

# ANALISIS KONDISI RESAPAN AIR TERHADAP PERUBAHAN KAWASAN TERBANGUN MENGGUNAKAN METODE *INDEX-BASED BUILT-UP INDEX (IBI)* DAN *URBAN INDEX (UI)* KOTA PEKALONGAN

Widi Wicaksono<sup>\*)</sup>, Yudo Prasetyo, Nurhadi Bashit

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : widiwicaksono96@gmail.com

## ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk di Indonesia mengalami peningkatan terutama di kota-kota besar setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan lahan kosong yang ada di lingkungan perkotaan berubah menjadi bangunan sebagai bentuk dinamika pertumbuhan kota. Kota Pekalongan merupakan salah satu kota besar yang memiliki potensi perubahan penggunaan kawasan terbangun yang pesat. Kawasan terbangun dengan intensitas yang semakin tinggi dapat menimbulkan terganggunya kondisi sumber daya air karena berkurangnya daerah resapan air. Menurut BPBD Kota Pekalongan, hampir seluruh daerah yang ada di Kota Pekalongan merupakan wilayah daerah rawan banjir. Kawasan resapan air memiliki peran penting dalam menjaga lingkungan perkotaan karena menjaga kestabilan siklus air.

Penelitian ini menggunakan metode *Index-based Built-up Index (IBI)* dan *Urban Index (UI)* untuk mendapatkan informasi kawasan terbangun. Daerah resapan air didapatkan menggunakan metode *scoring* dari beberapa parameter, antara lain kelerengan, curah hujan, jenis tanah, jarak sungai dan tutupan lahan. Data yang digunakan adalah citra Landsat 8 OLI. Analisis kondisi resapan air dilakukan secara spasial dan deskriptif kemudian dilakukan analisis persebaran kawasan terbangun, persebaran kondisi resapan air, korelasi spasial terhadap kawasan terbangun.

Hasil penelitian ini adalah peta kondisi resapan air Kota Pekalongan. Pengolahan kawasan terbangun metode IBI tahun 2019 menghasilkan luas sebesar 2.673,855 ha dan metode UI seluas 2.503.603 ha dengan akurasi yaitu 89,39% dan 87,88%. Kondisi resapan air dibagi dalam 5 kelas antara lain baik, normal alami, mulai kritis, cukup kritis dan kritis. Kondisi resapan air kelas baik memiliki luas 64,854 ha (1,40%), normal alami seluas 435,753 ha (9,41%), mulai kritis seluas 1.944,726 (42,01%), cukup kritis seluas 1.453,620 ha (31,40%) dan kritis seluas 730,701 ha (15,78%) yang memiliki tingkat kesesuaian sebesar 77,27% dari data survei lapangan. Korelasi spasial kondisi resapan air terhadap perubahan kawasan terbangun tahun 2017-2019 memiliki kelas tingkat korelasi sangat rendah seluas 75,420 ha (2,82%), korelasi rendah seluas 48,600 ha (1,82%), korelasi sedang seluas 1.578,830 ha (59,35 %), korelasi tinggi seluas 738,540 ha (27,62%) dan korelasi sangat tinggi seluas 224,460 ha (8,39%). Korelasi kondisi resapan air terhadap perubahan kawasan terbangun yang dominan yaitu kelas sedang. Sehingga dapat disimpulkan perubahan kondisi resapan air memiliki korelasi terhadap pertumbuhan kawasan terbangun.

**Kata Kunci** : *Index-based Built-up Index*, Kawasan Terbangun, Kondisi Resapan Air, *Urban Index*, *Scoring*

## ABSTRACT

*Population growth in Indonesia continues to increase, especially in big cities. This causes the vacant land in the urban environment to change into buildings as a form of city growth dynamics. Pekalongan City is one of the big cities that has the potential to rapidly change the use of the built area. The built area with higher intensity can result in disruption of water resource conditions due to reduced water catchment areas. According to BPBD of Pekalongan City, almost all areas in Pekalongan City are flood-prone areas. Water catchment areas have an important role in protecting the urban environment because they maintain the stability of the water cycle.*

*This research uses Index-based Built-up Index (IBI) and Urban Index (UI) methods to obtain information on the built area. The water catchment area is obtained using the scoring method of several parameters, including slope, rainfall, soil type, river distance and land cover. The data used is Landsat 8 OLI imagery. Analysis of water catchment conditions is carried out spatially and descriptively then an analysis of the distribution of built up areas, distribution of water catchment conditions, spatial correlation with the built up area.*

*The results of this study are maps water catchment conditions of Pekalongan City. The processing area built by the IBI method in 2019 has an area of 2,673,855 ha and the UI method is 2,503,603 ha with an accuracy of 89.39% and 87.88%. Water catchment conditions is divided into 5 classes, including good, natural normal, getting critical, quite critical and critical. Good grade water catchment condition has an area of 64,854 ha (1.40%), natural normal area of 435.753 ha (9.41%), getting critical area of 1,944.726 (42.01%), quite critical of 1,453.620 ha (31.40%) and critical area of 730.701 ha (15.78%) which has a suitability level of 77.27% from data survey. Spatial correlation of water catchment conditions on changes in the built area in 2017-2019 has a class of very low correlation level of 75,420 ha (2.82%), low correlation of 48,600 ha (1.82%), moderate correlation of 1,578.830 ha (59.35%), high correlation area of 738,540 ha (27.62%) and very high correlation area of 224.460 ha (8.39%). The dominant correlation of water catchment conditions to changes in the built area is moderate class. So it can be concluded that changes in water catchment conditions have a correlation to the growth of the built area.*

**Keywords** : *Index-based Built-up Index*, Built Area, *Urban Index*, *Scoring*, *Water Infiltration Conditions*

<sup>\*)</sup>Penulis Utama, Penanggung Jawab

**I. Pendahuluan**

**I.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat terutama di kota-kota besar. Pertumbuhan ini menyebabkan lahan kosong yang ada di lingkungan perkotaan berubah menjadi bangunan sebagai bentuk dinamika pertumbuhan kota. Berkaitan dengan karakteristik lahan yang terbatas, dinamika perkembangan pembangunan di kawasan perkotaan menimbulkan perubahan antar penggunaan lahan yang mengarah pada terjadinya perubahan penggunaan lahan dari area terbuka menjadi area terbangun. Kota Pekalongan merupakan salah satu kota besar yang memiliki potensi perubahan penggunaan kawasan terbangun yang pesat.

