

KAJIAN PERKEMBANGAN LAHAN TERBANGUN KOTA PEKALONGAN MENGUNAKAN METODE *URBAN INDEX* (UI)

Nurhadi Bashit¹, Yudo Prasetyo¹, Abdi Sukmono¹, dan Widi Wicaksono¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834, e-mail:
nurhadi.bashit@live.undip.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara berkembang yang mengalami peningkatan pembangunan di wilayah perkotaan sehingga dapat dilihat berdasarkan perubahan fisik perkotaan. Perkembangan pembangunan dapat menyebabkan perubahan penggunaan lahan dari lahan kosong menjadi lahan terbangun. Perubahan lahan terbangun merupakan hal yang umum terjadi di perkotaan karena pertumbuhan jumlah penduduk. Peningkatan lahan terbangun dan menurunnya lahan terbuka hijau dapat menyebabkan dampak perubahan fungsi lahan. Perubahan fungsi lahan memberikan dampak pada perubahan tatanan lingkungan berupa menurunnya kualitas lingkungan, degradasi lingkungan/kerusakan lingkungan serta berkurangnya sumber daya alam maupun perubahan tata guna lahan jika pembangunan dilakukan secara tidak teratur. Berdasarkan permasalahan tersebut, artikel ini melakukan kajian mengenai perkembangan lahan terbangun Kota Pekalongan. Perkembangan lahan dilakukan pemantauan untuk mendeteksi perkembangan lahan terbangun pada setiap kecamatan dan penyebabnya. Pemantauan lahan terbangun pada artikel ini menggunakan metode penginderaan jauh dari data citra satelit. Metode penginderaan jauh memiliki kelebihan dibandingkan pemetaan secara konvensional (survei lapangan) karena data citra satelit memperlihatkan kondisi permukaan bumi tanpa mendatangi keseluruhan lokasi sehingga mempercepat pemetaan suatu wilayah. Klasifikasi lahan terbangun Kota Pekalongan dilakukan secara otomatis menggunakan metode *Urban Index* (UI). Transformasi UI menggunakan saluran *Near Infrared* (NIR) dan *Short Wave Infrared II* (SWIR-II). Klasifikasi dilakukan secara multitemporal sehingga dapat dilakukan kajian mengenai lahan terbangun di Kota Pekalongan setiap 2 tahun dari tahun 2013 hingga 2019. Penelitian ini menghasilkan klasifikasi lahan terbangun dengan luas pada tahun 2013 sebesar 2.030,708 ha, tahun 2015 sebesar 2.054,752 ha, tahun 2017 sebesar 2.227,835 ha, tahun 2019 sebesar 2.503,603 ha. Perkembangan lahan terbangun Kota Pekalongan terbesar terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara sebesar 175,525 ha yang disebabkan karena pembangunan pusat perbelanjaan, perkantoran, pemukiman dan jaring jalan.

Kata kunci : Lahan Terbangun, Penginderaan Jauh, Perkembangan, dan Urban Index

ABSTRACT

Indonesia is a developing country that has increased development in urban areas so that it can be seen based on urban physical changes. Development developments can cause changes in land use from vacant land to built-up land. The Change in built-up land are common in urban areas due to population growth. An increase in built-up land and a decrease in green open land can cause impacts on changes in land function. The change in land function has an impact on changes in the environmental order in the form of a decrease in environmental quality, environmental degradation / environmental damage and reduced natural resources and changes in land use if development is done irregularly. Based on these problems, this article conducts a study of the development of the built-up land of Pekalongan City. Pengembangan lahan dimonitor untuk mendeteksi pengembangan lahan terbangun di setiap kabupaten dan penyebabnya. The monitoring of built-up land developed in this article uses remote sensing methods from satellite imagery data. The remote sensing method has advantages over conventional mapping (field survey) because satellite imagery data shows the condition of the earth's surface without going to the whole location, thus accelerating the mapping of an area. The classification of built-up land in Pekalongan City is done automatically using the Urban Index (UI) method. UI transformation uses the Near Infrared (NIR) and Short Wave Infrared II (SWIR-II) Bands. Classification is carried out multitemporal to assess the development of built-up land in Pekalongan City every 2 years from 2013 to 2019. This research resulted in the classification of built-up land with an area in 2013 of 2,030.708 ha, in 2015 of 2,054.752 ha, in 2017 of 2,227.835 ha, in 2019 of 2,503.603 ha. The largest built-up land in Pekalongan City was found in the North Pekalongan Sub-District of 175.525 ha. That was caused by the construction of shopping centers, offices, settlements and road nets.

