

ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI UNGARAN TIMUR DAN UNGARAN BARAT PASCA PEMBANGUNAN JALAN TOL SEMARANG – SOLO

Tito Wisnu Pramono Aji*), Fauzi Janu Amarrohman, Bambang Sudarsono

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

ABSTRAK

Terdapat pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo sepanjang 72,64 km oleh PT Jasa Marga (Persero) Tbk pada tahun 2009. Jalan tol tersebut melalui Kabupaten Semarang dan terdapat *exit* tol di Ungaran. Pembangunan tersebut menimbulkan perubahan lahan untuk kebutuhan pembangunan serta perkembangan penggunaan lahan pada area sekitar *exit* tol. Penelitian ini menggunakan data peta administrasi Kecamatan Ungaran Barat dan Ungaran Timur, citra Worldview 2 pada tahun 2015, citra Quickbird pada tahun 2008 dan 2010, serta citra Spot 6 pada tahun 2019. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Digitasi On Screen* dan *Overlay* dengan mengoverlay peta penggunaan lahan tahun 2008, 2010, 2015, dan 2019, serta adanya analisis tetangga terdekat. Berdasarkan hasil pengolahan, *Exit* Tol Ungaran memberi dampak pada lahan terbangun, sebelum adanya *Exit* Tol Ungaran terdapat 2,974 Ha, sedangkan lahan tidak terbangun sebesar 34,205 Ha, setelah dibangunnya *Exit* Tol Ungaran lahan terbangun menjadi sebesar 41,883 Ha sedangkan lahan tidak terbangun 3,935 Ha, sehingga lahan terbangun berkembang setelah adanya *Exit* Tol Ungaran. Pola perkembangan pada Ungaran Barat dan Ungaran Timur berpola mengelompok setelah dibangunnya jalan tol dan arah perkembangan pada penelitian ini mengarah ke arah Kecamatan Ungaran Timur sesuai dengan hasil pembobotan.

Kata Kunci : Perubahan Penggunaan Lahan, Penggunaan lahan, Jalan Tol, Ungaran

ABSTRACT

There was a 72.64 km Semarang-Solo Toll Road construction by PT Jasa Marga (Persero) Tbk in 2009. The toll road passes through Semarang Regency and there is a toll exit at Ungaran. The development has led to changes in land for development needs and the development of land cover in the area around the toll exit. This study uses administrative map data for West Ungaran and East Ungaran Subdistricts, Worldview 2 imagery in 2015, Quickbird imagery in 2008 and 2010, and Spot 6 imagery in 2019. The methods used in this study are Digitizing On Screen and Overlay by overlaying maps of land cover in 2008, 2010, 2015 and 2019, and an analysis of the nearest neighbors. Based on the results of processing, the Ungaran Toll Exit gives impact to the developed land, before the Ungaran Toll Exit there is 2,974 Ha, while the non-built land is 34,205 hectares, after the construction of the Ungaran Toll Exit the built land becomes 41,883 hectares while the land is not built 3,935 Ha, so developed land developed after the Ungaran Toll Exit. The pattern of development in West Ungaran and East Ungaran has a patterned grouping after the construction of the toll road and the direction of development in this study leads to the District of East Ungaran in accordance with the results of the weighting.

Keywords: *Change in Land Use, Land Cover, Toll Road, Ungaran*

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Perubahan penggunaan lahan terjadi karena manusia yang mengubah lahan pada waktu yang berbeda menurut Lillesand dan Kiefer (1994). Pola-pola perubahan lahan terjadi akibat responnya terhadap konsumen, teknologi, pertumbuhan populasi, kebijakan pemerintah, degradasi lahan dan faktor sosial ekonomi lainnya. Perubahan penggunaan lahan dapat diamati dengan menggunakan data spasial dari peta penggunaan lahan dari tahun yang berbeda dan juga data citra satelit minimal 2 kurun waktu yang berbeda pada wilayah yang sama.

Perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Semarang salah satunya terjadi di wilayah Kecamatan

Ungaran Timur dan Ungaran Barat. Berdasarkan penelitian Badan Pusat Statistik (BPS) faktor-faktor yang mempengaruhi penyusutan lahan pertanian antara lain adanya peningkatan harga tanah non pertanian yang relatif tinggi, adanya kesenjangan produktifitas untuk pertanian dan non pertanian serta pertumbuhan investasi. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi akan berpengaruh pada penggunaan lahan seperti perubahan lahan pertanian maupun perkebunan dimana akan terjadi penurunan luasan. Kecamatan Ungaran Barat dan Ungaran Timur yang terdapat pada Kabupaten Semarang merupakan kecamatan yang perkembangannya cukup pesat, Ungaran merupakan pusat kota dari Kabupaten Semarang dimana fasilitas umum dan pusat administrasi tentunya berkembang di

Ungaran. Pembangunan yang cukup besar yaitu dibangunnya Jalan Tol Semarang-Solo dan adanya *Exit* Tol di Ungaran tepatnya di Kecamatan Ungaran Timur.

Pada tahun 2009 dilakukan pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo sepanjang 72,64 km oleh PT Jasa Marga (Persero) Tbk. Jalan tol Semarang – Solo ini menghubungkan Kota Semarang, Salatiga dan Surakarta serta melewati 3 kabupaten, yaitu Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Sukoharjo. Pembangunan jalan tol ini dibagi menjadi 5 seksi yaitu Tembalang – Ungaran (seksi 1), Ungaran – Bawen (seksi 2), Bawen – Salatiga (seksi 3), Salatiga – Boyolali (seksi 4) dan Boyolali – Kartosuro (seksi 5). Salah satu jalur *exit* tol tersebut terletak di Kecamatan Ungaran Timur yaitu jalur *exit* tol yang merupakan bagian dari ruas Semarang – Bawen yang sudah mulai beroperasi pada tahun 2014.

