BADAN INFORMASI GEOSPASIAL

# MODUL

## SERI 2: PEMANFAATAN APLIKASI PENGOLAH DATA BERBASIS OPEN SOURCE

*Georeferencing* Data Vektor dan Raster

Pusat Standardisasi dan Kelembagaan Informasi Geospasial
2023

# Modul Bimtek Penguatan Simpul Jaringan Informasi Geospasial

## Seri 2: Pemanfaatan Aplikasi Pengolah Data Berbasis Open Source *Georeferencing* Data Vektor dan Raster


Pengarah

Dr. Ibnu Sofian (Deputi Bidang Infrastruktur Informasi Geospasial)

Dr. rer-nat. Sumaryono (Kepala PusatStandardisasi dan Kelembagaan Informasi Geospasial)

Editor

Aris Haryanto, S.Kom., M.T. (Koordinator Kelembagaan dan Pembinaan Simpul Jaringan)

Nicolaus Fristo Atmaja, S.Si., M.URP.

Siska Rusdi Nengsih, S.T., M.T.

Penyusun

Sarah Leila Hanief, S.T.

Desain & Layout

Rosalin Aprilyani

Anifa Widiyantari, S.T., M.Sc.



Copy Right: Badan Informasi Geospasial



Edisi I – Juni 2023

Diterbitkan oleh: Badan Informasi Geospasial

Jln. Raya Jakarta Bogor Km.46 Cibinong, Bogor

33 halaman; 21 cm X 29,7 cm

ISBN : xxx-xxx-xxxx-xx-x

# *GEOREFERENCING* DATA VEKTOR DAN RASTER

BADAN INFORMASI GEOSPASIAL

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya kami telah berhasil menyusun Modul Bimbingan Teknis Penguatan Simpul Jaringan Seri 2: Pemanfaatan Aplikasi Pengolah Data Berbasis Open Source - *Georeferencing* Data Vektor dan Raster. Modul ini disusun dalam rangkaian 3 seri pembelajaran yang ditulis sebagai bahan dalam pelaksanaan bimbingan teknis penguatan Simpul Jaringan.

Penyusunan modul ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, karena beberapa bagian pada modul ini merujuk pada Modul Pelatihan Balai Diklat Badan Informasi Geospasial maupun dari beberapa sumber ajar yang telah tersedia.

Modul ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan sumber daya manusia (SDM) di bidang pemetaan dan sistem informasi geografi bagi pihak-pihak terkait dalam rangka pendampingan dan penguatan simpul jaringan baik di tingkat daerah maupun pusat. Peningkatan kapasitas ini sangat penting artinya dalam mendukung pengumpulan, pengelolaan data dan informasi geospasial, sehingga sasaran-sasaran kegiatan pendampingan dan penguatan simpul jaringan di daerah lebih optimal.

Kami berharap, sumbangsih kecil kami ini bisa bermanfaat bagi peningkatan sumber daya manusia untuk sekarang dan masa depan.

Cibinong, Juni 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI


DAFTAR ISI ..... 4
DAFTAR TABEL ..... 5
DAFTAR GAMBAR ..... 5
I. PENDAHULUAN ..... 6
1.1. Latar Belakang ..... 6
1.2. Deskripsi Modul ..... 6
1.3. Tujuan Pembelajaran ..... 6
1) Kompetensi Dasar ..... 6
2) Indikator Keberhasilan ..... 6
II. TRANSFORMASI KOORDINAT DAN KOREKSI GEOMETRIK ..... 7
2.1. Definisi Transformasi Koordinat ..... 7
2.2. Definisi Koreksi Geometrik ..... 8
2.3. Peran Koreksi Geometrik ..... 9
2.4. Peran Sistem Koordinat ..... 10
2.5. Istilah terkait Georefencing ..... 12
III. GEOREFERENCING/KOREKSI GEOMETRIK ..... 13
3.1. Metode Koreksi Geometrik ..... 13
3.1.1 Pemilihan Jenis Transformasi ..... 13
3.1.2 Titik Kontrol Tanah ..... 14
3.1.3 Resampling ..... 15
3.2. Ketelitian dalam Koreksi Geometrik ..... 16
3.3. Rektifikasi Citra ke Citra atau Citra ke Peta ..... 17
3.4. Georeferencing Peta Analog ..... 24
IV. RANGKUMAN ..... 31
V. DAFTAR PUSTAKA ..... 32

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ketelitian peta RBI sesuai skala dan kelas ..... 16

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Koordinat kartesian 2D dan transformasi tanpa translasi ..... 7
Gambar 2. Sistem Penginderaan Jauh Satelit ..... 8
Gambar 3. Contoh citra komposit true color 432 Landsat ..... 9
Gambar 4. Jenis distorsi yang terjadi pada citra hasil perekaman ..... 9
Gambar 5. Sistem referensi koordinat bumi geosentrik ..... 11
Gambar 6. Pembagian zona UTM seluruh dunia ..... 11
Gambar 7. Jenis transformasi dua dimensi ..... 13
Gambar 8. Transformasi koordinat 2D dengan rotasi, skew, translasi dan perubahan skala ..... 14
Gambar 9. Contoh penentuan/pemilihan sebaran GCP untuk georefencing ..... 15
Gambar 10. Proses resampling pada fungsi georefencing ..... 15
Gambar 11. Ilustrasi penyelesaian transformasi Affine ..... 17

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Salah satu materi penting dalam pembelajaran Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah tentang *georeferencing*. *Georeferencing* merupakan suatu konsep tentang bagaimana membuat data raster atau data vektor yang menggambarkan ruang menjadi data geospasial. Data geospasial merupakan data yang memiliki proyeksi koordinat terhadap permukaan bumi, sehingga dimana melalui koordinat tersebut data geospasial dapat dikenali oleh dipetukarkan dengan data geospasial lain melalui perangkat lunak sistem informasi geografis. Hal tersebut menjadikan proses *georeferencing* merupakan tahap awal dalam SIG untuk mengubah data yang tidak memiliki koordinat menjadi data geospasial.

Hasil *georeferencing* adalah data geospasial layer/citra raster baru yang sudah siap untuk digitasi unsur tematiknya atau ditumpangtindihkan dengan data geospasial lainnya dengan tujuan tertentu. Beberapa data geospasial yang daerahnya sama dapat ditumpangtindihkan satu sama lainnya bila mempunyai referensi geospasial yang sama. Kalau tidak sama referensi geospasialnya, maka perlu dilakukan transformasi koordinat peta/layer ke dalam satu sistem yang sama. Proses *georeferencing* pada dasarnya adalah proses transformasi koordinat, dimana koordinat layar/file dibawa ke koordinat bumi baik koordinat geogeografis ataupun bidang proyeksi. Transformasi koordinat pada georeferencing memerlukan titik sekutu antara di citra dengan koordinat bumi. Sedangkan transformasi koordinat peta/layer akan mengkonversi seluruh area citra/layer peta asal beserta koordinat asal menjadi citra/layer peta baru dengan koordinat baru.

## 1.2. Deskripsi Modul

Materi bahasan yang ada di dalam modul ini adalah sebagai berikut:

1) Pengertian Transformasi Koordinat dan Koreksi Geometrik
2) *Georefencing*/Koreksi Geometrik

## 1.3. Tujuan Pembelajaran

1) Kompetensi Dasar
   Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta pelatihan mampu melaksanakan proses *georeferencing*/koreksi geometrik pada citra RBI scan menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografis QGIS.

2) Indikator Keberhasilan
   Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta pelatihan mampu:
   a) Menjelaskan pengertian *georeferencing* dan transformasi koordinat;
   b) Melakukan proses *georeferencing* citra/peta RBI scan menggunakan titik sekutu pojok peta pada perangkat lunak sistem informasi geografis QGIS.

## II. TRANSFORMASI KOORDINAT DAN KOREKSI GEOMETRIK

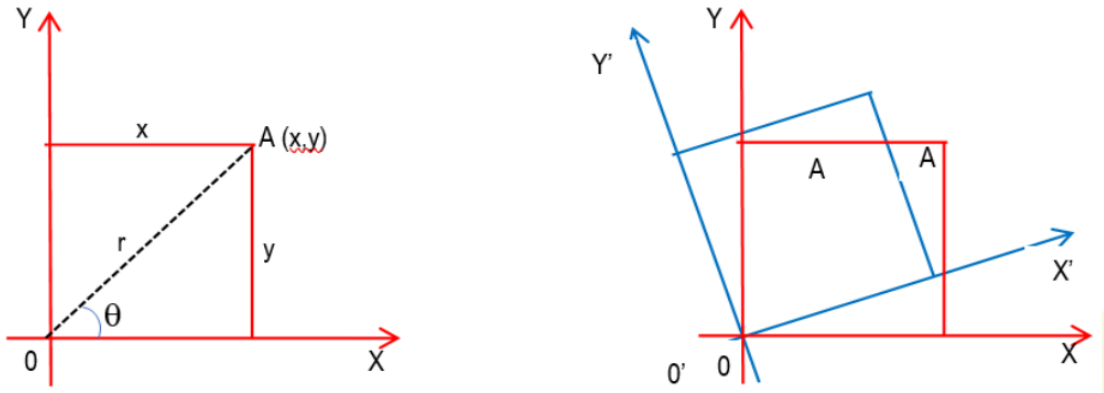
**Indikator Keberhasilan**

Setelah menyelesaikan bab ini, peserta latih mampu menjelaskan:

- Menjelaskan transformasi koordinat
- Menjelaskan koreksi geometrik
- Menjelaskan sistem koordinat
- Menjelaskan *georeferencing*

### 2.1. Definisi Transformasi Koordinat

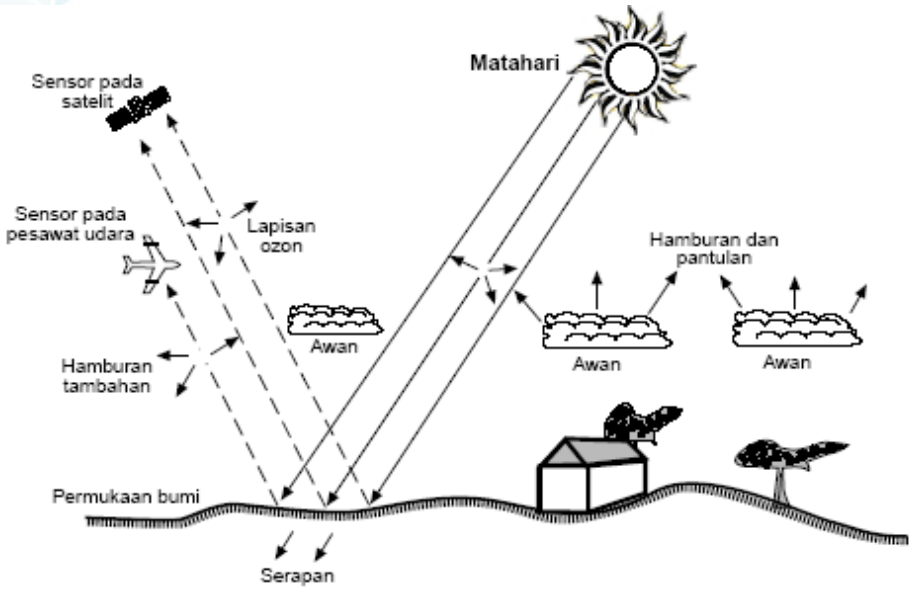
Sistem koordinat merupakan suatu sistem referensi yang terdiri dari sekumpulan titik, garis atau bidang permukaan serta sejumlah aturan untuk menentukan kedudukan titik baik dalam dua atau tiga dimensi. Transfromasi koordinat adalah konversi koordinat peta atau citra dari satu sistem ke sistem lainnya melalui hitungan matematis. Setiap peta atau citra satelit yang akan di koreksi geometrik sudahnya pasti memerlukan sistem koordinat. Sistem yang harus jelas pendefinisiannya adalah sistem koordinat asal (atau sebelumnya) dan sistem koordinat baru. Dalam koreksi geometrik juga terjadi transformasi dari sistem koordinat lama (asal) ke sistem koordinat baru. Proses koreksi geometrik sebenarnya adalah proses transformasi koordinat dengan menerapkan persamaan matematis. Manfaat transformasi koordinat adalah 1. menyatukan atau menyeragamkan dua atau lebih sistem koordinat yang berbeda, 2. Memberikan koreksi terhadap gambar/citra digital untuk dapat dimanfaatkan sebagai peta.




Gambar 1. Koordinat kartesian 2D dan transformasi tanpa translasi

Gambar di atas menunjukkan sistem koordinat kartesian dua dimensi (2D) dan proses transformasi-nya (di gambar kanan). Dua sistem koordinat di atas adalah berbeda arah, tetapi titik koordinat asalnya sama sehingga tidak ada proses pergeseran dan tidak ada perbedaan skala. Gambar 1 kanan menggambarkan transformasi koordinat sederhana.