Keywords : Built-up Land, Development, Remote Sensing, and Urban Index

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang sehingga wilayah perkotaan mengalami perkembangan yang pesat jika dilihat berdasarkan perkembangan pembangunan. Perkembangan pembangunan dapat menyebabkan perubahan penggunaan lahan dari lahan kosong menjadi lahan terbangun. Perubahan penggunaan lahan pada suatu kota dapat dilihat berdasarkan perubahan fisik kota. Salah satu masalah penting dalam pemetaan wilayah perkotaan adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan dari non-pemukiman ke pemukiman (As-syakur dkk, 2012). Perubahan tersebut ditandai dengan bertambahnya lahan terbangun seperti pemukiman, industri, fasilitas umum, dan lain-lain. Perubahan penutupan/penggunaan lahan diilustrasikan sebagai semua bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup baik materil maupun spiritual (Arsyad, 2010). Perubahan lahan terbangun merupakan hal yang umum terjadi di perkotaan karena pertumbuhan jumlah penduduk.

Pertumbuhan penduduk dapat menyebabkan meningkatnya lahan terbangun dan menurunnya lahan terbuka hijau sehingga memberikan dampak perubahan fungsi lahan. Perubahan lahan terbangun akan memberikan dampak perubahan tatanan lingkungan berupa menurunnya kualitas lingkungan, degradasi lingkungan/kerusakan lingkungan serta berkurangnya sumberdaya alam maupun perubahan tata guna lahan jika pembangunan dilakukan secara tidak teratur. Penggunaan lahan yang melampaui kemampuan lahannya sangat berpotensi menyebabkan lahan terdegradasi, jika keadaan ini terus dibiarkan akan memicu terjadinya lahan kritis (Barus dkk, 2011). Perubahan penggunaan lahan yang tidak teratur dapat memberikan dampak berkurangnya fungsi produktivitas biologis dan keberagaman kehidupan ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, terkait perubahan lahan terbangun perlu dilakukan pemantauan agar dapat mendeteksi perkembangan lahan terbangun.

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota besar di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki potensi perubahan penggunaan lahan terbangun yang pesat. Pesatnya perkembangan lahan terbangun perlu dilakukan pemantauan kesesuaian pembangunan perkotaan terhadap rencana tata ruang wilayah di Kota Pekalongan. Pemantauan lahan terbangun dapat menggunakan metode konvensional seperti survei lapangan langsung tetapi membutuhkan waktu dan biaya yang lama. Oleh karena itu, pemantauan lahan terbangun dapat menggunakan metode penginderaan jauh dari data citra satelit.

Metode penginderaan jauh memiliki kelebihan dibandingkan pemetaan secara konvensional karena dapat melihat kondisi permukaan bumi tanpa mendatangi keseluruhan lokasi sehingga mempercepat pemetaan. Data citra satelit dilakukan pengolahan (klasifikasi) untuk menghasilkan pemetaan lahan terbangun. Klasifikasi lahan terbangun dari citra satelit

dapat dilakukan secara manual (digitasi *on screen*) maupun otomatis. Klasifikasi secara manual memiliki kelebihan mengenai hasil akurasi yang lebih baik akan tetapi memerlukan waktu yang lama sehingga klasifikasi dilakukan secara otomatis untuk mempersingkat waktu.