Kondisi tersebut dapat menjadi penyebab perubahan penggunaan lahan, misalnya lahan pertanian menjadi non-pertanian maupun lahan belum terbangun menjadi lahan terbangun. Lahan-lahan yang dulunya digunakan sebagai kawasan pertanian sekarang dijadikan jalan tol dan bangunan-bangunan lain seperti perumahan, ruko dan tempat usaha lainnya. Penelitian ini melihat bagaimana perubahan penggunaan lahan pada tahun 2008, 2010, 2015, dan 2019 di Ungaran dan mengetahui seberapa besar perubahan lahan pada radius 5 km dari Gerbang *Exit* Tol Ungaran serta pola dan arah perkembangannya.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penggunaan lahan di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat pada tahun 2008, 2010, 2015 dan 2019?
2. Bagaimana perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat sebelum dan setelah dibangunnya Gerbang *Exit* Tol Ungaran?
3. Bagaimana pola dan arah perkembangan permukiman di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penggunaan lahan di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat pada tahun 2008, 2010, 2015 dan tahun 2019.
2. Untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat sebelum dan setelah dibangunnya Gerbang *Exit* Tol Ungaran.
3. Untuk mengetahui pola dan arah perkembangan permukiman di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat

I.4 Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Wilayah studi dalam penelitian ini di Kecamatan Ungaran Timur dan Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah.
2. Analisis penelitian dipusatkan pada area di sekitar *Exit* Tol Ungaran sejauh 5 km dari *Exit* Tol Ungaran.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *digitasi on screen* dan tumpang tindih (*overlay*).
4. Data spasial yang di gunakan citra satelit resolusi tinggi, peta penggunaan lahan tahun 2008, 2010, 2015, dan 2019, peta administrasi Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat.
5. Peta Administrasi Kecamatan Ungaran Timur yang digunakan adalah peta administrasi dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Semarang.
6. *Software* yang digunakan adalah ArcGIS, Envi Classic, Ms. Word dan MS. Excel.
7. Metode dalam penentuan pola persebaran permukiman menggunakan *nearest neighbor* (tetangga terdekat).
8. Lahan kosong dan area yang sedang dalam pembangunan masuk dalam lahan kering.
9. Penentuan arah perkembangan menggunakan pembobotan yang mengacu pada penelitian Alfarizi (2015).
10. Hasil akhir berupa analisis mengenai mengenai perubahan penggunaan lahan di sekitar Gerbang Tol Ungaran tahun 2008-2010, 2015-2019, dan 2008-2019, pola persebaran permukiman serta arah perkembangan wilayah yang mengacu pada penelitian Alfarizi (2015).

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Penggunaan lahan Kabupaten Semarang

Peta Tutupan Lahan Kabupaten Semarang dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2011-2031, terdapat 10 klasifikasi penggunaan lahan. Jenis Penggunaan lahan pada peta penggunaan lahan kabupaten semarang yaitu semak/belukar, hutan, industri, kebun, pemukiman, rumput, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tanah berbatu, dan tegalan (DPU Kab. Semarang, 2019).

Pada penelitian ini dilakukan generalisasi pada klasifikasi penggunaan lahan tersebut. Menurut penggunaannya BPS (2006) klasifikasi tegalan, belukar/semak, rumput dan lahan tidak diusahakan merupakan satu klasifikasi sebagai pertanian lahan kering. Generalisasi tegalan, belukar/semak, dan rumput dilakukan karena tergolong dalam pertanian lahan kering menjadi satu klasifikasi yaitu tegalan. Klasifikasi sawah irigasi dan sawah tadah hujan akan menjadi satu klasifikasi yaitu sawah. Untuk klasifikasi kebun, pemukiman, industri dan hutan tetap pada klasifikasinya masing-masing. Untuk klasifikasi tanah berbatu setelah dilakukan pengecekan pada peta dan lapangan tidak terdapat area tanah berbatu pada area penelitian ini. Penambahan klasifikasi dilakukan dengan menambahkan klasifikasi untuk jalan tol, jalan arteri primer, dan sungai guna menambah kedetailan pada peta.

II.2 Digitasi On Screen

Menurut ESRI, 2004 dalam Fadilla, 2018 *digitasi on screen* merupakan proses mengubah fitur geografis pada peta analog (format raster) menjadi format digital (format vektor) menggunakan meja digitasi digitizer yang dihubungkan dengan komputer. *Digitasi on screen* paling sering dilakukan karena lebih mudah dilakukan dan tidak memerlukan tambahan peralatan lainnya serta lebih mudah untuk dikoreksi apabila terjadi kesalahan. Dalam melakukan digitasi juga perlu memperhatikan skala digitasi yang digunakan karena perbedaan skala digitasi dapat mempengaruhi luasan wilayah. Misalnya apabila keluaran peta yang diharapkan dengan ketelitian 1:10.000 maka skala digitasi dapat dihitung dengan bilangan skala dibagi 2 yaitu sebesar 1:5.000.

Proses *digitasi on screen* adalah proses melakukan digitasi dengan memanfaatkan berbagai perangkat lunak sistem informasi geografis seperti Arc View, Map Info, AutoCad Map dan lainnya pada layar monitor komputer. Data sumber yang akan di digitasi dalam metode ini berupa peta hasil penyimpanan dalam bentuk data raster format seperti (.jpg), (bmp), (.tiff) dan lain-lain. Data tersebut adalah file gambar raster yang dapat dilihat dengan menggunakan berbagai perangkat lunak pengolahan gambar. Selain digitasi dari hasil penyiaman, proses digitasi juga dapat dilakukan dengan secara langsung mendigitasi citra satelit yang telah dilakukan koreksi dan georeferensi menggunakan *software* misalnya ArcGIS.

II.3 Topologi

Topologi secara matematis adalah pendefinisian yang menerangkan hubungan relatif antara obyek yang satu dan yang lain. Dalam GIS topologi didefinisikan oleh *user* sesuai dengan karakteristik data, misal *polyline*, *polygon* maupun *point*. Setiap karakteristik data mempunyai aturan tertentu secara default telah disediakan oleh *software* GIS (PPRT-BIG, 2014). Salah satu aturan topologi data poligon yang paling umum adalah *must not overlap* dan *must not have gap*.

II.4 Pola Persebaran Permukiman

Analisis tetangga terdekat merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk menjelaskan pola persebaran dari titik-titik lokasi dengan perhitungan yang mempertimbangkan, jarak, jumlah titik lokasi dan luas wilayah. Perhitungan ini memiliki hasil akhir berupa indeks (T), perhitungan untuk menentukan pola persebaran permukiman ini menggunakan teori analisis tetangga terdekat yang dikemukakan oleh Clark dan Evans (1954) dalam Pelambi dkk (2006). Nilai indeks penyebaran tetangga terdekat sendiri diperoleh melalui rumus seperti pada rumus (1) – (4).

a. Menghitung Ju

$$J_u = \frac{\sum J}{\sum N} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Ju adalah jarak rata-rata yang diukur antara satu titik dengan titik tetangganya yang terdekat.