Kota Pekalongan terletak di pantai utara Pulau Jawa. Wilayah Kota Pekalongan termasuk dalam 3 daerah aliran sungai (DAS), antara lain DAS Sengkarang, DAS Kupang dan DAS Susukan (Bappeda Kota Pekalongan, 2011). Kawasan terbangun dengan intensitas yang semakin tinggi pada daerah Kota Pekalongan dapat mengakibatkan terganggunya kondisi sumber daya air karena berkurangnya daerah resapan air. Menurut BPBD Kota Pekalongan, hampir seluruh daerah yang ada di Kota Pekalongan merupakan wilayah daerah rawan banjir. Solusi untuk mengatasi bahaya banjir salah satunya adalah menambah kawasan resapan air. Pengembangan kawasan resapan air merupakan salah satu upaya yang penting untuk dilakukan dalam rangka menjaga keseimbangan siklus hidrologi agar tidak terganggu dan menimbulkan dampak buruk bagi kehidupan masyarakat.

Pada penelitian ini, kawasan terbangun dapat diperoleh menggunakan metode *Index-based Built-up Index* (IBI) atau *Urban Index* (UI). Daerah resapan air didapatkan menggunakan metode *scoring* dari beberapa parameter, antara lain kelerengan, data curah hujan, tingkat permeabilitas (jenis tanah), jarak sungai dan tutupan lahan yang memuat persebaran kawasan terbangun dari pengolahan indeks IBI dan UI.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat dan sebaran kondisi resapan air yang dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun. Penelitian ini memiliki *output* peta kondisi resapan air periode tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan Pemerintah Daerah Kota Pekalongan untuk menjaga keseimbangan dalam pengembangan kawasan terbangun dengan memperhatikan kondisi daerah resapan air.

**I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis hasil validasi terhadap tingkat kesesuaian algoritma IBI dan UI dalam mengidentifikasi kawasan terbangun dan tingkat kesesuaian kondisi resapan air menggunakan data survei lapangan di Kota Pekalongan?
2. Bagaimana analisis spasial terkait perubahan dan sebaran kawasan terbangun di Kota Pekalongan tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019?

3. Bagaimana sebaran kondisi daerah resapan air Kota Pekalongan tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019?
4. Bagaimana korelasi spasial antara perubahan kawasan terbangun dengan daerah resapan air di Kota Pekalongan pada tahun 2013 - 2019?

**I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat kesesuaian pengolahan Algoritma IBI dan UI dalam mengidentifikasi kawasan terbangun dengan data survei lapangan tahun 2019 di Kota Pekalongan.
2. Mengetahui perubahan dan sebaran kawasan terbangun Kota Pekalongan tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019.
3. Mengetahui tingkat dan sebaran daerah resapan air Kota Pekalongan tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019.
4. Mengetahui korelasi/hubungan antara perubahan luas kawasan terbangun terhadap daerah resapan air pada tahun 2013 – 2019.

**I.4 Batasan Masalah**

Untuk mencegah pembahasan yang terlalu melebar maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS level 1 tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019.
2. Kawasan terbangun pada penelitian ini adalah jalan, bangunan permanen dan semi permanen baik itu digunakan sebagai pemukiman, industri, perdagangan, rumah sakit dan perkantoran.
3. Metode untuk identifikasi kawasan terbangun menggunakan metode UI dan IBI.
4. IBI diperoleh dari kombinasi NDBI untuk lahan terbangun, SAVI untuk tutupan vegetasi dan MNDWI untuk persebaran badan air.
5. Pengolahan data dilakukan satu waktu per tahun dengan prioritas bulan Mei, Juni, Juli.
6. Parameter untuk analisis daerah resapan air antara lain kelerengan (*slope*), tutupan lahan, data curah hujan, jenis tanah dan jarak sungai.
7. Metode untuk identifikasi tutupan lahan menggunakan klasifikasi *supervised* dibagi menjadi 4 kelas antara lain vegetasi, sawah, lahan kosong dan badan air.
8. Analisis sebaran kondisi daerah resapan air menggunakan metode *scoring* dan *overlay* dari parameter yang digunakan.
9. Kawasan terbangun hasil dari pengolahan indeks IBI dan UI digunakan untuk menggantikan kelas pemukiman hasil klasifikasi *supervised*.
10. Analisis dilakukan untuk mengetahui luas kawasan terbangun dan perubahannya serta pengaruhnya terhadap daerah resapan air yang ada di Kota Pekalongan.
11. Hasil akhir berupa peta persebaran kawasan terbangun dan peta persebaran kondisi daerah resapan air dengan skala 1 : 50.000 di Kota Pekalongan.

**I.5 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian berada di Kota Pekalongan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar I-1.



Gambar I-1 Lokasi penelitian

**II. Tinjauan Pustaka**

**II.1 Gambaran Umum**

Secara geografis, wilayah Kota Pekalongan terletak antara 6° 50' 42" - 6° 55' 44" Lintang Selatan dan 109° 37' 55" - 109° 42' 19" Bujur Timur. Luas wilayah Kota Pekalongan adalah 4.629 ha atau 46,29 km<sup>2</sup>. Jarak terjauh dari wilayah Utara ke wilayah Selatan ± 9 km dan dari wilayah Barat ke wilayah Timur ± 7 km. Kota Pekalongan terdiri dari 4 kecamatan yaitu Kecamatan Pekalongan Utara, Kecamatan Pekalongan Barat, Kecamatan Pekalongan Timur dan Kecamatan Pekalongan Selatan yang terdiri dari 27 kelurahan. Batas administratif Kota Pekalongan berturut-turut dari sebelah Utara berbatasan dengan Laut Jawa, disebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Batang, disebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Batang dan Kabupaten Pekalongan dan disebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Pekalongan.

**II.2 Kawasan Terbangun**

Kawasan terbangun merupakan daerah pada suatu wilayah yang termasuk kedalam *figure* atau *ground* dan dapat disebut juga dengan *urban solid*. Tipe-tipe kawasan terbangun sendiri dapat dibedakan menjadi massa bangunan, *edge* yang berupa bangunan, dan persil lahan blok hunian (Trancik, 1986). Tampilan kenampakan terbangun baik pedesaan dan perkotaan melalui data penginderaan jauh sangat berbeda, umumnya kenampakan objek pedesaan masih didominasi oleh tutupan vegetasi sedangkan kenampakan daerah perkotaan didominasi oleh kawasan terbangun. Jenis-jenis kawasan terbangun antara lain, bangunan rumah, kantor pemerintahan, rumah sakit dan jalan, tetapi tidak termasuk parkir (aspal maupun paving) atau bangunan non permanen seperti gazebo (As-syakur, 2012). Kebutuhan akan tempat tinggal juga memungkinkan pertumbuhan kawasan terbangun dari waktu ke waktu semakin meningkat.

