

2020

Tutorial ArcGIS

**PEMBUATAN PETA TUTUPAN LAHAN
MENGUNAKAN DATA LANDSAT
*METODE SUPERVISED CLASSIFICATION***

Pesatnya perkembangan suatu wilayah, maka bertambah juga penduduk yang ada, sehingga berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal. Perubahan lahan merupakan hal yang umum terjadi, baik dalam bidang perencanaan wilayah dan kota, maupun pengelolaan sumber daya alam. Perubahan lahan dapat diartikan sebagai praktik konversi lahan menjadi lahan perkebunan atau peternakan, perluasan fungsi lahan pertanian, penggundulan hutan, penanaman kembali fungsi lahan hutan, dan ekspansi lahan perkotaan (*urban sprawl*). Salah satu dampak dari perubahan lahan yang tidak teratur adalah berkurangnya fungsi produktivitas biologis dan keberagaman ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, isu terkait perubahan lahan masih relevan untuk dianalisis, dalam konteks identifikasi perubahan tutupan lahan (*land cover*) dari periode waktu tertentu.

KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN

Definisi tutupan lahan mengacu dari SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Daerah bervegetasi merupakan daerah dengan liputan vegetasi minimal 4% setidaknya selama 2 bulan, atau dengan liputan *Lichens/ Mosses* lebih dari 25% jika tidak terdapat vegetasi lain. Terdapat kelas daerah pertanian dan daerah bukan pertanian. Daerah tak bervegetasi merupakan daerah dengan total liputan vegetasi kurang dari 4% selama lebih dari 10 bulan, atau daerah dengan liputan *Lichens/ Mosses* kurang dari 25% jika tidak terdapat vegetasi kayu atau herba. Terdapat kelas lahan terbuka, permukiman dan lahan bukan pertanian yang berkaitan, dan perairan. Penjelasan lebih lengkap dapat diakses melalui laman berikut <https://www.big.go.id/assets/download/sni/SNI/15. SNI 7645-2010-Klasifikasi-penutup-lahan.pdf/>.

MANFAAT IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN

Tutorial ini berusaha untuk memberikan demonstrasi secara sederhana terkait pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan data penginderaan jauh berupa citra Landsat. Dalam rangka mengidentifikasi perubahan lahan di Kawasan Metropolitan Malang Raya (Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang) selama dua periode yaitu tahun

2013 dan tahun 2019. Luas wilayah Kawasan Metropolitan Malang Raya yang mencakup 2 kota dan 1 kabupaten adalah sebesar 3.769 km².

Daerah perkotaan dipilih berdasarkan perubahan yang drastis akibat pengaruh urbanisasi dan pertumbuhan penduduk yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kondisi lingkungan, ekonomi, dan kehidupan sosial perkotaan. Kawasan Metropolitan Malang Raya merupakan salah satu daerah perkotaan yang terdapat di Indonesia yang mengalami perkembangan perkotaan yang cukup pesat. Tingkat urbanisasi yang tinggi dan adanya proses menjadi kota, khususnya di daerah pinggiran telah memberikan dampak yang besar terhadap perubahan wilayah Malang Raya. Informasi terbaru dan akurat tentang kondisi dan kecenderungan perubahan wilayah berupa identifikasi perubahan lahan, dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan beberapa strategi pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kehidupan wilayah perkotaan.

PENGGUNAAN TEKNOLOGI SIG

Secara sederhana, sangat mudah untuk melakukan identifikasi tutupan lahan. Metode yang bisa dilakukan adalah digitasi manual *on screen* berdasarkan kelas tutupan lahan yang terlihat dengan citra satelit, kemudian mengkoreksi dengan kondisi eksisting di lapangan. Tetapi, hal ini bisa menjadi kompleks dan memakan banyak waktu apabila daerah yang menjadi *area of interest (AOI)* memiliki luas yang besar. Untuk itu diperlukan metode yang lebih efektif dan efisien, dengan menggunakan salah satu analisis (*toolbox*) pada perangkat lunak ArcMap. ArcMap merupakan salah satu produk perangkat lunak SIG berbasis *desktop* yang diproduksi oleh ESRI. ArcMap memiliki kemampuan utama untuk visualisasi, membangun database spasial yang baru, memilih data (*query*), editing, menciptakan desain-desain peta, analisis dan pembuatan tampilan akhir dalam laporan-laporan kegiatan.

Tutorial ini menggunakan ArcGIS Desktop yaitu ArcMap 10.8, perangkat lunak tersebut dapat diperoleh melalui laman berikut <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/>. Metode pengolahan data citra landsat dalam ArcGIS menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Metode ini mengelaskan citra berdasarkan pengenalan spektral (nilai reflektan) yang didapatkan dari sample piksel (poligon yang merepresentasikan sampel area untuk setiap jenis tutupan lahan yang berbeda). Sampel ini dikoleksi secara manual dan analisa citra digunakan untuk menghitung klasifikasi citra. Metode ini membutuhkan ekstensi *Spatial Analyst* dan tools (*ArcToolbox*) antara lain *Composite*, *Clip*, *Pan-sharpened*, *Maximum likelihood classification*.

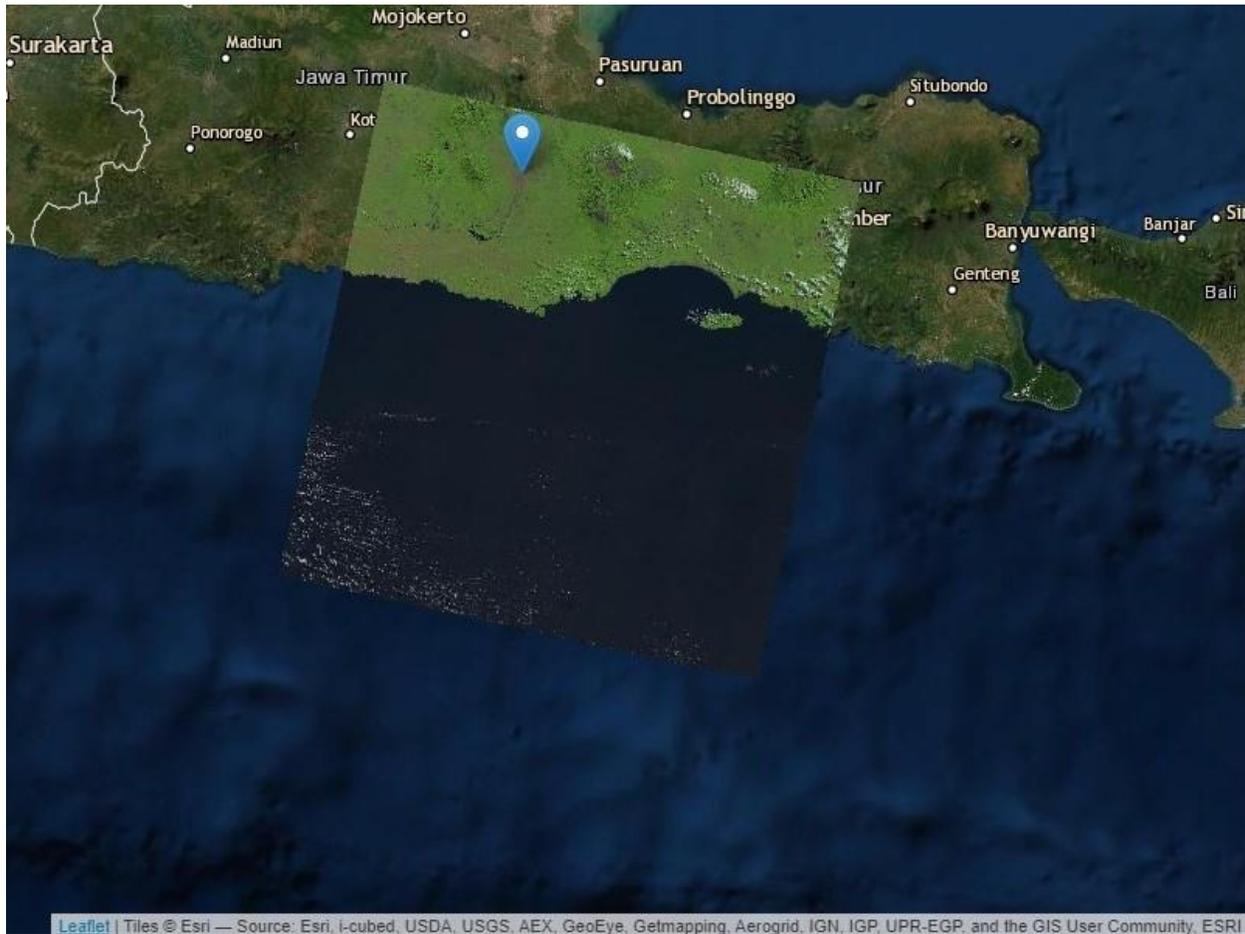
Data wilayah yang digunakan adalah *shapefile* batas wilayah dari Kawasan Metropolitan Malang Raya yang terdiri dari Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang. Sumber data batas wilayah administrasi dari portal resmi Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dapat diakses oleh umum melalui laman berikut <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/inageoportal/>.



Gambar 1 *Shapefile* Kawasan Metropolitan Malang Raya

Data citra satelit yang digunakan adalah citra Landsat, Landsat merupakan program penangkapan citra bumi dengan satelit Landsat. Satelit Landsat menghasilkan citra berkualitas tinggi, untuk seluruh dunia, setiap 16 hari. Citra ini disediakan oleh *United States Geological Surveys* (USGS) yang dapat diakses oleh umum melalui laman berikut <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Citra Landsat 8 memiliki resolusi piksel 28,5m, dengan satu band (band 8) yang memiliki resolusi lebih tinggi dengan ukuran piksel 15m. Sekali melintas, satelit Landsat ini menangkap jalur citra selebar 185km, diukur di permukaan bumi. Jalur citra ini dipotong untuk memudahkan distribusi dan pengelolaan data. Setiap potongan jalur (*scene*)

diberikan nomor jalur (*path*) dan nomor barisan (*row*), Kawasan Metropolitan Malang Raya memiliki nomor jalur WRS_PATH = 118 dan nomor barisan WRS_ROW = 66. Data citra satelit Landsat 8 Kawasan Metropolitan Malang Raya diunduh pada bulan Agustus 2013 dan Juli 2019, dengan mempertimbangkan tutupan awan (*cloud cover*) paling sedikit.



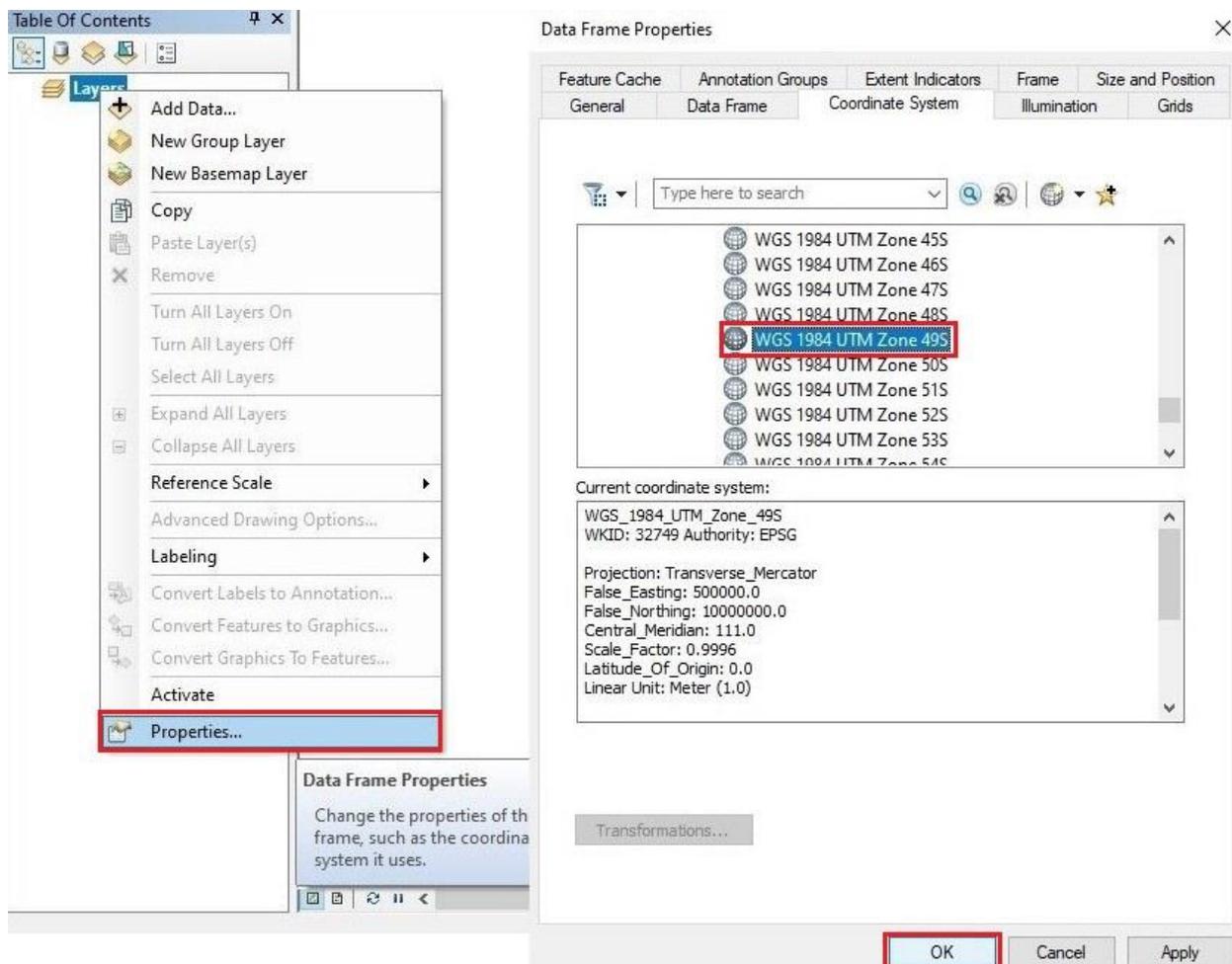
Gambar 2 Data Citra Landsat Kawasan Metropolitan Malang Raya

Satelit landsat 8 memiliki sensor onboard *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah saluran sebanyak 11 buah. Diantara saluran tersebut, 9 saluran (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Data citra Landsat 8 bisa dikombinasikan dengan ArcGIS untuk memiliki ketajaman gambar sesuai dengan kebutuhan analisa. Berdasarkan sumber dari web ESRI terdapat 10 kombinasi band Landsat yang bisa dibuat berdasarkan karakteristik dari masing-masing band untuk keperluan analisa. Kombinasi band Landsat dapat diakses melalui laman berikut <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/>.