$\sum J$ adalah jumlah jarak *centroid* satu dengan yang lainnya.

$\sum N$ adalah jumlah titik *centroid* pada setiap kecamatan

b. Menghitung Kepadatan Titik P

$$P = \frac{N}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

P adalah kepadatan titik dalam tiap km² yaitu jumlah titik (N) dibagi luas wilayah dalam km² (A)

N adalah jumlah titik *centroid* pada tiap kecamatan

A adalah luas wilayah (kecamatan) dalam km²

c. Menghitung Jh

$$J_h = \frac{1}{\sqrt{2P}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Jh adalah jarak rata-rata yang diperoleh semua titik

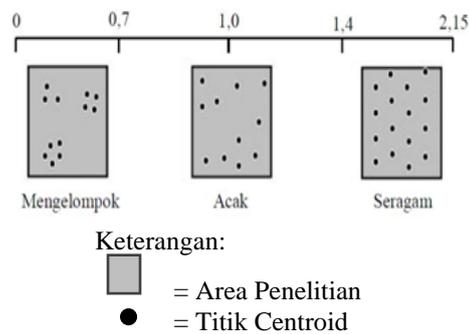
d. Menghitung Parameter Tetangga Terdekat (T)

$$T = \frac{J_u}{J_h} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

T adalah indeks penyebaran tetangga terdekat (Pelambi dkk., 2006).

Model analisis tetangga terdekat (*nearest neighbor analysis*) merupakan salah satu cara untuk mengukur pola permukiman yaitu dengan menghitung besarnya parameter tetangga terdekat yang kemudian dapat diketahui bagaimana pola permukiman yang dianalisis tersebut apakah termasuk mengelompok, acak atau seragam, nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai parameter tetangga terdekat (T) untuk masing-masing pola, sehingga dapat diketahui apakah pola yang terbentuk berupa pola mengelompok, pola acak (*random*), atau pola seragam, seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Pola Sebaran Analisis Tetangga Terdekat (Pelambi dkk., 2006)

II.5 Analisis Overlay

Analisis *overlay* yaitu suatu cara untuk menempatkan suatu peta digital beserta atributnya diatas peta lain dan dapat menampilkan hasil dari proses tersebut berupa peta gabungan keduanya (Kencana,

2014). Ada beberapa jenis *overlay* yang biasa digunakan dalam analisis SIG yaitu terdapat *erase, identity, intersect, spatial join, symmetrical difference, union, dan update*.

II.6 Pembobotan

Pembobotan adalah sebuah teknik pengambilan keputusan pada suatu proses yang melibatkan berbagai faktor secara bersamaan, pada setiap faktor diberikan bobot sesuai dengan kebutuhan. Pembobotan dapat dilakukan secara objektif dengan perhitungan statistik atau secara subjektif dengan menetapkan bobot dengan pertimbangan tertentu, tetapi penentuan bobot secara subjektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut. Pembobotan pada penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu dan didapatkan tiga unsur pembobotan (Alfarizi, 2015) yaitu :

- a. Pembobotan Pola Permukiman
Pembobotan pada pola permukiman pada penelitian ini terdapat dua nilai yaitu nilai 0 jika tidak mengamali perkembangan pola permukiman yaitu pada tiap tahun tidak mengalami perubahan, kemudian nilai 2 jika mengalami perkembangan pola permukiman yaitu adanya perubahan tiap tahunnya.
- b. Perkembangan Luas Permukiman
Pembobotan untuk perkembangan luas permukiman pada penelitian ini terdapat tiga nilai yaitu bobot dengan nilai 1 jika perkembangan luasan permukimannya kurang dari (<) 500 Ha, nilai 2 jika perkembangan luas permukimannya antara 500 Ha sampai dengan 1000 Ha, dan bobot nilai 3 jika perkembangan luasan permukimannya lebih dari (>) 1000 Ha.
- c. Perkembangan Luas Industri
Pembobotan perkembangan kawasan industri, pada unsur ini terdapat tiga nilai yaitu bobot dengan nilai 0 jika di kecamatan tersebut tidak memiliki kawasan industri, nilai 1 jika di kecamatan tersebut memiliki kawasan industri tetapi tidak mengalami perubahan kawasan industri, sedangkan bobot dengan nilai 2 jika di kecamatan tersebut memiliki kawasan industri dan mengalami perubahan perkembangan kawasan industri.

III. Data dan Metodologi

III.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini terdapat pada Kecamatan Ungaran Timur dan Kecamatan Ungaran Barat dengan radius 5 km dari *Exit* Tol Ungaran. Jalan Tol Semarang-Solo hanya melewati Kecamatan Ungaran Timur, tetapi *Exit* Tol Ungaran berdekatan dengan Ungaran Barat sehingga pada penelitian ini Ungaran Barat masuk dalam analisis dengan radius 5 km dari *Exit* Tol Ungaran.

III.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. Laptop MSI RAM 16 GB.

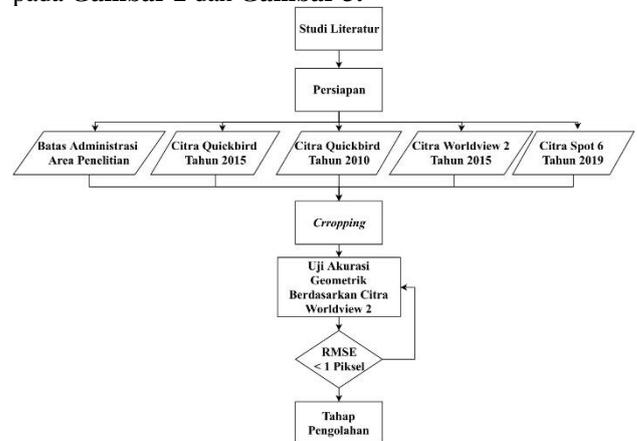
- b. Kamera *Smartphone* untuk dokumentasi.
- 2. Perangkat Lunak yang digunakan :
 - a. Sistem operasi komputer Microsoft Windows 10.
 - b. *Microsoft Office* untuk pengolahan data dan penyusunan Tugas Akhir.
 - c. *Software* ENVI Classic untuk pengolahan uji akurasi geometrik.
 - d. *Software* ArcGIS 10.4 untuk digitasi dan *overlay*.

