

**ANALISIS POLA DAN ARAH PERKEMBANGAN PERMUKIMAN DI WILAYAH
AGLOMERASI PERKOTAAN YOGYAKARTA (APY)
(STUDI KASUS: KABUPATEN SLEMAN)**

Caesara Geacesita Valent^{*)}, Sawitri Subiyanto, Yasser Wahyuddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : g.cesita97@gmail.com^{*)}

ABSTRAK

Wilayah aglomerasi terbentuk karena adanya beragam pusat kegiatan yang dikelompokkan dalam satu lokasi tertentu. Menurut Teori *Central Place* adanya berbagai kegiatan pada suatu lokasi cenderung akan bergabung pada pusat wilayahnya. Contoh aglomerasi adalah aglomerasi permukiman, industri, perdagangan dan jasa dan lain – lain. Kota Yogyakarta dan wilayah di sekitarnya adalah salah satu bentuk aglomerasi permukiman akibat penambahan penduduk. Menurut Rencana Pola Ruang Wilayah DIY, wilayah aglomerasi tersebut meliputi sebagian Kabupaten Sleman dan Bantul yang disebut dengan wilayah Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta (APY). Kabupaten Sleman sebagai bagian dari wilayah APY tentunya mengalami perkembangan wilayah permukiman. Hal ini menjadi daya tarik para pengembang maupun masyarakat individu untuk membangun rumah di atas lahan yang masih tersedia. Pembangunan wilayah permukiman menyebabkan terjadinya intensitas peningkatan penggunaan lahan, khususnya pola dan arah perkembangan pemukiman. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi perubahan penggunaan lahan pemukiman dengan mengoptimalkan Citra SPOT-6 2013 dan 2020. Kemudian dianalisis besar penggunaan lahan pemukiman dan pola persebaran pemukiman dengan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN). Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis diketahui perubahan luas pemukiman pada wilayah APY di Kabupaten Sleman mengalami peningkatan sebesar 471,55 Ha atau 4,98% dari 9467,16 Ha total luas penggunaan lahan. Perubahan lahan pemukiman terbesar terjadi di Kecamatan Ngemplak 79,63 Ha dengan perubahan penggunaan lahan kosong menjadi pemukiman sebesar 48,12 Ha dan lahan pertanian menjadi permukiman sebesar 31,76 Ha. Berdasarkan hasil pengolahan ANN pola permukiman didominasi dengan pola acak. Hal ini dipengaruhi oleh faktor topografi dan aksesibilitas yang baik. Berdasarkan pendekatan *Standard Deviational Ellipse* (SDE) perkembangan permukiman menuju ke arah timur dengan nilai rotasi proyeksi 71°14'52,8" tahun 2013 dan 66°51'39,6" tahun 2020 yang mengarah pada Kecamatan Depok dan Kecamatan Ngemplak. Berdasarkan perhitungan *Gravity Model* dengan membandingkan jumlah penduduk dan jarak antara Kota Yogyakarta dengan Kecamatan di wilayah APY Sleman, hasilnya sesuai yaitu nilai interaksi wilayah yang terbesar terjadi di Kecamatan Depok sebesar 352,15.

Kata Kunci: *Average Nearest Neighbor*, APY Kabupaten Sleman, *Gravity Model*, Permukiman, *Standard Deviational Ellipse*

ABSTRACT

The city of Yogyakarta and surrounding areas is one form of agglomeration of settlements due to population growth. According to Central Theory Place, the existence of various activities at a location tends to be joined at the center of the region. The example of agglomeration are settlement, industrial, trade and services and others. According to the DIY Regional Spatial Plan, the agglomeration area covers parts of Sleman and Bantul Regencies which are called Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta (APY). Sleman Regency as part of the APY is certainly progressing residential areas. This is an attraction for developers and individual communities to build houses on the land that is still available. The development of residential areas has resulted in an intensification of land use, particularly the pattern and direction of settlement development. This study is intended to evaluate changes in residential land use by optimizing the SPOT-6 2013 and 2020 imagery. Then the analysis of the size of residential land use and settlement distribution patterns using the Average Nearest Neighbor (ANN) method. Based on the results of data processing and analysis, it is known that changes in residential area in the APY area in Sleman Regency have increased by 471,55 Ha or 4,98% from 9467,16 Ha of land use area. The largest change in residential land occurred in Ngemplak Subdistrict is 79,63 Ha, with changes in the use of vacant land to settlements of 48,12 hectares and agricultural land into settlements of 31,76 hectares. Based on the results of ANN processing, the settlement pattern is dominated by a random pattern. This is influenced by topographic factors and good accessibility. Based on the Standard Deviational Ellipse (SDE) approach, the development of settlements to the east with a projection rotation value of 71°14'52,8" in 2013 and 66°51'39,6" in 2020 which leads to Depok and Ngemplak Subdistricts. Based on the calculation of the Gravity Model by comparing the population and distance between Yogyakarta City and the District in the APY Sleman region, the results are in accordance with the greatest regional interaction value occurring in Depok District is 352.15.

Keyword: *Average Nearest Neighbor*, APY Sleman Regency, *Gravity Model*, Settlements, *Standard Deviational Ellipse*

^{*)} Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Perkembangan Kota Yogyakarta mendorong peningkatan penggunaan lahan. Kecenderungan perkembangan wilayah diikuti dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang menyebabkan pembangunan sarana dan prasarana yang semakin kompleks telah menyebabkan berkembangnya daerah di sekitarnya karena mendapatkan pengaruh kekotaan. Oleh karena itu, Kota Yogyakarta telah berkembang menuju wilayah di sekitar Kota Yogyakarta. Wilayah tersebut meliputi sebagian Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul yang kemudian disebut dengan Kawasan Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta (APY).

Kabupaten Sleman sebagai wilayah yang termasuk dalam kawasan APY tentunya mengalami perkembangan baik sebagai tempat pusat dan distribusi jasa, kegiatan pemerintahan, pendidikan, layanan sosial, hingga kegiatan ekonomi. Kabupaten Sleman juga menjadi wilayah yang strategis dikarenakan menjadi penghubung antara Provinsi Jawa Tengah dan DIY. Hal ini menjadi daya tarik pembangunan tempat permukiman dan fasilitas – fasilitas untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Akibat terjadinya perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman dapat menyebabkan terjadinya perubahan pola dan arah perkembangan wilayah permukiman.

Pada penelitian ini pola persebaran permukiman ditentukan berdasarkan penggunaan lahan untuk permukiman menggunakan analisis tetangga terdekat dan arah perkembangan wilayah dianalisis dengan pendekatan fitur *Standard Deviational Ellipse* (SDE) yang terdapat pada software ArcGIS yang diperkuat dengan *Gravity Model*. Peneliti berharap penelitian ini bisa menjadi materi masukan dan dapat membantu Pemerintah Kabupaten Sleman dan DIY, khususnya wilayah penelitian dalam melakukan kontrol dan pengawasan terkait penataan ruang dan perizinan dari penggunaan lahan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penggunaan lahan permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman antara tahun 2013 dan 2020 ?
2. Bagaimana pola persebaran permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman antara tahun 2013 dan 2020 ?
3. Bagaimana proyeksi arah perkembangan fisik permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman berdasarkan pola yang terbentuk sejak 2013 – 2020?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi penggunaan lahan permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman Tahun 2013 dan 2020.