## 2.2. Definisi Koreksi Geometrik




Gambar 2. Sistem Penginderaan Jauh Satelit

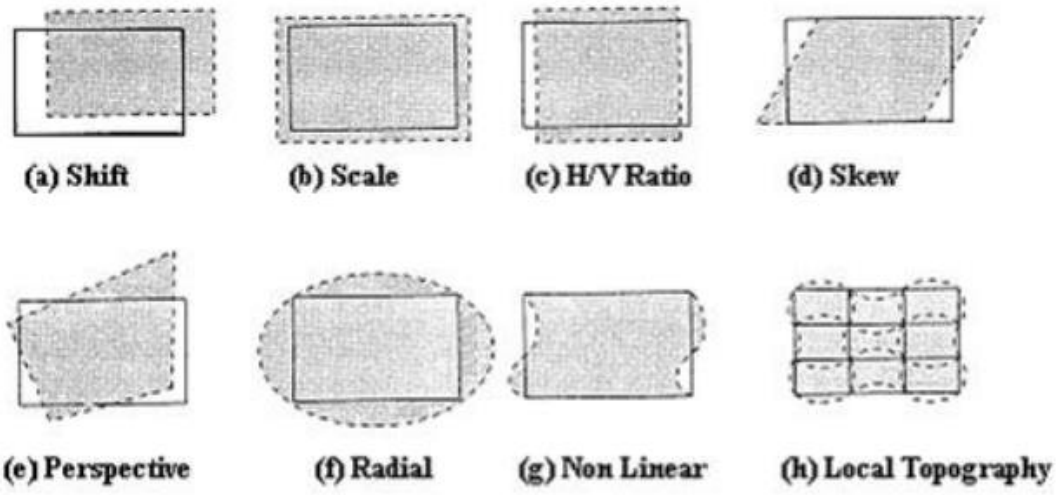
Berbicara mengenai koreksi geometrik biasanya terkait dengan penginderaan jauh. Penginderaan jauh (inderaja) merupakan pengukuran atau perolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena, dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak terjadi kontak langsung dengan objek atau fenomena yang dikaji. Objek yang dikaji tentu saja adalah permukaan bumi melalui gambar/citra di layar komputer atau cetakan di kertas.

Alat perekam adalah kamera atau sensor dari angkasa atau luar angkasa. Hasil rekaman adalah citra berupa gambar digital softcopy maupun citra dalam cetakan atau hardcopy. Kualitas citra hasil perekaman inderaja perlu direkontruksi ke gambar semestinya atau dikoreksi supaya bangun geometrisnya sesuai dengan ukuran nyata di permukaan bumi (Gambar 2). Ada banyak istilah untuk memperbaiki kesalahan bangun geometri, salah satunya adalah koreksi geometrik.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), koreksi adalah pembetulan kesalahan. Sedangkan geometrik adalah cabang matematika yang menerangkan sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Koreksi geometri secara sederhana dapat diartikan pembetulan kesalahan terhadap bangun geometri yang meliputi garis, sudut, bidang dan ruang. Dalam pemetaan atau dalam informasi geospasial yang lebih luas, dibahas semua aspek geometri sebagaimana disebut di atas. Misalnya dalam penginderaan jauh, koreksi geometrik adalah koreksi terhadap kesalahan data penginderaan jauh seperti disebabkan ketidakstabilan wahana karena ketinggian tidak konstan atau karena penyimpangan bidang fokus utama dari sensor (ESRI GIS Dictionary). Citra kemudian direferensikan terhadap titik kontrol tanah yang akurat dari peta dasar dan selanjutnya diinterpolasikan ke dalam piksel baru melalui proses resampling, sehingga lokasi pasti dan nilai piksel yang sesuai dapat dihitung. Pada koreksi geometrik terjadi transformasi koordinat dari koordinat citra ke koordinat bumi.

Gambar 3. Contoh citra komposit true color 432 Landsat 5 Juli 2008

Citra satelit sebagaimana Gambar 3 ini perlu dilakukan koreksi geometris, sehingga dapat digunakan sebagai peta atau untuk kajian kebumian lainnya. Koreksi geometrik untuk citra Landsat ini dapat menggunakan titik kontrol dari peta RBI. Koreksi geometrik dalam modul ini dibatasi pada pembahasan *georeferencing* pada peta RBI hasil scan.




Gambar 4. Jenis distorsi yang terjadi pada citra hasil perekaman

### 2.3. Peran Koreksi Geometrik

Hasil rekaman pada sistem penginderaan jauh mengalami penyimpangan yaitu distorsi (Gambar 4). Distorsi geometrik adalah kesalahan pada citra, yaitu ketidaksesuaian antara koordinat citra hasil rekaman dengan koordinat citra semestinya. Distorsi geometrik dibedakan atas distorsi internal dan eksternal. Distorsi internal berasal dari geometri sensor seperti distorsi lensa, ketidaksesuaian detektor, variasi sampel. Sedangkan distorsi eksternal disebabkan oleh perilaku wahana, kelengkungan bumi, relief topografik.

Pembetulan terhadap hasil rekaman citra harus dilakukan, untuk mengatasi penyimpangan citra rekaman sensor baik itu citra satelit maupun citra/peta hasil scan. Citra yang betul pada dasarnya sangat membantu dalam menganalisis atau mengkaji permukaan bumi. Koreksi geometrik perlu dilakukan untuk memperbaiki distorsi geometrik dari citra yang dihasilkan dengan menerapkan penyesuaian antara sistem koordinat citra dan sistem koordinat menggunakan data kalibrasi sensor, ukuran posisi dan perilaku, titik kontrol tanah, kondisi asmosfir dan lainnya (Remote Sensing Notes, JARS, 1999).

Beberapa alasan mengapa rekaman citra perlu dikoreksi, antara lain:

1. Karena distorsi geometrik, citra harus diperbaiki sebelum digunakan untuk analisis kebumian secara ilmiah;
2. Karena keperluan kombinasi beberapa citra, maka harus dalam citra dataset tunggal. Karena kalau berbeda sistem koordinat, maka tidak akan dapat digabungkan;
3. Untuk membandingkan dua citra atau lebih guna mendeteksi perubahan;
4. Untuk membuat peta citra komposit;
5. Untuk melakukan pengukuran (dimensi);
6. Untuk membuat citra mosaik.

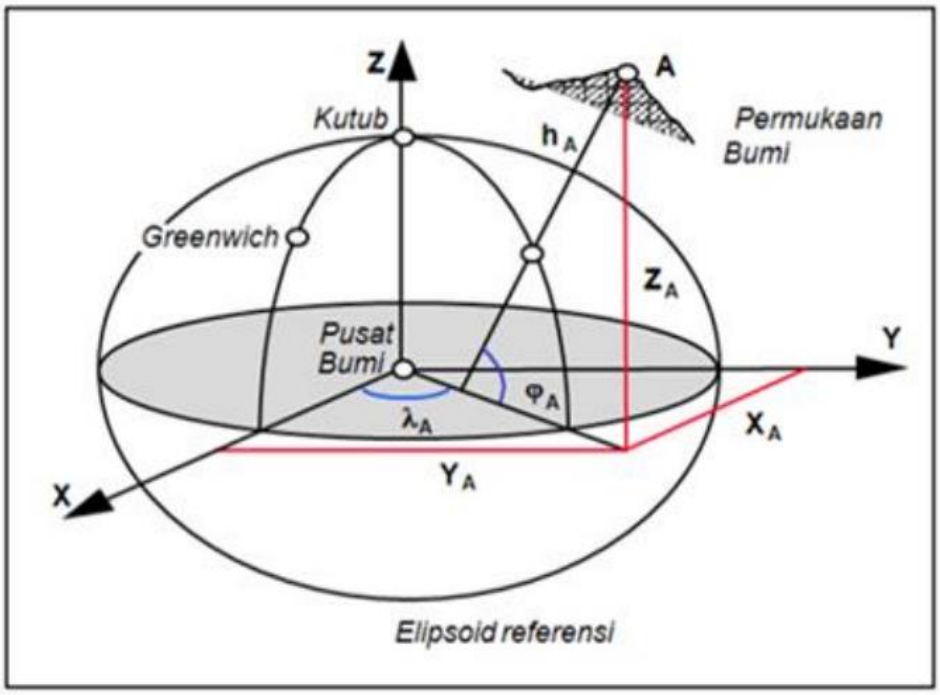
### 2.4. Peran Sistem Koordinat

Sistem koordinat memegang peranan penting dalam koreksi geometrik atau *georeferencing*, karena tanpa sistem koordinat kita tidak akan mendapat ukuran di muka bumi secara pasti dan tepat. Dengan sistem koordinat yang tepat,maka ukuran (dimensi) pasti dapat dihitung antara lain posisi koordinat, jarak, panjang, arah, keliling maupun luas wilayah. Dengan sistem koordinat citra juga akan bermanfaat karena akan digunakan untuk kajian tertentu di permukaan bumi yang mengacu pada lokasi yang pasti. Dengan sistem koordinat juga kita dapat menuju atau mencari suatu lokasi dengan bantuan alat navigasi atau peta.

Dalam peta dasar (yaitu peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)) umumnya ada dua sistem koordinat yang tertera di dalamnya.

1. Sistem koordinat geografis yaitu dalam koordinat yang merepresentasikan permukaan lengkung bumi (spheroid bumi). Ada banyak spheroid yang dikenal, namun yang dijadikan acuan dalam RBI adalah sistem referensi geosentrik yaitu World Geodetic System 1984 atau dikenal sebagai Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN 1995). Selanjutnya DGN 1995 ini disempurnakan dengan manganggap bahwa datum dalam sistem referensi yang ditetapkan bersifat dinamis yaitu Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI-2013). Dalam peta RBI, satuan atau ukuran dinyatakan dalam derajat desimal atau derajat menit detik. Indonesia membentang dari barat ke timur yaitu 95° bujur timur sampai dengan 141° bujur timur. Dari utara ke selatan yaitu terletak antara 60° lintang utara sampai 110° lintang selatan.
2. Sistem koordinat terproyeksikan, yaitu permukaan bumi direpresentasikan kepada dinding silinder kemudian silinder didatarkan menjadi lembaran peta datar. Spheroid yang diterapkan projeksi ini adalah DGN 1995. Kedudukan silinder adalah melintang, sehingga disebut juga Transversal Mercator (TM). Sementara pembagian grid koordinat dinyatakan dalam Universal Transversal Mercator (UTM). Untuk mempermudah maka dibagilah ke

dalam zone, dimana setiap zone lebarnya 6 derajat. Seluruh dunia ada 60 zone UTM. Indonesia terletak pada zone UTM 46 sampai dengan 54. Satuan dari sistem UTM adalah dalam meter baik ke arah X (Easting) maupun ke arah Y (Northing). Dalam peta RBI cetak arah Easting disebut juga mT (yaitu meter Timur), sementara arah Northing disebut sebagai mU (meter Utara).

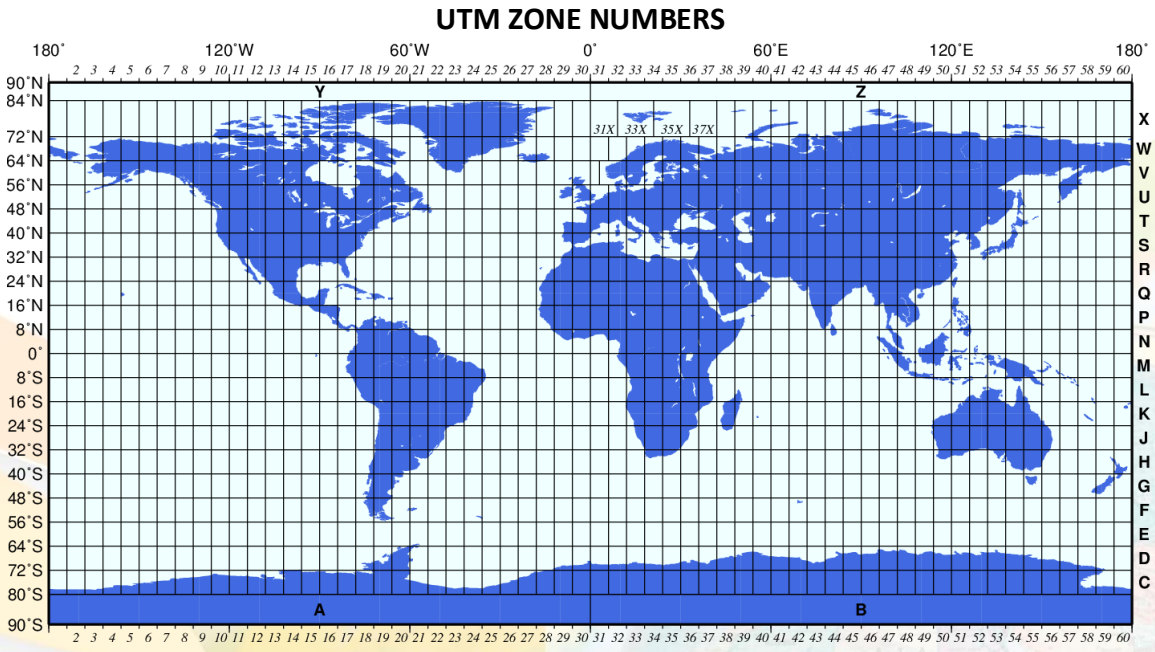



Gambar 5. Sistem referensi koordinat bumi geosentrik

Keterangan:

λA,ϕA,hA masing-masing adalah bujur, lintang dan ketinggian titik A

XA, YA, ZA adalah koordinat kartesian tiga dimensi dari titik A




*Gambar 6. Pembagian zona UTM seluruh dunia*

## 2.5. Istilah terkait Georefencing

Ada banyak istilah yang serupa dalam informasi geospasial. Masing-masing istilah bisa jadi tidak sama dan bisa juga pengertiannya berbeda satu sama lain. Istilah-istilah yang serupa dengan koreksi geometrik ada yang berasal dari pustaka penginderaan jauh, sistem informasi geografis atau bahkan dari perusahaan pengembang perangkat lunak informasi geospasial. Berikut beberapa istilah tersebut:

1) Koreksi geometrik: adalah proses transformasi sebuah citra yang tidak terkoreksi, citra mentah dalam sistem koordinat sembarang ke sistem koordinat terprojeksikan atau geografis dimana piksel-piksel dari citra dibetulkan posisinya dan diselaraskan koordinat bumi nyata.
2) Rektifikasi adalah proses transformasi data dari satu sistem grid ke sistem grid lainnya menggunakan persamaan polinomial orde ke-n. Karena piksel dari sistem grid baru tidak sebangun dengan piksel citra aslinya, maka perlu dilakukan proses resampling. Resampling adalah proses ekstrapolasi nilai data piksel dari citra baru terhadap citra asal sebelumnya.
3) Georeferencing mengacu kepada proses penetapan koordinat peta pada data citra. Pada penginderaan jauh boleh jadi sebuah citra sudah diproyeksikan ke bidang yang diinginkan melalui proses resampling, tetapi mungkin belum mengacu ke sistem koordinat bumi yang tepat yang diinginkan.
4) Ortorektifikasi merupakan proses menjadikan sebuah citra seperti geometrik aslinya dan dihitung dengan sangat akurat dengan sistem koordinat yang diketahui, sehingga distorsi karena variasi topografik terkoreksi. Citra hasil ortorektifikasi mempunyai skala yang seragam diseluruh bidang gambar. Ortorektifikasi memerlukan input titik kontrol dan data ketinggian dari model permukaan digital (Digital Elevation Model - DEM) untuk membuat citra menjadi benar-benar tegak.
5) Istilah penting seperti titik kontrol tanah (*Ground Control Point - GCP*), kesalahan georeferencing *Root Mean Square Error* (*RMS Error*), resampling dan lainnya akan dibahas pada bab selanjutnya.