Data Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

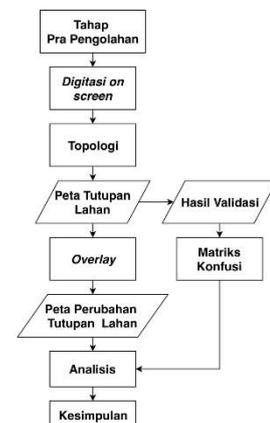
- 1. Citra satelit SPOT 6 Tahun 2019 Kabupaten Semarang (Sumber : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)).
- 2. Citra satelit WorldView 2 tahun 2015 Kabupaten Semarang (Sumber: BAPPEDA Kab. Semarang).
- 3. Citra satelit Quickbird tahun 2010 Kabupaten Semarang. (Sumber: BPN Kanwil Jawa Tengah)
- 4. Citra satelit Quickbird tahun 2008 Kabupaten Semarang (Sumber: BPN Kabupaten Semarang)
- 5. *Shapefile* Batas Administrasi Kabupaten Semarang (Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Semarang).
- 6. Data validasi penelitian berdasarkan pengamatan langsung ke lapangan.

III.3 Diagram alir

Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2 Diagram Alir Pra Pengolahan



Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan

III.4 Tahapan Pengolahan Data

1. Cropping citra
2. Uji ketelitian geometrik
3. Digitasi On Screen
4. Topologi
5. Validasi lapangan
6. Matriks konfusi
7. Pembuatan peta penggunaan lahan
8. Overlay penggunaan lahan sesuai kebutuhan analisis
9. Pembuatan peta perubahan penggunaan lahan
10. Penentuan pola dan arah perkembangan

IV. Hasil dan Analisa

IV.1 Hasil Uji Akurasi Geometrik

Uji akurasi geometrik pada penelitian ini menggunakan metode *image to image*, citra Worldview2 tahun 2015 sebagai base image karena memiliki resolusi terbaik yaitu 0.3 meter. Sementara dua citra quickbird tahun 2008 dan 2010 beresolusi 0.5 meter dan satu citra Spot 6 tahun 2019 beresolusi 1.5 meter akan sebagai *warp image* dan di uji akurasi geometrik ke citra Worldview tahun 2015. Nilai RMSE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai RMSE Tiap Tahun

Titik ICP	2008 (piksel)	2010 (piksel)	2019 (piksel)
1	0,3376	0,4761	0,5114
2	1,1193	0,7962	0,9473
3	0,8568	0,6950	1,592
4	1,0302	1,6234	1,202
5	1,4892	0,9225	1,592
6	1,1039	1,1040	0,4436
7	1,0815	0,6116	0,3938
8	1,0207	0,4101	0,5507
9	0,4589	1,2506	1,1292
10	0,9226	0,8630	1,0133
11	0,9969	0,7884	0,7633
12	0,6034	1,0664	0,7735
RMS Error	0,967	0,942	0,983

Data titik yang digunakan sebagai uji akurasi geometrik sebanyak 12 titik menyebar di seluruh wilayah Ungaran Barat dan Ungaran Timur. Dalam menentukan titik sampel dilakukan dengan acak tetapi jarak dan letak antar sampel tetap diperhatikan. Titik yang digunakan ditempatkan pada ujung bangunan, jalan ataupun objek yang dapat terlihat jelas di kedua citra. Uji ketelitian peta mengacu pada PERKA BIG Nomor 15 Tahun 2014 dan revisinya pada PERKA BIG Nomor 6 Tahun 2018. Berdasarkan hasil perhitungan CE90 dari Tabel 1 didapat nilai CE90 untuk citra Quickbird tahun 2008 adalah 1,467 m, citra Quickbird tahun 2010 sebesar 1,430 m, dan citra Spot 6 tahun 2019 sebesar 1,492 m. Hasil CE90 dari ketiga citra tersebut masuk dalam skala 1:10.000 kelas 1.

IV.2 Hasil Matriks Konfusi

Matriks konfusi merupakan tabel perbandingan antara data hasil digitasi dari interpretasi citra untuk mengukur tingkat akurasi dengan data titik-titik sampel yang didapatkan dari survei lapangan. Hasil interpretasi yang sesuai dengan kondisi lapangan memiliki jumlah yang banyak, maka tingkat kepercayaan terhadap data hasil klasifikasi semakin tinggi. Matriks konfusi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Matriks Konfusi Hasil Digitasi dan Survei Lapangan

Klasifikasi Penggunaan Lahan	Digitasi									
	Permukiman	Industri	Perkebunan	Tegalan	Sawah	Hutan	Jalan Arteri	Jalan Tol	Sungai	Jumlah
Permukiman	16	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Industri	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Perkebunan	0	0	16	1	0	0	0	0	0	17
Tegalan	0	0	1	15	0	0	0	0	0	16
Sawah	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10
Hutan	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Jalan Arteri Primer	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Jalan Tol	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Sungai	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Jumlah	16	1	17	16	10	1	1	1	1	64

Hasil perhitungan *User's Accuracy* dan *Producer's Accuracy* ada pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 User's Accuracy

Kelas	Perhitungan	Hasil
Permukiman	$\frac{16}{16} \times 100\%$	100%
Industri	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Perkebunan	$\frac{16}{17} \times 100\%$	94,118%
Tegalan	$\frac{15}{16} \times 100\%$	93,75%
Sawah	$\frac{10}{10} \times 100\%$	100%
Hutan	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Jalan Arteri Primer	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Jalan Tol	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Sungai	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%

Tabel 4 Producer's Accuracy

Kelas	Perhitungan	Hasil
Permukiman	$\frac{16}{16} \times 100\%$	100%
Industri	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Perkebunan	$\frac{16}{17} \times 100\%$	94,118%
Tegalan	$\frac{15}{16} \times 100\%$	93,75%

Sawah	$\frac{10}{10} \times 100\%$	100%
Hutan	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Jalan Arteri Primer	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Jalan Tol	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%
Sungai	$\frac{1}{1} \times 100\%$	100%

Menurut Gallego (1995) dalam Fadilla (2018), tingkat ketelitian analisis citra satelit diatas 70% dianggap sudah cukup baik (*acceptable result*). Untuk nilai *overall accuracy* diperoleh sebesar 96,875%, sedangkan untuk nilai *kappa accuracy* sebesar 97,128%. 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%.