**II.3 Daerah Resapan Air**

Daerah resapan air adalah daerah yang memiliki daya infiltrasi tinggi (Simmers, 1988). Peraturan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 39/MENHLH/8/1996 bahwa daerah resapan air

(*recharge area*) adalah daerah tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah yang selanjutnya akan menjadi air tanah.

Parameter-parameter penentuan daerah resapan air seperti jenis tanah (tingkat permeabilitas), curah hujan infiltrasi, tutupan lahan dan kemiringan lereng (*slope*), yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor 32 tahun 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH-DAS) ditambah dengan jarak sungai. Model pengkelasan parameter daerah resapan dibedakan dengan metode *scoring*. Parameter memiliki *score* (nilai bobot) paling tinggi merupakan parameter yang paling mempengaruhi kemampuan resapan suatu daerah. Semakin tinggi nilai total maka semakin baik kondisi resapan suatu daerah. Nilai bobot menurut RTkRLH-DAS dapat dilihat pada Tabel II-1.

Tabel II-1 Nilai Bobot Parameter Resapan Air

No.	Parameter	Nilai Bobot
1	Jenis Tanah	5
2	Curah Hujan	4
3	Tutupan Lahan	3
4	Kemiringan Lereng	2
5	Jarak Sungai	1

Peta kondisi daerah resapan air diperoleh dari proses *scoring* dan *overlay* antara peta tematik jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, kemiringan lereng dan jarak sungai. Klasifikasi kriteria kondisi daerah resapan air diperoleh dari metode *scoring* yaitu pembobotan dengan menjumlahkan hasil kali antara skor dan bobot setiap parameter. Persamaan menurut RTkRLH-DAS seperti pada Persamaan II.1.

$$\text{Nilai Total} = Ab.As+Bb.Bs+Cb.Cs+Db.Ds+Eb.Es..... \text{(II.1)}$$

Keterangan:

- Ab = Bobot jenis tanah
- As = *Score* kelas jenis tanah
- Bb = Bobot curah hujan
- Bs = *Score* kelas curah hujan
- Cb = Bobot tutupan lahan
- Cs = *Score* kelas tutupan lahan
- Db = Bobot kemiringan lereng
- Ds = *Score* kelas kemiringan lereng
- Eb = Bobot jarak sungai
- Es = *Score* kelas jarak sungai

Nilai interval kondisi resapan air menggunakan persamaan interval Sturgess yaitu membagi nilai data tertinggi dan data terendah. Persamaan II.2 adalah persamaan interval Sturgess (Hendriana, 2013).

$$K_i = (X_t - X_r) / k..... \text{(II.2)}$$

Keterangan:

- K<sub>i</sub> = Kelas interval
- X<sub>r</sub> = Data terendah
- X<sub>t</sub> = Data tertinggi
- k = Jumlah kelas yang dibentuk

Tabel II-2 Klasifikasi Kondisi Resapan Air

No.	Kondisi	Rentang Nilai
1	Baik	$(X_t - K_i + 1) - X_t$
2	Normal Alami	$(X_t - 2 \cdot K_i + 1) - (X_t - K_i)$
3	Mulai Kritis	$(X_t - 3 \cdot K_i + 1) - (X_t - 2 \cdot K_i)$
4	Cukup Kritis	$(X_t - 4 \cdot K_i + 1) - (X_t - 3 \cdot K_i)$
5	Kritis	$X_r - (X_t - 4 \cdot K_i)$

**II.4 Jenis Tanah**

Jenis tanah pada suatu daerah memiliki pengaruh dalam proses penyerapan air atau yang biasa disebut proses infiltrasi. Infiltrasi adalah proses aliran air di dalam tanah secara vertikal akibat adanya potensial gravitasi. Faktor yang mempengaruhi infiltrasi diantaranya jenis tanah, kepadatan tanah, kelembaban tanah dan tanaman di atasnya, laju infiltrasi pada tanah semakin lama semakin kecil karena kelembaban tanah juga mengalami peningkatan (Harto, 1993). Klasifikasi jenis tanah diterapkan oleh Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan dapat dilihat pada Tabel II-3.

Tabel II-3 Klasifikasi Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Infiltrasi	Skor	Bobot
1	Regosol, Litosol, Organosol	Sangat Peka	5	5
2	Aluvial, Laterik	Peka	4	5
3	Latosol	Kepekaan Sedang	3	5
4	Litosol mediteran	Cukup Peka	2	5
5	Grumosol, Planosol	Tidak Peka	1	5

**II.5 Curah Hujan Infiltrasi**

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Data curah hujan perlu dirubah menjadi curah hujan infiltrasi dengan perhitungan tertentu. Curah hujan infiltrasi ini digunakan dalam membentuk parameter untuk menentukan kondisi resapan air. Persamaan II.3 digunakan untuk menghitung curah hujan infiltrasi (Wibowo, 2006).

$$RD = (0,01) \cdot P \cdot Hh \dots\dots\dots (II.3)$$

Keterangan :

RD = Faktor hujan infiltrasi

P = Curah hujan tahunan

Hh = Jumlah hari hujan setiap tahun

No.	Hujan Infiltrasi (mm/tahun)	Infiltrasi	Skor	Bobot
1	> 5500	Besar	5	4
2	4500 - 5500	Cukup Besar	4	4
3	3500 - 4500	Sedang	3	4
4	2500 - 3500	Cukup Kecil	2	4
5	< 2500	Kecil	1	4

Tabel II-4 Klasifikasi Curah Hujan Infiltrasi

**II.6 Tutupan Lahan**

Tutupan lahan merupakan segala jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi meliputi pemukiman, hutan, sawah, perairan dan lain sebagainya. Menurut Barret dan Curtis (1982), tutupan lahan merupakan permukaan bumi sebagian terdiri dari kenampakan alamiah (penutupan lahan) dan sebagian

berupa kenampakan hasil aktivitas manusia (penggunaan lahan). Jenis tutupan lahan sangat berperan pada besarnya tingkat infiltrasi yang berasal dari air hujan. Kawasan terbangun memiliki persebaran yang besar pada daerah perkotaan. Sedangkan didesa atau perkampungan yang mendominasi adalah vegetasi.