Klasifikasi lahan terbangun Kota Pekalongan dilakukan secara otomatis menggunakan metode *Urban Index* (UI). Klasifikasi dilakukan secara multitemporal sehingga dapat dilakukan kajian mengenai lahan terbangun di Kota Pekalongan. Hasil penelitian akan dilakukan analisis mengenai perkembangan Kota Pekalongan dari kurun waktu 2013-2019.

2. DATA DAN METODE PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data citra pada penelitian ini menggunakan Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS perekaman tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 serta Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekalongan tahun 2009 - 2029. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang didapat dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesend dan Kiefer, 1990). Wahana teknologi penginderaan jauh memanfaatkan satelit yang merekam interaksi berkas cahaya matahari dan objek di permukaan bumi. Objek di permukaan bumi memantulkan berkas sinar dari cahaya matahari yang

selanjutnya di tangkap oleh sensor satelit penginderaan jauh. Media atmosfer merupakan perantara energi antara sinar matahari, objek di permukaan bumi, dan sensor.

Setiap objek di permukaan bumi memberikan nilai pantulan berkas sinar yang berbeda sesuai dengan jenis objek dan banyaknya berkas sinar yang dapat dipantulkan. Teknologi penginderaan jauh dapat merekam permukaan bumi dengan waktu yang relatif singkat sesuai dengan karakteristik satelit. Oleh karena itu, teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk pemantauan lahan terbangun disuatu wilayah,

2.3 Penggunaan lahan

Penggunaan lahan (*land use*) merupakan perwujudan fisik objek-objek yang menutupi lahan dan terkait dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan (Lillesand dkk., 2004). Objek di permukaan bumi memiliki jenis penggunaan lahan sesuai dengan aktivitas manusia yang mengelola lahan. Penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh kegiatan manusia dalam memanfaatkan lahan sehingga pertumbuhan manusia dapat menyebabkan semakin banyak aktivitas penggunaan lahan.

Manusia memanfaatkan lahan sesuai dengan kebutuhan seperti memanfaatkan lahan untuk pertanian, pemukiman, perdagangan jasa, perkantoran, pabrik dan lain – lain. Penelitian ini mengklasifikasikan penggunaan lahan menjadi lahan terbangun dan lahan tidak terbangun sehingga hasil klasifikasi hanya menjadi 2 kelas yang berbeda. Klasifikasi dilakukan secara otomatis untuk memperoleh lahan terbangun.

Klasifikasi lahan terbangun dilakukan secara multitemporal untuk memperoleh perkembangan lahan terbangun di Kota Pekalongan. Perkembangan lahan terbangun akan dilakukan pengkajian kesesuaian rencana tata kota berdasarkan peta RTRW Kota Pekalongan.

2.4 *Urban Index* (UI)

Klasifikasi lahan terbangun dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan karakteristik pada setiap *Band* pada citra satelit. Penelitian ini memanfaatkan metode *Urban Index* dalam melakukan klasifikasi lahan terbangun. Metode *Urban Index* (UI) merupakan model transformasi yang efektif untuk membedakan material bangunan dan material alami biasanya menggunakan saluran inframerah merah dekat, tengah, dan jauh karena peka terhadap perbedaan antara bahan bangunan dan alami seperti air, vegetasi, dan tanah terbuka (Danoedoro, 2012). Lahan terbangun memiliki hubungan sangat terkait erat dengan keberadaan vegetasi di lapangan. Indeks perkotaan terlihat lebih cerah terutama pada area dengan

kepadatan tinggi. Transformasi UI menggunakan saluran *Near Infrared* (NIR) dan *Short Wave Infrared II* (SWIR-II). Algoritma UI pada landsat 8 OLI/TIRS memanfaatkan *Band 7* dan *Band 5*.

$$UI = \left(\frac{SWIRII - NIR}{SWIRII + NIR} \right) \quad (1)$$

Keterangan :

