan bimbingan dari berbagai pihak. Karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung
2. Bapak Romi Fadly, ST., M.,Eng. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Rahmadi, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan saran serta nasihat dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Ibu Citra Dewi, ST., M.eng, selaku dosen penguji yang telah memberikan penulis saran dan masukan pada seminar terdahulu sampai menuju tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Survey dan Pemetaan Unila. Terima Kasih atas ilmu yang telah di berikan selama kuliah.
6. Bapak Nirwanda, S.H.,M.H. Kepala Kantor Pertanahan Nasional Kab. Way Kanan.
7. Bapak Alfian Galih Utama selaku Kepala Sub Seksi Pengukuran dan Pemetaan Sekaligus Pembimbing Kerja Praktik di lapangan.

8. Segenap jajaran kepegawaian Badan Pertanahan Nasional kabupaten Way kanan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis .
9. Kedua orang tuaku, kakak-kakakku atas segala dukungan baik moral maupun materil serta do'a dan kasih sayangnya.
10. Keluarga besar angkatan 2018 yang telah memberikan banyak semangat dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Bandar Lampung, 1 Desember 2022

Penulis

Adi Nugroho Putra

NPM 1805061024

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Manfaat.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
II. LANDASAN TEORI	3
2.1. Titik Koordinat	3
2.2. Pengukuran RTK (RTK-Radio)	3
2.3. Sistem Koordinat TM3 dan UTM	4
2.4. Tranformasi Koordinat	5
2.5. Sistem Koordinat	6
2.6. Jenis-jenis Tranformasi Koordinat	6
2.6.1. Tranformasi Helmert.....	6
2.6.2. Tranformasi Affine	7
2.7. Ketelitian Luas menurut BPN	9
III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	10
3.1. Lokasi Pengambilan Data.....	10
3.2. Tahapan Kegiatan	11
3.3. Persiapan Alat dan Bahan.....	12
3.3.1. Peralatan yang Digunakan	12
3.3.2. Bahan yang Digunakan.....	12
3.4. Menghitung Parameter Tranformasi Koordinat Helmert dan Affine	12

3.4.1. Menghitung Parameter Transformasi (Metode Helmert).....	12
3.4.2. Menghitung Parameter Transformasi (Metode Affine).....	13
3.5. Transformasi Koordinat Batas Bidang Tanah (Metode Helmert).....	13
3.5.1. Penggambaran Batas Bidang Tanah (Metode Helmert)	14
3.6. Transformasi Koordinat Batas Bidang Tanah (Metode Affine)	14
3.6.1. Penggambaran Batas Bidang Tanah (Metode Affine).....	14
3.7. Membandingkan Luas Bidang Tanah UTM ke TM3°	14
V. SIMPULAN DAN SARAN	20
5.1. Simpulan.....	20
5.2. Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta lokasi data.....	10
2. Diagram alir	11

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah memegang peranan penting dalam kehidupan bangsa Indonesia maupun dalam pembangunan nasional yang diselenggarakan sebagai bentuk upaya yang berkelanjutan sebagai bentuk mewujudkan masyarakat yang adil dan Makmur. Berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945. Sesuai dengan Peraturan Undang-Undang No. 5 Tahun 1960 tentang peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA) dalam pasal 19 (ayat 2) menyebutkan bahwa kegiatan pendaftaran tanah meliputi pengukuran, perpetaan dan pembukuan tanah. Pengukuran PTSL biasanya data yang didapatkan berupa data koordinat UTM sehingga data tersebut harus di transformasikan ke dalam bentuk $TM3^\circ$ berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997, dan Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997, pasal 17 ayat 2 dan pasal 18 ayat 4 apabila telah tersedia Titik Dasar Teknik dengan sistem koordinat Nasional maka peta-peta dengan koordinat lokal tersebut tersebut harus di transformasikan ke dalam sistem koordinat Nasional.