## III. GEOREFERENCING/KOREKSI GEOMETRIK

**Indikator Keberhasilan**

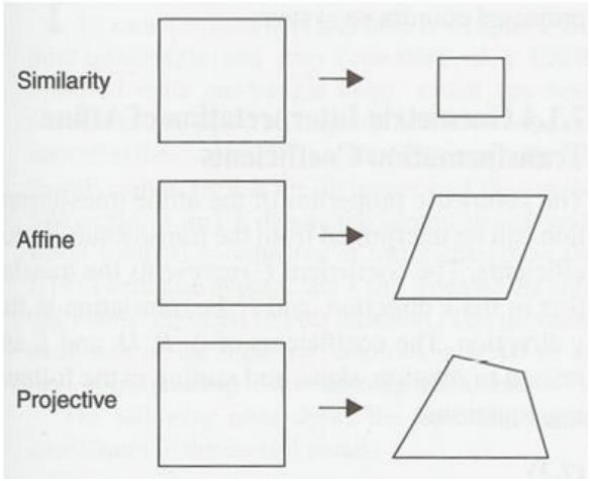
Setelah menyelesaikan bab ini, peserta latih mampu menjelaskan:

- Menjelaskan metode koreksi geometrik
- Menjelaskan ketelitian dalam koreksi geometrik
- Menjelaskan ketelitian dalam koreksi geometrik
- Melaksanakan rektifikasi citra ke citra atau citra ke peta
- Melaksanakan Georeferencing Peta Analog

### 3.1. Metode Koreksi Geometrik

#### 3.1.1 Pemilihan Jenis Transformasi

Sistem koordinat dua dimensi berbicara mengenai bidang datar dimana hitungan dilakukan pada bidang datar saja. Transformasi bisa juga dibedakan atas sifatnya yaitu *equal area, similarity, affine dan projective* (Gambar 7). Transformasi equal area akan mempertahankan luasan, tidak memperhatikan arah dan bentuk. Transformasi *similarity* akan mempertahankan skala dan arah, tidak mempertimbangkan panjang garis dan posisi. Transformasi affine mempertahankan kesejajaran garis, tidak mempermasalahkan perubahan sudut dan panjang garis. Sedangkan transformasi projective tidak mempermasalahakan perubahan sudut, panjang garis dan kesejajaran garis.




Gambar 7. Jenis transformasi dua dimensi

Transformasi *similarity* mempertimbangkan aspek pergeseran, perubahan skala dan rotasi tapi mengabaikan unsur skew (atau kecondongan). Transformasi similarity memerlukan paling sedikit dua titik sekutu. Similarity mempertahankan aspek rasio dari geometrisnya. Sedangkan transformasi projective lebih komplek dibanding similarity dan affine. Projective memerlukan paling sedikit empat titik sekutu. Biasanya dipergunakan untuk transformasi koordinat dalam fotogrametri.

Dalam koreksi geometrik atau *georeferencing*, transformasi affine (polinomial orde 1) paling banyak digunakan dalam perangkat lunak SIG. Koreksi geometrik 2D sebagaimana gambar 8 di bawah ini terlihat lebih komplek dibandingkan transformasi sederhana gambar 1 di atas. Transformasi affine mempertimbangkan aspek pergeseran, rotasi, kecondongan dan juga perbedaan skala.

Formula transformasi ini adalah persamaan matematika (1) sebagai berikut:

$X' = AX + BY + C$ …… (1)

$Y' = DX + EY + F$

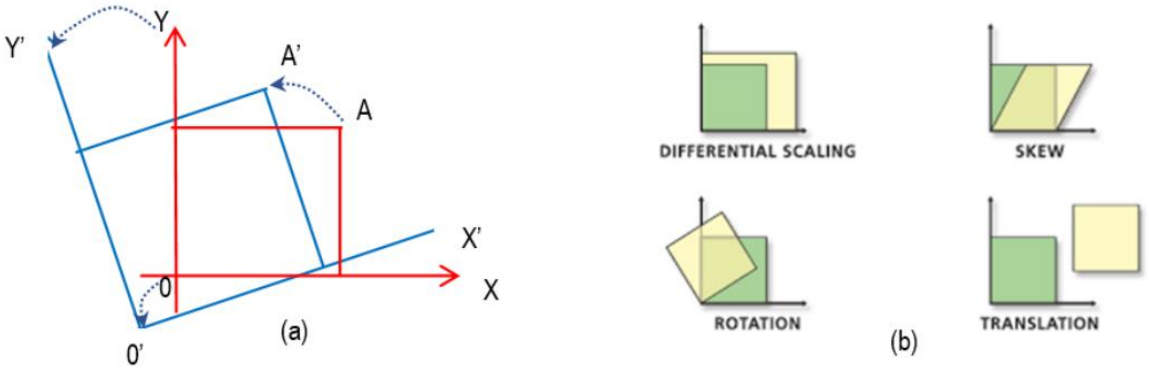
Dimana,

X', Y' masing-masing nilai *easting, northing* sistem koordinat baru

X, Y masing-masing nilai *easting, northing* sistem koordinat lama

A, B, D, E masing faktor rotasi, kecondongan dan perubahan skala

C, F masing-masing pergeseran/translasi




*Gambar 8. Transformasi koordinat 2D dengan rotasi, skew, translasi dan perubahan skala*

Pada *georeferencing* di perangkat lunak SIG penerapan transformasi affine adalah pada peta scan yaitu asal adalah koordinat layar, sedangkan pada titik sekutu di bumi adalah titik kontrol tanah (*Ground Control Point* (GCP)). GCP boleh dipilih salah satu apakah dalam sistem koordinat terprojeksikan UTM atau dalam geografis. Ini tergantung dari ketersediaan sistem koordinat GCP nya. Untuk dapat diselesaikan proses georeferencing sampai muncul RMS-Error, maka perlu titik sekutu minimal 4 buah.

Proses koreksi geometrik untuk data peta scan, citra satelit, foto udara dalam SIG memanfaatkan persamaan matematis yang berbeda. Hal ini karena masing-masing jenis data di atas mempunyai karakteristik yang berbeda. Peta hasil scan paling sesuai menggunakan transformasi Affine (polynomial orde-1), karena pada prinsipnya peta itu sudah orto atau tegak. Jadi hanya memerlukan proses translasi, rotasi dan perubahan skala. Sedangkan kalau citra satelit dan foto udara memerlukan transformasi polynomial orde-2 atau orde lebih tinggi atau transformasi projective. Untuk membuat citra tegak (ortorektifikasi) terhadap citra satelit resolusi tinggi – CSRT juga menerapkan formula yang berbeda yaitu memerlukan ketinggian (z) karena berada dalam sistem ruang tiga dimensi.

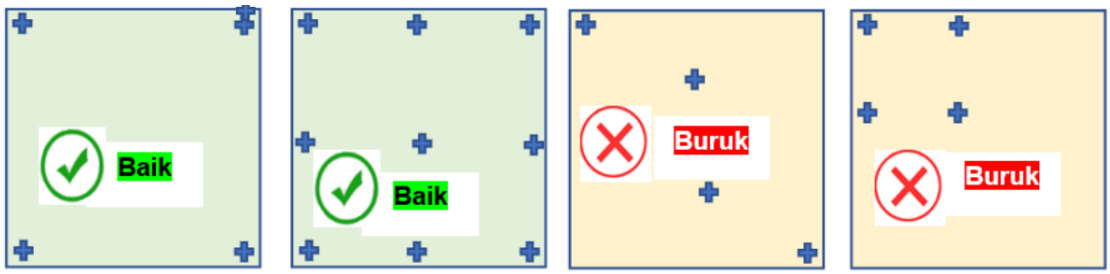
### 3.1.2 Titik Kontrol Tanah

Titik kontrol tanah atau *Ground Control Point (GCP)* merupakan titik yang mempunyai koordinat pasti terikat bumi. Titik GCP untuk keperluan georeferencing boleh dalam sistem koordinat terprojeksikan dalam meter mT, mU atau (*Easting, Northing*). GCP dapat juga dalam koordinat geografis (lintang, bujur) baik derajat decimal maupun dalam derajat menit detik (ddd°mm'ss.ss"). Banyak dan sebaran GCP tergantung dari persamaan matematis dan metode penyelesainnya serta bentuk wilayah pemetaan. Persamaan matematis dan penyelesaiannya secara perataan kuadrat terkecil sudah dibahas di sub bab sebelumnya. Beberapa contoh

(Gambar 9) dan persyaratan penempatan/ pemilihan letak GCP antara lain:

1) Pada sisi perimeter area citra
2) Pada tengah area/scene
3) Pada wilayah perbatasan/overlap scene citra
4) Tersebar secara merata dalam area citra
5) Menyesuaikan kondisi terrain

Berikut contoh sebaran GCP yang sesuai dan yang kurang baik khususnya untuk proses georeferencing peta RBI scan.

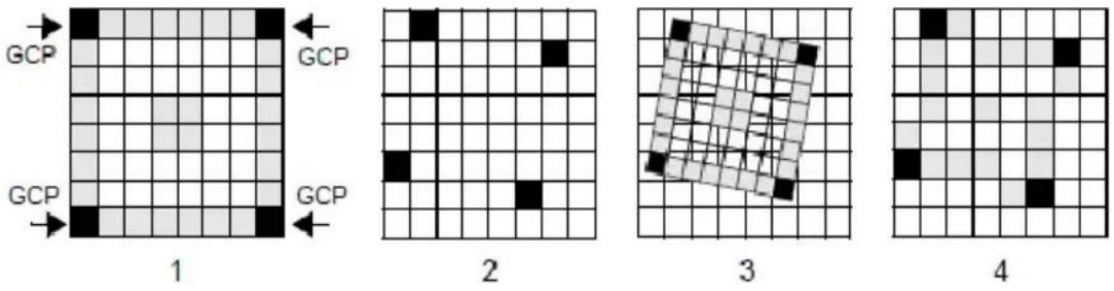



Keterangan: ✚ adalah symbol letak sebaran GCP

Gambar 9. Contoh penentuan/pemilihan sebaran GCP untuk georefencing

### 3.1.3 Resampling

Georeferencing dalam citra raster memerlukan jenis persamaan transformasi, titik kontrol dan metode resampling. Resampling merupakan tahapan yang harus dilalui setelahan tahapan pemilihan jenis persamaan transformasi dan penetapan titik kontrol tanah. Pada georeferencing terjadi pembentukan (yaitu penghitungan kembali) dan juga proses interpolasi grid sel (piksel) guna menjadi citra baru terhadap citra asal. Perubahan koordinat dari sistem asal ke sistem baru harus diikuti juga dengan perubahan piksel sebagai sebuah model raster. Resampling menurut GIS Terminology, 2000 adalah pengubahan citra raster sesuai dengan skala dan projeksi tertentu. Jadi dalam resampling terjadi pengubahan dan penetapan ukuran piksel, orientasi, nilai piksel dan sistem koordinat dari sistem grid citra raster (Gambar 10).




Keterangan:
1. Citra input beserta GCP
2. Ouput grid beserta sel diberi GCP
3. Visualisasi citra input dan output beserta GCP
4. Output resampling dengan piksel baru dan sebaran GCP

Gambar 10. Proses resampling pada fungsi georefencing

Metode resampling yang dapat dipilih dalam QGIS antara lain:

1) Nearest neighbor
2) Linear
3) Cubic
4) Cubic Spline
5) Lanczos

### 3.2. Ketelitian dalam Koreksi Geometrik

Dalam pemetaan metode penginderaan jauh ada ketentuan bahwa georeferencing citra satelit mengharuskan penggunaan GCP guna menghasilkan ketelitian sebaik mungkin. Kesalahan karena tidak telitinya hasil georeferencing ditunjukkan dengan Root Mean Square Error (RMS Error) yaitu penyimpangan terhadap lokasi semestinya. RMS Error adalah akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat semestinya. Kesalahan diperbolehkan dengan nilai RMS Error maksimal ½ (setengah) kali ukuran piksel. (Danoedoro, 2012). RMS Error lebih besar dari setengah nilai piksel, maka harus diulangi karena akan menghasilkan geometrik citra yang kurang teliti.

Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, bahwa ketelitian peta harus memenuhi standar keteltian tertentu. Peraturan ini berlaku secara nasional, dimana ketelitian peta dasar disesuaikan dengan skala dan kelas ketelitian. Berikut adalah tabel ketelitian peta dasar.