IV.3 Hasil Penggunaan lahan

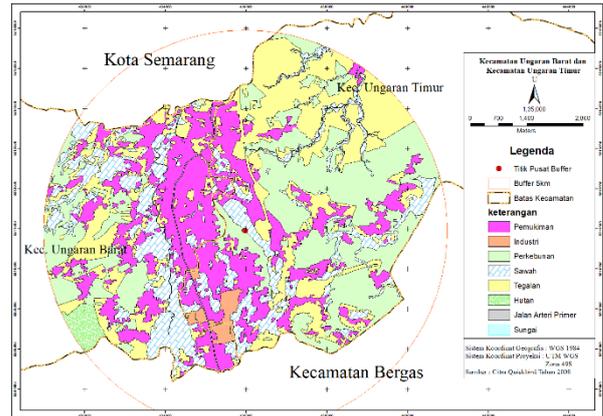
IV.3.1 Hasil Penggunaan lahan Tahun 2008

Luas penggunaan lahan yang ada pada tahun 2008 dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Luasan Penggunaan lahan Tahun 2008

No	Penggunaan lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Permukiman	1.404,485	24,405
2	Industri	78,261	1,360
3	Perkebunan	1.657,306	28,798
4	Sawah	1.004,659	17,457
5	Tegalan	1.494,857	25,975
6	Hutan	74,965	1,303
7	Jalan Arteri Primer	14,716	0,256
8	Sungai	25,757	0,448
Jumlah		5.755,006	100

Berdasarkan pengelompokan lahan terbangun dan tidak terbangun yang mengacu simbologi pada Perka BIG no 3 tahun 2016, kategori lahan terbangun pada penelitian ini yaitu permukiman, industri, jalan arteri primer, dan jalan tol sedangkan lahan tidak terbangun terdiri dari sawah, perkebunan, tegalan, hutan, dan sungai, di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat pada area penelitian memiliki luas lahan terbangun sebesar 1.497,462 Ha atau 26,020%, sedangkan lahan tidak terbangun memiliki luas 4.257,544 Ha atau 73,980% dari luas total area penelitian yaitu 5.755,006 Ha. Peta penggunaan lahan pada tahun 2008 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Peta Penggunaan lahan Tahun 2008

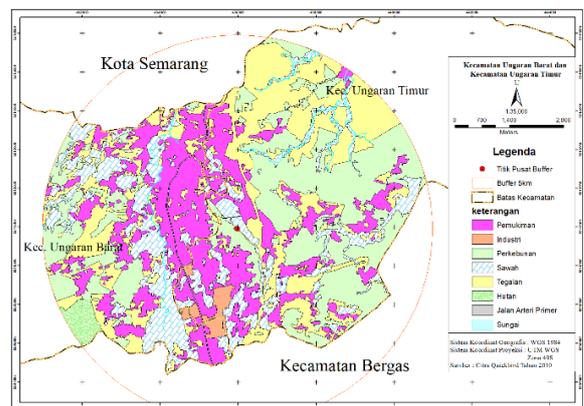
IV.3.2 Hasil Penggunaan lahan Tahun 2010

Luas penggunaan lahan yang ada pada tahun 2010 dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Luasan Penggunaan lahan Tahun 2008

No	Penggunaan lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Permukiman	1.407,061	24,449
2	Industri	78,261	1,360
3	Perkebunan	1.638,800	28,476
4	Sawah	987,954	17,167
5	Tegalan	1.527,492	26,542
6	Hutan	74,965	1,303
7	Jalan Arteri Primer	14,716	0,256
8	Sungai	25,757	0,448
Jumlah		5.755,006	100

Pada tahun 2010 untuk kelompok lahan terbangun memiliki luas sebesar 1.500,038 Ha atau 26,065% sedangkan lahan tidak terbangun seluas 4254,968 atau 73,935% dari luas total area penelitian yang sebesar 5.755,006 Ha. Peta penggunaan lahan tahun 2010 dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5 Peta Penggunaan lahan Tahun 2010

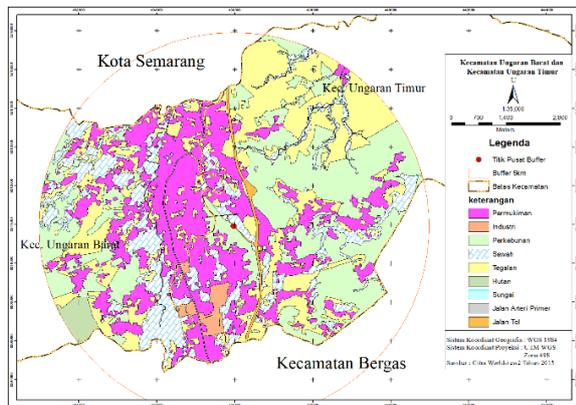
IV.3.3 Hasil Penggunaan lahan Tahun 2015

Luas penggunaan lahan yang ada pada tahun 2015 dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Luasan Penggunaan lahan Tahun 2015

No	Penggunaan lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Permukiman	1.504,501	26,142
2	Industri	79,469	1,381
3	Perkebunan	1.622,399	28,191
4	Sawah	890,312	15,470
5	Tegalan	1.491,056	25,909
6	Hutan	74,964	1,303
7	Jalan Arteri Primer	14,716	0,256
8	Jalan Tol	51,831	0,901
9	Sungai	25,757	0,448
Jumlah		5.755,006	100

Pada kelompok lahan terbangun pada tahun 2015 memiliki total luas sebesar 1.650,517 Ha atau 28,68% sedangkan lahan tidak terbangun memiliki luas 4.104,488 Ha atau 71,32% dari total luasan area penelitian sebesar 5.755,006 Ha. Peta penggunaan lahan tahun 2015 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Peta Penggunaan lahan Tahun 2015

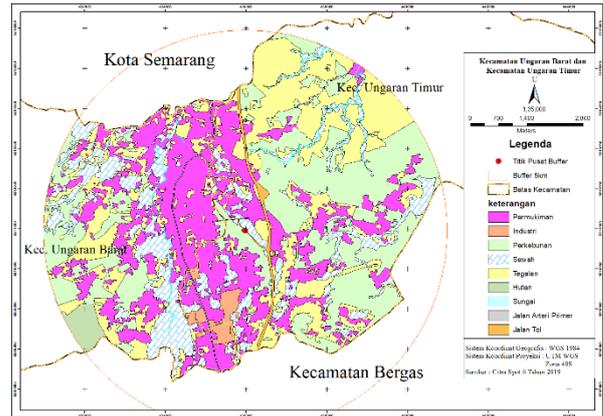
IV.3.4 Hasil Penggunaan lahan Tahun 2019