Untuk proses transformasi ke sistem $TM3^\circ$, diperlukan koordinat titik sekutu dalam sistem lokal maupun dalam sistem $TM3^\circ$. Titik-titik sekutu tersebut didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung di lapangan atau dengan cara identifikasi titik-titik sekutu yang berada di peta sistem koordinat lokal. Dalam proses transformasi disini penulis menggunakan 2 metode transformasi koordinat yaitu metode Helmert dan juga metode Affine.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dilaksanakannya tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai selisih luas bidang tanah tranformasi koordinat menggunakan metode Helmert dan metode Affine.
2. Mengenghitung nilai rata-rata persentase tranformasi koordinat menggunakan metode Helmert dan metode Affine.

1.3. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini dapat mengetahui seberapa baik metode yang digunakan untuk melakukan tranformasi koordinat.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan ruang lingkup permasalahan dalam tugas akhir ini, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi kegiatan tugas akhir ini berada di desa Gunung Katun, Kecamatan Baradatu, Kabupaten way kanan.
2. Kegiatan tugas akhir ini menggunakan data dari hasil pengukuran RTK-radio yang dilakukan selama kerja praktik di kantor ATR BPN Kabupaten Way Kanan.
3. Menentukan titik sekutu dipilih secara menyebar diarea pengukuran.
4. Melakukan tranformasi koordinat dari UTM ke $TM3^{\circ}$ menggunakan hitung perataan metode matrix.
5. Melakukan penggambaran dari hasil perhitungan tranformasi koordinat dari dua metode yaitu Helmert dan Affine.
6. Melakukan perbandingan hasil tranformasi koordinat dari UTM ke $TM3^{\circ}$.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Titik Koordinat

Titik koordinat merupakan kedudukan suatu titik tertentu pada peta dimana titik tersebut mempertemukan garis vertical dan garis horizontal pada suatu peta. Koordinat geografis dan koordinat grid/UTM terdapat dua jenis. Koordinat geografis memiliki garis bujur barat dan bujur timur, dimana posisinya tegak lurus terhadap garis khatulistiwa dan garis lintang utara serta lintang selatan, dimana garis tersebut sejajar dengan garis khatulistiwa. Untuk kode titik koordinat ini, dinyatakan dalam satuan derajat ($^{\circ}$) menit ($'$) dan detik ($''$).

Sedangkan untuk koordinat grid dinyatakan dengan sumbu X, dan Y. Kedudukan titik koordinat ini dinyatakan dengan ukuran jarak suatu titik acuan. Untuk sumbu X diberi nama dari barat ke timur atau kiri ke kanan. Sedangkan untuk sumbu Y dari selatan ke utara atau bawah ke atas.

2.2. Pengukuran RTK (RTK-Radio)

RTK merupakan suatu metode akurat, untuk mendapatkan posisi titik yang diinginkan dalam waktu pengamatan yang singkat, serta berbasis *Diferensial data code* dan *carrier phase*. *Diferensial data code*, dan juga *carrier phase* digunakan untuk pengukuran titik koordinat yang diinginkan. Secara umum, metode ini adalah metode terbaik untuk mendapatkan suatu koordinat titik dengan ketelitian yang tinggi dalam waktu singkat. (abidin. 2007). Survei real-time kinematic mensyaratkan dua penerima dioperasikan secara bersamaan. Pada

metode ini, gelombang radio digunakan untuk mengirimkan koreksi ke rover. Salah satu *receiver* menempati stasiun referensi, dan melakukan pengamatan GPS statik untuk mengirimkan koreksi ke rover. Pengukuran GPS dari kedua penerima diproses secara *Real-time* oleh *computer onboard* unit untuk menghasilkan penentuan titik dengan cepat. Karena posisi titik dengan akurasi tinggi maka dapat segera diperoleh, *Real-time survei kinematik* juga dapat digunakan untuk pengukuran konstruksi. (Sheng, L.L., 2003).

2.3. Sistem Koordinat TM3 dan UTM

Sistem koordinat TM3 biasa disebut juga sistem koordinat BPN (Badan Pertanahan Nasional), karena Badan Pertanahan Nasional (BPN) menggunakan sistem koordinat ini. Biasanya digunakan dalam peta-peta kadastral atau perkebunan. Badan Pertanahan Nasional (BPN) sudah menggunakan sistem koordinat TM3 ini sejak tahun 1997. Sistem koordinat UTM dan TM3 sama-sama menggunakan *Transverse Mercator*, berikut ini perbedaan antara sistem koordinat UTM dan TM3 :