LANGKAH PEMBUATAN PETA

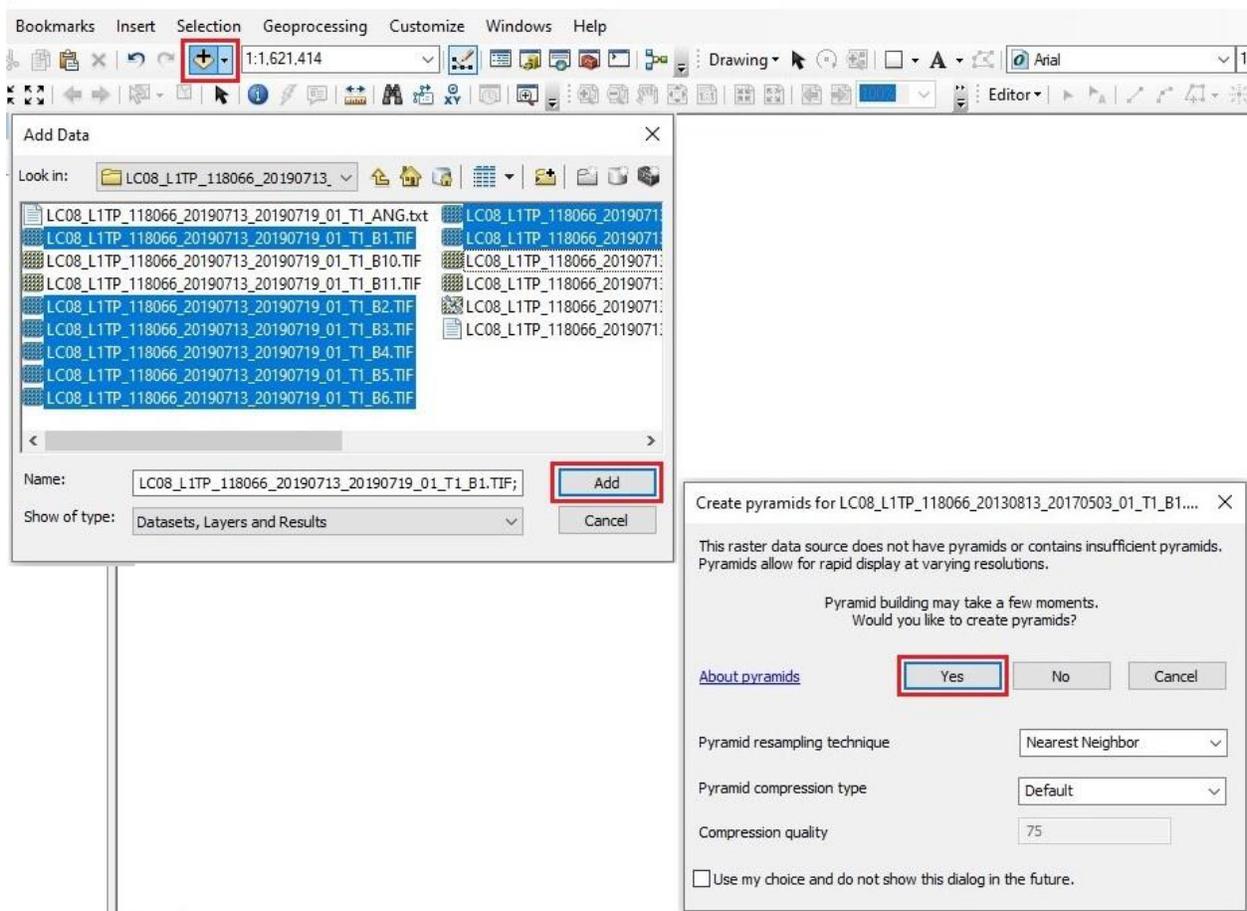
A. Input Data

1. Pada tampilan awal ArcMap, perlu ditentukan sistem koordinat yang akan digunakan. Penentuan sistem koordinat ini penting untuk dilakukan, agar data *shapefile* yang diinput ke dalam ArcMap sesuai dengan posisi sebenarnya dan nantinya dapat dilakukan perhitungan geometri. Pada menu *Table of Contents*, klik kanan pada *Layers*, kemudian klik *Properties*. Akan muncul kotak dialog *Data Frame Properties*, pilih tab *Coordinate System*, dan klik opsi *WGS 1984 UTM Zone 49S* (zona untuk Kawasan Metropolitan Malang Raya).

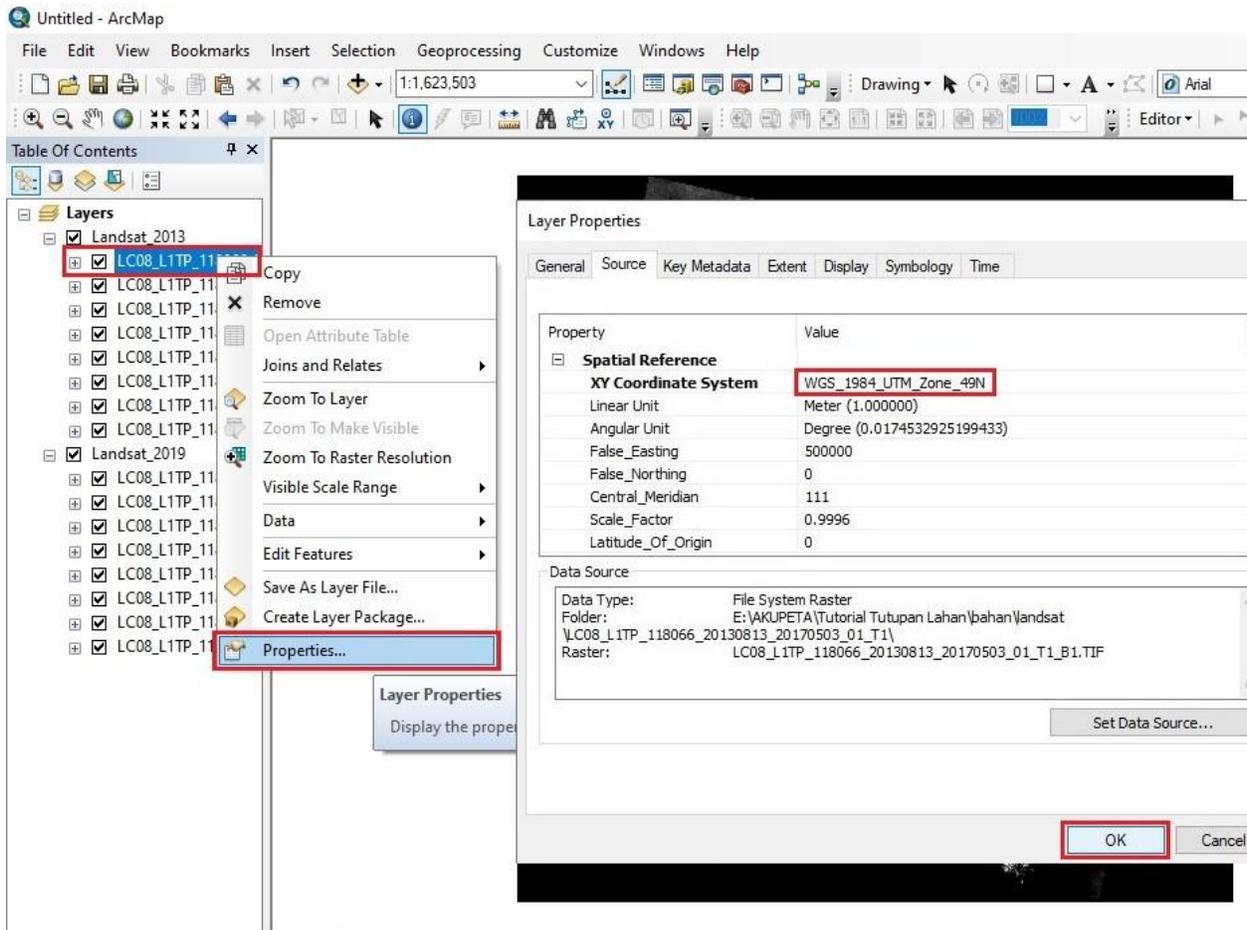


2. Klik ikon *Add Data*, ikon ini berfungsi untuk menambahkan data berupa data raster maupun data vektor ke dalam layar kerja. Cari folder penyimpanan data citra Landsat yang telah diunduh dan sudah dilakukan *Connect to Folder* di ArcCatalog menu *Folder Connection*, kemudian pilih data raster band 1 hingga band 8. Klik *Add* kemudian muncul

peringatan pembuatan *Pyramid*, klik *Yes*. Konsep ini ditujukan untuk mempercepat tampilan data raster, dengan membaca pixel secara efektif berdasarkan tingkat zoom.



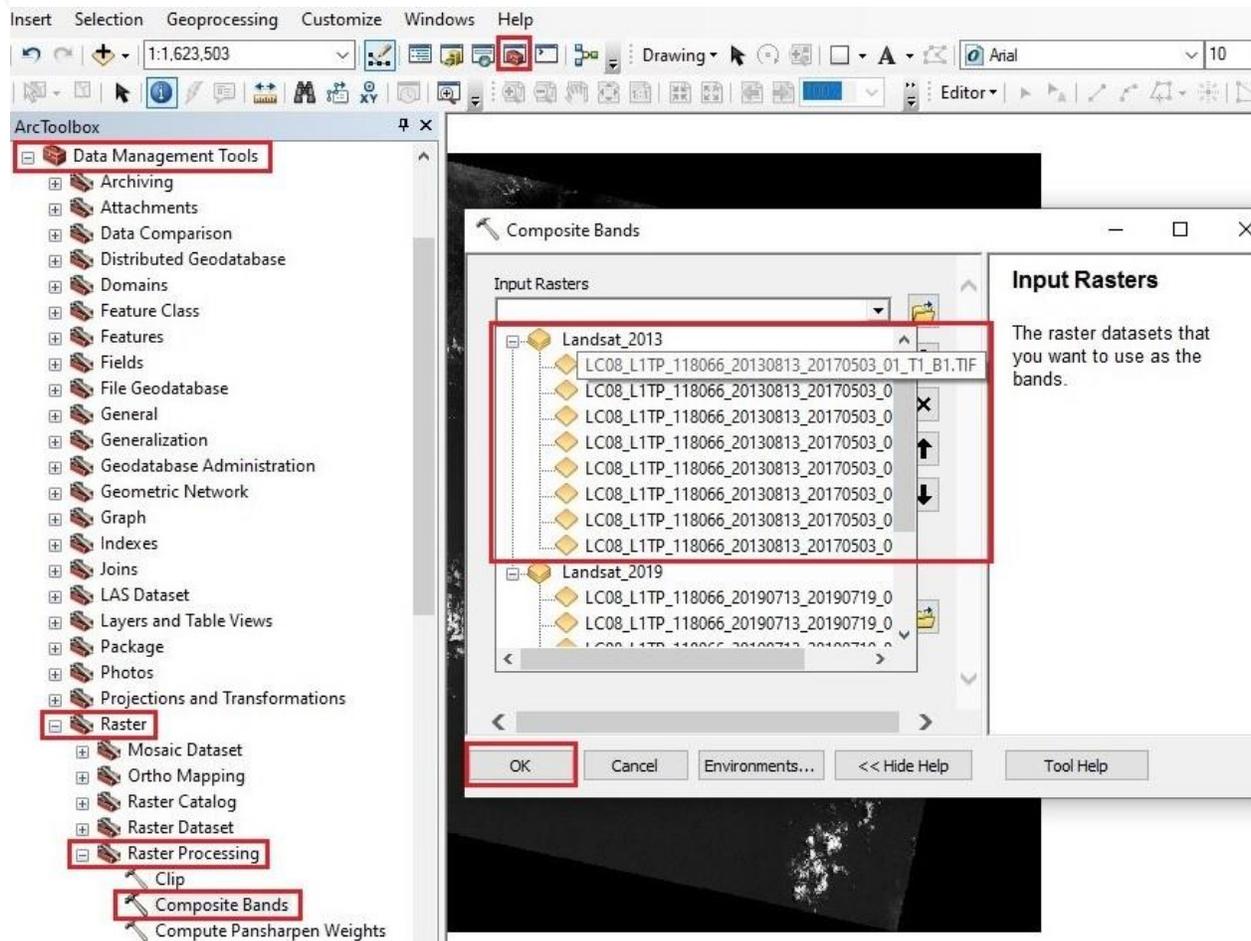
3. Setiap input data citra ke dalam ArcGIS, perlu untuk mengetahui sistem koordinat yang tercantum dalam data citra. Klik kanan pada salah satu layer citra, kemudian klik *Properties* untuk melihat informasi terkait data citra. Buka tab *Source*, untuk mengetahui resolusi spasial dan sistem koordinat.