2. Mengidentifikasi pola persebaran permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman Tahun 2013 dan 2020.
3. Menganalisis dan memproyeksikan arah perkembangan fisik permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman berdasarkan pola tahun 2013 dan 2020.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian mengacu pada Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 2 Tahun 2010 yang menyebutkan Kawasan APY di Kabupaten Sleman meliputi: Kecamatan Gamping (Desa Ambarketawang, Desa Banyuraden, Desa Nogotirto dan Desa Trihanggo), Kecamatan Godean (Desa Sidoharum), Kecamatan Mlati (Desa Sendangdadi dan Desa Sinduadi), Kecamatan Depok (Desa Caturtunggal, Desa Maguwoharjo dan Desa Condongcatur), Kecamatan Ngemplak (Desa Wedomartani), Kecamatan Ngaglik (Desa Sariharjo, Desa Sinduharjo dan Desa Minomartani).
2. Klasifikasi penggunaan lahan dengan metode digitasi *on screen* berdasarkan Rencana Pola Ruang Kawasan Perkotaan Yogyakarta 2018 – 2037 yaitu cagar budaya, embung dan sempadan embung, kawasan militer, lahan kosong, pendidikan tinggi, pariwisata, perdagangan dan jasa, perkantoran dan pelayanan umum, permukiman, pertanian, sungai dan sempadan sungai.
3. Analisis besarnya luas permukimandihitung berdasarkan hasil digitasi dan pola persebaran permukiman metode yang digunakan adalah model *Average Nearest Neighbor* (ANN) pada ArcGIS.
4. Analisis dan proyeksi arah perkembangan permukiman berdasarkan hasil pengolahan *Standard Deviational Ellipse* (SDE) pada ArcGIS dan interaksi wilayah dengan *Gravity Model*

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian terfokus wilayah APY di Kabupaten Sleman. Wilayah ini mencakup 14 desa dalam 6 kecamatan dengan luas wilayah 9467,16 Ha. Lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**



Gambar 1 Lokasi Penelitian

II.2 Teori Central Place

Teori Central Place adalah teori yang dikemukakan oleh Walter Christaller pada tahun 1933. Teori memberikan gambaran keadaan suatu daerah menjadi sebuah pusat kota yang dapat memberikan dampak kota – kota disekitarnya (Santoso dalam Ilmawan, 2015). Menurut Teori Central Place adanya berbagai kegiatan pada suatu lokasi cenderung akan bergabung pada pusat wilayahnya membentuk suatu aglomerasi perkotaan.

II.3 Aglomerasi

Aglomerasi terbentuk karena terpusatnya beragam aktivitas yang saling mempengaruhi pada suatu lokasi tertentu yang sehingga muncul penghematan dari lokasi yang saling berdekatan. Aglomerasi perkotaan menurut Irwansyah (2009) didefinisikan sebagai sebuah gabungan, kumpulan dua atau lebih pusat kegiatan yang dikelompokkan dalam satu lokasi tertentu. Aglomerasi perkotaan tersebut dapat berupa aglomerasi permukiman, industri, perdagangan dan jasa dan lain – lain yang dapat tumbuh melewati batas – batas administrasi kawasan, sehingga membentuk suatu wilayah baru yang tidak memiliki perencanaan secara sempurna.

Pertumbuhan penduduk menyebabkan semakin beragamnya fungsi di daerah perkotaan seperti pemerintahan, perdagangan dan jasa serta industri. Keunggulan dalam hal ketersediaan fasilitas dan kemudahan aksesibilitas sehingga mampu menarik berbagai kegiatan untuk beraglomerasi. Sehingga mengakibatkan perkembangan perkotaan yang memiliki kecenderungan mengalami pergeseran fungsi – fungsi kota ke daerah pinggiran kota (*urban fringe*) yang disebut dengan proses perluasan wilayah perkotaan ke arah luar.

II.4 Perkembangan Wilayah

Perkembangan wilayah merupakan suatu proses perubahan yang disebabkan oleh faktor – faktor yang menunjukkan tingkat keberhasilan pembangunan. Tingkat perkembangan wilayah disebabkan oleh beberapa faktor seperti: luas wilayah, jarak ke ibukota kabupaten/kota, lebar jalan, jarak ke pusat perbelanjaan terdekat, penduduk, jumlah fasilitas sarana sosial dan ekonomi yang menunjang kebutuhan penduduk di wilayah tersebut (Dewi, 2013).

II.4.1 Gravity Model

Perkembangan wilayah menyebabkan wilayah yang berada di permukaan bumi menjadi heterogen sehingga dapat menimbulkan interaksi wilayah Untuk mengetahui dan menghitung interaksi yang terjadi Tarigan mengungkapkan teori interaksi wilayah yaitu Teori Gravitasi (*Gravity Model*). Teori ini mengemukakan bahwa untuk melihat besarnya daya tarik pada dari suatu lokasi yang memiliki sumber potensi. Besarnya daya tarik dihitung dengan Persamaan (1).

$$I_{AB} = \frac{k \cdot P_A \cdot P_B}{(d_{AB})^2} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- I_{AB} = kekuatan interaksi antar wilayah A dan B
- k = angka konstanta empiris, nilainya 1
- P_A = jumlah penduduk wilayah A
- P_B = jumlah penduduk wilayah B
- d_{AB} = jarak wilayah A dan B

II.4.2 Standard Deviational Ellipse

Standard Deviational Ellipse (SDE) merupakan distribusi terarah untuk mencari pola dari banyak *point* atau daerah untuk menghitung jarak secara terpisah dalam dimensi x, y dan z (Chrisananda & Chervonita, 2020). SDE digunakan untuk menunjukkan tren pemusatan dan penyebaran dalam dua dimensi serta pola dan arah pergerakan yang ditentukan berdasarkan metode autokorelasi spasial sesuai kedekatan dan kemiripan karakteristik antar daerah.

II.5 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah upaya pemanfaatan lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup (Arsyad, 2010). Lillesand dan Kiefer (1997), penggunaan lahan merupakan suatu kegiatan manusia dalam memanfaatkan lahan. Menurut Rahmah (2020) penggunaan lahan dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu penggunaan lahan perkotaan dan perdesaan. Penggunaan lahan perkotaan dapat dibagi ke dalam dua kategori yaitu lahan terbangun dan lahan tak terbangun.

II.6 Permukiman

Menurut Undang - Undang Nomor 3 Tahun 1992, permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup diluar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan. Menurut Madanipour (2016) disebutkan bahwa perkembangan permukiman dipengaruhi oleh faktor pertambahan jumlah penduduk dan urbanisasi.

II.6.1 Pola Persebaran Permukiman

Menurut Sulistyowati (2017) pola permukiman diberbagai daerah tidak sama hal ini disebabkan karena susunan bangunan dan jalan – jalan suatu wilayah berbeda. Menurut Birtanto (1978) dalam Meiharja (2016) pola permukiman dapat dibedakan menjadi 3 yaitu: seragam (*uniform*), acak (*random*) dan mengelompok (*clustered*).