1. TM3 memiliki lebar zona sebesar 3° , dan UTM memiliki lebar zona 6° .
2. *Central meridian* di TM3 tidak sama dengan UTM tetapi prinsipnya sama. zona-zona UTM dibagi dua, *meridian* di setiap zona yang dapat dibagi dua tersebut otomatis menjadi *Central Meridian*.
3. *Latitude of Origin* sama sebesar 0 (nol) derajat.
4. Satu zona UTM dibagi dua menjadi zona TM3, sebagai contoh: zona 49, terdapat dua zona 49.1 dan 49.2.
5. *False easting* zona TM 3. 200.000 m, sedangkan untuk UTM. 500.000.m
6. *False Northing* untuk setiap zona TM3 adalah 1.500.000, sedangkan untuk UTM adalah 10.000.000.m untuk bumi bagian selatan. Sedangkan untuk bumi belahan utara nilai *false Northing* UTM adalah 0 m
7. Factor skala untuk TM3 adalah 0,9999, sedangkan UTM adalah 0,9996.
8. Proyeksi TM3 dan UTM sama-sama menggunakan *Transverse Mercator*, dll. *World Geodetic System 1984* (WGS 84) selanjutnya dikenal juga dengan

Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN 95). Selanjutnya, datum ini mempunyai parameter sebagai berikut:

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| a. Jari-jari equator (a) | = 6.378.137 m |
| b. Penggepengen (f) | = 1/298,257223573 |
| c. Setengah sumbu pendek (b) | = 6.356.752,314 m |
| d. Jari-jari kutub (c) | = 6.399.593.626 m |
| e. Eksentisifitas I kuadrat (e') | = 0,006694380 |
| f. Eksentisifitas II kuadrat (e'') | = 0,006739497 |

Sistem proyeksi UTM untuk daerah khatulistiwa, sedangkan TM3 adalah pengembangan dari sistem proyektor UTM itu sendiri. Pada UTM memiliki 6 derajat bujur, sedangkan pada TM3 menggunakan 3 derajat bujur, sehingga bisa lebih diperjelas lagi dan disesuaikan dengan kebutuhan serta keperluannya.

2.4. Tranformasi Koordinat

Tranformasi koordinat merupakan kegiatan menghitung nilai koordinat dari suatu sistem koordinat ke sistem koordinat lainya. Dalam proses tranformasi koordinat ini diperlukan parameter yang menghubungkan antara kedua sistem referensi tersebut. Nilai-nilai parameter tranformasi tersebut didapatkan dari titik-titik sekutu, dimana titik-titik sekutu ini merupakan titik-titik stasiun referensi yang memiliki nilai pada kedua sistem koordinat yang terlibat dalam proses tranformasi koordinat. Tranformasi yang dimaksudkan adalah perubahan koordinat obyek dari suatu sistem koordinat ke koordinat lainya. Mengingat titik merupakan unsur terkecil pembentukan objek, maka mungkin saja terjadi perubahan bentuk dan ukuran obyek sebagai hasil tranformasi, tergantung dari metode tranformasi yang digunakan. Setiap metode tranformasi memiliki perbedaan hasil tersendiri.

2.5. Sistem Koordinat

Sistem koordinat adalah suatu kesatuan yang dibentuk sedemikian rupa dalam menyatakan letak atau posisi obyek yang tidak tergantung pada obyek lainnya. Sistem koordinat terdiri dari beberapa komponen pembentuk yang bersatu dengan aturan atau tata cara tertentu. Hal pertama yang harus di perhatikan adalah:

- a. Bidang acuan hitungan yang digunakan.
- b. Peletakan (penempatan) garis atau bidang referensi koordinat.
- c. Tata cara menyatakan posisi obyek
 1. Besaran
 2. Satuan

Bidang acuan hitungan dapat berupa bidang datar, bidang lengkung (baik permukaan bola ataupun ellipsoid).