No.	Kelas	Sub Kelas	Infiltrasi	Skor	Bobot
1	Vegetasi Rapat	Hutan	Besar	5	3
2	Vegetasi	Kebun	Cukup Besar	4	3
3	Lahan Terbuka	Lapangan	Sedang	3	3
4	Pertanian	Sawah, Ladang	Cukup Kecil	2	3
5	Kawasan Terbangun	Bangunan, Jalan	Kecil	1	3

Tabel II-5 Klasifikasi Tutupan Lahan

**II.7 Kemiringan Lereng**

Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan persentase antara jarak vertikal (tinggi lahan) dengan jarak horizontal (panjang lahan datar). Air yang berada pada tingkat kelerengan tinggi akan diteruskan ke tempat yang lebih rendah semakin cepat sehingga kemungkinan terjadi penggenangan semakin besar.

No.	Lereng (%)	Deskripsi	Skor	Bobot
1	> 40	Sangat Curam	1	2
2	25 - 40	Curam	2	2
3	15 - 25	Bergelombang	3	2
4	8 - 15	Landai	4	2
5	< 8	Datar	5	2

Tabel II-6 Klasifikasi Kemiringan Lereng

**II.8 Jarak Sungai**

Kondisi resapan air dipengaruhi juga dengan adanya sungai pada suatu daerah. Semakin dekat suatu daerah dari sungai maka kemampuan resapan semakin buruk begitu pula sebaliknya. Jarak dari sungai sendiri dapat dicari dengan menggunakan *tool buffer* dengan jarak tertentu. Daerah pinggiran sungai memiliki kondisi tanah yang jenuh dan sering tergenang sehingga dapat dikatakan resapan suatu wilayahnya buruk (Sunaryo, 2009).

No.	Jarak dari Sungai (m)	Skor	Bobot
1	< 50	1	1
2	50-150	2	1
3	> 150	3	1

Tabel II-7 Klasifikasi Jarak Sungai

**II.9 Klasifikasi Supervised**

Klasifikasi *supervised* (terbimbing) merupakan metode yang dimulai dengan pengenalan pola spektral, prosedur *training area*. Proses klasifikasi *supervised* dilakukan dengan memberikan *training area* terhadap objek-objek yang memiliki kenampakan yang sama kemudian memasukan ke dalam kelas masing-masing. *Training area* merupakan contoh informasi kelas-kelas yang akan diklasifikasi seperti misal vegetasi, pemukiman, badan air, sawah dan lain sebagainya. Metode ini mengidentifikasi kelas informasi terlebih dulu kemudian digunakan untuk menentukan kelas

spektral yang mewakili kelas informasi tersebut (Jaya 2007).

**II.10 Index-based Built-up Index (IBI)**

Model Transformasi *Index-based Built-up Index* (IBI) terbentuk dengan mengkombinasikan penggunaan lahan yang dikelompokkan menjadi tiga kategori generalisasi yaitu, lahan terbangun, vegetasi, dan perairan. Adapun indeks untuk ketiga generalisasi yang dipilih adalah *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) untuk lahan terbangun, *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) untuk vegetasi dan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) untuk badan air (Xu, 2008).

$$NDBI = \left( \frac{SWIR\ I - NIR}{SWIR\ I + NIR} \right) \dots\dots\dots (II.4)$$

$$SAVI = \left( \frac{(NIR - RED)(1+I)}{NIR + RED+I} \right) \dots\dots\dots (II.5)$$

$$MNDWI = \left( \frac{GREEN - SWIR1}{GREEN + SWIR1} \right) \dots\dots\dots (II.6)$$

$$IBI = \left( \frac{[NDBI] - \left( \frac{[SAVI] + [MNDWI]}{2} \right)}{[NDBI] + \left( \frac{[SAVI] + [MNDWI]}{2} \right)} \right) \dots\dots\dots (II.7)$$

Keterangan:  
 SWIR I = reflektan *shortwave infrared I*  
 NIR = reflektan *near infrared*  
 RED = reflektan *red*  
 GREEN = reflektan *green*

**II.11 Urban Index (UI)**

Model transformasi yang efektif untuk membedakan material bangunan dan material alami. Algoritma UI pada Landsat 8 OLI/TIRS memanfaatkan saluran 7 dan 5.

$$UI = \left( \frac{SWIR\ II - NIR}{SWIR\ II + NIR} \right) \dots\dots\dots (II.8)$$

Keterangan:  
 SWIR II = reflektan *shortwave infrared II*  
 NIR = reflektan *near infrared*

**II.12 Regresi Linier Sederhana**

Regresi linier sederhana adalah suatu metode yang digunakan untuk melihat bentuk hubungan antar satu variabel bebas dan mempunyai hubungan garis lurus dengan variabel terikat.

$$a = y - bx \dots\dots\dots (II.9)$$

Keterangan :  
 a = Konstanta  
 b = Koefisien Variabel X  
 x = Variabel Bebas  
 y = Variabel Terikat

**II.13 Standard Devitional Ellipse**

Arah distribusi dapat ditentukan menggunakan *Standard Devitional Ellipse*. *Standard Devitional Ellipse* adalah suatu metode untuk menganalisis karakteristik spasial fitur geografis seperti pusat kecondongan, sebaran dan arah pola. *Standard*

*Devitional Ellipse* menghitung jarak standar pada arah x dan y untuk menentukan arah sumbu *elips* pada sebaran fitur (Sa'diyah, 2016).

**II.14 Kecepatan Perubahan Kawasan Terbangun**

Yunus (2000) merumuskan nilai rata-rata penambahan lahan bangunan sebagai seperti pada Persamaan II.10.

$$Plt = \frac{St(T2) - St(T1)}{T} \dots\dots\dots (II.10)$$

Keterangan:  
 Plt = rata-rata pertambahan lahan bangunan  
 St = *settlement* (Ha)  
 T2 = tahun akhir pengamatan  
 T1 = tahun awal pengamatan  
 T = selisih waktu pengamatan (T2-T1)

**II.15 Penentuan Jumlah Sampel**

Jumlah minimal sampel diperoleh melalui persamaan Anderson.