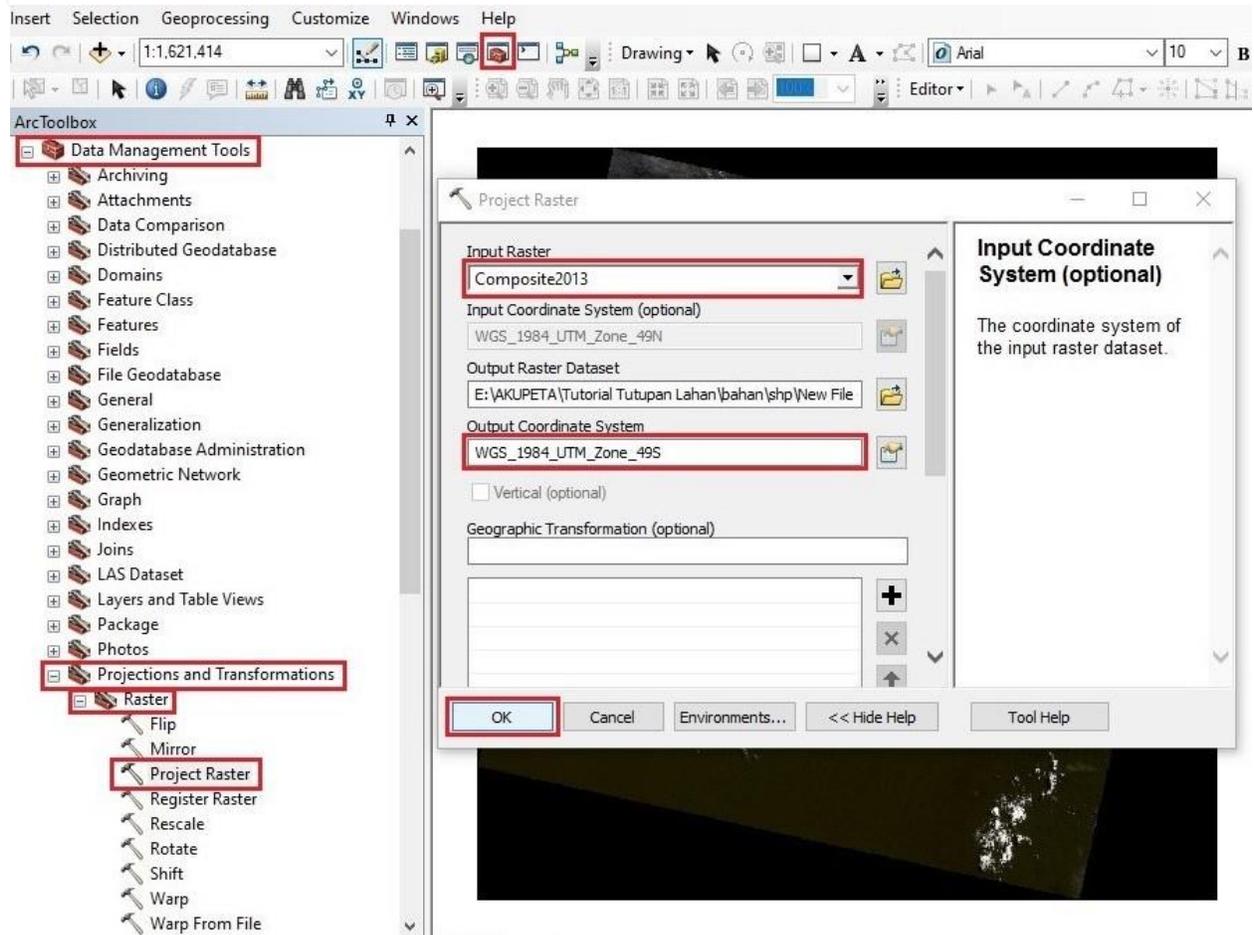
4. Data citra yang diinput memiliki koordinat *WGS 1984 UTM Zone 49N*. Seharusnya koordinat yang benar adalah *WGS 1984 UTM Zone 49S*, karena posisi Kawasan Metropolitan Malang Raya berada di bawah garis ekuator. Oleh sebab itu, perlu dilakukan proyeksi ulang sistem koordinat untuk mengoreksi sistem koordinat data citra.

B. Proyeksi Sistem Koordinat

1. Sebelum dikoreksi sistem koordinatnya, dilakukan penggabungan citra dari band 1 sampai band 7, menggunakan tool *Composite Bands*. Band 8 tidak digabungkan, karena merupakan citra pankromatik dengan resolusi spasial 15m x 15m untuk penajaman citra. Fungsi *Composite Bands* terletak di menu *ArcToolBox > Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Composite Bands*. Setelah muncul kotak dialog *Composite Bands*, kemudian input data citra band 1 sampai band 7, kemudian tentukan folder penyimpanan, klik *Save* dan klik *OK*.



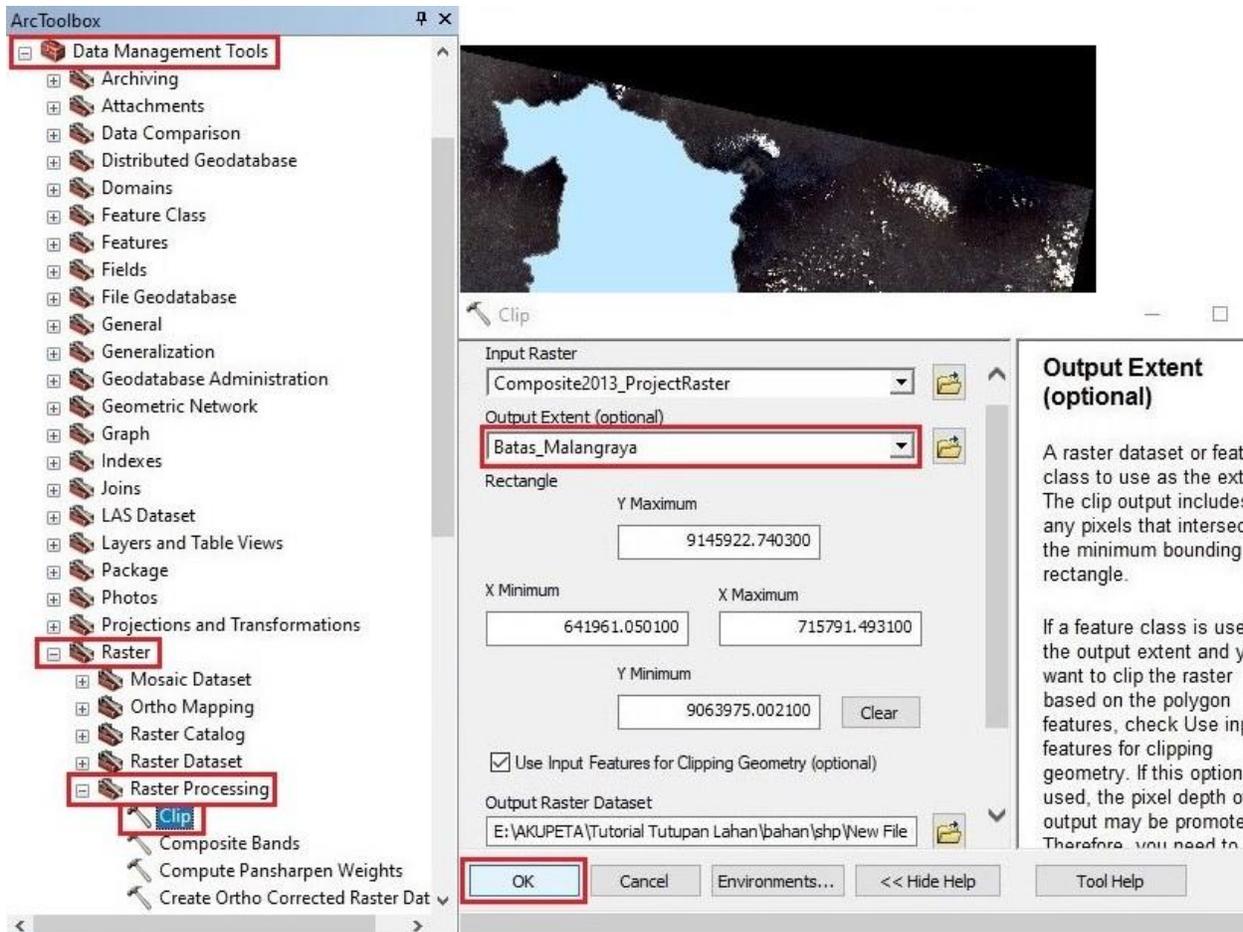
- Untuk mengkoreksi sistem koordinat, diperlukan tools *Project Raster*, yang terletak di *ArcToolBox > Data Management Tools > Projections and Transformations > Raster > Project Raster*. Dalam kotak dialog *Project Raster*, masukkan layer hasil komposit band 1 hingga band 7, masukkan output sistem koordinat *WGS 1984 UTM Zone 49S*, lalu klik *OK*. File komposit band akan memiliki koordinat yang telah dikoreksi, yaitu *WGS 1984 UTM Zone 49S* (sebelumnya *WGS 1984 UTM Zone 49N*).



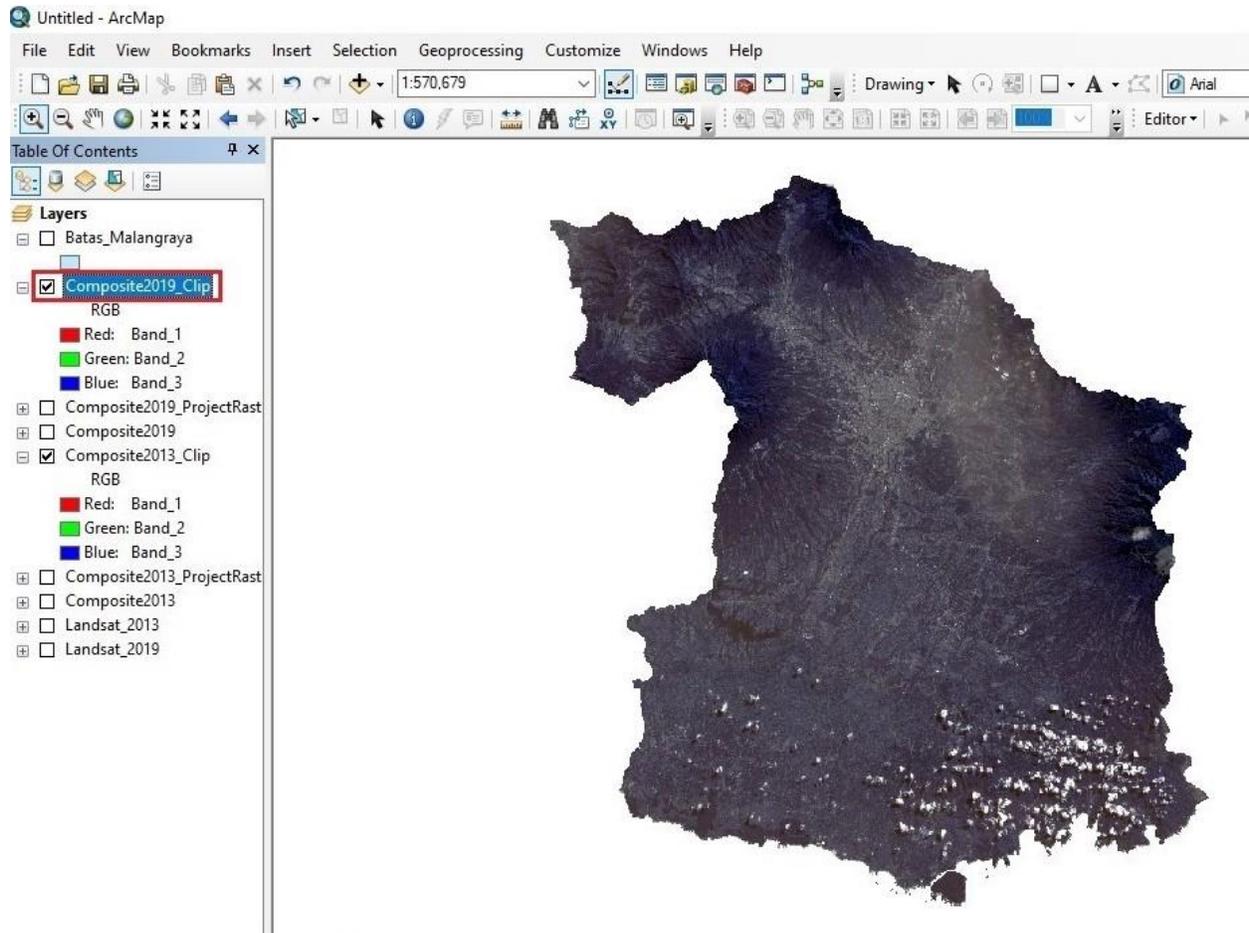
- Untuk melihat berhasil/ tidaknya koreksi sistem koordinat, klik kanan pada layer hasil komposit, kemudian klik *Properties*. Pada tab *Source*, diketahui sistem koordinat yang telah berubah sesuai dengan sistem koordinat yang telah dipilih.