2.6. Jenis-jenis Tranformasi Koordinat

Terdapat bermacam-macam tranformasi koordinat, terkait dengan tranformasi sistem koordinat lokal ke sistem nasional

1. Tranformasi Helmert
2. Tranformasi Affine

2.6.1. Tranformasi Helmert

Tranformasi Helmert Merupakan Tranformasi yang dilakukan tanpa mengubah bentuk atau konfigurasi antar titik. Tranformasi ini dipakai apabila dalam pengadaan titik-titik dasar teknik digunakan spesifikasi teknik yang baru, baik itu peralatan yang digunakan, metode, prosedur, hitungan, toleransi dan titik ikatanya. Syarat cukup pada metode Helmert adalah 2 (dua) titik sekutu, tetapi bila titik sekutu yang akan digunakan lebih dari 2, haruslah melalui hitungan perataan (*adjustment*) dengan rumus:

$$\begin{aligned} a x - b y + C1 - X &= 0 \\ b x - a y + C2 - Y &= 0 \end{aligned} \quad \dots\dots(2.1)$$

Bila persamaan tersebut diterapkan pada titik A dan titik B (titik A dan B adalah titik sekutu) dan dinyatakan dalam bentuk matrix.

Maka tertulis :

$$\begin{bmatrix} Xa & -Ya & 1 & 0 \\ Xb & -Yb & 1 & 0 \\ Ya & Xa & 0 & 1 \\ Yb & Xb & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ C1 \\ C2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Xa \\ Xb \\ Ya \\ Yb \end{bmatrix} = 0 \quad \text{.....(2.2)}$$

Matrix A

Matrix X

Matrix F

$$\mathbf{A \cdot [X] - F = O}$$

Keterangan :

A = matrix disain

F = matrix konstanta

[X] = matrix parameter

O = matrix nol

$$[X] = \begin{bmatrix} a \\ b \\ C1 \\ C2 \end{bmatrix} = [A^T \cdot A]^{-1} \cdot A^T \cdot F \quad \text{.....(2.3)}$$

Keterangan :

A^T = Transpose matrix A

$[A^T \cdot A]^{-1}$ = Invers Matrix $[A^T \cdot A]$

2.6.2. Tranformasi Affine

Tranformasi Affine, merupakan metode tranformasi dengan memasukan ketiga unsur tranformasi: translasi, rotasi, dan factor perbesaran. Maka bentuk titik-titik yang ditranformasikan dengan Affine, sebelum dan sesudahnya mungkin dapat memberikan bentuk yang berbeda. Ini berarti bahwa tranformasi Affine tidak dapat digunakan untuk tranformasi dengan syarat *konform*. Persamaan dasar tranformasi Affine, berderajat satu sebagai berikut:

2.7. Ketelitian Luas menurut BPN

Badan Pertanahan Nasional atau BPN, memiliki teknis pekerjaan pengukuran dan pemetaan pada bidang kadastral. Dalam pelaksanaan berdasarkan Standarisasi Pengukuran dan Pemetaan Kadastral tahun 2003 (Wardani, 2016), Juknis PMNA / KBPN No.3 Tahun 1997 dan berdasarkan Modul tentang Survei Kadastral yang dikeluarkan oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional tahun 2014 dinyatakan persamaan mengenai ketelitian luas yaitu:

$$KL = \leq 0,5 \sqrt{L} \quad \dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

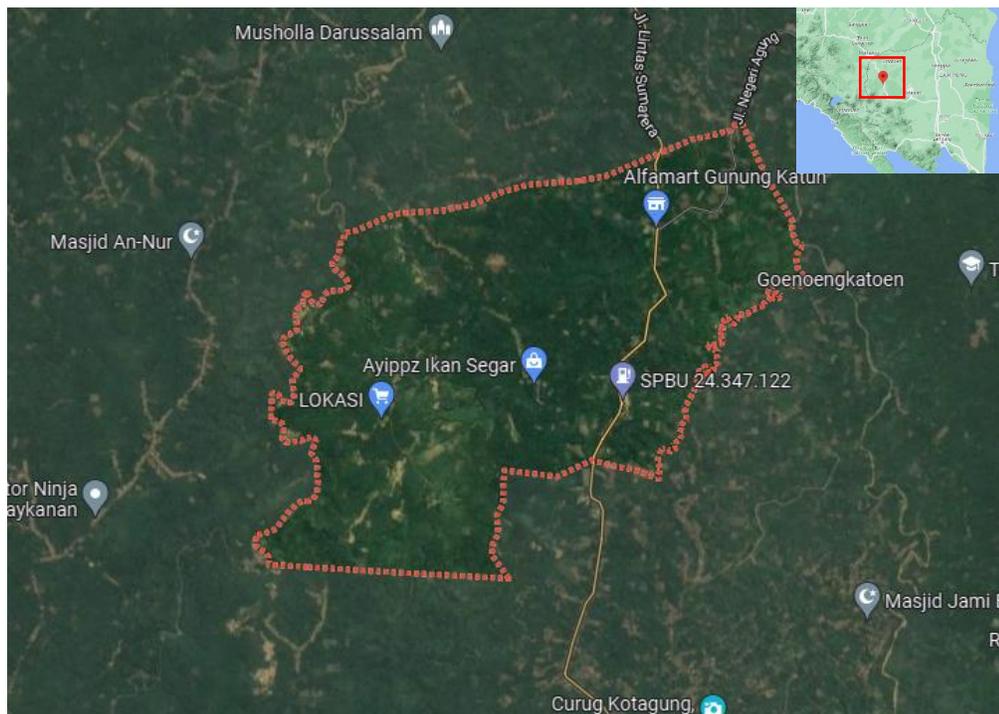
KL : Ketelitian Luas yang di izinkan (m²)