Luas penggunaan lahan yang ada pada tahun 2019 dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Luasan Penggunaan lahan Tahun 2019

No	Penggunaan lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Permukiman	1.544,410	26,836
2	Industri	81,443	1,415
3	Perkebunan	1.610,937	27,992
4	Sawah	874,843	15,201
5	Tegalan	1.476,104	25,649
6	Hutan	74,965	1,303
7	Jalan Arteri Primer	14,716	0,256
8	Jalan Tol	51,831	0,901
9	Sungai	25,757	0,448
Jumlah		5.755,006	100

Kategori lahan terbangun dari hasil pengolahan pada tahun 2019 memiliki luas sebesar 1.692,400 Ha atau 29,407% sedangkan untuk kelompok lahan tidak terbangun memiliki luasan sebesar 4.062,606 Ha atau 70,606% dari luas total area penelitian sebesar 5.755,006 Ha. Peta penggunaan lahan tahun 2019 dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7 Peta Penggunaan lahan Tahun 2019

IV.4 Hasil Perubahan Penggunaan Lahan

IV.4.1 Perubahan Penggunaan lahan Tahun 2008-2010

Selisih perubahan lahan berdasarkan tiap klasifikasi pada tahun 2008-2010 dapat dilihat pada **Tabel 9**, sedangkan perubahan lahan yang terjadi pada tahun 2008-2010 ada pada **Tabel 10**.

Tabel 9 Selisih Luasan Penggunaan lahan 2008-2010

Penggunaan lahan	Luas (Ha)		Selisih
	2010	2008	
Permukiman	1.407,061	1.404,486	2,575
Industri	78,261	78,261	0,000
Perkebunan	1.638,800	1.657,305	-18,505
Sawah	987,954	1.004,659	-16,705
Tegalan	1.527,492	1.494,857	32,635
Hutan	74,965	74,965	0,000
Jalan Arteri Primer	14.716	14.716	0,000
Sungai	25.757	25.757	0,000
Jalan Tol	0,000	0,000	0,000
Total	5.755,006	5.755,006	0,000

Tabel 10 Perubahan Penggunaan lahan 2008-2010

Penggunaan lahan		Luasan Perubahan	
2008	2010	Ha	%
Sawah	Tegalan	16,223	43,635%
Sawah	Permukiman	0,482	1,296%
Perkebunan	Tegalan	17,583	47,293%
Perkebunan	Permukiman	0,922	2,480%
Tegalan	Permukiman	1,570	4,223%
Permukiman	Tegalan	0,399	1,073%
Total		37,179	100%

Penambahan lahan terbangun dari lahan tidak terbangun pada penggunaan lahan permukiman terjadi sebesar 2,974 Ha. Berdasarkan data perubahan penggunaan lahan tersebut terjadi perubahan lahan dari lahan tidak terbangun tetap menjadi lahan tidak terbangun seperti sawah menjadi tegalan dan perkebunan menjadi tegalan sebesar 33,806 Ha dan

perubahan lahan terbangun menjadi lahan tidak terbangun sebesar 0,399 Ha yaitu adanya perubahan penggunaan lahan dari pemukiman menjadi tegalan.

IV.4.2 Perubahan Penggunaan lahan Tahun 2015-2019

Selisih perubahan lahan berdasarkan tiap klasifikasi pada tahun 2015-2019 dapat dilihat pada **Tabel 11**, sedangkan perubahan lahan yang terjadi pada tahun 2015-2019 ada pada **Tabel 12**.

Tabel 11 Selisih Luasan Penggunaan lahan 2015-2019

Penggunaan lahan	Luas (Ha)		Selisih
	2019	2015	
Pemukiman	1.544,410	1.504,501	39,909
Industri	81,443	79,469	1,974
Perkebunan	1.610,937	1.622,399	-11,462
Tegalan	1.476,104	1.491,056	-14,952
Hutan	74,965	74,965	0,000
Jalan Arteri Primer	14,716	14,716	0,000

Tabel 11 Selisih Luasan Penggunaan lahan 2015-2019 (lanjutan)

Penggunaan lahan	Luas (Ha)		Selisih
	2019	2015	
Sungai	25,757	25,757	0,000
Jalan Tol	51,831	51,831	0,000
Total	5.755,006	5.755,006	0,000

Tabel 12 Perubahan Penggunaan lahan 2015-2019

Penggunaan lahan		Luasan Perubahan	
2015	2019	Ha	%
Sawah	Pemukiman	10,886	23,501
Sawah	Industri	1,246	2,690
Sawah	Tegalan	2,833	6,115
Perkebunan	Pemukiman	10,864	23,455
Perkebunan	Tegalan	1,101	2,377
Tegalan	Pemukiman	18,159	39,204
Tegalan	Industri	0,727	1,571
Sawah	Perkebunan	0,503	1,087
Total		46,319	100

Perubahan lahan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sebesar 41,883 Ha, sedangkan untuk perubahan penggunaan lahan dalam kategori lahan tidak terbangun namun tetap pada kategori lahan tidak terbangun terdapat 3,935 Ha. Pada rentang tahun tersebut tidak terjadi perubahan lahan terbangun menjadi lahan tidak terbangun. Persebaran perubahan penggunaan lahan pada tahun 2015-2019 seperti pada

IV.4.3 Perubahan Penggunaan lahan Tahun 2008-2019

Selisih perubahan lahan berdasarkan tiap klasifikasi pada tahun 2008-2019 dapat dilihat pada **Tabel 13**, sedangkan perubahan lahan yang terjadi pada tahun 2008-2019 ada pada **Tabel 14** dan **Gambar 10** untuk peta perubahan lahan.