C. Area of Interest Pemetaan (Clip)

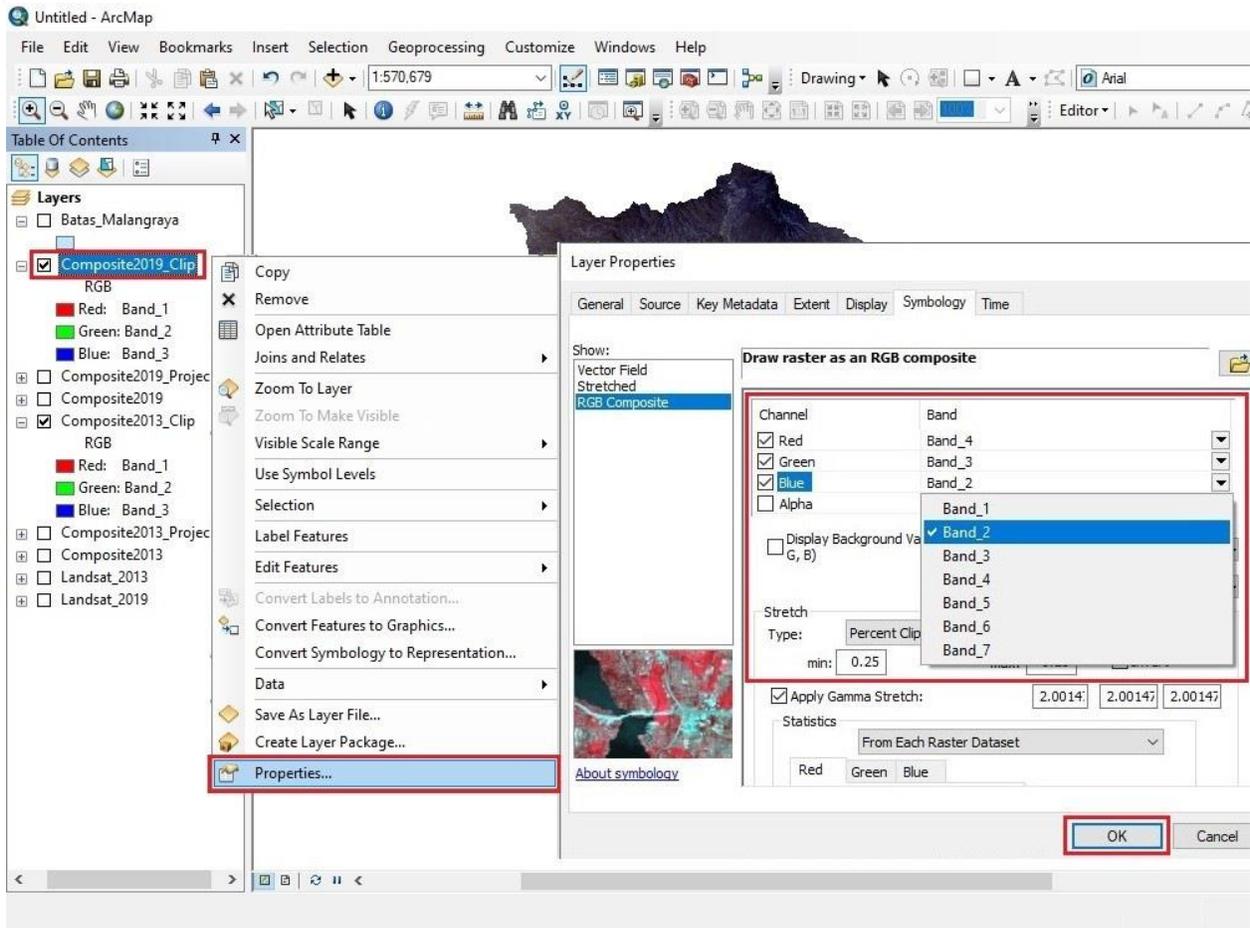
1. Citra landsat yang telah dikomposit dan dikoreksi sistem koordinatnya, akan diambil sesuai wilayah yang dianalisis, yakni Kawasan Metropolitan Malang Raya. Klik icon *Add Data* kemudian input *shapefile* batas administrasi Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu yang sudah di *Union* ke dalam layer kerja. Kemudian langkah *clipping* data citra sesuai bentuk wilayah administrasi, dilakukan dengan tools *Clip*. Klik icon *ArcToolBox* > *Data Management Tools* > *Raster* > *Raster Processing* > *Clip*. Pada kotak dialog *Clip*, input data citra hasil komposit yang sudah dikoreksi sistem koordinatnya ke dalam kolom *Input Raster*, dan masukkan data *shapefile* wilayah administrasi ke dalam kolom *Output Extent*. Centang *Use Input Features for Clipping Geometry*, kemudian klik *OK*.



- Hasil *clipping* data citra Landsat selanjutnya akan digunakan untuk analisis perubahan lahan. Berikut adalah gambar hasil *clipping* data citra Landsat yang telah dikomposit dengan batas administrasi Kawasan Metropolitan Malang Raya.



- Langkah selanjutnya menampilkan data citra Landsat Kawasan Metropolitan Malang Raya sesuai dengan warna alami (*natural colour*) untuk memudahkan identifikasi tutupan lahan. Klik kanan pada layer data citra landsat Kawasan Metropolitan Malang Raya, kemudian klik *Properties* untuk membuka kotak dialog *Layer Properties*. Pada tab *Symbology* dan bagian *RGB Composite*, atur kanal *Red* menjadi band 4, kanal *Green* menjadi band 3, dan kanal *Blue* menjadi band 2, kemudian klik *OK*.



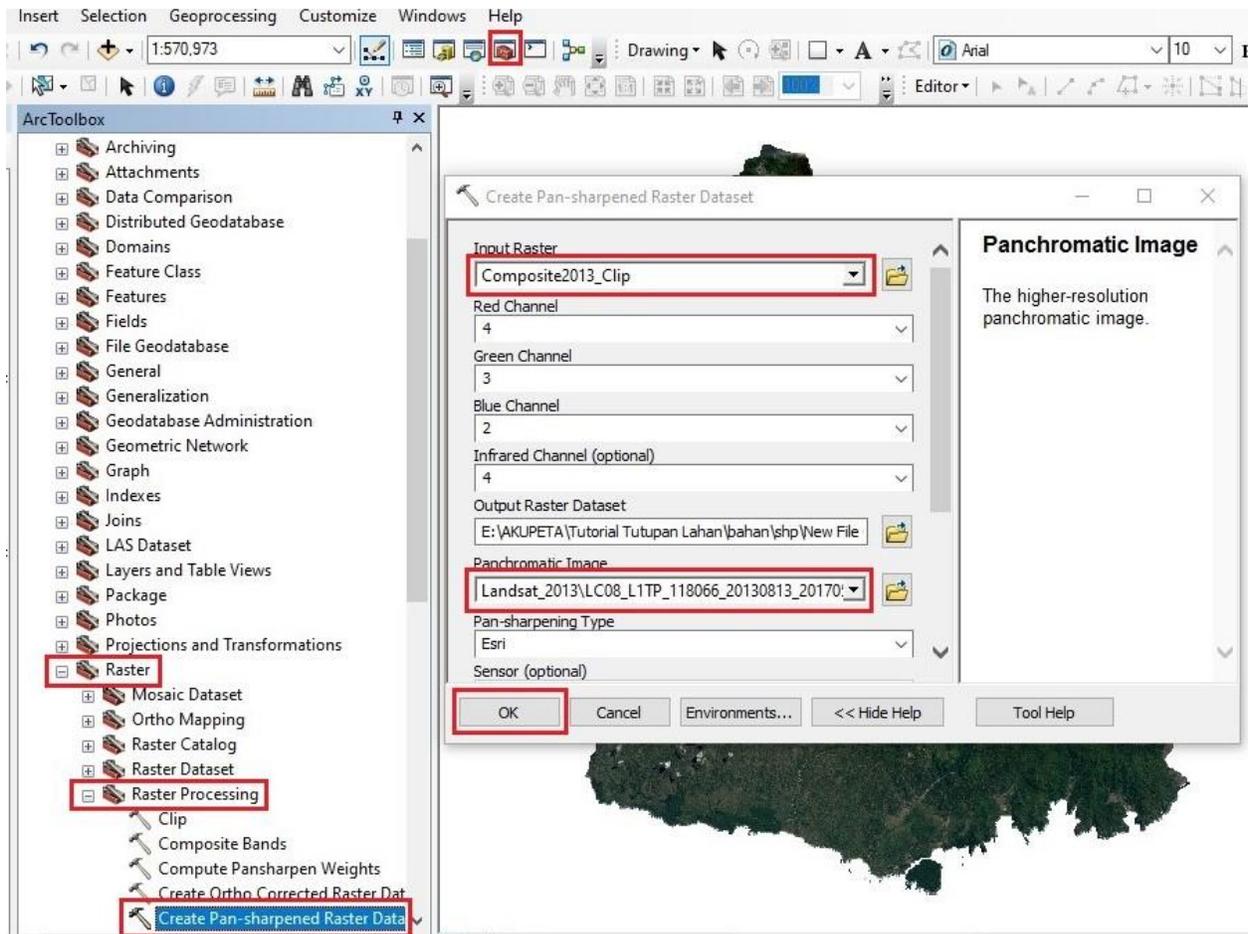
4. Gambar data citra Landsat dengan komposisi RGB 4-3-2, memperlihatkan data citra Landsat sesuai warna yang dilihat oleh manusia.



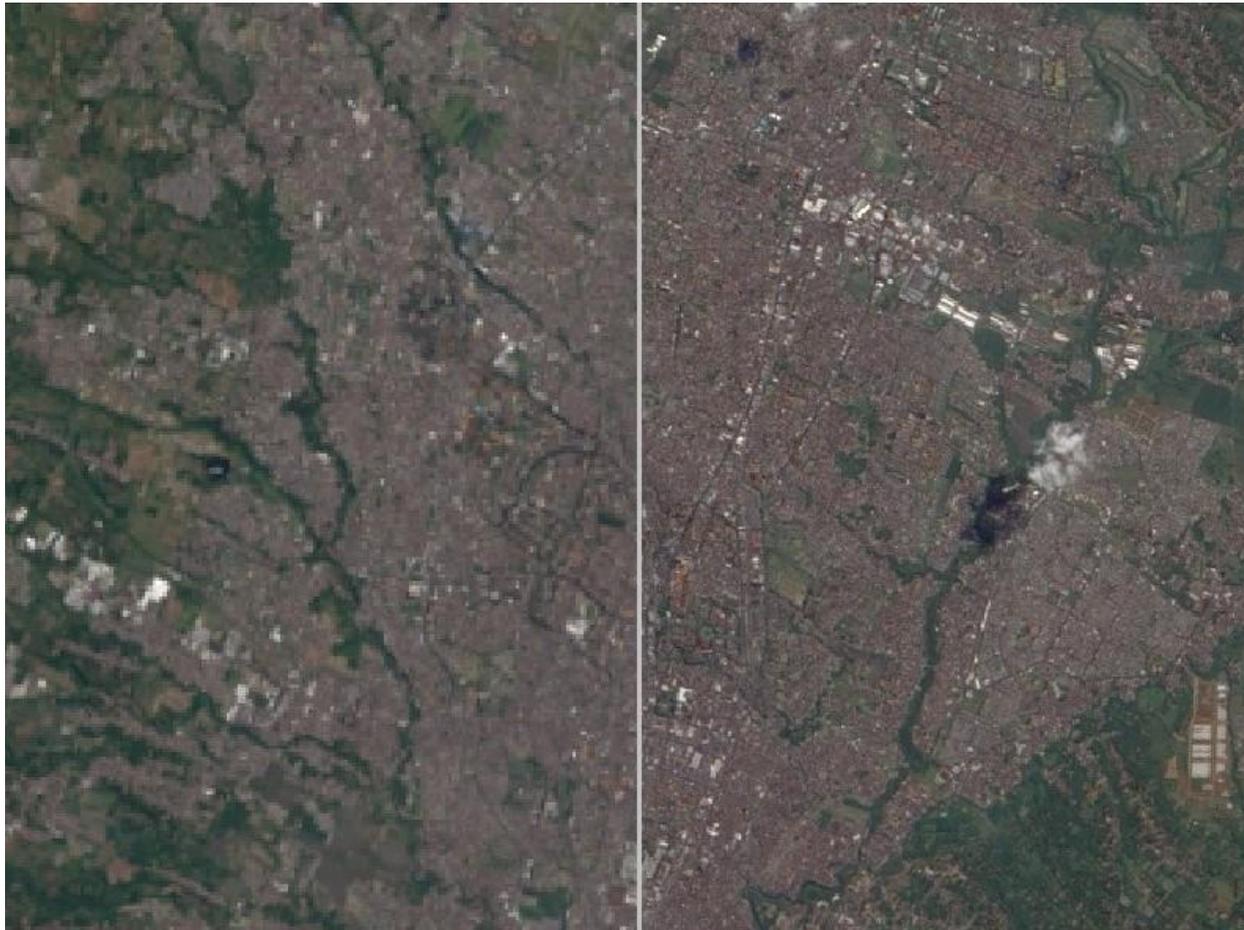
Gambar 3 Data Citra Landsat RGB 4-3-2 Tahun 2013 (Kiri) dan Tahun 2019 (Kanan)