Tabel 1. Ketelitian peta RBI sesuai skala dan kelas

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

(CE90) adalah *Circular Error 90%*, LE90 adalah *Linear Error 90%*

Dari Tabel 1, kalau kita akan melakukan georeferencing pada peta RBI scan 1:25.000, maka ketelitian horizontal yang dapat diraih idealnya adalah kelas 3 yaitu maksimum nilai 22,5 meter. Kalau RMS Error melebihi nilai 22,5 meter maka tahapan georeferencing harus diulangi kembali. Demikian seterusnya,

untuk skala peta yang berbeda maka georeferencing akan memperoleh ketelitian yang berbeda pula.

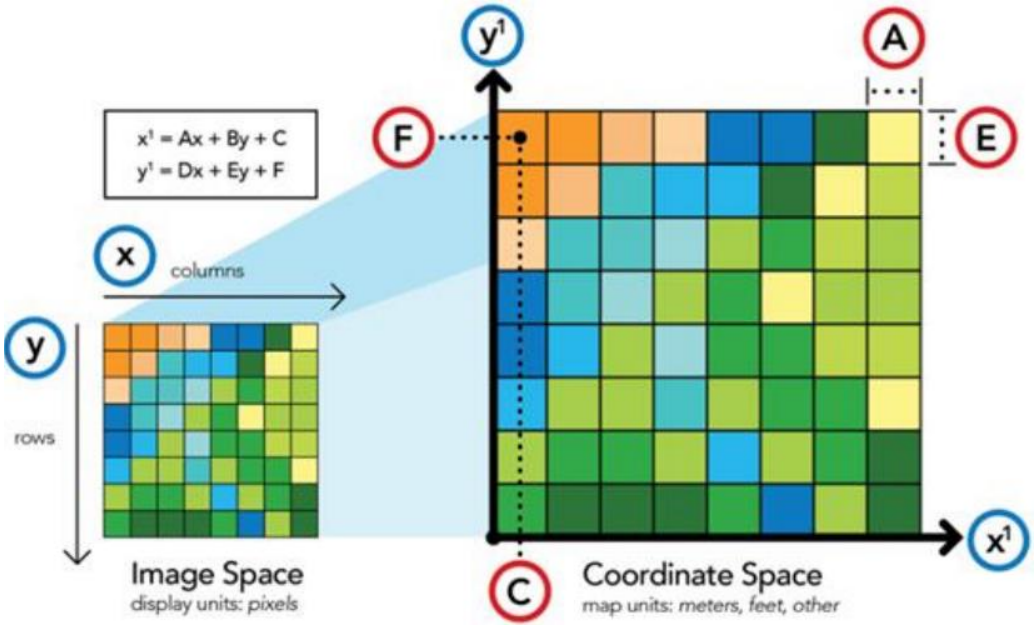
Georeferencing pada perangkat SIG menggunakan rumus polynomial orde-1 (affine) sebagaimana ilustrasi gambar 11. Persamaan (1), diselesaikan dengan metode perataan kuadrat terkecil (Least square fitting). Syarat minimal titik kontrol untuk penyelesaian Persamaan (1) adalah 3 buah, namun untuk dapat muncul RMS Error maka diperlukan ukuran lebih. RMS Error adalah kesalahan karena penyimpangan nilai titik estimasi terhadap nilai titik semestinya (actual). Penyimpangan yang terjadi pada satu titik kontrol, maka RMS error dinyatakan dengan persamaan:

$$RMS\ Error = \sqrt{(x_{act} - x_{est})^2 + (y_{act} - y_{est})^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

dimana,

$x_{act}$, $y_{act}$ adalah nilai absis dan ordinat actual/semestinya

$x_{est}$, $y_{est}$ adalah nilai dan ordinat estimasi




Gambar 11. Ilustrasi penyelesaian transformasi Affine (polinomial orde-1)

Banyaknya titik kontrol tanah boleh 4 buah atau lebih tergantung bentuk wilayah. Untuk peta RBI scan yang bentuknya persegi, disini akan dipilih 4 titik kontrol saja. Karena ini adalah peta RBI cetak, maka pemilihan sebaran dan letak serta nilai koordinat nya sangat mudah didapat, yaitu pada pojok-pojok lembar peta. Kesalahan RMS total (Persamaan 3) dalam satu proses georeferencing adalah sebagai berikut:

$$RMS\ Errors = \sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_{act,1} - x_{est,1})^2 + \sum_{i=1}^{n}(y_{act,1} - y_{est,1})^2]/n} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

dimana,

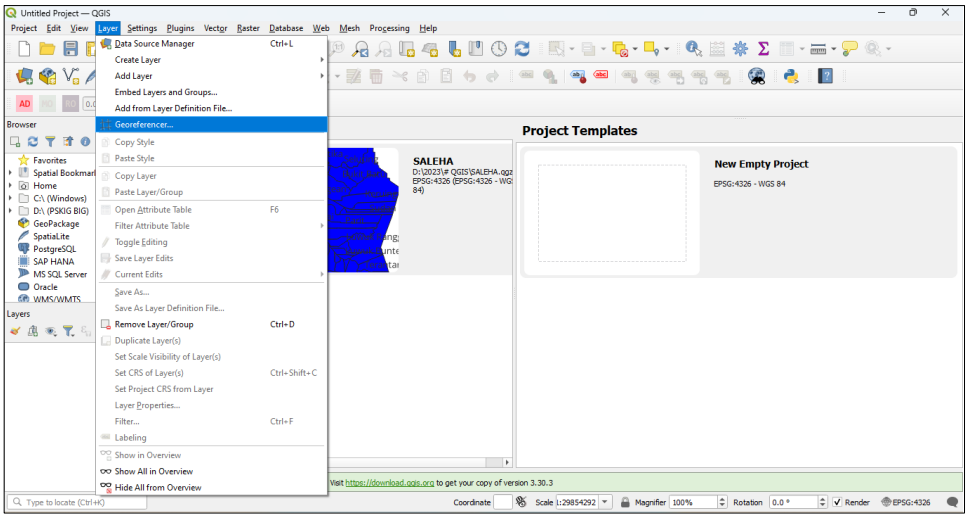
n adalah banyaknya titik kontrol tanah (GCP)

### 3.3. Rektifikasi Citra ke Citra atau Citra ke Peta

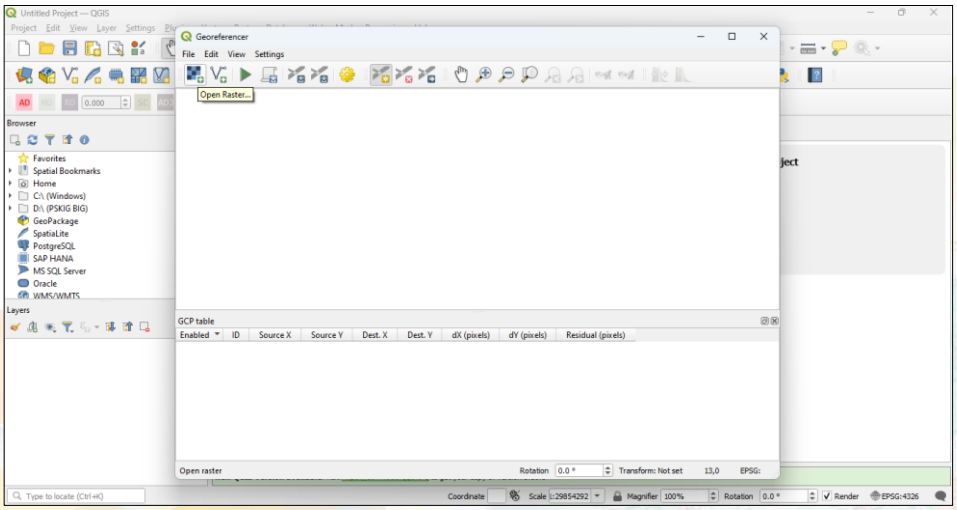
Rektifikasi citra ke citra atau rektifikasi citra ke peta merupakan proses georeferencing citra satelit

atau citra peta scan ke citra/peta lain yang sudah mempunyai koordinat tertentu. Dengan kata lain, citra asal direferensikan secara langsung ke peta/citra lain yang sudah bergeoreferen pada perangkat lunak SIG. Pada perangkat lunak QGIS istilah ini dkenal sebagai georeferencing raster ke vektor. Untuk dapat direferensikan, maka perlu titik atau obyek yang sama baik dari citra asli dan peta/citra yang bergeoreferensi. Obyek yang sama ini merupakan titik sekutu kedua layer citra dan peta/citra. Pada latihan ini kita mempunyai raster peta RBI scan DKI Jakarta skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta 1209-441 dan peta Google Terrain sebagai citra asal. Peta RBI DKI Jakarta adalah layer raster yang belum mempunyai koordinat, sedangkan layer Google Terrain sudah mempunyai koordinat WGS 1984. Penyimpanan data latihan tersebut di komputer peserta mungkin berbeda dengan yang dijelaskan di sini. Untuk itu peserta menyesuaikan diri dengan letak folder latihan di komputernya masing-masing. Langkah-langkah:

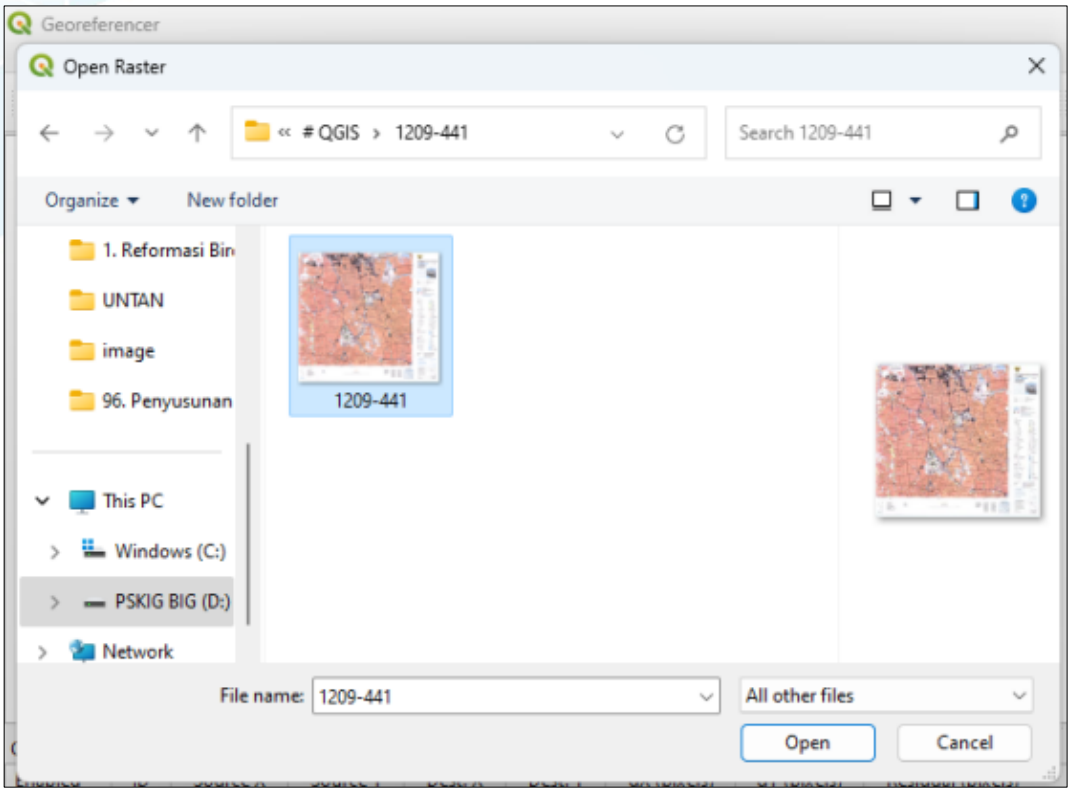
1. Buka aplikasi QGIS Desktop yang ada di komputer dengan mengklik logonya.
2. Jika menggunakan QGIS versi terbaru, maka menu Georeferencer terdapat pada tab Layer. Jika menu Georefencer tidak ditemukan, maka perlu untuk menginstall plugin Georeferencer terlebih dahulu.

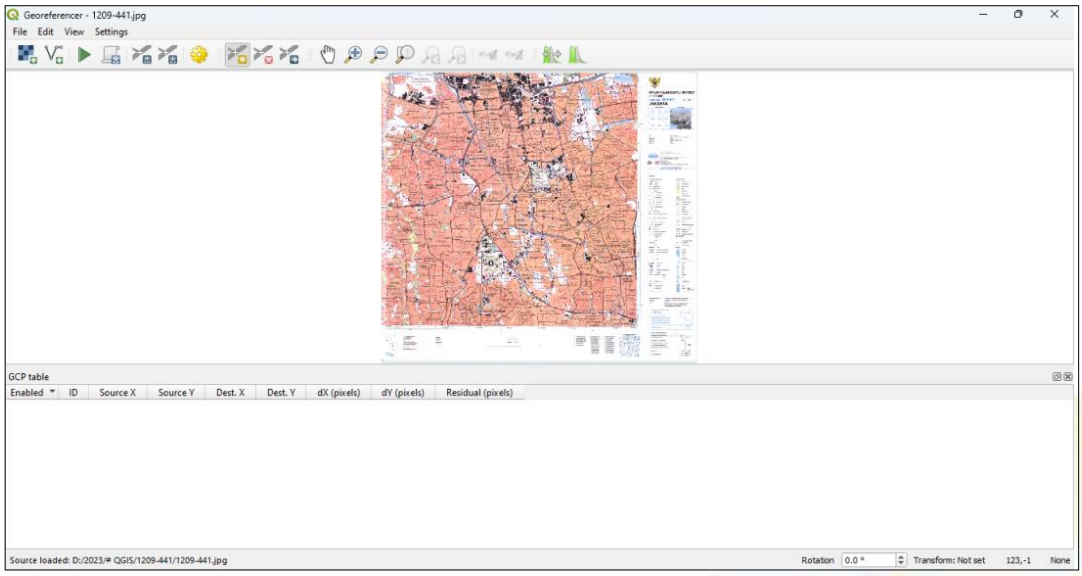



3. Untuk dapat memangil layer image raster/RBI, maka dilakukan dari jendela Georeferencer. Klik Open Raster yang ada di kiri atas.