L : Luas bidang tanah yang diukur (m²)

III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

3.1. Lokasi Pengambilan Data

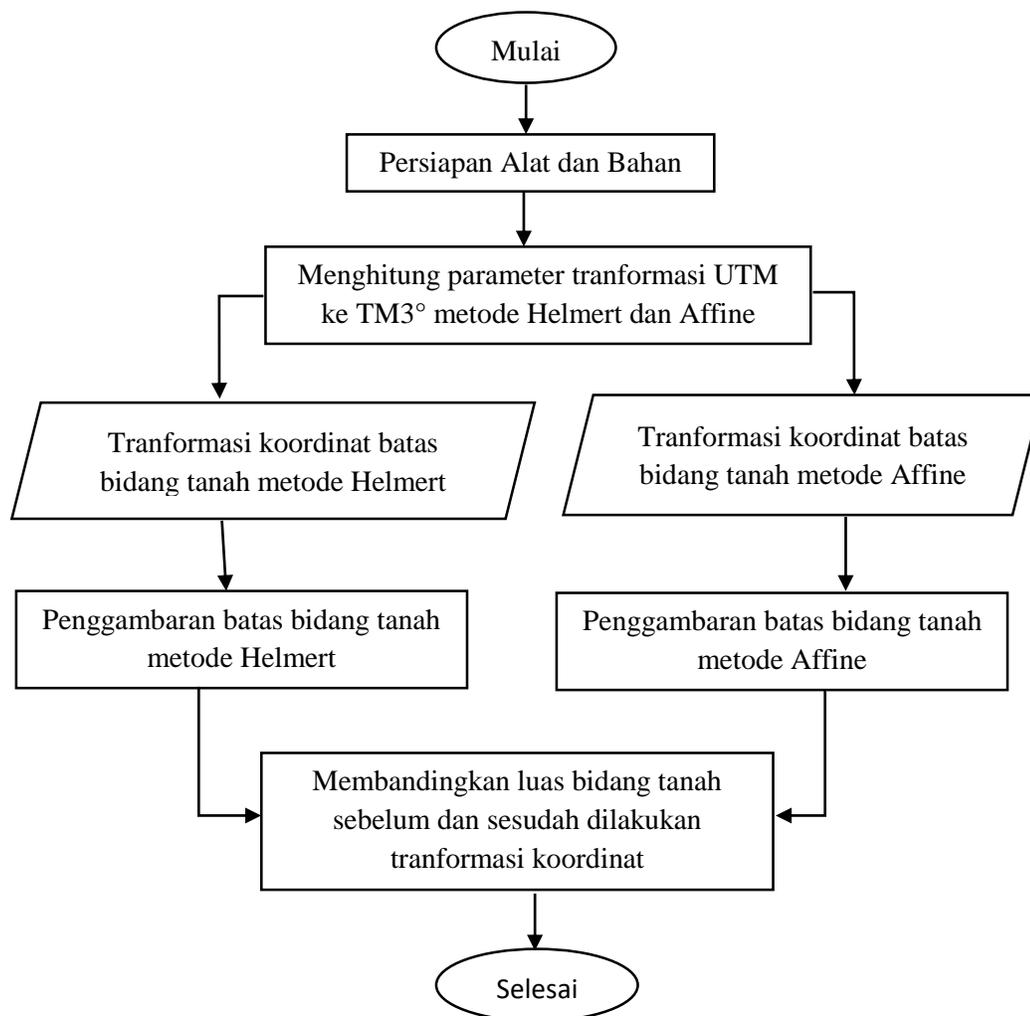
Data yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah data kerja praktik pengukuran PTSL di desa Gunung Katun, Kecamatan Bardatu, Kabupaten Waykanan pada tanggal 12 April 2021 sampai 12 Juni 2021. Lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi data