D. Penajaman Citra Landsat (*Pan Sharpening*)

- Langkah selanjutnya adalah penajaman data citra Landsat, dengan menambahkan band 8 sebagai data pankromatik dengan resolusi 15m x 15m. Penambahan data pankromatik ini dilakukan dengan menggunakan *ArcToolBox > Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Create Pan-sharpened Raster Dataset*. Masukkan data citra landsat Kawasan Metropolitan Malang Raya di kolom *Input Raster*, masukkan data citra band 8 ke dalam kolom *Panchromatic Image*, kemudian klik *OK*.



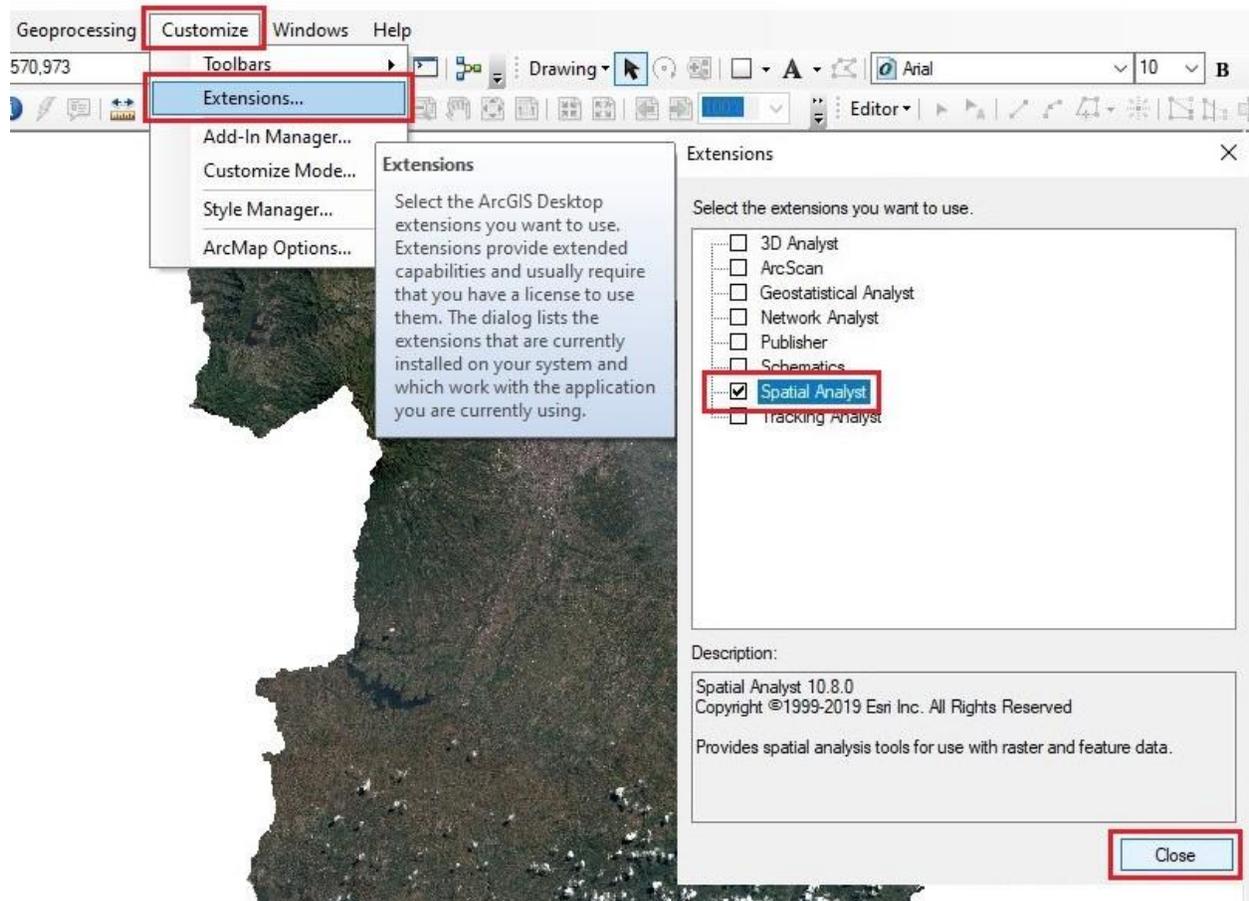
- Hasil komparasi pada data citra Landsat band 1 sampai band 7 tanpa proses *pan sharpening* dengan data landsat band 1 sampai band 7 ditambah proses *pan sharpening* dengan band 8. Menunjukkan hasil data citra Landsat yang lebih tajam dan detail, sehingga lebih memudahkan dalam identifikasi tutupan lahan.



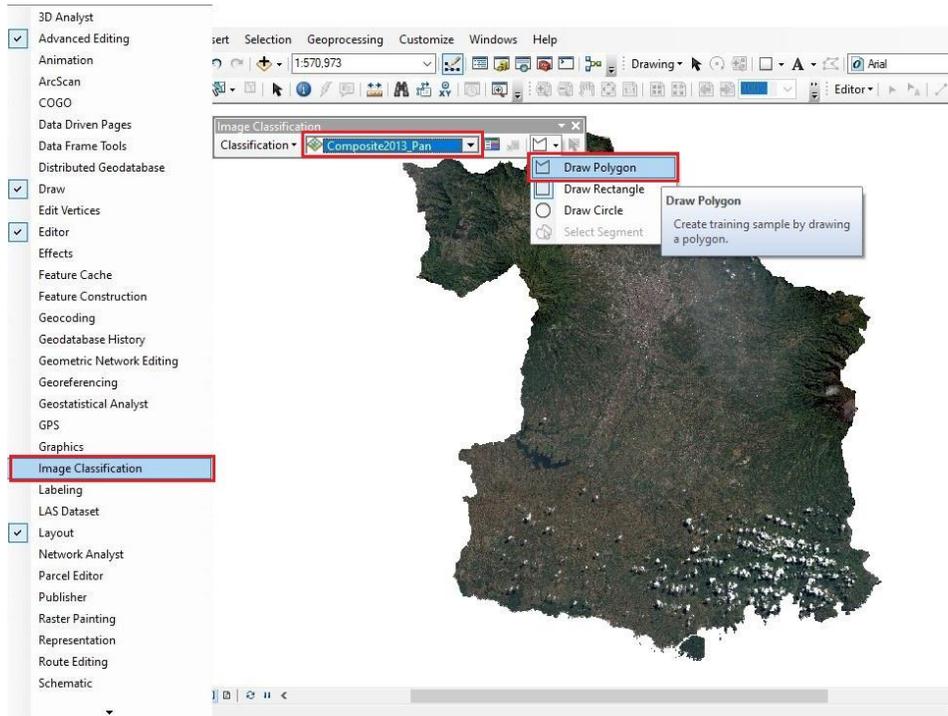
Gambar 4 Data Citra Landsat Tanpa Proses *Pan Sharpening* (Kiri) dan Dengan Proses *Pan Sharpening* (Kanan)

E. Metode Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*)

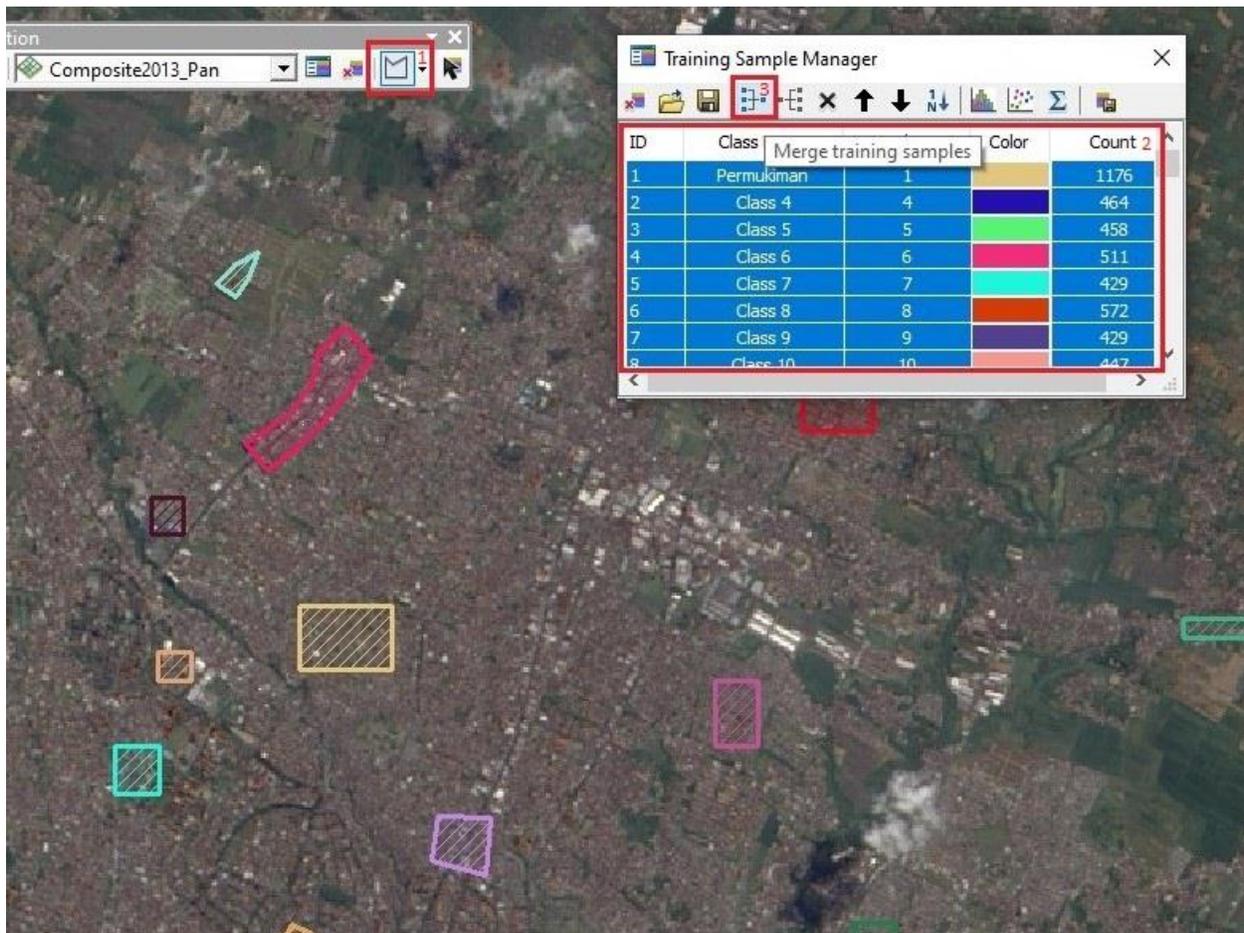
1. Identifikasi tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan metode Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*). Metode ini merupakan cara mengklasifikasi berdasarkan sampel yang dibuat untuk setiap jenis tutupan lahan. Sebelum melakukan klasifikasi, langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah mengaktifkan ekstensi *Spatial Analyst* melalui tab menu *Customize > Extensions > centang kolom Spatial Analyst > kemudian klik Close*.