Salah satu cara untuk mengetahui pola persebaran permukiman adalah dengan menggunakan pendekatan analisis tetangga terdekat yang tersedia pada arctoolbox ArcGIS. Metode yang digunakan yaitu *Average Nearest Neighbor* (ANN) yang akan memuat informasi – informasi yang berkaitan dengan sebaran spasial, yaitu: nilai *z-score*, *p-value*, *nearest neighbor ratio*. *Z-score* dan *p-value* adalah ukuran signifikansi statistik yang menunjukkan distribusi data acak. *Nearest neighbor ratio* merupakan rasio jarak diamati dibandingkan dengan jarak yang diharapkan.

Bentuk distribusi penyebaran dapat dilihat pada hasil hitungan statistik pada nilai z-score, yaitu:

1. Pola mengelompok, yaitu setiap titik membentuk gerombolan yang saling berdekatan. Dikatakan mengelompok jika nilai z-score berada diantara -1,65 – 1,65.
2. Pola acak, yaitu beberapa titik tersebar secara tidak merata secara acak di suatu lokasi. Posisi antara titik satu dan titik lainnya tidak saling berpengaruh. Dikatakan acak jika nilai z-score berada diantara 1,65 – >2,58.
3. Pola seragam, yaitu beberapa titik yang tersebar secara merata, sehingga saling berdekatan dan membentuk suatu kelompok. Dikatakan seragam apabila nilai z-score berada diantara <-2,58 – -1,65.

II.7 Koreksi Citra

Koreksi geometrik adalah suatu proses untuk mengkoreksi posisi citra yang masih belum memiliki koordinat yang sesuai dengan lapangan menjadi citra yang sudah tereferensi geometrik dengan posisi yang ada di lapangan. Menurut Mather (2004) koreksi geometrik merupakan transformasi citra satelit berdasarkan titik kontrol di lapangan (*Ground Control Point* (GCP)). Koreksi geometrik citra yang dilakukan pada penelitian ini adalah *image to image rectification*, proses koreksi citra untuk merektifikasi satu citra ke citra yang lainnya menggunakan titik kontrol di lapangan (LAPAN, 2014).

II.8 Digitasi On Screen

Digitasi *on screen* merupakan proses menginterpretasikan informasi geografis pada format raster menjadi format vektor menggunakan bantuan *software* (Fadilla, 2018). Salah satu *software* yang digunakan adalah ArcGIS. Proses digitasi *on screen* banyak digunakan karena mudah dilakukan, tidak menggunakan alat tambahan dan mudah dikoreksi jika terdapat kesalahan.

II.9 Matriks Konfusi

Matriks konfusi merupakan tabel matriks yang menunjukkan hubungan antara hasil interpretasi dengan sampel data lapangan. Matriks konfusi ini menghasilkan perhitungan, seperti pada persamaan (2), (3), (4) dan (5).

1. *OA = Overall accuracy* yaitu untuk melihat keakuratan klasifikasi secara umum.

$$PA \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

2. *User accuracy* yaitu kemungkinan klasifikasi citra memiliki nilai berbeda di setiap kategori klasifikasinya.

$$UA = \frac{x_{ii}}{x_{+i}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

3. *Producer accuracy* yaitu kemungkinan lahan dilapangan terklasifikasi tepat dalam citra.

$$\frac{\sum_i x_{ii}}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

4. *Kappa accuracy* yaitu ukuran kebenaran antara kelas yang diinterpretasikan dalam citra.

$$KA = \frac{N \sum_i x_{ii} - \sum_i x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_i x_{i+} x_{+i}} \times 1 \dots \dots \dots (5)$$

Menurut Short (1982) dalam (Nawangwulan dkk, 2013), interpretasi citra dianggap benar apabila hasil perhitungan matriks konfusi $\geq 80\%$ dan nilai kappa yang diperoleh sebesar $\geq 85\%$ (Riswanto, 2009). Penentuan jumlah sampel data lapangan/referensi pada penelitian ini menggunakan formula Anderson (Ahmad dkk, 2014) seperti pada persamaan (6).

$$N = \frac{4pq}{E^2} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- N = Jumlah sampel
- p = Nilai ketelitian yang diharapkan
- q = Selisih antara 100 dan p
- E = Nilai kesalahan yang diterima

II.10 Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan kumpulan perintah yang digunakan untuk melakukan pengolahan data spasial. Salah satu analisis spasial yang menggunakan *software* ArcGIS adalah *overlay* (Nusantara, 2019). *Overlay* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *overlay intersect* untuk mengetahui luas perubahan penggunaan, sedangkan *overlay union* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian penggunaan lahan.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Peta Administrasi Kabupaten Sleman tahun 2019
2. Citra SPOT 6 tahun 2013 dan 2020
3. Citra Plieades Terkoreksi tahun 2018
4. Peta Rencana Pola Ruang Kawasan Perkotaan Yogyakarta 2018 – 2037
5. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman 2011 – 2031
6. Data jumlah penduduk tahun 2013 dan 2020

III.2 Perangkat Penelitian

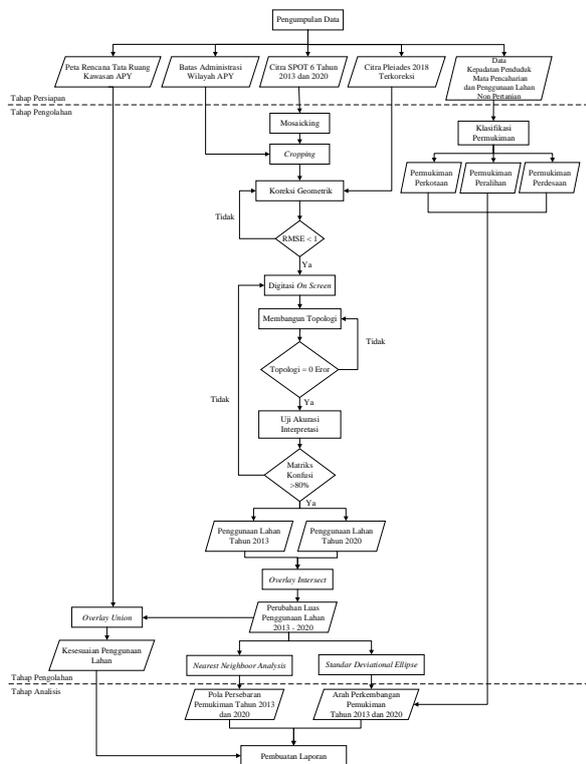
Perangkat yang digunakan dalam penelitian akan dibedakan menjadi dua, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. Laptop Asus X456URK Intel(R) Core(TM) i5-7200u CPU @ 2.50GHz.
 - b. Kamera *smartphone*
2. Perangkat Lunak
 - a. Microsoft Office
 - b. ArcGIS 10.4
 - c. Envi 5.1
 - d. GPS Map Camera

III.3 Diagram Alir

Secara garis besar dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan dan tahap analisis. Tahap persiapan meliputi studi literatur dan pengumpulan data, pada tahap pengolahan meliputi koreksi geometrik, digitasi

on screen, pengolahan ANN dan SDE. Sedangkan tahap analisis meliputi hasil uji koreksi geometrik, penggunaan lahan permukiman, pola dan arah perkembangan permukiman. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