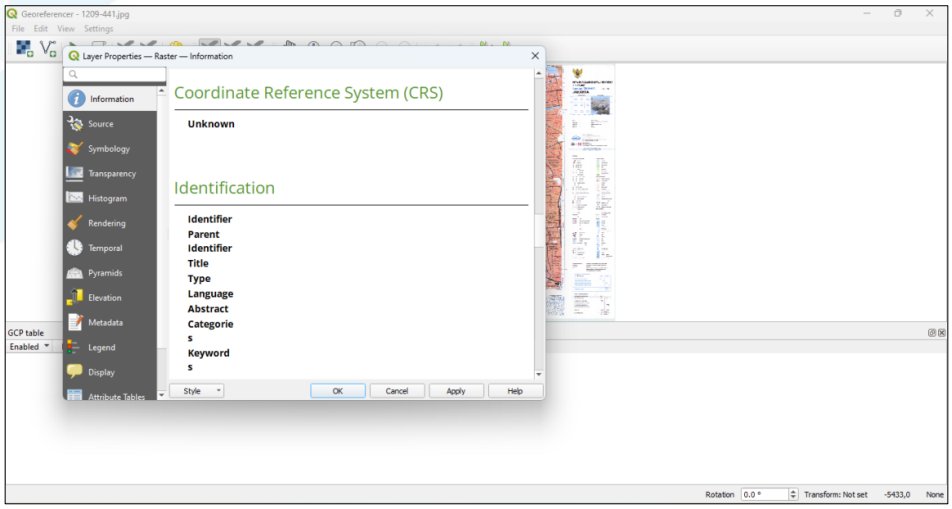



4. Cari data RBI 1209-441.jpg yang terletak di Folder Kerja anda masing-masing kemudian klik Open. Maka layer citra RBI scan yang sudah dipilih akan muncul di jendela Georeferencer.

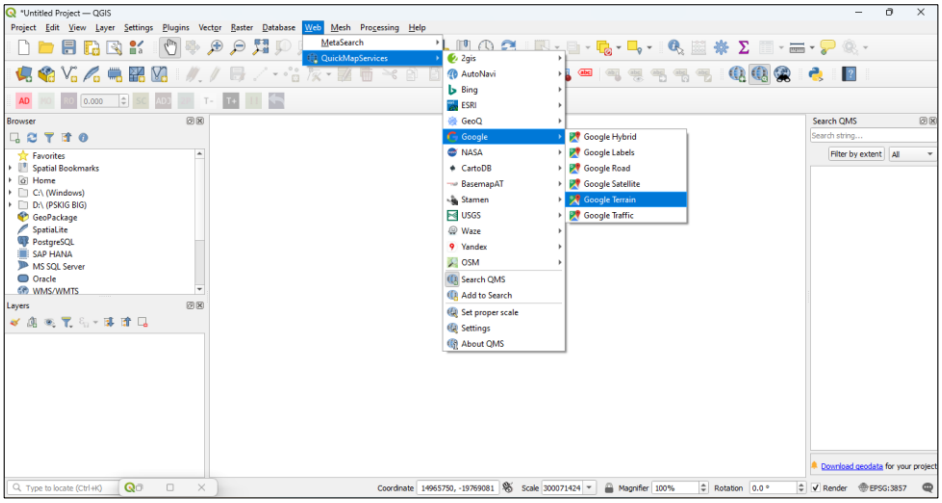


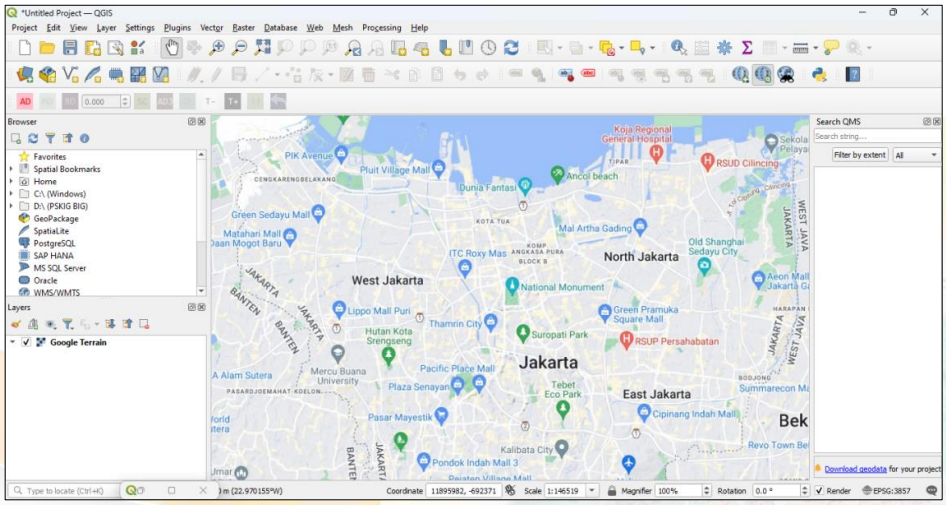




5. Untuk memastikan image tersebut belum memiliki sistem koordinat, bisa dicek dengan membuka Setting → Source Properties, kemudian klik pada tab Information yang ada di sebelah kiri. Scroll sampai pada info CRS (Coordinate Reference System), dapat dilihat bahwa infonya masih Unknown.



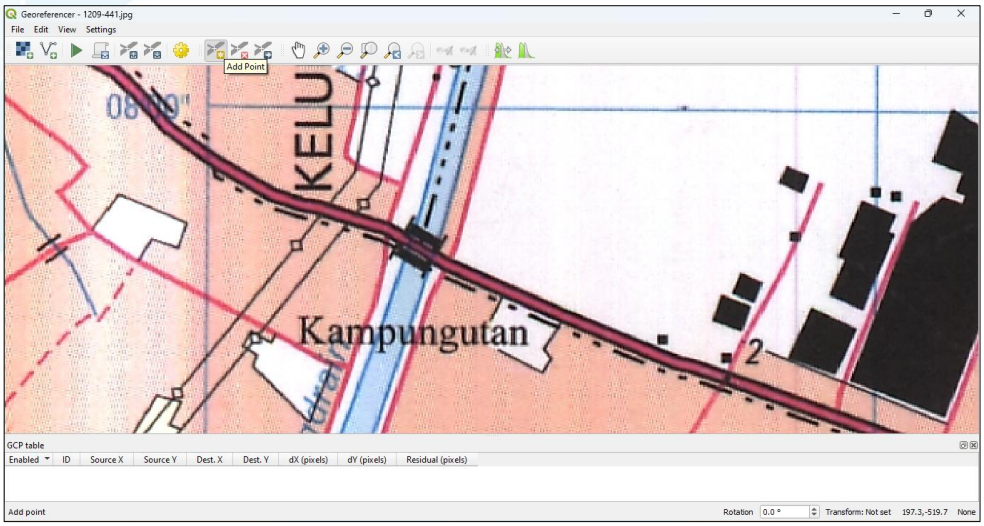

6. Buka layer image dari Google Terrain dengan berada di window utama QGIS. Pertama-tama, minimize jendela Georeferencer sehingga kita berada di window utama QGIS, kemudian pilih Web → QuickMapServices → Google → Google Terrain. Kemudian Zoom ke area DKI Jakarta



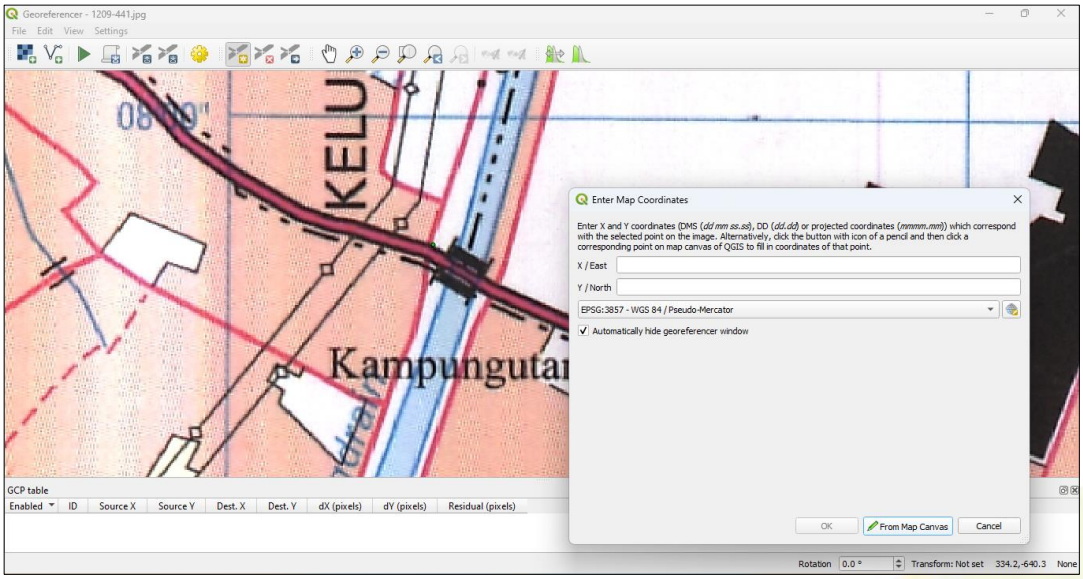

7. Mulai melakukan rektifikasi citra ke citra yaitu citra RBI DKI Jakarta ke Google Terrain. Identifikasi obyek yang sama dari kedua layer.

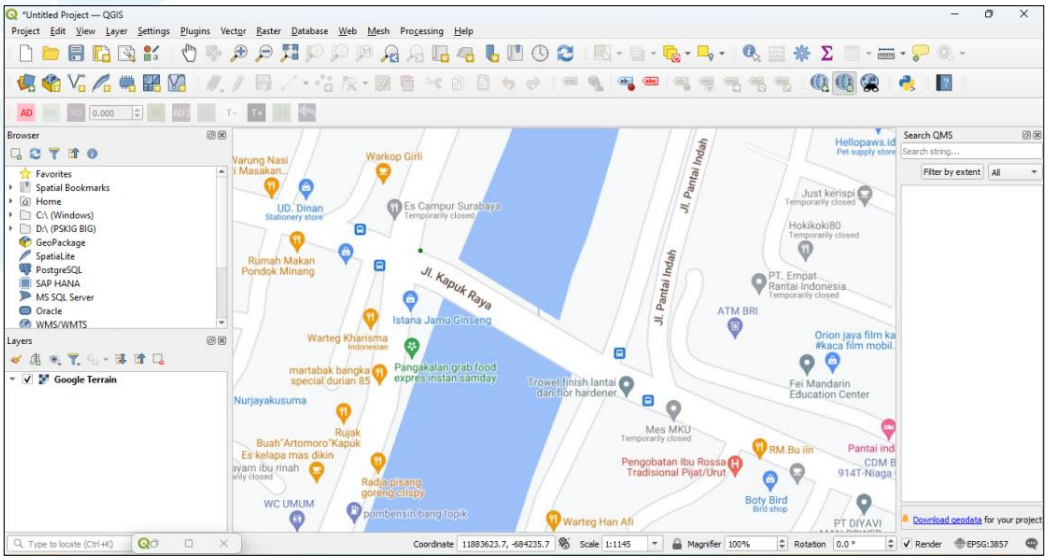
8. Kembali ke window Georeferencer. Klik Add Points

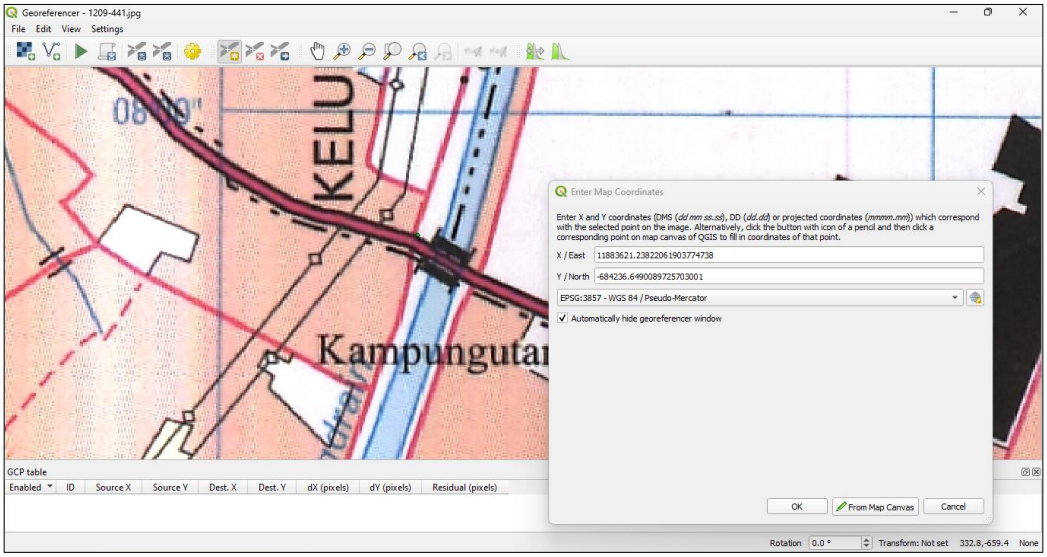



9. Pada posisi di citra/peta scan, perbesar titik/objek yang dipilih sebagai GCP. Selanjutnya klik titik tersebut sebagai titik sekutu asal.