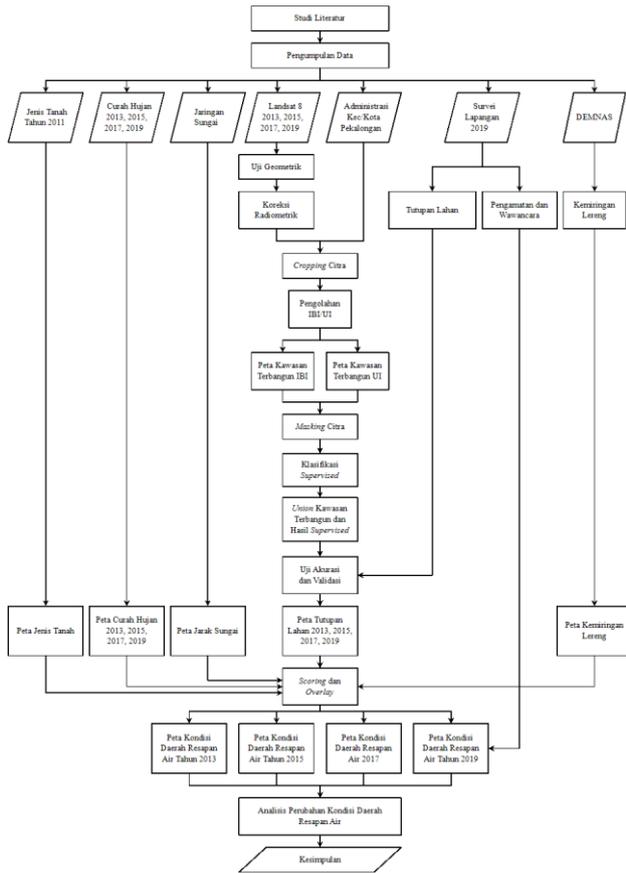
$$n = (4 \cdot p \cdot q) / e^2 \dots\dots\dots (II.11)$$

Keterangan :  
 n = jumlah minimal titik sampel  
 p = nilai ketelitian yang diharapkan  
 q = (100 - p) %  
 e = galat pendugaan

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1 Diagram Alir**

Tahapan penelitian seperti pada Gambar III-1.



Gambar III-1 Diagram alir penelitian

### III.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

#### III.2.1 Peralatan Pengolahan Data

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - Laptop ASUS Spesifikasi Intel® Core™ I3-4005U CPU @ 1.7GHz (4 CPUs), ~1,70GHz. RAM 6GB, OS Windows 10 64-Bit.
2. Perangkat Lunak (*Software*)
  - a) Operation System Windows 10.
  - b) Microsoft Office 2016.
  - c) ENVI 5.1.
  - d) ArcGIS 10.4.
  - e) Dynamic Draw 5.
  - f) Mobile Topographer.

#### III.2.2 Data Penelitian

1. Batas Administrasi Kec/Kota Pekalongan Skala 1 : 10.000 (BAPPEDA Kota Pekalongan)
2. Data Jenis Tanah Tahun 2011 (BAPPEDA Kota Pekalongan)
3. Jaringan Sungai Tahun 2015 (BAPPEDA Kota Pekalongan)
4. Citra Landsat 8 Tahun 2013, 2015, 2017, 2019 (USGS - <https://earthexplorer.usgs.gov/>)
5. DEMNAS (BIG - <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>)

6. Data Curah Hujan Tahun 2013, 2015, 2017, 2019 (Stasiun Pencatat Hujan Kota Pekalongan)

7. Data wawancara riwayat banjir dan pengamatan lapangan.

### III.3 Pra Pengolahan

#### III.3.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan mengkonversi nilai *digital number* (DN) menjadi nilai reflektan *top of atmosphere* (TOA).

#### III.3.2 Pemotongan Citra

Pemotongan citra berguna untuk memfokuskan penelitian ini.

#### III.3.3 Uji Geometri

Uji geometri dilakukan untuk mengecek kualitas citra Landsat 8 yang sudah terkoreksi (*Terrain Correction*). Uji geometri dalam penelitian ini menggunakan perbandingan data ukuran citra Landsat dengan data ukuran pada citra QuickBird.

### III.4 Pengolahan Data

#### III.4.1 Transformasi *Index-based Built-up Index*

Transformasi ini menggunakan persamaan (II.7) dimana sebagai *input* menggunakan NDBI, SAVI dan MNDWI seperti persamaan (II.4) sampai (II.6).

#### III.4.2 Tranformasi *Urban Index*

Transformasi ini menggunakan persamaan (II.8) dimana sebagai *input* menggunakan *band* NIR dan *band* SWIR II.

#### III.4.3 Klasifikasi *Supervised*

Klasifikasi *supervised* dilakukan setelah citra Landsat 8 dilakukan proses *masking* menggunakan kawasan terbangun hasil pengolahan IBI dan UI. Klasifikasi dibagi atas 4 kelas yaitu badan air, sawah, lahan kosong dan vegetasi.

#### III.4.4 Perhitungan Curah Hujan Infiltrasi

Data curah hujan yang dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (II.3) untuk mendapatkan faktor curah hujan infiltrasi.

#### III.4.5 Pengolahan Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng diperoleh melalui pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) dari BIG yaitu DEMNAS. Pengolahan data DEMNAS menggunakan *tool slope* pada ArcGIS.

#### III.4.6 Pengolahan Jarak Sungai

Jarak sungai diperoleh melalui pengolahan jaringan sungai menggunakan *tool buffer* pada ArcGIS.

#### III.4.7 Penggabungan Parameter

Kondisi resapan air terbentuk dari proses *scoring* dan *overlay* dari 5 parameter. Parameter yang dipakai antara lain jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, kemiringan lereng dan jarak sungai.

III.4.8 Uji Akurasi

Uji akurasi penelitian menggunakan matrik konfusi dengan 66 titik sampel yang sudah dilakukan validasi lapangan. Survei lapangan yang dilakukan untuk validasi terdiri dari pengamatan lapangan dan wawancara riwayat banjir untuk mengetahui kondisi resapan air pada titik tersebut.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Kalibrasi Radiometrik

Pada Landsat 8 nilai piksel asli berada pada rentang 0 – 65535. Citra Landsat yang sudah dilakukan kalibrasi radiometrik memiliki nilai piksel kurang dari 1.

IV.2 Uji Geometri

Uji geometri dilakukan dengan membandingkan data ukuran yang ada pada citra Landsat dengan data citra Quickbird yang sudah teroktorektifikasi. Jumlah sampel yang diambil adalah 20 sampel tersebar di seluruh wilayah Kota Pekalongan. Penentuan titik sampel dilakukan dengan acak namun tetap

No.	Klasifikasi	Kunci Interpretasi
1	Terbangun	$\geq -0,4$
2	Bukan Terbangun	$< -0,4$

memperhatikan jarak dan letak antar sampel. Nilai RMSE yang didapat dalam uji geometri ini adalah 1,432 m. Untuk uji ketelitian peta mengacu pada PERKA BIG Nomor 15 Tahun 2014 masuk pada peta skala 1:5.000 kelas 3.