Tabel 13 Selisih Luasan Penggunaan lahan 2008-2019

Penggunaan lahan	Luas (Ha)		Selisih
	2019	2008	

Pemukiman	1.544,410	1.404,486	139,924
Industri	81,443	78,261	3,182
Perkebunan	1.610,937	1.657,305	-46,368
Sawah	874,843	1.004,659	-129,815
Tegalan	1.476,104	1.494,857	-18,754
Hutan	74,965	74,965	0,000
Jalan Arteri Primer	14,716	14,716	0,000
Sungai	25,757	25,757	0,000
Jalan Tol	51,831	0,000	51,831
Total	5.755,006	5.755,006	0,000

Tabel 14 Perubahan Penggunaan lahan 2008-2019

Penggunaan lahan		Luasan Perubahan	
2008	2019	Ha	%
Sawah	Pemukiman	58,689	23,313
Sawah	Perkebunan	3,966	1,575
Sawah	Tegalan	47,338	18,804
Sawah	Industri	2,359	0,937
Sawah	Jalan Tol	17,463	6,937
Perkebunan	Pemukiman	44,989	17,871
Perkebunan	Tegalan	3,856	1,532
Perkebunan	Jalan Tol	2,739	1,088

Tabel 14 Perubahan Penggunaan lahan 2008-2019 (lanjutan)

Penggunaan lahan		Luasan Perubahan	
2008	2019	Ha	%
Tegalan	Pemukiman	36,646	14,557
Tegalan	Industri	0,823	0,327
Tegalan	Perkebunan	1,250	0,497
Tegalan	Jalan Tol	31,230	12,405
Pemukiman	Jalan Tol	0,399	0,158
Jumlah		251,747	100

Berdasarkan kelompok lahan terbangun dan tidak terbangun terdapat perubahan luas dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun yaitu sebesar 194,938 Ha, terdapat juga perubahan lahan tidak terbangun tetapi juga masih masuk dalam kategori lahan tidak terbangun sebesar 56,410 Ha dan adanya perubahan penggunaan lahan pada kategori lahan terbangun namun tetap masuk dalam kategori lahan terbangun yaitu pada perubahan pemukiman menjadi jalan tol yaitu sebesar 0,399 Ha.

IV.4.4 Pengaruh Pembangunan Jalan Tol dan Exit Tol Ungaran

Berdasarkan dari hasil pengolahan dan analisis pada sub bab IV.4.1 dan sub bab IV.4.2 perubahan lahan pada Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat sejauh 5km dari *Exit* Tol Ungaran pada selang waktu sebelum dibangunnya *Exit* Tol Ungaran sebesar 37,179 Ha dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 2,974 Ha dan lahan tidak terbangun sebesar 34,205 Ha, sedangkan pada selang waktu setelah dibangunnya *Exit* Tol Ungaran perubahan penggunaan lahan terjadi sebesar 45,818 Ha dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 41,883 Ha dan lahan tidak terbangun 3,935 Ha, oleh karena itu dibangunnya Jalan Tol Semarang-Solo dan adanya *Exit* Tol Ungaran mempengaruhi perubahan penggunaan lahan terutama pada peningkatan lahan terbangun di area penelitian.

IV.5 Hasil Pola Persebaran Pemukiman

Untuk menentukan pola persebaran pemukiman di penelitian ini menggunakan metode tetangga

terdekat. Analisis ini akan menentukan pola persebaran permukiman di Kecamatan Ungaran Timur dan Ungaran Barat pada area penelitian. Analisis tetangga terdekat ini digunakan untuk mengetahui pola persebaran permukiman didasarkan pada patokan baku yaitu skala T. Dimana 0-0,7 pola mengelompok, 0,7-1,4 pola acak, dan 1,4-2,15 pola seragam. Hasil perhitungan tiap kecamatan dan pada tahun 2008, 2010, 2015, dan 2019 dapat dilihat pada **Tabel 16**.

Tabel 15 Pola Permukiman Tiap Kecamatan

Tahun	Kecamatan	T	Pola
2008	Ungaran Timur	0,72	Acak
	Ungaran Barat	0,67	Mengelompok
2010	Ungaran Timur	0,72	Acak
	Ungaran Barat	0,67	Mengelompok

Tabel 16 Pola Permukiman Tiap Kecamatan (lanjutan)

Tahun	Kecamatan	T	Pola
2015	Ungaran Timur	0,67	Mengelompok
	Ungaran Barat	0,67	Mengelompok
2019	Ungaran Timur	0,70	Mengelompok
	Ungaran Barat	0,70	Mengelompok

Berdasarkan **Tabel 16** pada tahun 2008 dan 2010 pada Kecamatan Ungaran Timur memiliki pola persebaran permukiman secara acak tetapi pada tahun 2015 dan 2019 pola persebaran permukiman secara mengelompok. Pada Kecamatan Ungaran Barat pola persebaran permukimannya pada tahun 2008, 2010, 2015, dan 2019 memiliki pola yang sama yaitu mengelompok. Berdasarkan hasil tersebut pada Kecamatan Ungaran Timur pola persebaran permukimannya sebelum dibangunnya jalan tol dan adanya *Exit* Tol Ungaran memiliki pola acak dan setelah terbangunnya jalan tol dan *Exit* Tol Ungaran memiliki pola mengelompok, sedangkan pada Kecamatan Ungaran Barat tidak terjadi perubahan pola sebelum maupun sesudah terbangunnya jalan tol dan *Exit* Tol Ungaran.

IV.6 Arah Perkembangan

Pada penelitian ini penentuan arah perkembangan wilayah menggunakan pembobotan pada tiga unsur berdasarkan penelitian terdahulu.

IV.6.1 Pembobotan Pola Persebaran Permukiman

Bobot nilai yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 17**.

Tabel 17 Pembobotan Pola Persebaran Permukiman

Tahun	Kecamatan	
	Ungaran Timur	Ungaran Barat
2008	Acak	Mengelompok
2010	Acak	Mengelompok
2015	Mengelompok	Mengelompok
2019	Mengelompok	Mengelompok
Keterangan	Berkembang	Tidak Berkembang
Bobot Nilai (1)	2	0

IV.6.2 Pembobotan Perkembangan Luas Permukiman

Hasil pembobotan perkembangan permukiman pada tiap kecamatan dapat dilihat pada **Tabel 18**.

Tabel 18 Pembobotan Perubahan Luas Permukiman

Kecamatan	Tahun		Perubahan Luas (Ha)	Bobot Nilai (2)
	2008 (Ha)	2019 (Ha)		
Ungaran Timur	645,250	708,331	63,082	1
Ungaran Barat	759,235	836,078	76,843	1

IV.6.3 Pembobotan Perkembangan Kawasan Industri

Hasil pembobotan perubahan luasan kawasan industri dapat dilihat pada **Tabel 19**.