3.2. Tahapan Kegiatan

Adapun metodologi pada kegiatan tugas akhir ini meliputi persiapan alat dan bahan, menghitung parameter transformasi UTM ke TM3° metode Helmert dan Affine, Transformasi koordinat batas bidang tanah metode Helmert dan metode Affine, penggambaran batas bidang tanah metode Helmert dan metode Affine, membandingkan luas bidang tanah sebelum dan sesudah dilakukan transformasi koordinat, kemudian dibandingkan dengan ketelitian luas menurut juknis (01/juknis-300/2016) $KL = 0.5 \sqrt{L}$. Tahap kegiatan tersebut secara singkat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir

3.3. Persiapan Alat dan Bahan

Adapun sebelum melaksanakan tugas akhir ini, terlebih dahulu mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

3.3.1. Peralatan yang Digunakan

Sebelum melaksanakan tugas akhir alat yang di gunakan sebagai berikut:

1. Perangkat keras (*Hardware*)
 - a. 1 unit Laptop Acer tipe A315-41-R66A
 - b. Mouse

2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. AutoCad Map 3 D 2012
 - b. Microsoft Excel 2013

3.3.2. Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir sebagai berikut:

1. Titik sekutu (Dalam koordinat UTM dan $TM3^\circ$) sebanyak 10 titik.
2. Koordinat batas bidang tanah (Dalam koordinat UTM) sebanyak 529 titik atau 87 bidang tanah.

3.4. Menghitung Parameter Tranformasi Koordinat Metode Helmert dan Affine

Nilai parameter tranformasi koordinat dapat dihitung jika ada beberapa titik sekutu dalam sistem koordinat UTM. Proses hitungan parameter tranformasi koordinat menggunakan hitung kuadrat terkecil metode parameter menggunakan persamaan (2.2), (2.3) dan (2.5).

3.4.1. Menghitung Parameter Tranformasi UTM ke $TM3^\circ$ (Metode Helmert)

Proses perhitungan parameter tranformasi metode Helmert dengan menggunakan Matrix adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan rumus dapat dilihat persamaan (2.2). Urutan pemasukan elemen matrix tidak boleh tertukar.
2. Matrix [X], dengan elemen a, b, C1, dan C2 merupakan matrix yang akan dihitung.
3. Hitung matrix [X] dengan rumus dapat dilihat persamaan (2.3)
4. Besaran a, b, C1, C2 sesuai dengan yang tertera para rumus dapat dilihat persamaan (2.2)
5. Gunakan kembali rumus persamaan (2.2) untuk menghitung koordinat titik objek, dengan urutan seperti pada penyusunan titik sekutu.
6. Hasil akhir (koordinat baru titik obyek), merupakan elemen matrix F. dengan rumus persamaan (2.2) dapat dituliskan sebagai $A [F] = F$.

3.4.2. Menghitung Parameter Transformasi UTM ke TM3° (Metode Affine)

Proses perhitungan parameter Transformasi UTM ke TM3° metode Affine dengan menggunakan matrix sama dengan metode Helmert tetapi persamaan matrix yang digunakan berbeda, adalah sebagai berikut:

1. Bentuk matrix A1 dan F1 berdasarkan koordinat titik sekutu pada sistem koordinat lama dan baru. Matrix A1 dengan komponen koordinat lama, sedang Matrix F1 dengan komponen koordinat baru.
2. Hitung parameter transformasi Affine dengan rumus dapat dilihat persamaan (2.5). Matrix X ini berkomponen a, b, c, d, C1, dan C2.
3. Bentuk Matrix A2, dengan komponen koordinat lama titik-titik obyek.
4. Hitung Matrix F2 yang berkomponen koordinat baru titik obyek sebagai hasil akhir.