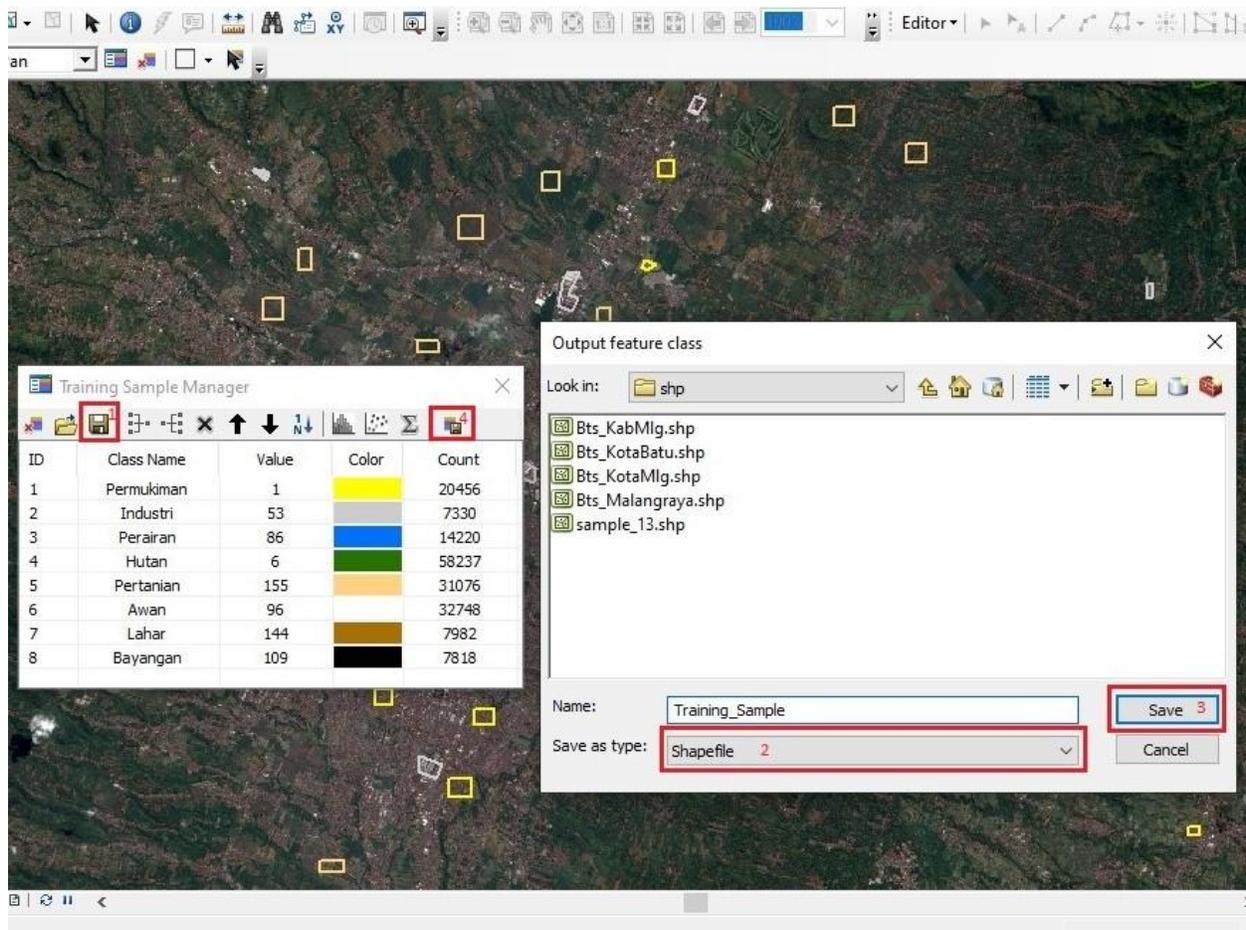
- Langkah selanjutnya adalah menampilkan toolbar *Image Classification* agar bisa membuat *training sample* tiap klasifikasi tutupan lahan. Klik kanan pada *menu toolbar* paling atas, kemudian centang menu *Image Classification*. Setelah muncul toolbar *Image Classification*, lalu pilih data citra Landsat yang akan didigitasi.



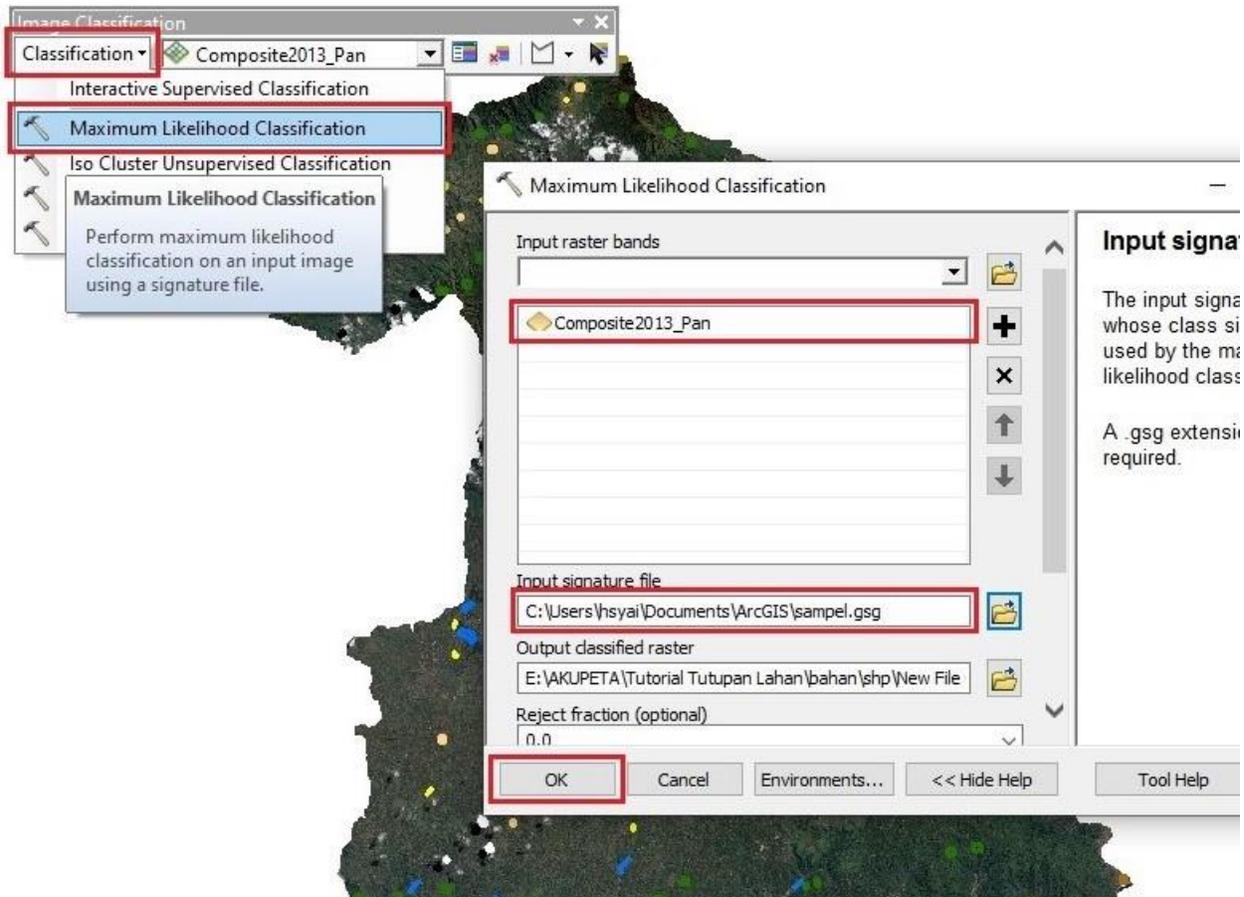
3. Klik *Draw Polygon*, kemudian digitasi jenis tutupan lahan sesuai dengan klasifikasinya serta mengacu dari data citra Landsat. Identifikasi setiap jenis tutupan lahan yang sama, kemudian gunakan tools *Merge Training Samples* untuk menyatukan tutupan lahan dengan klasifikasi yang sama. Jenis tutupan lahan yang digunakan adalah Permukiman, Industri, Perairan, Hutan, dan Pertanian. Untuk mengurangi eror hasil klasifikasi tutupan lahan, maka ditambahkan Awan, Bayangan, dan Lahar.
4. Poin penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan *training sample* adalah harus representatif. Banyaknya *training sample* bukan jaminan menghasilkan model yang baik jika *training sample* yang dibuat tidak akurat. Jumlah training sample yang dibutuhkan disesuaikan dengan keberagaman objek. Idealnya semakin banyak *training sample* akan memberikan hasil yang semakin baik.



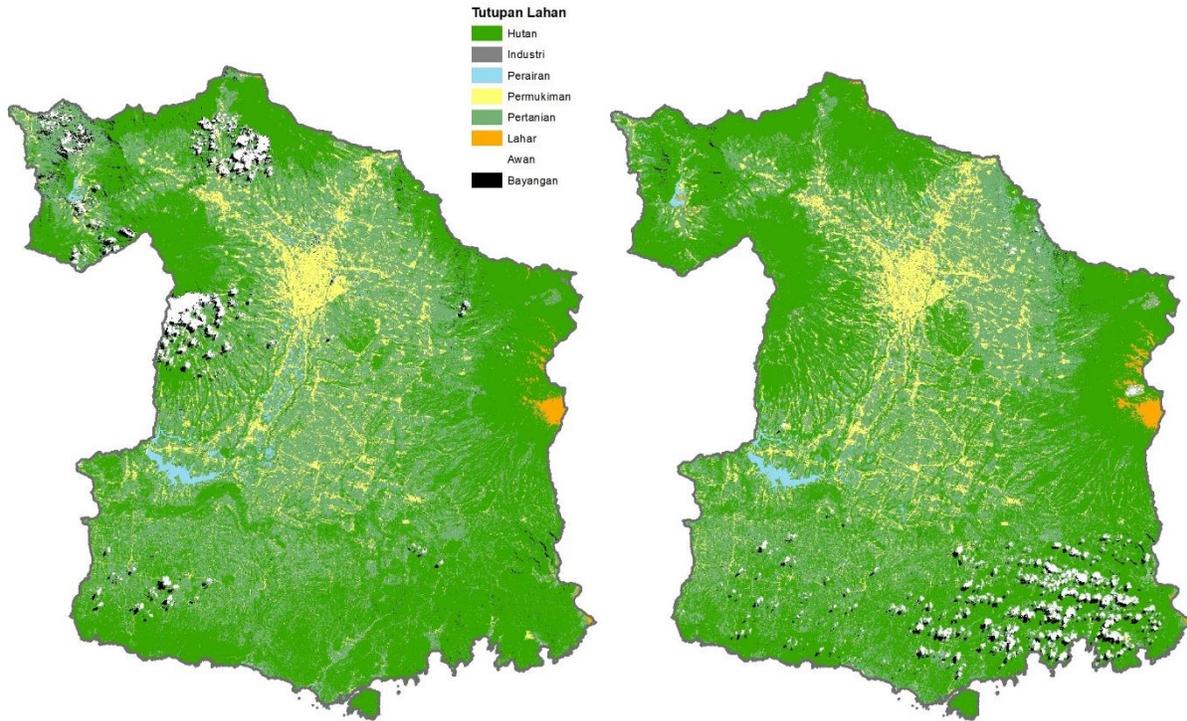
5. Setelah selesai membuat sampel tiap jenis tutupan lahan. Simpan sampel tutupan lahan dengan klik *Save training samples* pada toolbar *Training Sample Manager*. Saat muncul kotak dialog *Output feature class* tentukan folder penyimpanan > tulis nama sampel > *save as shapefile* > klik *Save*.
6. Langkah selanjutnya adalah membuat sampel dalam format *.gsg* sebagai bahan dalam klasifikasi terbimbing. Klik menu *Create a signature file* pada toolbar *Training Sample Manager* > tentukan folder penyimpanan > tulis nama sampel > *save as signature files* > klik *Save*. Karena menggunakan dua periode waktu, maka lakukan digitasi *training sample* yang dibuat untuk masing-masing pada tahun 2013 dan tahun 2019.



- Masuk ke tahap klasifikasi, pada toolbar *Image Classification*, klik menu *Classification*, kemudian klik *Maximum Likelihood Classification*. Pada kotak dialog yang muncul, masukkan layer data citra Landsat hasil komposit band yang sudah dikoreksi sistem koordinatnya, masukkan *signature file* yang telah dibuat sebelumnya, tentukan folder penyimpanan, dan klik *OK*.