10. Selanjutnya pilih From Map Canvas untuk memilih objek yang serupa, kemudian pilih objek yang diidentifikasi serupa pada Google Terrain, lalu klik OK.



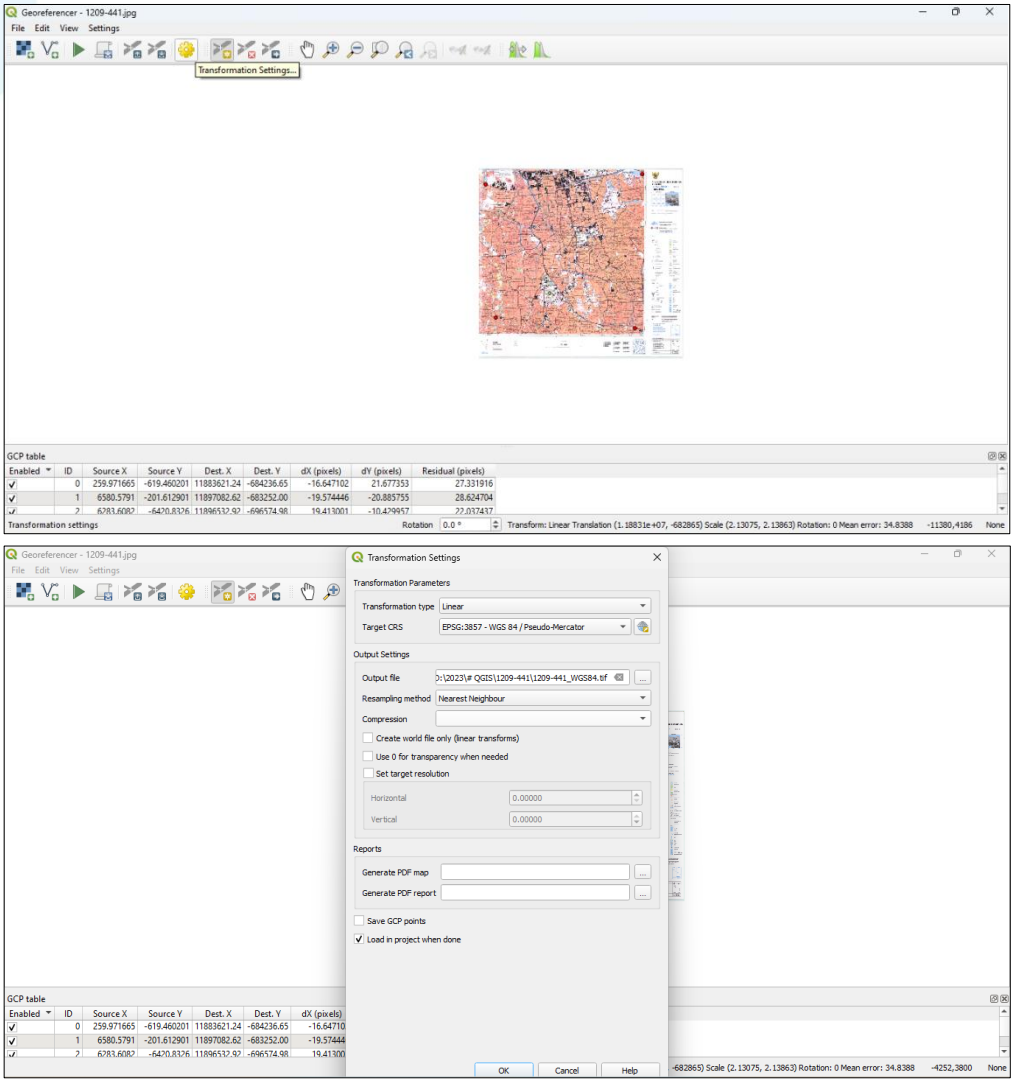


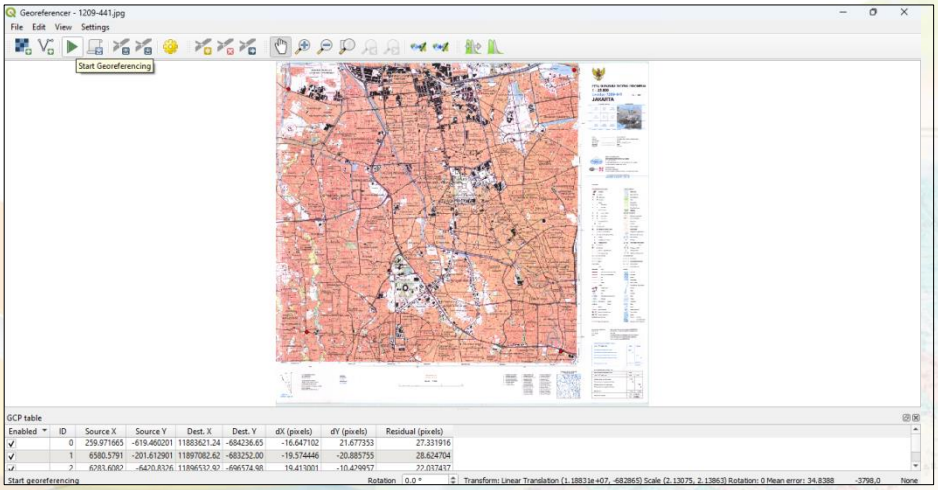

11. Kembali ke window Georeferencer. Dengan cara serupa Langkah 8 sampai Langkah 10, lakukan untuk titik GCP lainnya. Ambil masing-masing 1 titik GCP di sudut kanan atas, sudut kanan bawah, dan sudut kiri bawah, jadi total ada 4 buah titik sekutu.

12. Jika sudah semua keempat titik sekutu dipilih sebagai titik kontrol tanah, maka sekarang layer Google Terrain sudah berimpit dengan objek yang bersesuaian pada layer RBI DKI Jakarta sebagaimana gambar di bawah.

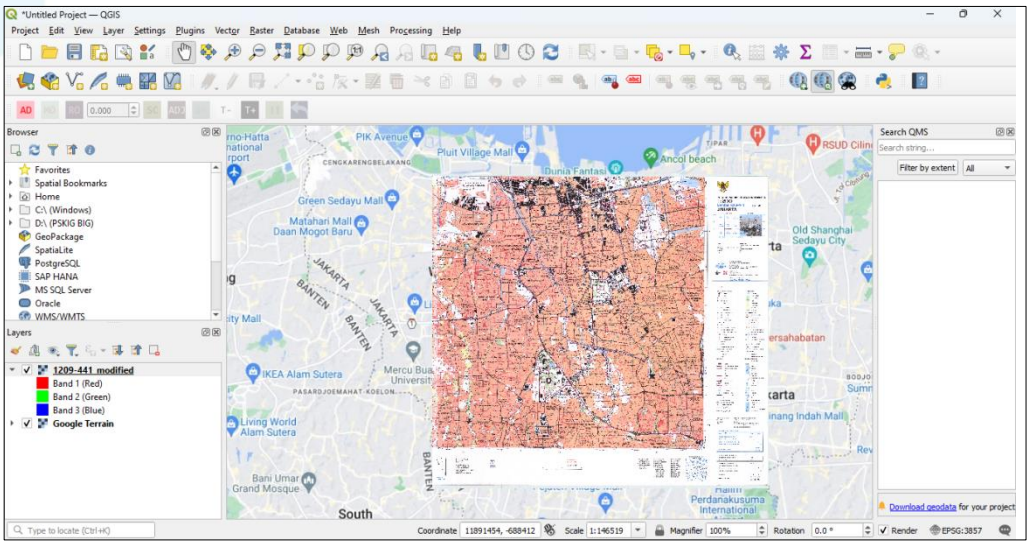
13. Setelah memasukkan 4 titik kontrol, kemudian set sistem koordinatnya sesuai dengan koordinat yang dituju yaitu WGS 84. Pada baris output file, kita bisa mengatur lokasi untuk save file image yang sudah di georeferensi-kan ke dalam folder kerja kita, jika sudah semua lalu klik OK.




14. Lalu tekan Start Georefencing



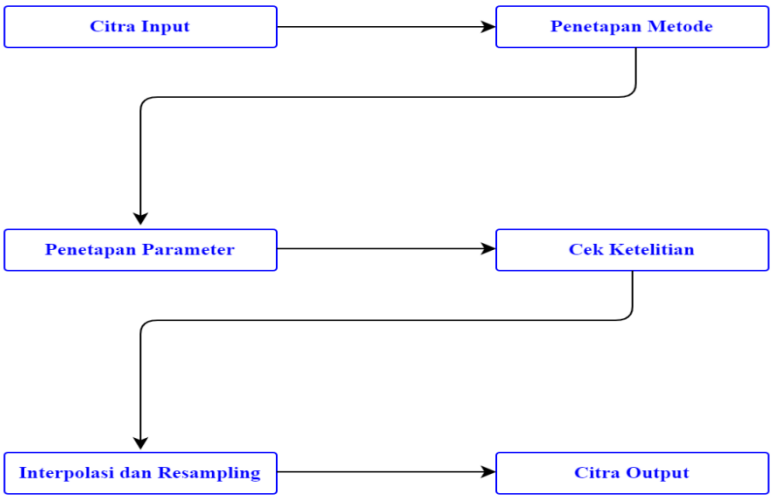
15. Sebagai hasil dari georeferencing, image RBI DKI Jakarta yang semula tidak memiliki sistem koordinat, sekarang memiliki sistem koordinat yang sama dengan Google Terrain, sehingga kedua citra tersebut menjadi berimpitan seperti yang bisa dilihat pada gambar di bawah.




### 3.4. Georeferencing Peta Analog

Proses rektifikasi atau georeferencing dari citra ke peta sudah dilakukan dengan metode transformasi Affine. Hasil georeferencing adalah citra baru yang bergeoreferen sesuai dengan peta yang diacu. Layer peta Google Terrain yang diacu adalah dalam sistem koordinat WGS 1984 Pseudo Mercator, maka sistem koordinat citra baru juga mempunyai sistem yang sama. Pada rektifikasi citra ke peta, pemilihan letak GCP sedemikian rupa sehingga sangat tergantung pada sebaran nya. Karena sebaran GCP nya kurang baik, maka sangat mempengaruhi ketelitian dan ketepatan hasil. Namun demikian, hasil georeferencing di atas dapat disempurnakan dengan sebaran GCP yang representatif. Proses georeferencing yang lebih baik akan dicoba dengan menerapkan sebaran GCP yang sesuai dengan masukan nilai koordinat dari masing-masing koordinatnya.

Proses georeferencing terhadap citra peta RBI scan dengan memasukkan nilai koordinat GCP dilakukan dengan tahapan umum sebagai berikut:




Langkah 1 Pemasukan/pemanggilan citra ke perangkat lunak pengolah citra atau SIG;

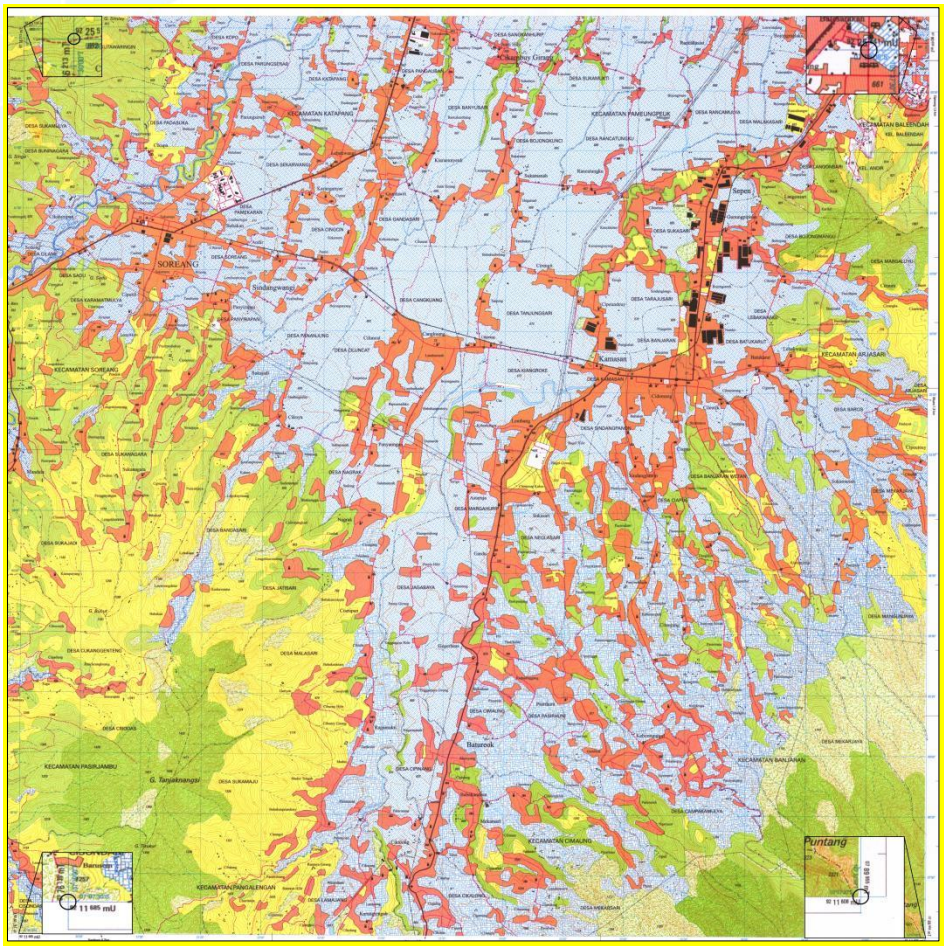
Langkah 2 Penentuan metode. Penentuan diperlukan mengingat karakteristik citra dan distorsinya dan ketersediaan titik kontrol tanah;