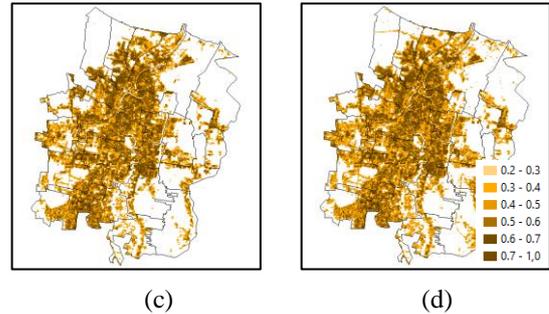
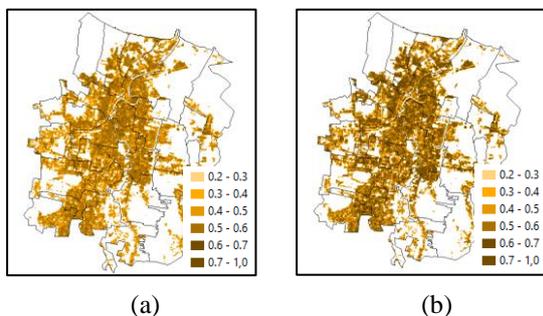
IV.3 Hasil Tranformasi Index-based Built-up Index

Hasil *index-based built-up index* pada tahun 2013 dan 2015 menunjukkan rentang -1 sampai 0,728 dan -1 sampai 0,781. Tahun 2017 dan 2019 menunjukkan rentang nilai -1 sampai 0,728 dan -1 sampai 0,742. Hasil *index-based built-up index* akan digunakan sebagai parameter tutupan lahan kelas

No.	Klasifikasi	Kunci Interpretasi
1	Terbangun	$\geq 0,2$
2	Bukan Terbangun	$< 0,2$

kawasan terbangun.

Tabel IV-1 Klasifikasi Kawasan Terbangun IBI



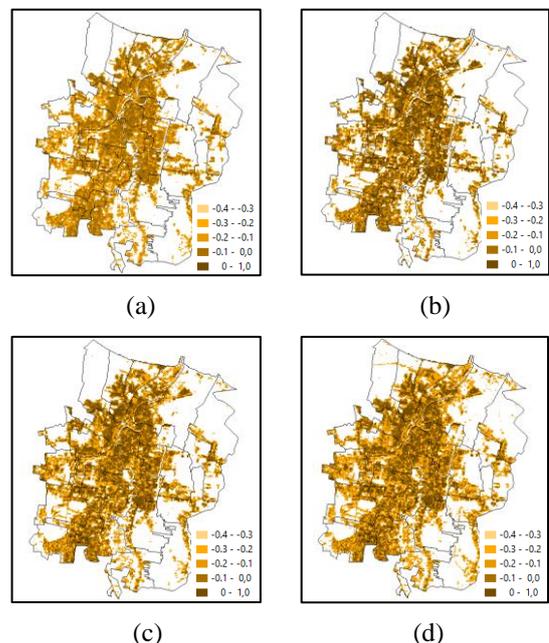
Gambar IV-1 Kawasan Terbangun Algoritma IBI (a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019

Pengolahan kawasan terbangun metode IBI menghasilkan perubahan yang terus mengalami kenaikan dari periode tahun 2013 hingga 2019. Kawasan terbangun tahun 2013 dan 2015 memiliki luas 2.198,402 ha dan 2.232,606 ha. Tahun 2017 dan 2019 luas menjadi 2314,767 ha dan 2.673,855 ha. Kecepatan perkembangan kawasan terbangun tahun 2013-2017 sebesar 17,101 ha/tahun, tahun 2015-2017 sebesar 41,080 ha/tahun dan tahun 2017-2019 sebesar 179,544 ha/tahun.

IV.4 Hasil Transformasi Urban Index

Hasil *urban index* pada tahun 2013 dan 2015 menunjukkan rentang -1,254 sampai 0,413 dan -0,884 sampai 0,309. Tahun 2017 dan 2019 menunjukkan rentang nilai -0,894 sampai 0,274 dan -0,973 sampai 0,318

Tabel IV-2 Klasifikasi Kawasan Terbangun UI



Gambar IV-2 Kawasan Terbangun Algoritma UI (a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019

Pengolahan kawasan terbangun metode UI menghasilkan perubahan yang terus mengalami kenaikan dari periode tahun 2013 hingga 2019. Kawasan terbangun tahun 2013 dan 2015 memiliki luas 2.030,708 ha dan 2.054,752 ha. Tahun 2017 dan 2019 luas menjadi 2.227,835 ha dan 2.503,603 ha. Kecepatan

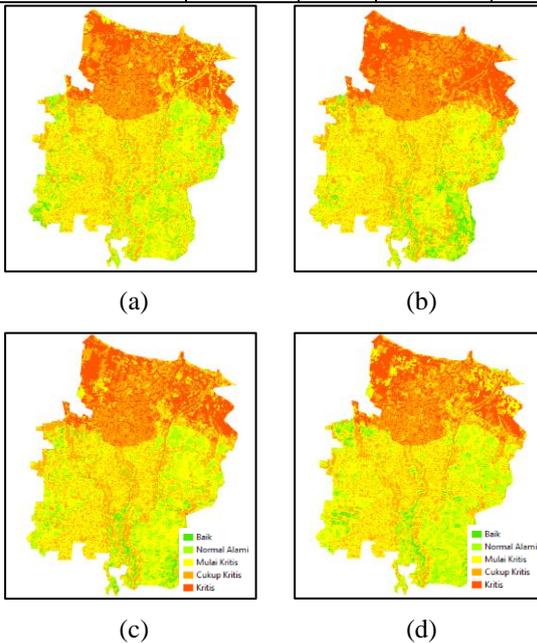
perkembangan kawasan terbangun tahun 2013-2017 sebesar 12,022 ha/tahun, tahun 2015-2017 sebesar 86,541 ha/tahun dan tahun 2017-2019 sebesar 137,884 ha/tahun.

**IV.5 Hasil Kondisi Resapan Air**

Hasil kondisi resapan air Kota Pekalongan dibagi atas 5 kelas. Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor dari masing-masing parameter.