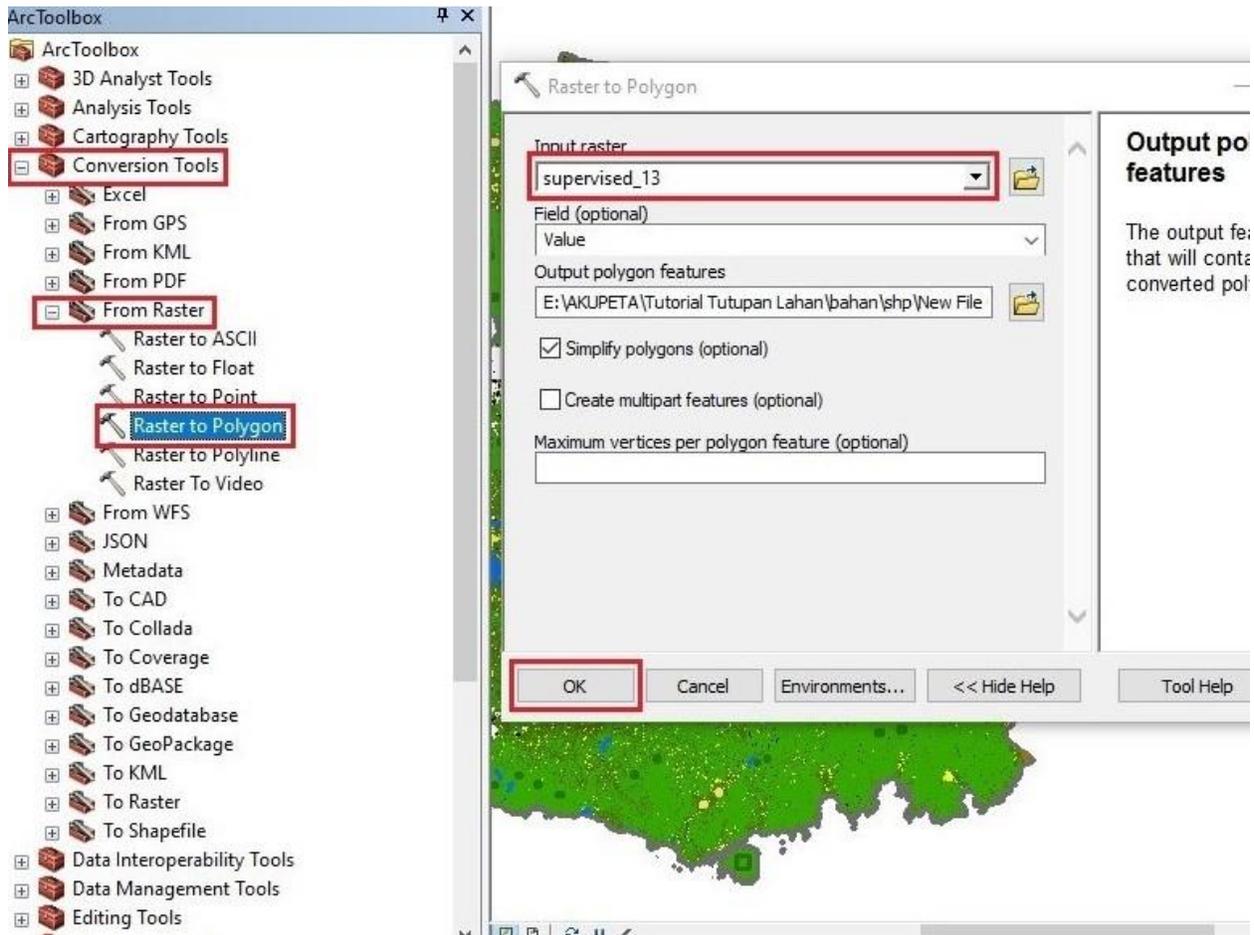
- Selanjutnya tinggal menunggu proses klasifikasi selesai, jika sudah berhasil maka akan muncul data raster baru dengan pembagian jenis tutupan lahan yang sudah ditentukan. Berikut hasil klasifikasi tutupan lahan yang digunakan berupa Permukiman, Industri, Perairan, Hutan, dan Pertanian.



Gambar 5 Tutupan Lahan Tahun 2013 (Kiri) dan Tutupan Lahan Tahun 2019 (Kanan)

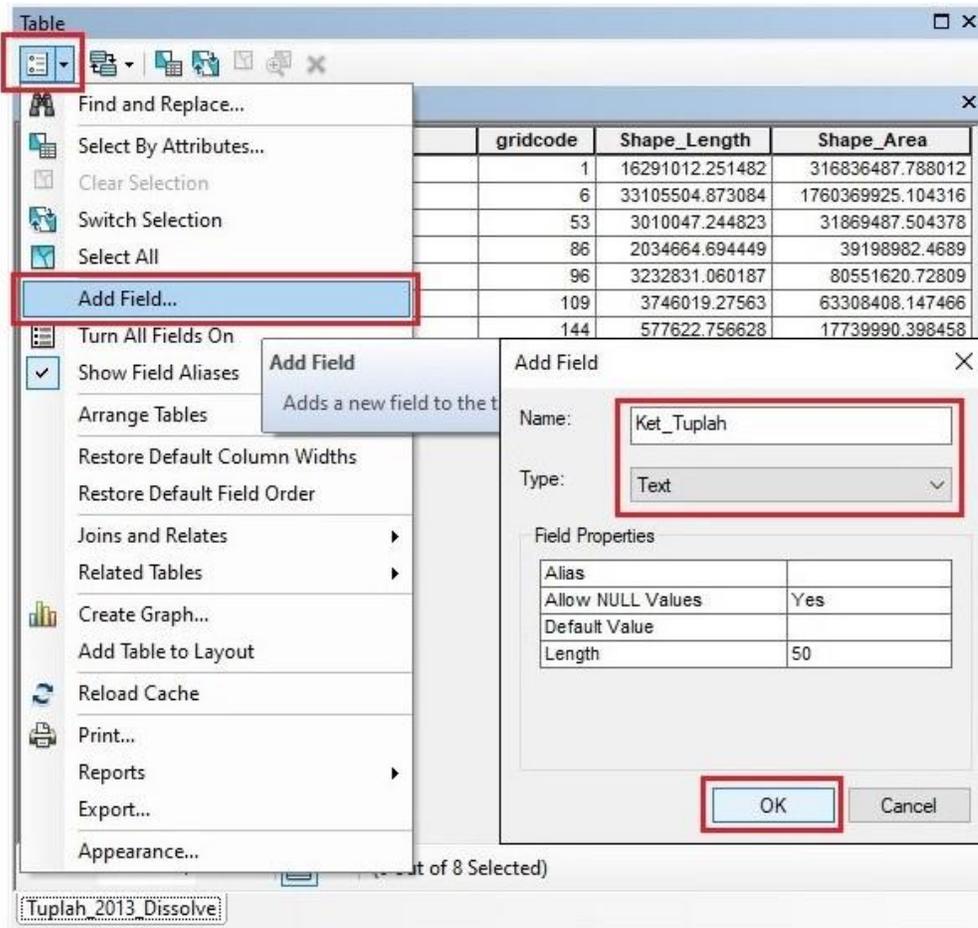
F. Identifikasi Perubahan Lahan

1. Perubahan lahan dapat diidentifikasi dengan membandingkan data tutupan lahan tahun 2013 dengan data tutupan lahan tahun 2019. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan menghitung luasan setiap jenis tutupan lahan. Langkah yang dilakukan adalah merubah data raster menjadi data vektor berupa format *shapefile*. Klik ikon *ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon*. Setelah muncul kotak dialog *Raster to Polygon*, isi kolom *Input raster* dengan data raster hasil klasifikasi terbimbing, kemudian pilih folder penyimpanan, lalu klik *OK*.

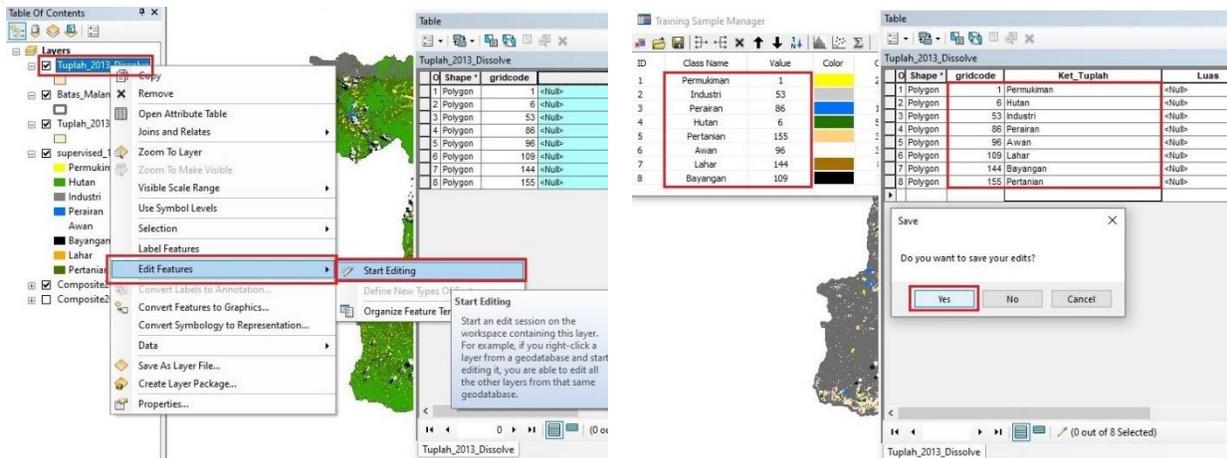


2. Hasil konversi data vektor berupa *shapefile polygon*. Langkah selanjutnya adalah menggunakan tools *Dissolve*, untuk menggabungkan data *polygon* sesuai dengan klasifikasi tutupan lahan. Setelah proses *Dissolve* berhasil, selanjutnya membuat *field* untuk memberi keterangan jenis tutupan lahan dan *field* keterangan luasan dalam hektar.

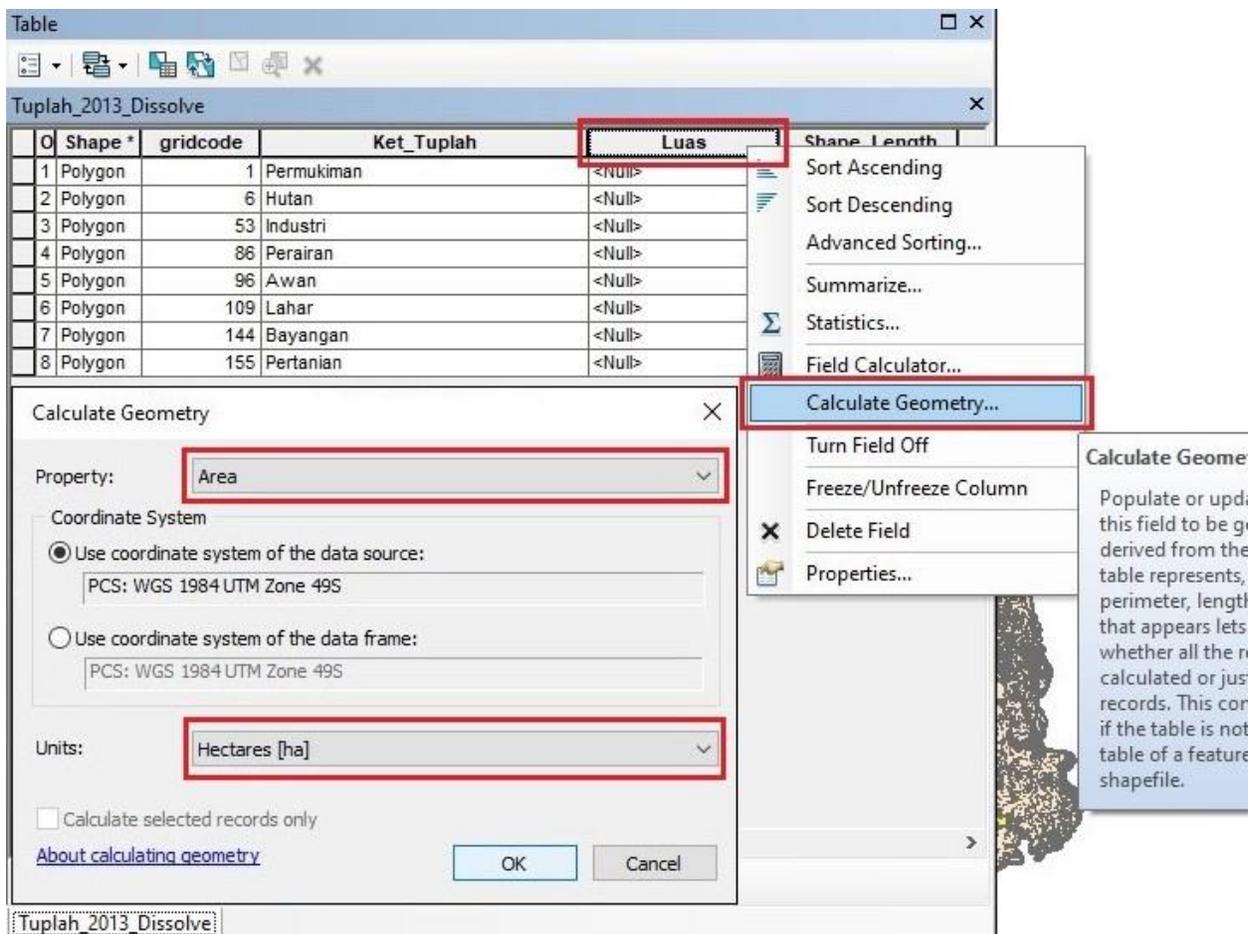
3. Klik kanan pada data *shapefile* hasil klasifikasi > *Open Attribute Table* > Kotak dialog *Table* > *Table Options* > *Add Field* > Isi nama untuk keterangan jenis tutupan lahan > *Type Text* > Isi kolom *Length* (jumlah huruf) sesuai kebutuhan > Klik *OK*. Lakukan hal yang sama untuk field luas, hanya saja yang berbeda setelah isi nama untuk keterangan luasan dalam hektar > *Type Double* > Isi kolom *Precision* dan *Scale* sesuai kebutuhan > Klik *OK*.