Langkah 3 Penetapan parameter yang tidak diketahui sebagaimana persamaan matematis yang digunakan. Kalau sudah dimasukkan sejumlah titik kontrol tanah, maka parameter tidak diketahui akan terhitung;

Langkah 4 Dengan terhitungnya parameter yang tidak diketahui, maka akan ketahuan kesalahan yang terjadi akibat selisih nilai aktual dengan estimasi. Kesalahan ini harus masuk atau lebih rendah dari toleransi ketelitian yang ditetapkan;

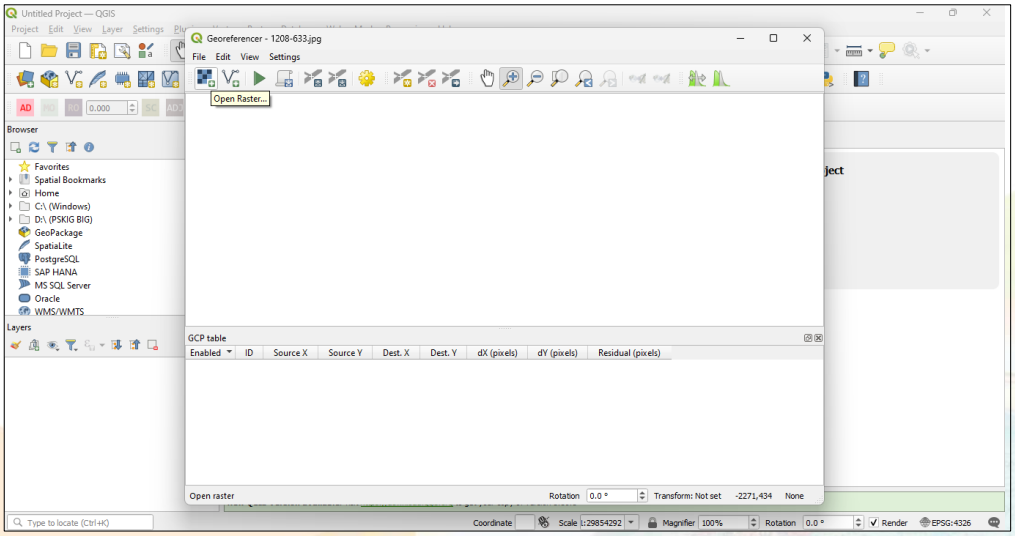
Langkah 5 Terbentuk citra baru sebagai hasil georeferencing. Perlu diuji dengan melakukan tumpang tindih dengan layer lain yang daerahnya dan sistem koordinatnya sama.

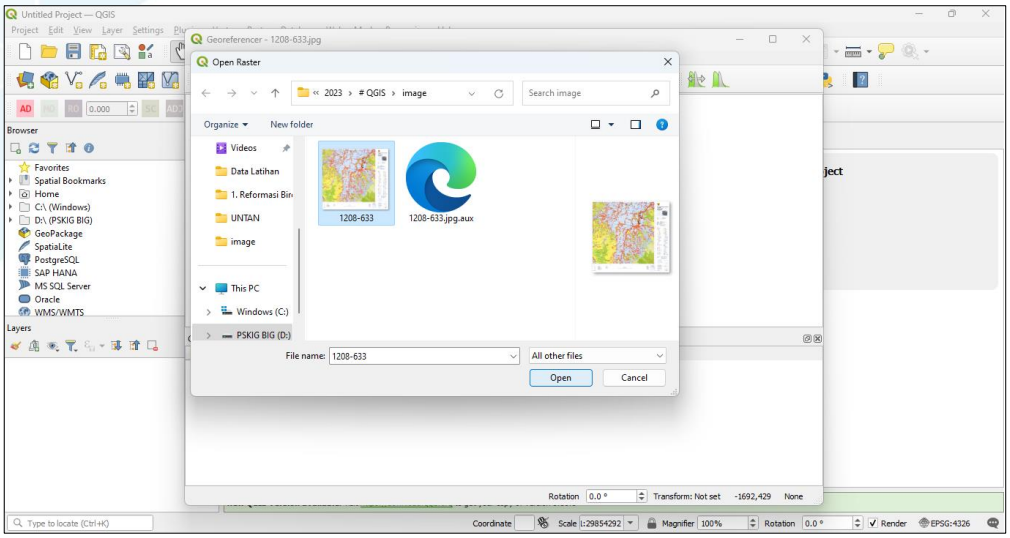
Dalam latihan ini kita akan menggunakan citra 1208-633.jpg yang masih asli yang belum di-georeferen. Citra ini merupakan peta Soreang yang diambil dari INA-Geoportal. Nilai koordinat bumi sebagai input GCP adalah koordinat UTM nya yaitu nilai mT dan mU dalam satuan meter. Nilai itu diambil dari pojok peta, yaitu keempat pojok antara lain GCP1 di pojok kiri atas, GCP2 di kanan atas, GCP3 kanan bawah dan GCP4 kiri bawah sebagaimana gambar di bawah ini.



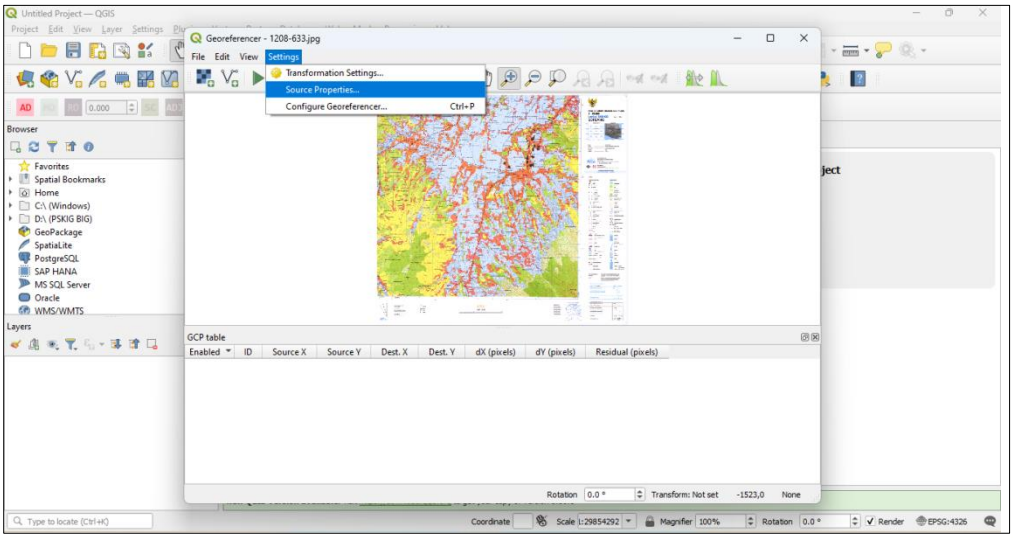

Langkah-langkah georeferencing dengan input nilai koordinat:

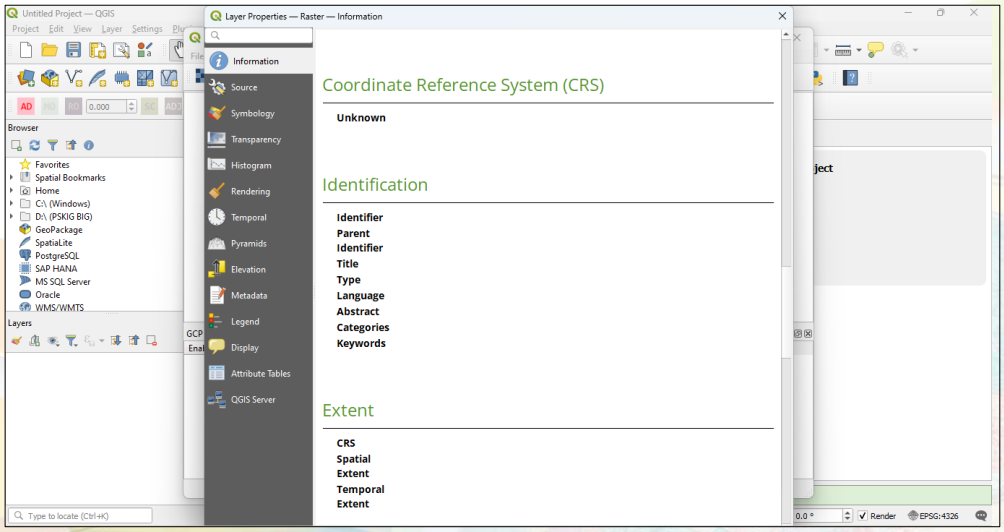
1. Dari menu QGIS, pilih menu Layer → Georeferencer. Lalu panggil image 1208-633.jpg dalam folder penyimpanan.



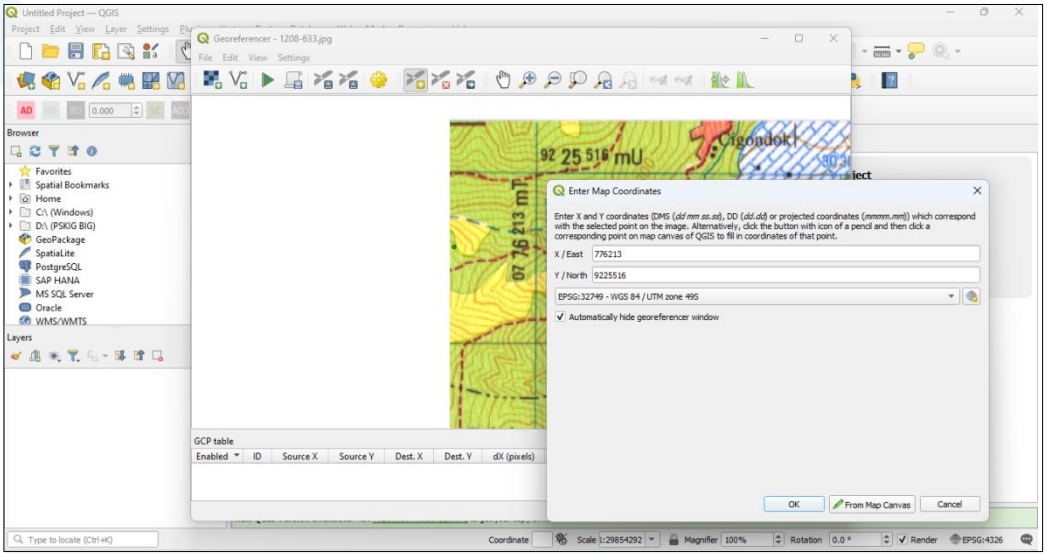



2. Untuk memastikan image tersebut belum memiliki sistem koordinat, bisa dicek dengan membuka Setting → Source Properties, kemudian klik pada tab Information yang ada di sebelah kiri. Scroll sampai pada info CRS (Coordinate Reference System), dapat dilihat bahwa infonya masih Unknown.



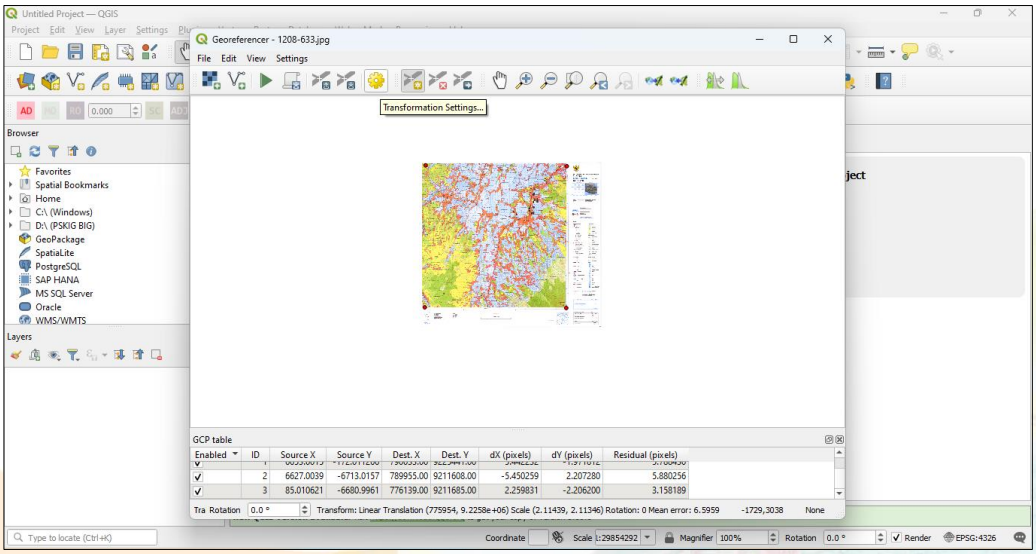



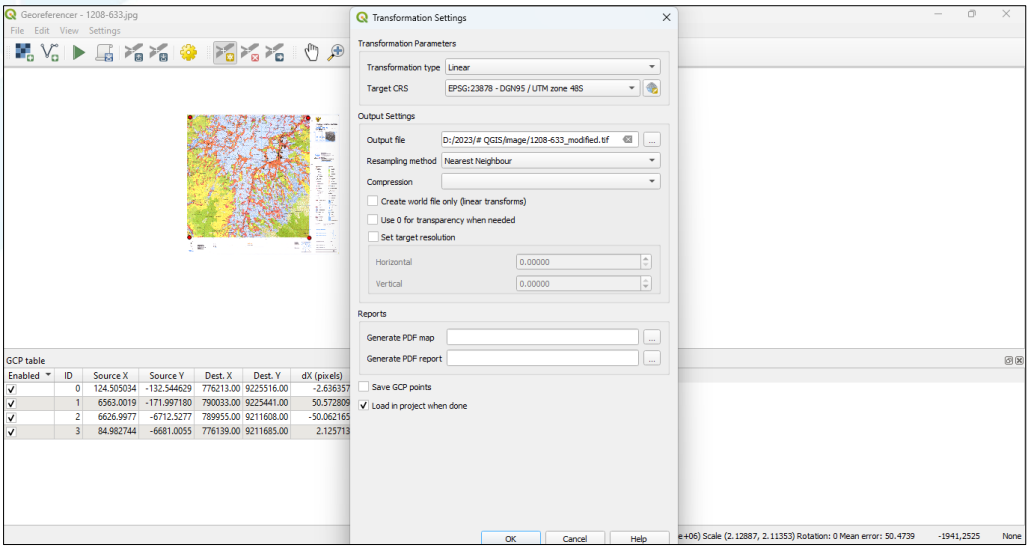
3. Mulai georeferencing. Pada toolbar klik Add Points lalu tandai titik GCP yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu di peta ujung kiri atas sebagai GCP-1. Lalu kotak dialog isian koordinat akan muncul. Isi koordinat GCP-1 dengan nilai sesuai dengan koordinat grid pada peta dalam mT dan mU. Klik OK.