III.4 Pelaksanaan Penelitian

Adapun pelaksanaan penelitian dijelaskan dalam tahap pengolahan berikut ini:

1. **Mozaik Citra**
Mozaik citra dilakukan menggunakan *software* ArcGIS untuk menggabungkan potongan citra yang sudah di *pan sharpening* dan *orthorektifikasi*.
2. **Cropping Citra**
Cropping citra dilakukan dengan *software* ArGIS untuk memberi batasan area sesuai dengan area penelitian. Pada citra SPOT 6 tahun 2013 dan 2020 dilakukan *cropping* secara langsung dengan peta batas administrasi area penelitian.
3. **Uji Akurasi Geometrik**
Uji akurasi dilakukan mencari besaran nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan ketelitian horisontal yang sesuai dengan CE90 yang mengacu pada PERKA BIG Nomor 6 tahun 2018. Uji ketelitian dilakukan menggunakan 12 titik ICP.
4. **Digitasi on screen**
Tahapan diawali dengan proses pembuatan *shapefile* untuk mengelompokkan penggunaan lahan yang akan dibuat sehingga dapat dibedakan antara layer penggunaan lahan satu dengan layer penggunaan lahan lainnya.
5. **Overlay**
Overlay yang digunakan dalam penelitian ini adalah *overlay* dengan menggunakan *intersect* untuk

mengetahui luas perubahan penggunaan, sedangkan *Overlay union* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian penggunaan lahan.

6. **Average Nearest Neighbor (ANN)**
Pengolahan ANN dilakukan menggunakan *arctoolbox* pada ArcGIS untuk mengidentifikasi pola persebaran permukiman berdasarkan titik *centroid* dari penggunaan lahan permukiman.

7. **Standard Deviatonal Ellipse (SDE)**
Pengolahan SDE dilakukan menggunakan *arctoolbox* pada ArcGIS untuk mengidentifikasi arah proyeksi perkembangan permukiman.

8. **Gravity Model**
Interaksi spasial dengan *Gravity Model* diperoleh dari hasil perkalian jumlah penduduk di wilayah A (wilayah APY) penduduk di wilayah B (Kecamatan Gondokusuman) dibandingkan dengan jarak wilayah A dan B.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Ketelitian Citra

Uji akurasi geometrik dilakukan untuk mengetahui ketepatan posisi piksel dengan nilai *Root Means Square* (RMSE). Semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa ketepatan posisi piksel semakin akurat. Uji akurasi geometrik dilakukan dengan metode *image to image* dengan *base image* yaitu citra Pliades 2018 dan *warp image* citra SPOT 6 masing – masing penelitian tahun 2013 dan 2020. Berdasarkan hasil uji ketelitian dengan menggunakan titik 12 ICP yang menghasilkan nilai RMSE dan nilai CE90 yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Uji Koreksi Geometrik

Tahun	RMSE ICP (m)	CE90 (m)
2013	1,179	1,789
2020	1,225	1,859

Nilai CE90 RMSE Citra SPOT-6 tahun 2013 sebesar 1,789 meter dan Citra SPOT-6 tahun 2020 sebesar 1,859 meter. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai RMSE dari proses uji geometrik citra telah memenuhi toleransi, karena tidak melebihi tingkat akurasi CE90 dari citra SPOT-6 berdasarkan Pustekdata LAPAN yaitu sebesar 10 meter. Sehingga berdasarkan PERKA BIG Nomor 6 Tahun 2018 nilai akurasi horisontal tersebut memenuhi kategori standar peta RBI untuk peta skala 1:10.000 pada kelas 1.

IV.2 Hasil Matriks Konfusi

Matrik konfusi adalah suatu matrik yang mengidentifikasi tingkat akurasi citra yang telah terklasifikasi terhadap sampel data lapangan. Hitungan hasil matriks konfusi ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil *User Accuracy* dan *Producer Accuracy*

No.	Klasifikasi Penggunaan Lahan	<i>User Accuracy</i>	<i>Producer Accuracy</i>
1	Kawasan Militer	100%	100%
2	Embung & Sempadan Embung	100%	100%
3	Pariwisata	100%	100%
4	Cagar Budaya	100%	100%
5	Permukiman	96,30%	100%

6	Pertanian	90%	100%
7	Perkantoran & Pelayanan Umum	100%	100%
8	Lahan Kosong	100%	83,33%
9	Perdagangan & Jasa	100%	83,33%
10	Sungai & Sempadan Sungai	100%	100%
11	Industri	100%	100%
12	Pendidikan Tinggi	100%	100%

Hampir semua klasifikasi penggunaan lahan nilai *user's accuracy* sebesar 100%, kecuali klasifikasi permukiman sebesar 96% dan pertanian sebesar 90%. Nilai *producer's accuracy* hampir semua klasifikasi bernilai 100% kecuali klasifikasi perdagangan dan jasa dan klasifikasi lahan kosong yaitu sebesar 83,33%. Menurut Gallego (1995) dalam Fadilla (2018), tingkat ketelitian analisis citra satelit diatas 70% dianggap sudah cukup baik dan dapat diterima.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus (2) dan (5), hasil *overall accuracy* diperoleh 96,88%, sedangkan nilai *kappa accuracy* sebesar 96%. Klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan matriks konfusi $\geq 80\%$ (Short, 1982 dalam Nawangwulan, 2013). Nilai *overall accuracy* dan *kappa accuracy* dari perhitungan matriks konfusi pada penelitian ini dapat dikatakan baik dan dapat diterima karena memiliki nilai lebih dari 80%. Berdasarkan perhitungan matriks konfusi, hasil survei lapangan digitasi penggunaan lahan memiliki nilai yang memenuhi kriteria. Hal ini dikarenakan pada proses digitasi tidak hanya menginterpretasi langsung pada gambar citra, tetapi juga menggunakan layanan Google yaitu *Street View Map*.

IV.3 Penggunaan lahan permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman Tahun 2013 dan 2020

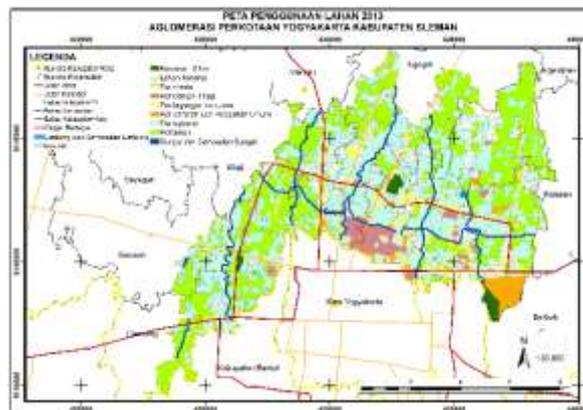
IV.3.1 Hasil dan Analisis Penggunaan Lahan 2013 dan 2020

Hasil digitasi penggunaan lahan dilakukan *calculate geometry* sehingga diperoleh luas penggunaan lahan. Penggunaan lahan permukiman wilayah APY Sleman pada tahun 2013 dan 2020 dapat dilihat pada **Tabel 3**.