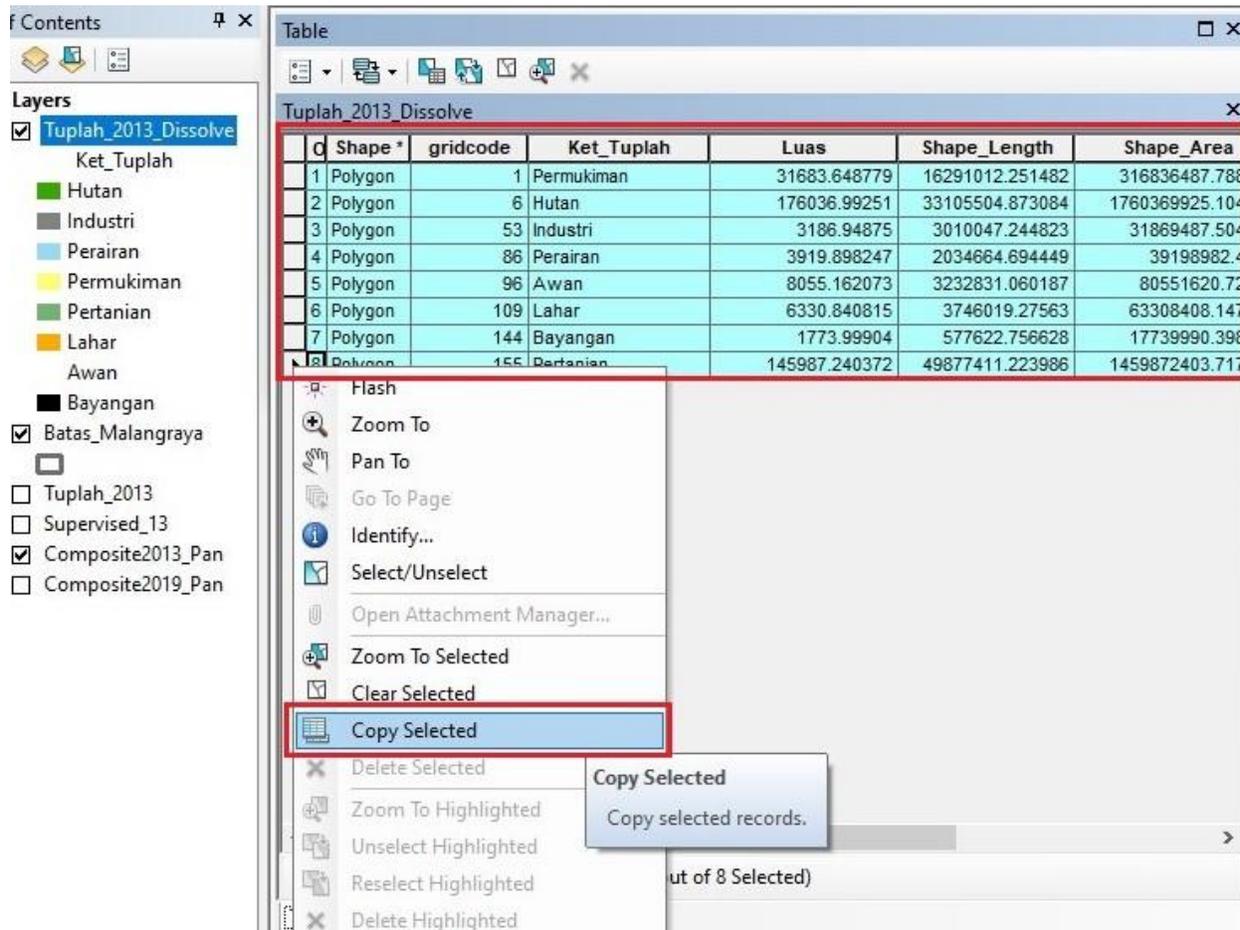
4. Untuk mengisi data keterangan jenis tutupan lahan pada data *shapefile* hasil klasifikasi, dengan cara klik kanan > *Edit Features* > *Start Editing*. Isi kolom dengan cara sesuaikan kode dengan keterangan saat membuat *training sample* pada tahap sebelumnya. Setelah atribut tutupan lahan terisi klik toolbar *Editor* > *Stop Editing* > kotak dialog *Save* > klik *Yes*.



5. Langkah selanjutnya adalah menghitung luasan tiap jenis tutupan lahan menggunakan *field* dengan nama Luas yang telah dibuat. Caranya adalah dengan klik kanan pada *field* luas > *Calculate Geometry* > *Property Area* > *Coordinate System* > *Units hectares (ha)* > klik OK.



- Secara otomatis atribut pada tabel akan terisi dengan besaran luas dalam satuan hektar. Data luas tiap jenis tutupan lahan kemudian kita olah di excel untuk melakukan identifikasi perubahan lahan dari tahun 2013 dan tahun 2019. Klik kanan data *shapefile* tutupan lahan > *Open Attribute Table* > Kotak dialog *Table* > *Table Options* > *Select All* > *Copy Selected* > *Paste di Excel*.



The screenshot shows the ArcGIS interface with the 'Table' window open for the 'Tuplah_2013_Dissolve' layer. The attribute table is displayed with the following data:

ID	Shape *	gridcode	Ket_Tuplah	Luas	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	1	Permukiman	31683.648779	16291012.251482	316836487.788
2	Polygon	6	Hutan	176036.99251	33105504.873084	1760369925.104
3	Polygon	53	Industri	3186.94875	3010047.244823	31869487.504
4	Polygon	86	Perairan	3919.898247	2034664.694449	39198982.4
5	Polygon	96	Awan	8055.162073	3232831.060187	80551620.72
6	Polygon	109	Lahar	6330.840815	3746019.27563	63308408.147
7	Polygon	144	Bayangan	1773.99904	577622.756628	17739990.398
8	Polygon	155	Pertanian	145987.240372	49877411.223986	1459872403.717

The context menu is open over the table, and the 'Copy Selected' option is highlighted. A tooltip shows 'Copy Selected' and 'Copy selected records.' The table also shows a status bar indicating '8 of 8 Selected'.

7. Berikut hasil perhitungan luasan masing-masing jenis tutupan lahan Kawasan Metropolitan Malang Raya tahun 2013 dan tahun 2019.

TAHUN 2013			
No	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase
1	Permukiman	31683.65	8.40%
2	Industri	3186.95	0.85%
3	Hutan	176036.99	46.70%
4	Pertanian	145987.24	38.73%
5	Perairan	3919.90	1.04%
6	Lahar	1774.00	0.47%
7	Awan	8055.16	2.14%
8	Bayangan	6330.84	1.68%
Total		376974.73	100%

TAHUN 2019			
No	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase
1	Permukiman	33016.65	8.76%
2	Industri	3350.66	0.89%
3	Hutan	161598.50	42.87%
4	Pertanian	158016.78	41.92%
5	Perairan	4743.48	1.26%
6	Lahar	2576.54	0.68%
7	Awan	8878.71	2.36%
8	Bayangan	4793.41	1.27%
Total		376974.73	100%

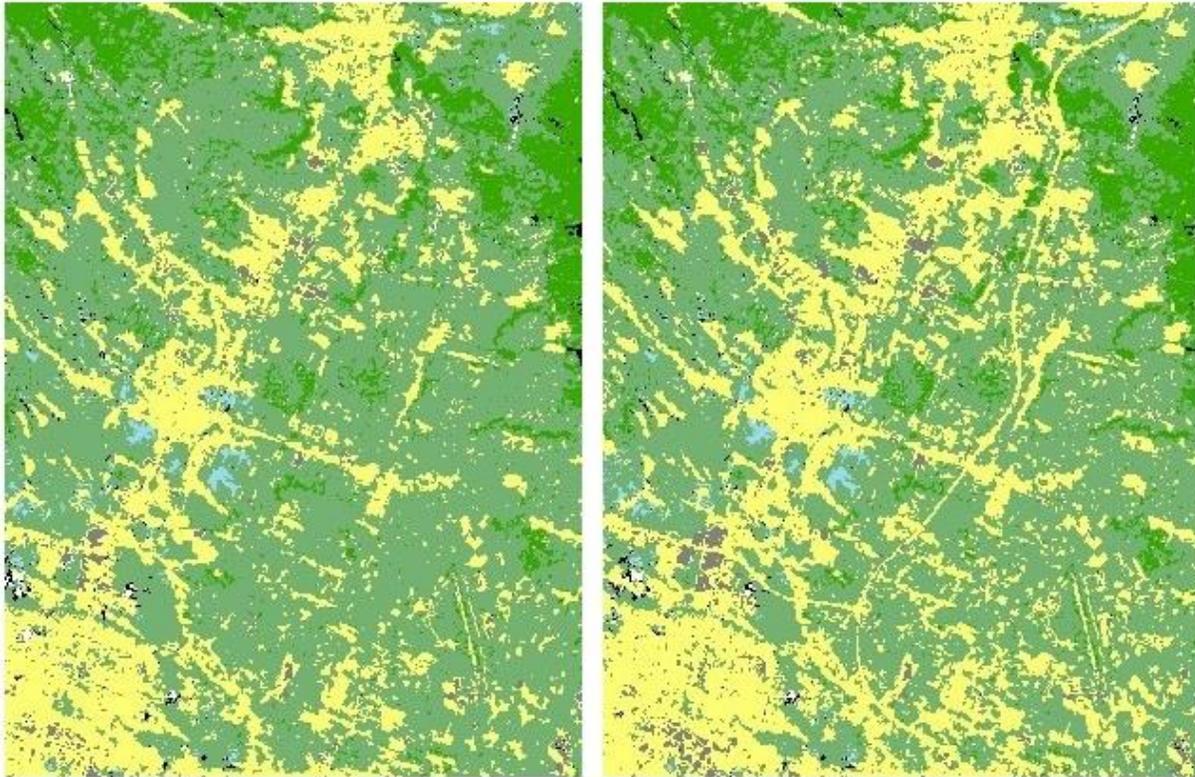
8. Dapat diketahui bahwa terjadi pengurangan tutupan lahan hutan sebesar 4,1 %, dan terjadi peningkatan tutupan lahan permukiman sebesar 0,3%, industri sebesar 0,04%, dan pertanian sebesar 3,2%. Secara umum untuk luasan hijau masih memenuhi persentase minimum sebesar 30%.

KESIMPULAN

Dapat dilihat bahwa perkembangan wilayah, dalam hal ini lahan terbangun di Kawasan Malang Raya terpusat di daerah dekat perkotaan (Kota Malang dan Kota Batu). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, terlihat bahwa kawasan terbangun di Kawasan Metropolitan Malang Raya terjadi peningkatan yang cukup signifikan. Perkembangan daerah perkotaan awalnya hanya berada di pusat inti kota dan sebagian terdapat di kawasan perkotaan. Namun, seiring bertambahnya waktu, perkembangannya meningkat terutama di kawasan lingkaran kota.

Pada tahun 2013, ekspansi penduduk terlihat mulai berkembang ke arah utara dan barat. Bagian utara merupakan akses menuju Ibu Kota Provinsi Jawa Timur yaitu Kota Surabaya, sehingga perkembangan mengikuti jalan nasional. Akses transportasi jalan telah membentuk perkembangan pola permukiman sepanjang jalan. Adanya jalan tol Malang - Pandaan yang menghubungkan wilayah metropolitan Malang Raya dan Kota Surabaya juga telah mempengaruhi perkembangan perkotaan. Bagian barat berkembang karena pengaruh Kota Batu sebagai Kota Wisata yang menjangkau wilayah regional, sehingga banyak terjadi alih fungsi

lahan pertanian menjadi pemukiman, begitu juga dengan lahan hutan yang berubah menjadi lahan pertanian, karena kebutuhan masyarakat yang semakin.



Gambar 6 Perubahan Lahan Tidak Terbangun Menjadi Lahan Terbangun

Hasil identifikasi perubahan lahan ini dapat dimanfaatkan sebagai monitoring wilayah untuk kebijakan pemerintah ke depan, serta dengan analisis lebih lanjut dapat digunakan untuk memprediksi perkembangan perkotaan di tahun berikutnya. Pemantauan ekspansi daerah perkotaan menggunakan data citra satelit dan SIG merupakan suatu hal yang penting dalam kaitannya dengan perencanaan tata ruang dan lingkungan. Penggunaan citra satelit yang memiliki resolusi yang tinggi memungkinkan untuk memantau perubahan guna lahan secara rinci.

Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam rangka peningkatan hasil studi dan kemungkinan studi lebih lanjut, diantaranya yaitu perlunya melakukan proses validasi dan koreksi data, baik melalui data observasi lapangan maupun data dari sumber lain; pendeteksian dengan menggunakan data citra satelit yang memiliki resolusi yang tinggi dan metode analisis klasifikasi yang lebih baik; identifikasi faktor yang mempengaruhi perubahan lahan, misalnya pertumbuhan jumlah penduduk, harga lahan, kondisi ekonomi, kondisi infrastruktur, dan perubahan kondisi sosial.