Tabel IV-3 Klasifikasi Kondisi Resapan Air

No.	Kondisi Resapan	IBI		UI	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Baik	82,173	1,77	83,533	1,80
2	Normal Alami	497,503	10,75	562,823	12,16
3	Mulai Kritis	1874,322	40,49	1813,311	39,17
4	Cukup Kritis	1407,862	30,41	1403,203	30,31
5	Kritis	767,794	16,58	766,784	16,56
Total		4629,654	100	4629,654	100



Gambar IV-3 Kondisi Resapan Air (a) 2013 (b) 2015 (c) 2017 (d) 2019

No.	Kondisi Resapan	IBI		UI	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Baik	79,834	1,73	80,802	1,75
2	Normal Alami	596,911	12,89	643,099	13,89
3	Mulai Kritis	1.981.959	42,81	1.984,281	42,86
4	Cukup Kritis	1.300,107	28,08	1.259,087	27,19
5	Kritis	670,843	14,49	662,385	14,31
Total		4,629,654	100	4,629,654	100

**IV.5.1 Kondisi Resapan Tahun 2013**

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma IBI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 79,818 ha, normal alami seluas 596,911 ha, mulai kritis seluas 1981,959 ha, cukup kritis seluas 1300,107 ha dan kritis seluas 670,843 ha.

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma UI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 80,802 ha, normal alami seluas 643,099 ha, mulai kritis seluas 1984,281 ha, cukup kritis seluas 1259,087 ha dan kritis seluas 662,385 ha. Persebaran luas kondisi resapan tahun 2013 lebih jelas dapat

No.	Rentang Nilai	Klasifikasi
1	45 – 49	Baik
2	40 – 44	Normal Alami
3	34 – 39	Mulai Kritis
4	28 – 33	Cukup Kritis
5	22 – 27	Kritis

dilihat pada Tabel IV-4.

Tabel IV-4 Luas Kondisi Resapan Tahun 2013

**IV.5.2 Kondisi Resapan Tahun 2015**

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma IBI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 82,173 ha, normal alami seluas 497,503 ha, mulai kritis seluas 1874,322 ha, cukup kritis seluas 1407,862 ha dan kritis seluas 767,794 ha.

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma UI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 83,533 ha, normal alami seluas 562,823 ha, mulai kritis seluas 1813,311 ha, cukup kritis seluas 1403,203 ha dan kritis seluas 766,784 ha. Persebaran luas kondisi resapan tahun 2015 lebih jelas dapat dilihat pada Tabel IV-5.

Tabel IV-5 Luas Kondisi Resapan Tahun 2015

**IV.5.3 Kondisi Resapan Tahun 2017**

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma IBI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 118,625 ha, normal alami seluas 383,679 ha, mulai kritis seluas 1.758,307 ha, cukup kritis seluas 1.488,660 ha dan kritis seluas 880,383 ha.

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma UI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 119,774 ha, normal alami seluas 420,661 ha, mulai kritis seluas 1.740,624 ha, cukup kritis seluas 1.466,139 ha dan kritis seluas 882,456 ha. Persebaran luas kondisi resapan tahun 2017 lebih jelas dapat dilihat pada Tabel IV-6.

Tabel IV-6 Luas Kondisi Resapan Tahun 2017

No.	Kondisi Resapan	IBI		UI	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Baik	118,625	2,56	119,774	2,59
2	Normal Alami	383,679	8,29	420,661	9,09
3	Mulai Kritis	1.758,307	37,98	1.740,624	37,60
4	Cukup Kritis	1.488,660	32,15	1.466,139	31,67
5	Kritis	880,383	19,02	882,456	19,06
Total		4,629,654	100	4,629,654	100

IV.5.4 Kondisi Resapan Tahun 2019

Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma IBI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 64,854 ha, normal alami seluas 435,753 ha, mulai kritis seluas 1.944,726 ha, cukup kritis seluas 1.453,620 ha dan kritis seluas 730,701 ha.

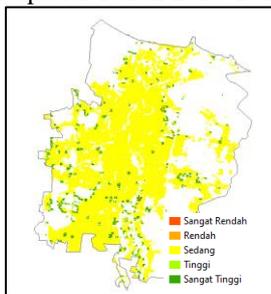
Pengolahan kawasan terbangun menggunakan algoritma UI memiliki kondisi resapan air kelas baik dengan luas 91,664 ha, normal alami seluas 540,579 ha, mulai kritis seluas 1.896,515 ha, cukup kritis seluas 1.386,234 ha dan kritis seluas 714,662 ha. Persebaran luas kondisi resapan tahun 2019 lebih jelas dapat dilihat pada Tabel IV-7.

Tabel IV-7 Luas Kondisi Resapan Tahun 2019

IV.6 Korelasi Spasial

Analisis korelasi spasial pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis hubungan antara kondisi resapan air terhadap perubahan kawasan terbangun. Tingkat korelasi dibagi dalam 5 kelas yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah.

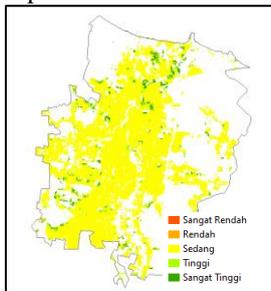
IV.6.1 Korelasi Spasial Tahun 2013-2015



Gambar IV-4 Korelasi Spasial Tahun 2013-2015

Periode tahun 2013 sampai 2015 antara perubahan kondisi resapan air terhadap pertumbuhan kawasan terbangun memiliki tingkat korelasi sangat rendah seluas 1,260 ha (0,06%), korelasi rendah seluas 1,050 ha (0,05%), korelasi sedang seluas 2.070 ha (92,72 %), korelasi tinggi 30,140 ha (1,35%) dan korelasi sangat tinggi seluas 130,150 ha (5,83%). Tingkat korelasi yang dominan adalah korelasi kelas sedang seluas 2.070 ha dari total luas kawasan terbangun tahun 2015 yaitu 2.232,600 ha.

IV.6.2 Korelasi Spasial Tahun 2015-2017



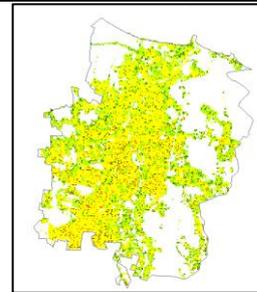
Gambar IV-5 Korelasi Spasial Tahun 2015-2017

Periode tahun 2015 sampai 2017 antara perubahan kondisi resapan air dengan pertumbuhan kawasan terbangun memiliki tingkat korelasi sangat rendah

seluas 1,710 ha (0,07%), korelasi rendah seluas 20,070 ha (0,87%), korelasi sedang seluas 1.989,650 ha (85,95 %), korelasi tinggi 198,840 ha (8,59%) dan korelasi sangat tinggi seluas 104,490 ha (4,51%). Tingkat korelasi yang dominan adalah korelasi kelas sedang seluas 1.989,650 ha dari total luas kawasan terbangun tahun 2017 yaitu 2.314,700 ha.