UI = *Urban Index*

SWIR II = *Short-wave Infrared II*

NIR = *Near Infrared*

2.5 Uji Akurasi

Hasil klasifikasi lahan terbangun perlu dilakukan pengujian mengenai tingkat kebenaran hasil klasifikasi. Pengujian hasil klasifikasi dapat memanfaatkan matriks konfusi. Matriks konfusi merupakan hubungan antara data referensi yang diketahui dengan hasil klasifikasi yang telah dilakukan berdasarkan interpretasi. Hubungan tersebut dimanfaatkan untuk menguji nilai akurasi antara hasil klasifikasi lahan terbangun dengan kondisi sebenarnya dilapangan. Penilaian akurasi tergantung pada data referensi, jika data referensi tidak akurat dapat memberikan penilaian yang menunjukkan bahwa hasil klasifikasi buruk (Short, 1982). Setiap objek dibuatkan penilaian dalam tabel sesuai dengan survei lapangan yang telah dilakukan.

Nilai-nilai yang tercantum dalam tabel merupakan jumlah piksel yang sebenarnya di lapangan, pada setiap kasus yang benar dan salah diberikan label (Richards, 2006). Penentuan akurasi klasifikasi dilakukan dengan melihat nilai evaluasi yang dihitung dengan matriks kontingensi atau matriks konfusi. Ukuran akurasi yang dapat dihitung oleh matriks ini adalah *overall accuracy*, *producer's accuracy*, *user's accuracy*, dan *kappa accuracy* (Short, 1982).

$$\hat{K} = \frac{\sum_{i=1}^r (X_{ii} - \sum c_i \sum r_i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (\sum c_i \sum r_i)} \quad (2)$$

Keterangan :

r = jumlah baris di dalam matrik error

X_{ii} = jumlah observasi pada baris i dan kolom i (diagonal utama)

$\sum c_i$ = total observasi di kolom i

$\sum r_i$ = total observasi di baris i

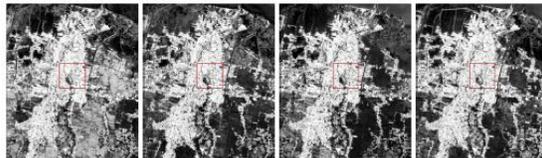
N = total jumlah observasi di kolom

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Klasifikasi Lahan Terbangun

Penelitian ini melakukan klasifikasi lahan terbangun menggunakan algoritma *Urban Index* (UI). Algoritma UI digunakan karena dapat

membedakan antara lahan terbangun dan bukan lahan terbangun. Hasil klasifikasi lahan terbangun memiliki warna cerah dibandingkan bukan lahan terbangun berwarna lebih gelap. Klasifikasi lahan terbangun memiliki warna terlihat lebih cerah dibandingkan bukan lahan terbangun karena memanfaatkan *Band* Inframerah dekat dan Inframerah Jauh II seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



(a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019

Gambar 1. Hasil Algoritma *Urban Index* (UI)

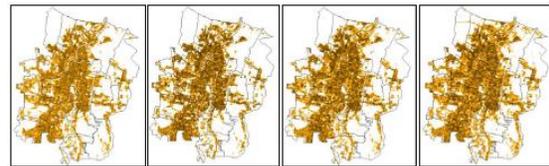
Gambar 1 merupakan hasil klasifikasi menggunakan algoritma UI dengan rentang nilai piksel sebesar -1,2 hingga 0,4. Lahan terbangun dapat diidentifikasi berdasarkan rentang nilai positif atau secara visual memiliki tingkat kecerahan yang tinggi. Bukan lahan terbangun terdiri dari objek berupa perairan dan tutupan vegetasi. Lahan terbangun pada penelitian ini berupa objek buatan manusia seperti jalan, pemukiman, industri, perkantoran, rumah sakit, dan lain-lain. Lahan terbangun akan memiliki nilai piksel yang lebih tinggi dibandingkan bukan lahan terbangun. Hasil klasifikasi lahan terbangun menggunakan algoritma UI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Lahan Terbangun Setiap Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Luas Lahan Terbangun (ha)			
			2013	2015	2017	2019
1	Pekalongan Barat	802,211	546,536	537,685	584,195	626,180
2	Pekalongan Selatan	1.147,384	417,434	405,960	449,838	520,355
3	Pekalongan Timur	963,371	471,098	461,926	497,631	561,860
4	Pekalongan Utara	1.716,688	619,683	625,138	696,172	795,208
	Total	4.629,654	2.054,752	2.030,708	2.227,835	2.503,603