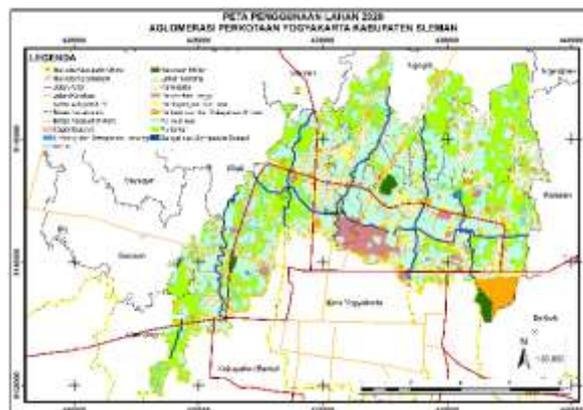
Tabel 3 Penggunaan Lahan Wilayah APY Sleman

No.	Klasifikasi Penggunaan Lahan	Tahun 2020		Tahun 2013		Perubahan (Ha)
		Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	
1.	Cagar Budaya	2,81	0,03%	2,81	0,03%	0,00
2.	Embung dan Sempadan Embung	11,67	0,12%	11,67	0,12%	0,00
3.	Industri	22,65	0,24%	37,57	0,40%	14,93
4.	Kawasan Militer	114,85	1,21%	114,85	1,21%	0,00
5.	Lahan Kosong	1192,69	12,60%	1055,06	11,14%	-137,63
6.	Pariwisata	4,69	0,05%	23,71	0,25%	19,02
7.	Pendidikan Tinggi	334,24	3,53%	339,62	3,59%	5,38
8.	Perdagangan dan Jasa	604,50	6,39%	762,74	8,06%	158,24
9.	Perkantoran dan Pelayanan Umum	307,87	3,25%	363,01	3,83%	55,15
10.	Permukiman	3425,22	36,18%	3896,74	41,16%	471,52
11.	Pertanian	3345,67	35,34%	2759,08	29,14%	-586,59
12.	Sungai dan Sempadan Sungai	100,29	1,06%	100,29	1,06%	0,00
Total		9467,16	100%	9467,16	100%	0

Penggunaan lahan pertanian mengalami penurunan penggunaan lahan yang signifikan yaitu sebesar 586,59 Ha. Hal ini karena penggunaan lahan pertanian dialih fungsikan penggunaannya menjadi lahan terbangun. Penggunaan lahan terbangun yang mengalami perubahan signifikan adalah lahan permukiman dan perdagangan dan jasa yang masing – masing mengalami perubahan sebesar 471,52 Ha dan 158,24 Ha. Selanjutnya penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas adalah lahan kosong sebesar 137,63 Ha karena berubahnya penggunaan lahan kosong yang disediakan untuk lahan terbangun.



Gambar 3 Penggunaan Lahan Tahun 2013



Gambar 4 Penggunaan Lahan Tahun 2020

IV.3.2 Hasil dan Analisis Penggunaan Lahan Permukiman Tahun 2013 dan 2020

Berdasarkan hasil digitasi yang dilakukan penggunaan lahan permukiman dalam periode tahun 2013 – 2020 mengalami perubahan pada 14 desa di wilayah APY Kabupaten Sleman. Seluruhnya mengalami peningkatan luas penggunaan lahan pemukiman karena adanya penambahan jumlah penduduk. Peningkatan jumlah penduduk tentunya mendorong para pengembang maupun individu masyarakat untuk membangun tempat bermukim baru. Pembangunan permukiman dapat berupa perluasan dari permukiman tidak teratur, pembangunan perumahan, hingga pembangunan hunian vertikal (*apartemen*). Perubahan penggunaan lahan permukiman dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman

No	Desa	Tahun 2013 (Ha)	Tahun 2020 (Ha)	Perubahan (Ha)	%
1.	Ambarketawang	209,05	237,92	28,87	6,12%
2.	Banyuraden	134,22	167,5	33,28	7,06%
3.	Caturtunggal	437,66	447,4	9,74	2,07%
4.	Condongcatur	424,82	455,1	30,28	6,42%
5.	Maguwoharjo	379,3	427,36	48,05	10,19%
6.	Minomartani	84,87	99,56	14,69	3,12%
7.	Nogotirto	141,58	158,66	17,08	3,62%
8.	Sariharjo	282,62	307,79	25,17	5,34%
9.	Sendangadi	175,56	221,25	45,69	9,69%
10.	Sidoarum	140,05	157,78	17,73	3,76%
11.	Sinduadi	312,76	340,4	27,64	5,86%
12.	Sinduharjo	202,38	262,78	60,4	12,81%
13.	Trihanggo	164,46	197,75	33,29	7,06%
14.	Wedomartani	335,9	415,53	79,63	16,89%
Total		3425,23	3896,78	471,55	100%

Jumlah keseluruhan peningkatan penggunaan lahan pemukiman di Kabupaten Sleman yaitu seluas 471,55 Ha. Perubahan penggunaan lahan pemukiman paling besar terjadi di Desa Wedomartani yaitu sebesar 79,63 Ha dan desa Sinduharjo yaitu sebesar 59,53 Ha, sedangkan perubahan penggunaan lahan paling kecil terjadi di desa Caturtunggal yaitu seluas 9,74 Ha. Perubahan luas penggunaan lahan pemukiman terlihat pada **Gambar 5**.



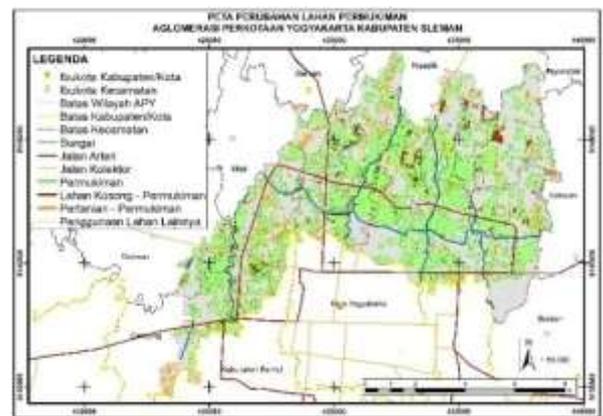
Gambar 5 Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman Tahun 2013 – 2020

IV.3.3 Hasil dan Analisis Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tidak Terbangun Terhadap Penggunaan Lahan Pemukiman Tahun 2013 – 2020

Perubahan pemukiman terjadi karena adanya kenaikan jumlah penduduk lahan tidak terbangun menjadi sasaran tempat dibuatnya pemukiman baru tersebut. Lahan tidak terbangun yang dimaksud yaitu lahan kosong dan lahan pertanian. Perubahan lahan pemukiman dapat dilihat pada penggunaan lahan lahan terbesar terjadi di Desa Wedomartani yaitu penggunaan lahan kosong dan lahan pertanian menjadi lahan pemukiman seluas 48,12 Ha dan 31,76 Ha. Perubahan penggunaan lahan menjadi lahan pemukiman terjadi karena adanya kenaikan jumlah penduduk yang mengakibatkan dibutuhkannya pemukiman pemukiman baru, lahan terbuka akan menjadi sasaran tempat dibuatnya pemukiman – pemukiman baru tersebut.