Tabel 19 Pembobotan Perkembangan Industri

Kecamatan	Tahun		Perubahan Luas (Ha)	Bobot Nilai (3)
	2008 (Ha)	2019 (Ha)		
Ungaran Timur	48,877	51,236	2,359	2
Ungaran Barat	29,384	30,206	0,823	2

IV.6.4 Total Nilai Pembobotan

Berdasarkan **Tabel 17**, **Tabel 18**, dan **Tabel 19** maka didapatkan total nilai pembobotan pada **Tabel 20**.

Tabel 20 Total Nilai Pembobotan

Kecamatan	Pembobotan Nilai			Jumlah
	(1)	(2)	(3)	
Ungaran Timur	2	1	2	5
Ungaran Barat	0	1	2	3

Berdasarkan pada **Tabel 20**, jumlah nilai tertinggi yaitu Kecamatan Ungaran Timur. Perbedaan nilai bobot tersebut terjadi karena, pada Ungaran Timur terjadi perubahan pola persebaran permukiman sedangkan Ungaran Barat tidak terjadi perubahan pola persebaran permukiman, dimana pada unsur pembobotan lainnya Ungaran Timur dan Ungaran Barat memiliki nilai yang sama.

Penentuan arah perkembangan wilayah mengacu pada penelitian Alfarizi (2015), dimana arah perkembangan berdasarkan nilai total pembobotan tertinggi, jadi pada penelitian ini arah perkembangan mengarah ke Ungaran Timur karena memiliki total nilai pembobotan 5.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan lahan pada tahun 2008 dan 2010 merupakan penggunaan lahan yang memuat informasi penggunaan lahan sebelum dibangunnya *Exit Tol* Ungaran, sedangkan penggunaan lahan pada tahun 2015 dan 2019 memuat informasi setelah dibangunnya *Exit Tol* Ungaran, sehingga diperoleh kesimpulan tentang penggunaan lahan yaitu, pada kelompok lahan terbangun mengalami peningkatan yaitu pada tahun 2008 sebelum adanya jalan tol dan *exit* tol pada penggunaan lahan permukiman, industri, jalan arteri primer, dan jalan tol mempunyai luas sebesar 1.497,463 Ha kemudian pada tahun 2019 luasan lahan terbangun menjadi 1.692,400 Ha. Kelompok lahan tidak terbangun seperti perkebunan, sawah, tegalan, hutan, dan sungai memiliki luasan sebesar 4.257,543 Ha pada tahun 2008, sedangkan pada tahun 2019 memiliki luas sebesar 4.062,606 Ha sehingga pada kategori lahan tidak terbangun mengalami penurunan luasan.
2. Perubahan penggunaan lahan pada penelitian ini dari tahun 2008 sebelum dibangunnya jalan tol dan *exit* tol hingga tahun 2019 setelah adanya jalan tol dan *exit* tol. Terjadi perubahan penggunaan lahan dimana adanya peningkatan pada kategori lahan terbangun sebesar 194,938 Ha pada klasifikasi permukiman, industri, dan jalan tol, sedangkan adanya perubahan pada klasifikasi penggunaan lahan namun tidak berubah dalam kategori lahan tidak terbangun yaitu sebesar 56,410 Ha dan perubahan penggunaan lahan dalam kategori lahan terbangun yang juga tidak berubah pada kategori lahan terbangun sebesar 0,399 Ha pada klasifikasi permukiman yang menjadi jalan tol. Dibangunnya Jalan Tol Semarang-Solo dan adanya *Exit Tol* Ungaran mempengaruhi perubahan penggunaan lahan yaitu lebih banyak penggunaan lahan dalam kategori lahan tidak terbangun berubah menjadi lahan terbangun sehingga lahan terbangun mengalami peningkatan setelah adanya pembangunan jalan tol dan *exit* tol.
3. Pola persebaran permukiman pada Kecamatan Ungaran Barat tetap sama secara mengelompok baik sebelum pembangunan dan setelah dibangunnya *Exit Tol* Ungaran, sedangkan pada Kecamatan Ungaran Timur mengalami perubahan pola menjadi mengelompok dari berpola acak setelah dibangunnya *Exit Tol* Ungaran. Arah perkembangan pada penelitian ini berdasarkan hasil pembobotan perkembangan mengarah ke arah Kecamatan Ungaran Timur.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk mempermudah dan memperbaiki penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Data citra yang digunakan sebaiknya memiliki ketelitian spasial yang sama sehingga dapat memudahkan untuk pengklasifikasian kelas penggunaan lahan.
2. Data citra yang digunakan sebaiknya memiliki selang waktu yang sama agar dalam analisis memiliki selang waktu yang sama dan data yang dimiliki diharapkan dapat mempunyai informasi sebelum dimulainya pembebasan lahan atau kegiatan konstruksi dan data setelah bangunan terbangun atau beroperasi agar informasi efek pembangunannya dapat lebih terlihat.

Daftar Pustaka

- Alfarizi, C. P. (2015). Analisis Arah Pertumbuhan Wilayah Dengan Menggunakan Metode Sig (Studi Kasus : Kabupaten Bekasi). Semarang: Geodesi UNDIP.
- BIG. (2016). *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Tentang Spesifikasi Penyajian Peta Desa*. BIG.
- BIG. (2018). *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. BIG.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. (2005). *Jawa Tengah Dalam Angka 2005*. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- DPU Kabupaten Semarang. 2011. Peta RTRW Kabupaten Semarang. Pemerintah Kabupaten Semarang.
- Fadilla, Restu. 2018. Analisis Kesesuaian Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang/Wilayah di Kecamatan Penjaringan Kota Administratif Jakarta Utara Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Skripsi, Semarang: Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Kencana. (2014). Pemanfaatan SIG Untuk Menentukan Lokasi Potensial Pengembangan Kawasan Perumahan dan Permukiman (Skripsi). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lillesand, Thomas Martin, dan Ralph W. Kiefer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 3rd. ed. New York: Wiley.
- Nawangwulan, Nila Hapsari. 2013. Analisis Pengaruh Perubahan Lahan terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001-2011. Skripsi, Semarang: Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Pelambi, M.R., Tilaar, S., Rengkung, M.M.R., 2006. Identifikasi Pola Sebaran Permukiman Terencana Di Kota Manado. Universitas Sam Ratulangi Manado.

PPRT-BIG. 2014. Petunjuk Teknis Generalisasi Peta
Rupabumi Indonesia Skala Menengah. Bogor :
Cibinong.