Pada tahun 2013, kecamatan yang memiliki lahan terbangun tertinggi adalah Kecamatan Pekalongan Utara memiliki luas 619,683 ha dan lahan terbangun terendah adalah Kecamatan Pekalongan Selatan yang memiliki luas 417,434 ha. Hal ini bisa terjadi mengingat luas Kecamatan Pekalongan Utara adalah kecamatan terbesar di Kota Pekalongan yang memiliki luas wilayah sebesar 1.716,687 ha.

Pada tahun 2019, kecamatan yang memiliki lahan terbangun tertinggi adalah Kecamatan Pekalongan Utara dimana luasnya mencapai 795,208 ha mengalami kenaikan dari tahun 2017 sebesar 99,036 ha. Kecamatan Pekalongan Barat dan Pekalongan Timur memiliki luas lahan terbangun sebesar 626,180 ha dan 561,860 ha dengan kenaikan berturut-turut 41,985 ha dan 64,229 ha. Lahan terbangun dengan luasan terendah adalah Kecamatan Pekalongan Selatan dimana luasnya sebesar 520,355 ha mengalami kenaikan sebesar 70,517 ha. Tampilan visual perkembangan lahan terbangun di Kota Pekalongan dapat dilihat pada Gambar 2.



(a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019

Gambar 2. Hasil Klasifikasi *Urban Index* (UI)

3.2 Perkembangan Luas Lahan Terbangun

Setiap kecamatan di Kota Pekalongan mengalami perkembangan lahan terbangun pada setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 yang menggambarkan perubahan luas setiap kecamatan di Kota Pekalongan. Setiap kecamatan memiliki perkembangan lahan terbangun berbeda karena luas area yang berbeda.

Tabel 2. Presentase Luas Lahan Terbangun

No	Tahun	Lahan Terbangun		Bukan Lahan Terbangun	
		(ha)	%	(ha)	%
1	2013	2.030,708	43,863	2.598,946	56,137
2	2015	2.054,752	44,382	2.574,902	55,618
3	2017	2.227,835	48,121	2.401,819	51,879
4	2019	2.503,603	54,078	2.126,051	45,922

Lahan terbangun Kota Pekalongan pada tahun 2013 memiliki luas sebesar 2.030,708 hektar (ha) dimana 43,86% dari luas total Kota Pekalongan. Tahun 2015 dan 2017 mengalami kenaikan luas lahan terbangun menjadi 2.054,752 ha dan 2.227,835 ha. Tahun 2019 memiliki luas 2.503,603 ha dimana 54,07% dari luas total Kota Pekalongan. Hasil pengolahan lahan terbangun menggunakan metode UI menghasilkan perubahan lahan terbangun yang terus mengalami kenaikan dari periode tahun 2013 hingga 2019. Kenaikan ini

disebabkan karena pembangunan gedung perkotaan berupa pusat perbelanjaan serta perkantoran, pemukiman untuk tempat tinggal, jaringan jalan berupa jalan utama dan jalan TOL. Perkembangan lahan terbangun Kota Pekalongan dapat dilihat berdasarkan diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Perbandingan Luas

3.3 Uji Akurasi Klasifikasi Lahan Terbangun

Hasil klasifikasi lahan terbangun dilakukan proses uji akurasi untuk memperlihatkan tingkat ketelitian klasifikasi. Uji ketelitian klasifikasi pada penelitian ini menggunakan perhitungan matrik konfusi pada setiap kelas hasil klasifikasi dari citra satelit dan hasil survei lapangan yang telah dilakukan. Perhitungan ketelitian dari hasil klasifikasi dihitung menggunakan matrik konfusi pada masing-masing kelas hasil klasifikasi. ketelitian akurasi hasil klasifikasi lahan terbangun dapat dilihat pada Tabel 1.