Tabel 5 Perubahan Lahan Tidak Terbangun Terhadap Lahan Permukiman

No	Desa	Tahun 2013 (Ha)	Tahun 2020 (Ha)	Perubahan (Ha)
1.	Ambarketawang	Lahan Kosong	Permukiman	3,17
2.	Ambarketawang	Pertanian	Permukiman	26,38
3.	Banyuraden	Lahan Kosong	Permukiman	18,18
4.	Banyuraden	Pertanian	Permukiman	15,30
5.	Caturtunggal	Lahan Kosong	Permukiman	3,99
6.	Caturtunggal	Pertanian	Permukiman	6,03
7.	Condongcatur	Lahan Kosong	Permukiman	14,69
8.	Condongcatur	Pertanian	Permukiman	16,28
9.	Maguwoharjo	Lahan Kosong	Permukiman	18,33
10.	Maguwoharjo	Pertanian	Permukiman	30,43
11.	Minomartani	Pertanian	Permukiman	12,95
12.	Nogotirto	Lahan Kosong	Permukiman	3,15
13.	Nogotirto	Pertanian	Permukiman	14,59
14.	Sariharjo	Lahan Kosong	Permukiman	1,17
15.	Sariharjo	Pertanian	Permukiman	24,02
16.	Sendangadi	Lahan Kosong	Permukiman	17,16
17.	Sendangadi	Pertanian	Permukiman	28,57
18.	Sidoarum	Pertanian	Permukiman	8,67
19.	Sidoarum	Lahan Kosong	Permukiman	9,41
20.	Sinduadi	Lahan Kosong	Permukiman	13,40
21.	Sinduadi	Pertanian	Permukiman	14,25
22.	Sinduharjo	Lahan Kosong	Permukiman	36,80
23.	Sinduharjo	Pertanian	Permukiman	24,17
24.	Trihanggo	Lahan Kosong	Permukiman	1,55
25.	Trihanggo	Pertanian	Permukiman	31,91
26.	Wedomartani	Lahan Kosong	Permukiman	48,12
27.	Wedomartani	Pertanian	Permukiman	31,76



Gambar 6 Perubahan Lahan Permukiman

IV.3.4 Hasil dan Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Tahun 2020 Terhadap Rencana Pola Ruang APY Tahun 2018 – 2037

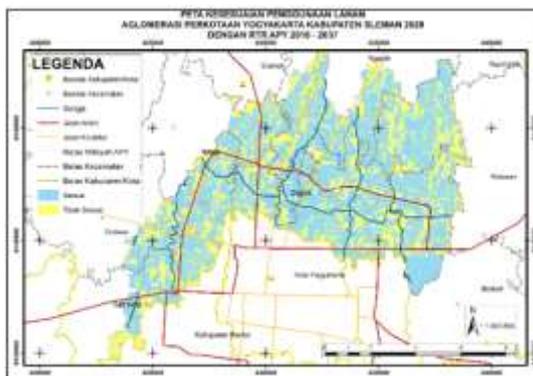
Analisis kesesuaian penggunaan lahan tahun 2020 terhadap Rencana Pola Ruang APY tahun 2018-2037 dilakukan dengan *analisis overlay union*. Kesesuaian penggunaan lahan disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Kesesuaian Penggunaan Lahan

No.	Klasifikasi Penggunaan Lahan	Tahun 2020 (Ha)	Rencana Pola Ruang APY 2018-2037 (Ha)	Sesuai (Ha)	Kesesuaian (%)
1.	Pertanian	2759,08	1927,25	1652,38	85,74%
2.	Pendidikan Tinggi	343,06	250,21	240,90	96,28%
3.	Permukiman	3896,74	6108,87	3640,40	59,59%
4.	Embung dan Sempadan Embung	11,67	12,99	10,21	78,61%
5.	Cagar Budaya	2,81	1,05	0,82	77,94%
6.	Perdagangan dan Jasa	762,74	619,02	309,39	49,98%
7.	Sungai dan Sempadan Sungai	100,29	131,82	64,91	49,24%
8.	Kawasan Militer	114,85	107,21	104,61	97,58%
9.	Perkantoran dan Pelayanan Umum	359,57	285,83	235,25	82,30%
10.	Pariwisata	23,71	22,91	15,31	66,85%

11.	Industri	37,57	0,00	0,00	0,00%
12.	Lahan Kosong	1055,06	0,00	0,00	0,00%
	Total	9467,16	9467,16	6274,19	66,27%
	Tidak Sesuai			3192,97	33,73%

Tabel 6 menampilkan kesesuaian penggunaan lahan dalam jumlah persen, dimana angka persen tersebut diperoleh dari luas kesesuaian dibandingkan dengan luas Rencana Pola Ruang APY dikalikan 100%. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa luas penggunaan lahan permukiman yang telah sesuai sebesar 59,59% (3640,40 Ha). Penggunaan lahan untuk kawasan industri merupakan klasifikasi penggunaan lahan yang paling tidak sesuai, yaitu sebesar 0%. Hal ini dikarenakan di wilayah penelitian ini tidak diperuntukkan sehingga terjadi pelanggaran penggunaan lahan. Total penggunaan lahan yang sudah sesuai sebesar 6274,19 Ha atau 66,27%, sedangkan total luas penggunaan lahan yang belum sesuai sebesar 3192,97 Ha (33,73%). Kesesuaian penggunaan lahan wilayah penelitian ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Kesesuaian Penggunaan Lahan

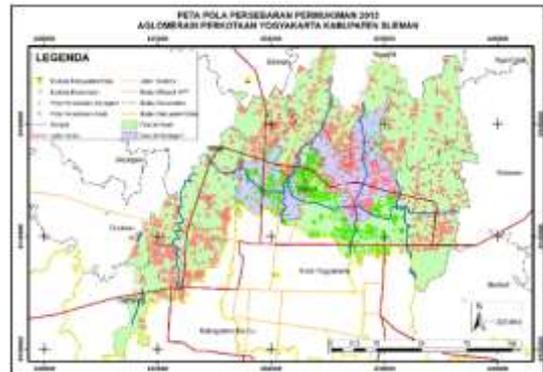
IV.4 Pola persebaran pemukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman Tahun 2013 dan 2020

Pola persebaran permukiman menggunakan analisis tetangga terdekat dilakukan dengan metode *Average Nearest Neighbor* (ANN) dengan menggunakan fitur yang tersedia pada *arctoolbox* ArcGIS. Metode ini menggunakan *centroid* penggunaan lahan permukiman dan luas wilayah dalam m². Hasil pola persebaran permukiman dapat dilihat pada Tabel 7.