3.5. Transformasi Koordinat Batas Bidang Tanah dari UTM ke TM3° (Metode Helmert)

Setelah didapat nilai parameter transformasi koordinat metode Helmert selanjutnya mentransformasi koordinat batas bidang tanah sebanyak 529 titik dengan menggunakan persamaan (2.1).

3.5.1. Penggambaran Batas Bidang Tanah (Metode Helmert)

Data hasil dari tranformasi koordinat metode Helmert disimpan dalam format *excel*. selanjutnya digambar menggunakan software autocad. Data-data titik koordinat yang telah di plotting, selanjutnya dilakukan penggambaran bidang tanahnya.

3.6. Tranformasi Koordinat Batas Bidang Tanah dari UTM ke TM3° (Metode Affine)

Setelah didapat nilai parameter tranformasi koordinat metode Affine selanjutnya mentranformasi koordinat batas bidang tanah sebanyak 529 titik dengan menggunakan persamaan (2.4).

3.6.1. Penggambaran Batas Bidang Tanah (Metode Affine)

Data hasil dari tranformasi koordinat metode Affine disimpan dalam format *excel*. Selanjutnya digambar menggunakan software autocad. Data-data titik koordinat yang telah di plotting, selanjutnya dilakukan penggambaran bidang tanahnya.

3.7. Membandingkan Luas Bidang Tanah UTM ke TM3°

Bidang tanah yang telah di gambar kemudian dilakukan perhitungan luasnya dari hasil tranformasi koordinat metode Helmert dan metode Affine, selanjutnya melakukan perhitungan rata-rata dari selisih luas luas bidang tanah, nilai rata-rata persentase (%).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil tranformasi koordinat dari UTM ke $TM3^\circ$ menggunakan metode Helmert dan metode Affine dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil tranformasi koordinat menggunakan metode Helmert dan Affine terjadi selisih luas bidang tanah. Nilai selisih luas bidang tanah metode Helmert $4,807 \text{ m}^2$, sedangkan metode Affine $4,810 \text{ m}^2$. Kedua metode tranformasi koordinat yang digunakan masuk dalam tolelansi luas (01/Juknis-300/2016).
2. Hasil dari nilai rata-rata persentase tranformasi koordinat metode Helmert dan Affine memiliki perbedaan, tetapi tidak memiliki perbedaan nilai yang signifikan. Nilai rata-rata persentase metode Helmert sebesar $0,08685\%$. Sedangkan metode Affine sebesar $0,08682\%$.

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan dari tugas akhir ini adalah perlu adanya iterasi pada saat melakukan tranformasi koordinat untuk menimalisir kesalahan pada saat melakukan tranformasi koordinat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Amalia Handayani, Y. 2019. *Pendaftaran Tanah melalui Program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL)*. Notarius.
- Ir. Sutomo Kahar, M.Si, Anyelir Dita Permatahati. *Transformasi Koordinat Pada Peta Lingkungan Laut Nasional Dari Datum 1D74 Ke WGS84 Untuk Keperluan Penentuan Batas Wilayah Laut Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat*. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kementrian Agraria dan Tata Ruang Badan Pertanahan Nasional. (2016). *Juknis Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap*. No: 01/Juknis-300/2016.
- Sheng L. L. 2003. *Application Of GPS RTK And TotalStation System On Dynamic Monitoring Land Use*. Departement of Land Economics Natioanal Changchi University. Taiwan Republic of China.
- Soeomo s Agoes, Sudarman. *Sistem Transformasi dan Koordinat*. Bahan STK. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Taufiq Rifai. 2016. *Studi Transformasi Koordinat dari DGN 1995 ke RSGI 2013 Menggunakan Metode Transformasi Bursa Wolf*. Jurusan Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November. Surayabaya.
- Tobing Lumban Susilo Aditya Pramudya. 2021. *Transformasi Koordinat Lokal Menjadi TM3 Secara Digital Dengan Metode Affine*. Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional. <http://repository.stpn.ac.id/3290/>