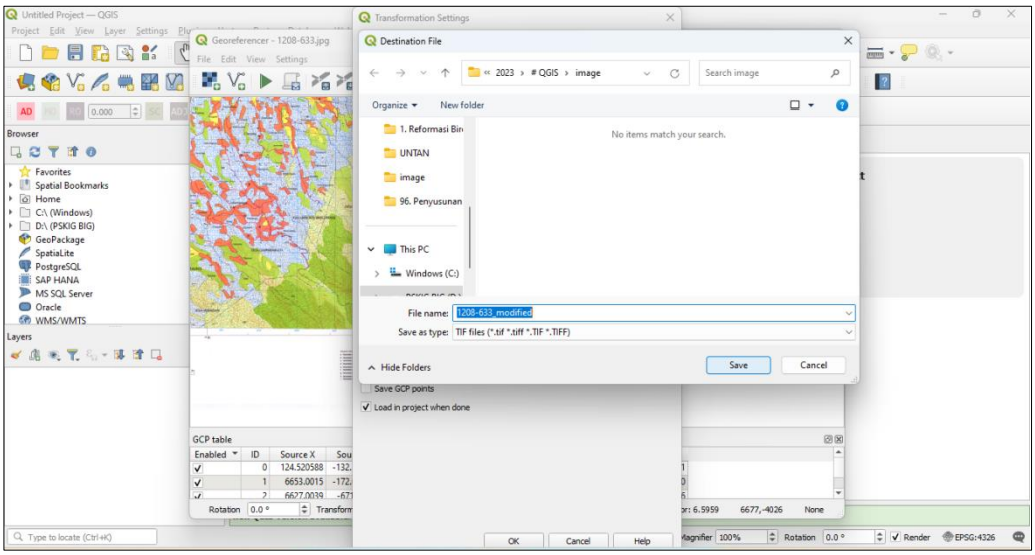



4. Langkah berikutnya adalah melakukan Add Control Points untuk GCP-2. Perbesar (Zoom-in) titik lokasi GCP-2 yaitu pada bagian kanan atas peta. Lakukan langkah serupa dengan langkah untuk GCP-1. Terapkan langkah tersebut juga untuk GCP-3 dan GCP-4.

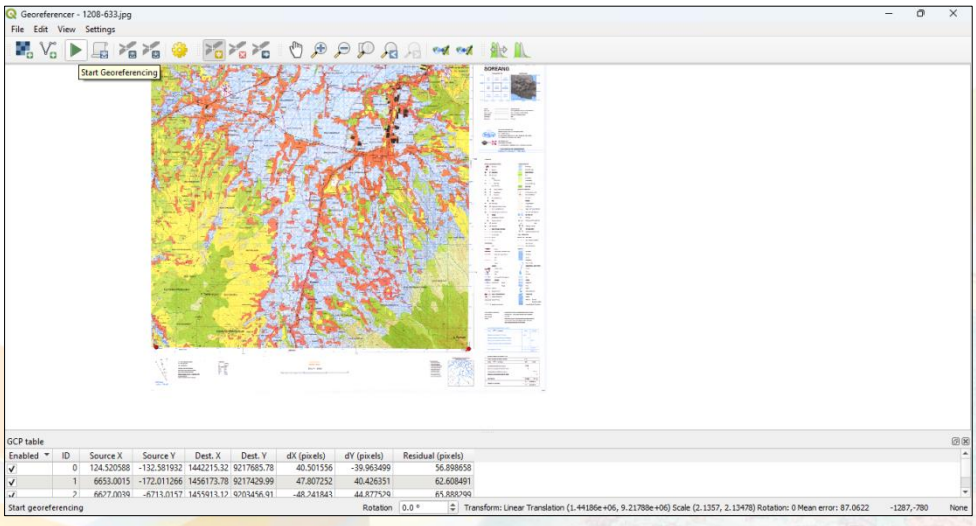
5. Setelah keempat GCP dimasukkan, maka sekarang buka menu Transformation setting. Rubah target CRS nya menjadi DGN95/UTM Zone 48S. Lalu pilih output file untuk menyimpan file yang baru dalam folder kerja. Klik OK.

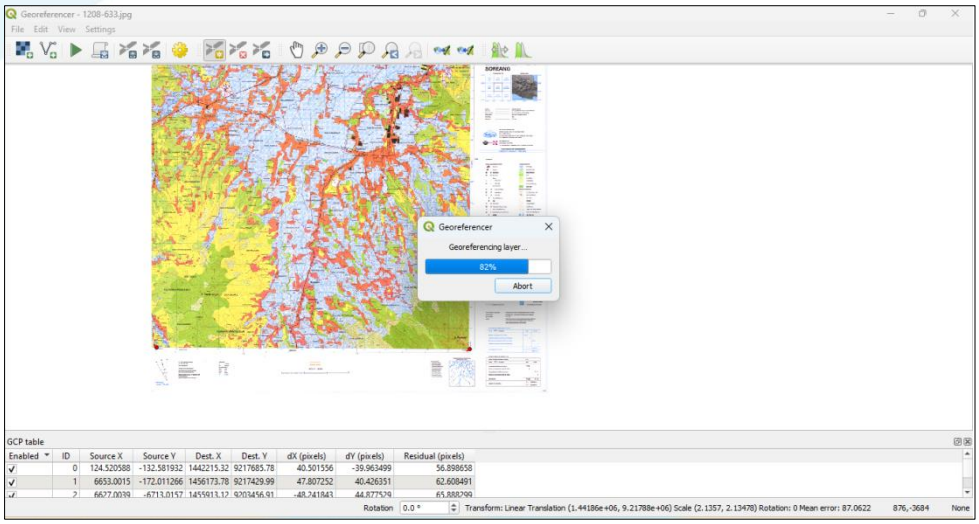




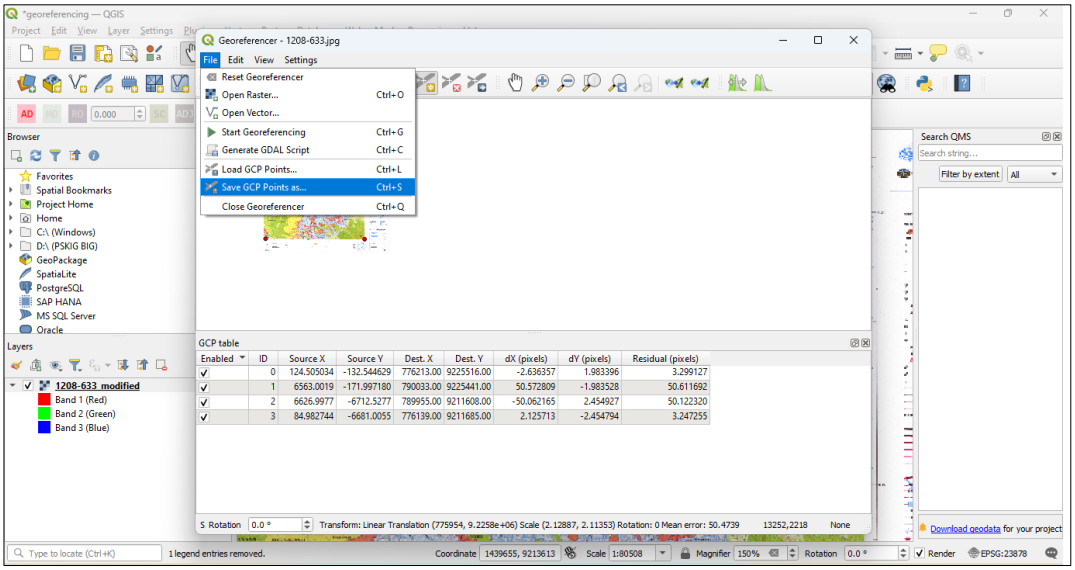



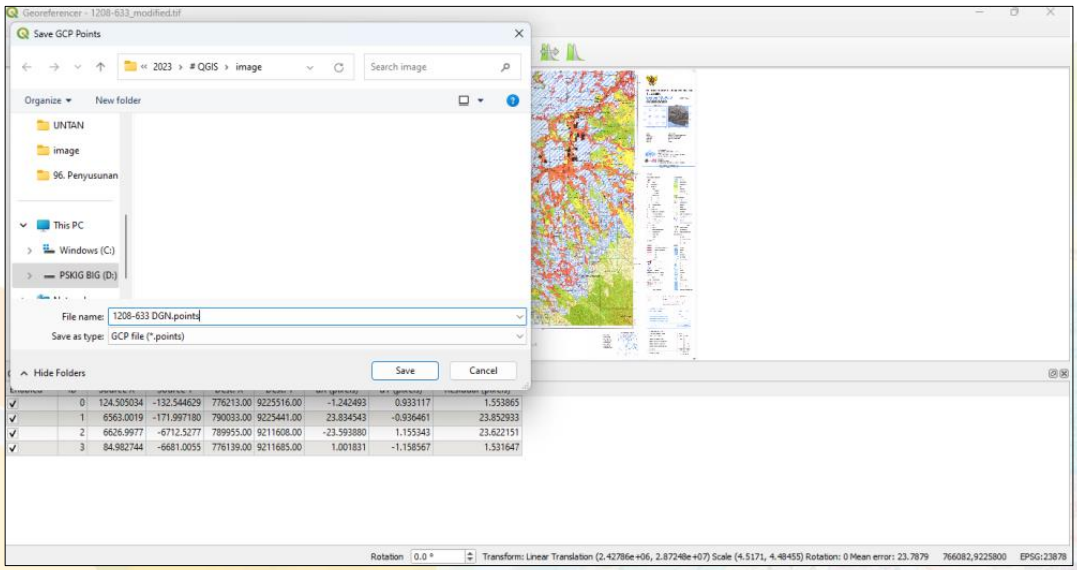

6. Lalu tekan Start Georefencing





7. Titik-titik GCP ini dapat disimpan sebagai text dengan klik File → Save GCP Points as, beri nama file kemudian klik Save.





## IV. RANGKUMAN

*Georeferencing* dapat dilakukan dengan cara rektifikasi citra ke citra yang sudah terkoreksi geometrik atau dari citra ke peta. Cara tersebut relatif lebih rumit dan membutuhkan perencanaan dalam menentukan distribusi titik kontrol dengan hasil kurang teliti. Cara yang lebih tepat adalah penggunaan nilai koordinat titik kontrol tanah (GCP). Ada tiga kriteria saat menjalankan perintah **georeferencing**, yaitu pemilihan metode (atau jenis persamaan matematis), jumlah dan sebaran titik kontrol tanah (GCP) dan penentuan metode resampling.

Sebaran dan jumlah titik kontrol tanah dalam *georeferencing* memiliki ketentuan. Hal ini untuk mendapatkan hasil sebaik mungkin untuk seluruh areal yang dilakukan proses *georeferencing*. Jika terdapat penyimpangan, RMS Error nya harus sesuai dengan standar ketelitian peta. Untuk itu perlu pengecekan hasil *georeferencing*, antara lain dengan mengecek metadatanya, uji RMS Error nya maupun pengecekan secara visual sesuai dengan skala peta/citra.

## V. DAFTAR PUSTAKA

Sutarga, I Ketut, & A., Sastika Zahra (2020). Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis Tingkat Dasar: Georefencing dan Transformasi Koordinat. Balai Pendidikan dan Pelatihan Geospasial - Badan Informasi Geospasial.

Tanahair. Peta Cetak RBI format jpeg/pdf Skala 25K Lembar 1209-441. https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/downloadpetacetak?skala=25K

Tanahair. Peta Cetak RBI format jpeg/pdf Skala 25K Lembar 1208-633. https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/downloadpetacetak?skala=25K

# MODUL BIMBINGAN TEKNIS

Badan Informasi Geospasial (BIG)
Jl. Raya Jakarta Bogor Km. 46. Cibinong, 16911
Telepon: (021) 8752062-63
Faksimili: 021 – 8752064 PO. Box. 46 CBI
Website: www.big.go.id - Email: info@big.go.id
Facebook: infogeospasial - Twitter: @infogeospasial
Youtube: Badan Informasi Geospasial
Instagram: @informasigeospasial, @pusat.skig