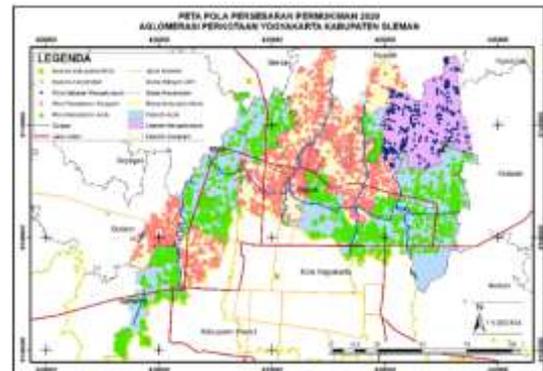
Tabel 7 Pola Persebaran Permukiman

No	Desa	Kecamatan	Pola Permukiman 2013	Pola Permukiman 2020
1.	Ambarketawang	Gamping	Acak	Acak
2.	Banyuraden	Gamping	Acak	Seragam
3.	Caturtunggal	Depok	Acak	Acak
4.	Condongcatur	Depok	Seragam	Seragam
5.	Maguwaharjo	Depok	Acak	Acak
6.	Minomartani	Ngemplak	Seragam	Acak
7.	Nogotirto	Gamping	Acak	Acak
8.	Sariharjo	Ngaglik	Acak	Seragam
9.	Sendangadi	Mlati	Acak	Acak
10.	Sidoarum	Godean	Acak	Seragam
11.	Sinduadi	Mlati	Seragam	Seragam
12.	Sinduharjo	Ngaglik	Acak	Seragam
13.	Trihanggo	Gamping	Acak	Acak
14.	Wedomartani	Ngemplak	Acak	Mengelompok

Berdasarkan Tabel 8 terdapat 6 desa yang desa yang mengalami pola perkembangan adalah Desa Banyuraden, Desa Minomartani, Desa Sariharjo, Desa Sidoharum, Desa Sinduharjo dan Desa Wedomartani karena mengalami perubahan pola pertumbuhan wilayah diantara tahun 2013 dan 2020. Peta pola persebaran permukiman dapat lihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Pola Persebaran Permukiman Tahun 2013



Gambar 9 Pola Persebaran Permukiman Tahun 2020

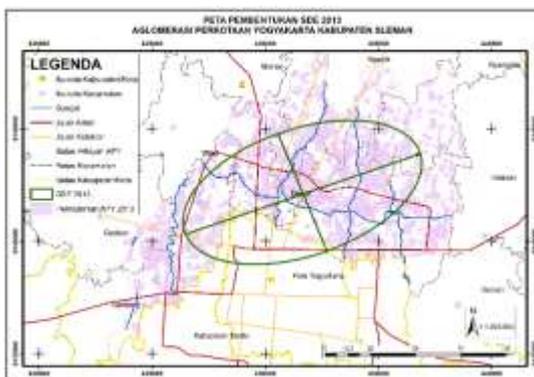
Berdasarkan analisis tetangga terdekat pada kawasan APY di Kabupaten Sleman didominasi dengan pola permukiman yang acak atau menyebar secara tidak merata. Hal ini dipengaruhi oleh faktor topografi seperti ketinggian tempat dan kemiringan lereng. Menurut USDA dalam BAPPEDA (2011) wilayah wilayah yang datar apabila memiliki ketinggian diantara ±2 – 100 m kemiringan lereng 0 – 15%. Wilayah yang datar memiliki daya dukung tanah baik untuk membangun suatu permukiman karena memiliki kekuatan tanah untuk mendukung atau menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser, sehingga pada keadaan topografi tersebut pola persebaran permukimannya akan mengarah ke pola acak bahkan seragam. Sedangkan pada daerah yang memiliki ketinggian lebih dari ±100 m dengan kemiringan lereng yang bervariasi dari 15% sampai dengan >40% maka pada daerah tersebut pola persebaran permukimannya mengarah ke mengelompok dan acak.

Lokasi penelitian merupakan daerah yang memiliki ketinggian ±50 – 275 m diatas permukaan laut dengan kemiringan lereng yang bervariasi dari 0% sampai 25% (BAPPEDA Kab. Sleman). Maka lokasi penelitian pola persebaran permukimannya cenderung

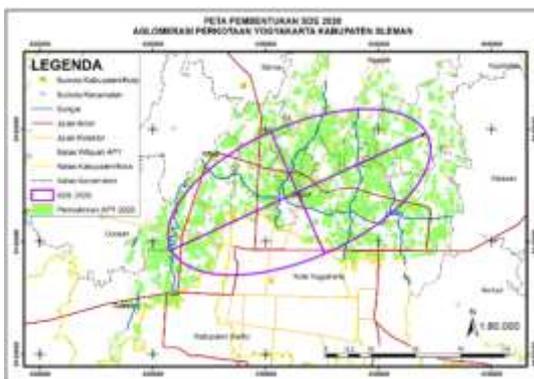
mengarah pada pola acak hingga seragam. Selain topografi, faktor aksesibilitas juga berpengaruh pada pola persebaran permukiman. Pola persebaran acak memiliki aksesibilitas yang tinggi. Hal ini didukung karena adanya akses jalan dan fasilitas – fasilitas umum yang tersedia dengan baik. Keterjangkauan antar daerah dengan adanya sarana penghubung jalan antar kota dan pemukiman cenderung padat di dekat jalan. Penghubung jalan antar kota yang dimaksud adalah jalan arteri dan kolektor, salah satunya adalah Jalan Ringroad Utara. Adanya Jalan Ringroad tentunya dapat digunakan untuk mengurai kemacetan yang ada di daerah Yogyakarta. Hal ini tentunya menjadi daya tarik masyarakat untuk bermukim karena memiliki akses transportasi yang mudah.

IV.5 Perkembangan permukiman di wilayah APY Kabupaten Sleman berdasarkan pola tahun 2013 dan 2020.

Analisis arah proyeksi perkembangan permukiman dilakukan dengan pendekatan *Standard Deviational Ellipse* (SDE) pada *arctoolbox* ArcGIS. Hasil SDE disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10 Pembentukan SDE 2013



Gambar 11 Pembentukan SDE 2020

Berdasarkan hasil SDE yang telah dilakukan perubahan permukiman dari tahun 2013 dan 2020 ke arah antara Timur Laut dan Timurdengan sumbu rotasi 70°14'28" menuju rotasi sebesar 60°0'40". Hal tersebut berarti terjadi perubahan sumbu rotasi sebesar 10°13'48" menjauhi sumbu Y. Perkembangan permukiman ke arah Timur dan Timur laut tersebut mengarah ke Kecamatan Depok (Desa Caturtunggal,

Desa Condongcatur dan Desa Maguwoharjo) dan Kecamatan Ngemplak (Desa Wedomartani).

Kecamatan Depok berada di bagian selatan Kabupaten Sleman yang berada pada posisi strategis karena menjadi penghubung utama antara Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman. Ditinjau dari ketersediaan fasilitas sosial yang ada seperti banyaknya Pendidikan Tinggi besar seperti Universitas Gadjah Mada, Universitas Islam Indonesia, Universitas Sananta Dharma dan lain sebagainya. Selain sebagai kawasan perguruan tinggi berdiri beberapa kawasan perdagangan dan jasa, seperti: RS. Sardjito, RS. Panti Rapih, Ambarukmo Plaza, Sahid J-Walk Mall dan lain sebagainya. Selain itu, dari segi infrastruktur jalan Kecamatan Depok dilalui oleh Jalan Arteri besar yaitu Ring Road Utara. Ditambah wilayah ini merupakan pintu masuk utama wilayah DIY karena adanya Bandar Udara Adi Sucipto. Kemudahan aksesibilitas menjadi daya tarik masyarakat untuk membangun permukiman di wilayah ini.