Uji ketelitian klasifikasi dalam penelitian ini yaitu dengan membuat perhitungan matrik konfusi (confusion matrix) pada setiap kelas hasil klasifikasi citra satelit dan hasil survei lapangan. Ketelitian hasil klasifikasi dapat dihitung menggunakan confusion matrix pada masing-masing kelas hasil klasifikasi. Ketelitian akurasi hasil klasifikasi citra QuickBird dapat dilihat pada Tabel 2.

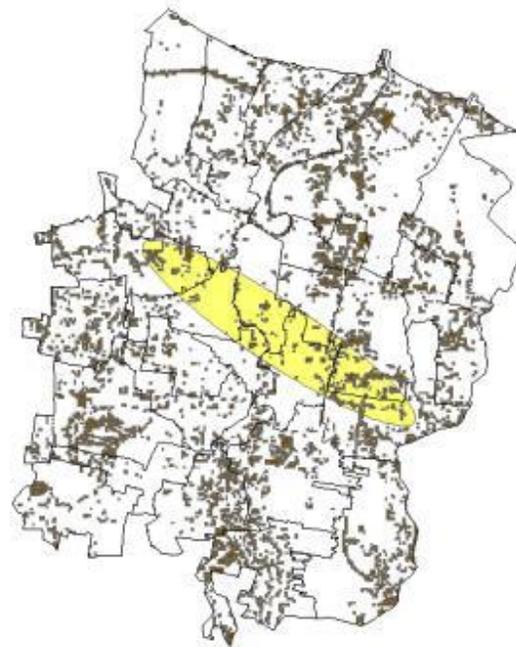
Tabel 2. Perhitungan matrik konfusi

Klasifikasi	Lahan Terbangun	Bukan Lahan Terbangun	Total
Lahan Terbangun	23	3	26
Bukan Lahan Terbangun	5	35	40
Total	28	38	66

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh hasil *overall accuracy* pada hasil klasifikasi menggunakan algoritma UI sebesar 87,88% sehingga dapat dikatakan klasifikasi yang dilakukan memiliki ketelitian yang baik. Hasil klasifikasi lahan terbangun menggunakan Algoritma UI dengan menggunakan citra Landsat 8 dapat menghasilkan klasifikasi lahan terbangun yang baik.

3.3 Pola Perkembangan Lahan Terbangun

Penelitian ini menganalisis mengenai pola perkembangan lahan terbangun di Kota Pekalongan dengan menggunakan *Standard Devitonal Ellipse*. Merupakan metode untuk menganalisis karakteristik spasial suatu wilayah. Pola perkembangan Kota Pekalongan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Perkembangan Tahun 2013-2019

Tahun 2013-2019 arah ellips menunjukkan pusat perubahan berada di daerah dekat jalan utama Kota Pekalongan yaitu jalan yang menghubungkan antara Kabupaten Batang dan Kabupaten Pekalongan. Persamaan arah rotasi ellips yang memiliki arah dari tenggara ke barat laut menandakan metode UI dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi perkembangan. Perkembangan lahan terbangun diantaranya terdiri dari peningkatan infrastruktur jalan serta pembangunan pemukiman kota untuk tempat tinggal.