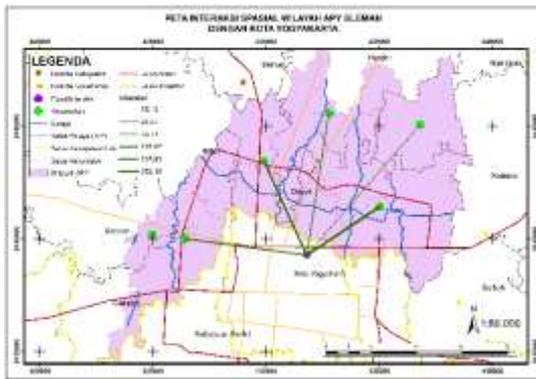
Perkembangan Kecamatan Depok terus melebar ke arah Kecamatan Ngemplak (Desa Wedomartani). Kecamatan ini dapat berkembang menjadi kawasan permukiman karena dipengaruhi oleh keuntungan aksesibilitas yaitu kedekatannya dengan jalur regional Yogyakarta-Surakarta dan Bandar Udara Adi Sucipto yang berada di Desa Maguwoharjo (Kecamatan Depok). Secara administratif Kecamatan Depok merupakan kecamatan berada di sebelah selatan Desa Wedomartani (Kecamatan Ngemplak). Hal ini sesuai dengan pernyataan dari BAPPEDA Sleman dalam Majalah Teras tahun 2017, yang mengatakan bahwa perkembangan permukiman di Kabupaten Sleman akan mengarah ke kawasan yang berada di timur Kabupaten Sleman.

Perubahan penggunaan lahan merupakan contoh nyata adanya interaksi antar ruang seperti perubahan lahan kosong atau pertanian menjadi lahan permukiman. Pada penelitian ini, yang menjadi pusat dari Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta adalah Kota Yogyakarta. Dilihat dari ketersediaan sarana dan prasarana di Kota Yogyakarta, Kecamatan Gondokusuman dianggap sebagai magnet pertumbuhan di Kota Yogyakarta (Apriyadi, dkk.2014). Adapun hasil perhitungan *Gravity Model* wilayah APY dengan Kecamatan Gondokusuman dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Interaksi Spasial dengan *Gravity Model*

Kecamatan	Interaksi Spasial dengan Kecamatan Gondokusuman
Depok (Desa Caturtunggal, Condongcatur, Maguwoharjo)	352,145
Gamping (Desa Ambarketawang, Banyuraden, Nogotirto, Trihanggo)	107,872
Mlati (Desa Sinduadi, Sendangdadi)	107,906
Ngaglik (Desa Sariharjo, Sinduharjo, Minomartani)	55,708
Ngemplak (Desa Wedomartani)	21,270
Godean (Desa Sidoharum)	15,131

Hasil perhitungan dapat dilihat bahwa interaksi Kecamatan Depok memiliki interaksi yang terbesar. Hal ini berarti memiliki hubungan yang sama dengan hasil pengolahan SDE yang sama – sama mengarah pada Kecamatan Depok. Selain itu memiliki jarak yang lebih dekat dengan Kecamatan Gondokusuman dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Selain karena kedekatan jarak, nilai interaksi juga dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Peta interaksi wilayah dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12 Peta Interaksi Wilayah

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Luas penggunaan lahan permukiman pada lokasi penelitian mengalami peningkatan luas sebesar 471,55 Ha atau 4,98% dari 9467,16 Ha total luas. Penggunaan lahan permukiman yang mengalami perubahan paling besar yaitu Kecamatan Ngemplak (Desa Wedomartani) yaitu sebesar 79,63 Ha dengan perubahan penggunaan lahan kosong menjadi permukiman sebesar 48,12 Ha dan lahan pertanian menjadi permukiman sebesar 31,76 Ha.
2. Pola permukiman pada wilayah lokasi penelitian dari tahun 2013 dan 2020 didominasi dengan pola acak. Desa yang mengalami perubahan pola adalah Kecamatan Gamping (Desa Banyuraden), Kecamatan Ngaglik (Desa Sariharjo dan Desa Sinduharjo), Kecamatan Godean (Desa Sidoharum), dan Kecamatan Ngemplak (Desa Minomartani dan Desa Wedomartani) karena mengalami perubahan pola pertumbuhan wilayah diantara tahun 2013 dan 2020.
3. Kecenderungan spasial arah permukiman menuju arah Timur, dengan nilai rotasi $71^{\circ}14'52,8''$ pada tahun 2013 dan $66^{\circ}51'39,6''$ pada tahun 2020. Perkembangan permukiman ke arah Timur tersebut mengarah ke Kecamatan Depok dan Kecamatan Ngemplak diikuti dengan perhitungan interaksi wilayah dengan *Gravity Model* terkuat pada Kecamatan Depok sebesar 352,15.

V.2 Saran

Saran yang diberikan untuk memperbaiki penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan metode digitasi *on screen* dan interpretasi penggunaan lahan secara manual, sehingga harus diperhatikan ketelitian dalam melakukan proses digitasi.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan citra yang memiliki resolusi spasial sangat tinggi untuk mempermudah dalam proses digitasi.
3. Jangka waktu perubahan penggunaan lahan yang digunakan sebaiknya dibagi menjadi beberapa periode sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik dan lebih bervariasi.
4. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan pemerintah untuk mengambil kebijakan yang tepat dalam hal permukiman dan pengembangan dalam bidang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., & Kuswati, R. (2014). Metode Penelitian Bisnis. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1–16.
- Anonim. (1992). *UU Nomor 4 Tahun 1992 Tentang Perumahan dan Pemukiman*.
- Arsyad Sitanala. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*.
- Chrisnananda, K. B. T., & Chervonita, H. P. (2020). *Analisis Spasial Pola Kriminalitas di Kota Salatiga*. 7, 18–29.
- Fadilla, R., Sudarsono, B., & Bashit, N. (2018). Analisis Kesesuaian Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang/Wilayah di Kecamatan Penjaringan Kota Administratif Jakarta Utara Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 7, 192–201.
- Ilmawan, K. F. (2015). Analisa Spasial Pengaruh Keberadaan Minimarket Waralaba Terhadap Omzet Toko Kelontong di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Irwansyah, A. F. (2009). Sistem Informasi Jaringan Jalan dan Jalur Busway Transjogja di Kawasan Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta (APY). *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 12–19.
- LAPAN. (2014). *Penyusunan Pedoman Pengolahan Digital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Penginderaan Jauh*.
- Madanipour, A. (2016). *The Limits of Scientific Planning: Doxiadis and The Tehran Action Plan*. (March). <https://doi.org/10.1080/02665433.2010.505066>
- Meiharja, D. R. (2016). *Analisis Sebaran Lokasi Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri dan Swasta di Kabupaten Pesawaran Tahun 2015*.
- Nusantara, G. S. (2019). *Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis Tingkat Dasar (SIG) Tingkat Dasar*.
- Rahmah, A. N. (2020). Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Artificial Neural Network (ANN) di Kota Semarang. *Universitas Diponegoro*.
- Sulistiyowati, A. H. (2017). *Kajian Pola Persebaran Permukiman (Studi Kasus : Kecamatan Kebumen Kabupaten Kebumen)*.