Gambar 5. Kenampakan Objek Jalan TOL

Berdasarkan Gambar 5 memperlihatkan adanya objek berupa *Exit* TOL yang berada di Kecamatan Pekalongan Selatan. *Exit* TOL merupakan penghubung jalan utama dengan jalan TOL pada tahun 2018 pembangunannya. Lahan terbangun mengalami kenaikan yang signifikan dari tahun 2013 sampai dengan 2019. Kecamatan Pekalongan Barat terjadi penambahan lahan terbangun yang digunakan untuk tempat tinggal. Perubahan kawasan terbangun banyak terjadi di daerah kelurahan yang berada di sepanjang jalan utama Pekalongan – Batang. Mudahnya dalam akses ke jalan utama menjadi salah satu faktor yang mendorong masyarakat membangun tempat tinggal pada daerah tersebut. Jalan utama Batang – Pekalongan – Pemalang memiliki prospek ekonomi yang baik untuk dijadikan daerah perdagangan seperti pertokoan dan jasa.



(a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019
Gambar 6. Kenampakan Objek Jalan Utama

Kecamatan Pekalongan Utara terjadi pertumbuhan lahan terbangun yang disebabkan karena dilakukan pembangunan jalan yang menghubungkan Kabupaten Batang ke Kabupaten Pekalongan. Pembangunan jalan dilakukan dengan penimbunan tanah pada bagian daerah yang tergenang air. Pembangunan ini menjadi salah satu faktor perubahan tutupan lahan yang pada awalnya badan air menjadi lahan terbangun. Jika pembangunan jalan lingkaran utama Kota Pekalongan sudah diselesaikan dapat diperkirakan perubahan tutupan lahan badan air ke lahan terbangun semakin besar.



(a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019
Gambar 7. Kenampakan Objek Kecamatan Pekalongan Utara

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi lahan terbangun menggunakan algoritma UI dilakukan uji mengenai tingkat akurasi dengan memanfaatkan jumlah titik sampel lapangan sebanyak 66 titik. Pengujian akurasi hasil klasifikasi menghasikan 58 titik sesuai dan 8 titik tidak sesuai, sehingga tingkat kesesuaian sebesar 87,88%. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa klasifikasi menggunakan algoritma UI untuk lahan terbangun memperoleh hasil yang baik.
2. Hasil pengolahan kawasan terbangun metode UI menghasilkan perubahan yang terus mengalami kenaikan dari periode tahun 2013 hingga 2019. Kawasan terbangun tahun 2013 memiliki luas sebesar 2.030,708 ha. Tahun 2015 dan 2017 luas kawasan terbangun menjadi 2.054,752 ha dan 2.227,835 ha dan tahun 2019 mencapai luas 2.503,603 ha.
3. Perkembangan lahan terbangun pada tahun 2013-2019 dapat ditunjukkan berdasarkan arah ellips yang menunjukkan pusat perkembangan lahan terbangun berada di daerah dekat jalan utama Kota Pekalongan yaitu jalan yang menghubungkan antara Kabupaten Batang dan Kabupaten Pekalongan.

4.2. SARAN

Hasil pembahasan dan analisis yang telah didapatkan dari penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian dapat menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi seperti Sentinel 2 agar menambah ketelitian dalam proses klasifikasi.
2. Penelitian dapat melakukan kajian pengaruh perkembangan lahan terbangun terhadap kondisi resapan air tanah disuatu wilayah.

REFERENCES

- Arsyad S., 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi ke-2. Bogor: IPB Press.
- As-syakur A. R., Adnyana I. W., Arthana I. W., dan Nuarsa I., 2012. Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area. *Remote Sensing*, 4, 2957-2970.
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta : ANDI.
- Lillesand T. M., Kiefer R.W., dan Chipman, J.W., 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Manhattan: John Wiley and Sons.

- Richards, J. A., (2006), Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction (Berlin: Springer).
- Short, N. M, (1982), Landsat Tutorial Workbook-Basics of Satellite Remote Sensing, NASA, Washington DC.
- Yunus, H. 2000. Struktur Tata Ruang Kota. Pustaka Pelajar : Yogyakarta.