IV.6.3 Korelasi Spasial Tahun 2017-2019

No.	Kondisi Resapan	IRI		UI	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Baik	64,85		91,664	1,98
2	Normal Alami	435,75		540,579	11,68
3	Mulai Kritis	1.944,726	42,01	1.896,515	40,96
4	Cukup Kritis	1.453,620	31,40	1.386,234	29,94
5	Kritis	730,701	15,78	714,662	15,44
Total		4.629,654	100	4.629,654	100



Gambar IV-6 Korelasi Spasial Tahun 2017-2019

Periode tahun 2017 sampai 2019 antara perubahan kondisi resapan air dengan pertumbuhan kawasan terbangun memiliki tingkat korelasi sangat rendah seluas 75,420 ha (2,82%), korelasi rendah seluas 48,600 ha (1,82%), korelasi sedang seluas 1.578,830 ha (59,35 %), korelasi tinggi 738,540 ha (27,%) dan korelasi sangat tinggi seluas 224,460 ha (8,39%). Tingkat korelasi yang dominan adalah korelasi kelas sedang seluas 1.586,830 ha dari total luas kawasan terbangun tahun 2019 yaitu 2.673,855 ha.

IV.7 Uji Akurasi

Jumlah titik sampel yang digunakan sebanyak 66 titik yang tersebar merata di Kota Pekalongan. Titik sampel ini dipakai untuk uji akurasi algoritma kawasan terbangun dan validasi kondisi resapan air. Algoritma IBI terdapat 59 titik sesuai dan 7 titik tidak sesuai antara hasil pengolahan dan survei lapangan, sehingga memiliki tingkat kesesuaian sebesar 89,39% dan nilai kappa sebesar 80,46% masuk dalam kelas *strong agreement*. Algoritma UI terdapat 58 titik sesuai dan 8 titik tidak sesuai, sehingga tingkat kesesuaian sebesar 87,88% dan nilai kappa sebesar 77,83% masuk dalam kelas *moderate agreement*.

IV.8 Hasil Validasi Kondisi Resapan Air

Kondisi resapan air pada titik validasi dapat diasumsikan kondisi kritis dan cukup kritis apabila

sering terjadi banjir. Kondisi mulai kritis, normal alami dan baik jika jarang terjadi banjir. Tingkat kesesuaian hasil pengolahan kondisi resapan air dengan validasi lapangan memiliki nilai sebesar 77,27% dimana terdapat 51 titik sesuai dan 15 titik tidak sesuai.

## V. Penutup

### V.1 Kesimpulan

Hasil penelitian memiliki kesimpulan menjawab rumusan masalah. Berikut adalah kesimpulan dalam penelitian ini:

1. Algoritma IBI terdapat 59 titik sesuai dan 7 titik tidak sesuai antara hasil pengolahan dan survei lapangan, sehingga memiliki tingkat kesesuaian sebesar 89,39% dan nilai *kappa* sebesar 80,46% masuk dalam kelas *strong agreement*. Algoritma UI terdapat 58 titik sesuai dan 8 titik tidak sesuai, sehingga tingkat kesesuaian sebesar 87,88% dan nilai *kappa* sebesar 77,83% masuk dalam kelas *moderate agreement*. Jadi, dari hasil uji akurasi IBI memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari UI. Tingkat kondisi resapan air pada titik validasi dapat diasumsikan kondisi kritis dan cukup kritis apabila sering terjadi banjir. Tingkat kesesuaian hasil pengolahan kondisi resapan air dengan validasi lapangan memiliki nilai sebesar 77,27% dimana terdapat 51 titik sesuai dan 15 titik tidak sesuai.
2. Persebaran kawasan terbangun Kota Pekalongan hasil pengolahan 2 metode antara lain:
  - a. Pengolahan Metode IBI  
Hasil pengolahan kawasan terbangun metode IBI menghasilkan perubahan yang terus mengalami kenaikan dari periode tahun 2013 hingga 2019. Kawasan terbangun pada tahun 2013 memiliki luas 2.198,402 ha. Tahun 2015 dan 2017 luas kawasan terbangun menjadi 2.232,606 ha dan 2314,767 ha dan tahun 2019 mencapai luas 2.673,855 ha.
  - b. Pengolahan Metode UI  
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. Klasifikasi kondisi resapan air dibagi menjadi 5 kelas antara lain kelas baik, normal alami, mulai kritis, cukup kritis dan kritis. Klasifikasi kondisi resapan air ditentukan menggunakan metode interval Sturges dengan hasil sebagai berikut.
  - a. Persebaran Kondisi Resapan Air Tahun 2013  
Tahun 2013 kelas baik memiliki luas 79,834 ha (1,73%), normal alami seluas 596,911 ha (12,89%), mulai kritis seluas 1.981,959 (42,81), cukup kritis seluas 1300,107 ha (28,08%) dan kritis seluas 670,843 ha (14,490%).
  - b. Persebaran Kondisi Resapan Air Tahun 2015

Tahun 2015 kelas baik memiliki luas 82,173 ha (1,77%), normal alami seluas 497,503 ha (10,75%), mulai kritis seluas 1.874,322 (40,49%), cukup kritis seluas 1.407,862 ha (30,41%) dan kritis seluas 767,794 ha (16,58%).

#### c. Persebaran Kondisi Resapan Air Tahun 2017

Tahun 2017 kelas baik memiliki luas 118,625 ha (2,56%), normal alami seluas 383,679 ha (8,29%), mulai kritis seluas 1.758,307 (37,98%), cukup kritis seluas 1.488,660 ha (32,15%) dan kritis seluas 880,383 ha (19,02%).

#### d. Persebaran Kondisi Resapan Air Tahun 2019

Tahun 2019 kelas baik memiliki luas 64,854 ha (1,40%), normal alami seluas 435,753 ha (9,41%), mulai kritis seluas 1.944,726 (42,01%), cukup kritis seluas 1.453,620 ha (31,40%) dan kritis seluas 730,701 ha (15,78%).

4. Pertumbuhan kawasan terbangun tersebar pada bagian bagian pinggir kota dan pusat kota. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kawasan terbangun adalah beralih fungsinya tutupan lahan. Kemampuan dan kepekaan resapan air, sawah dan lahan kosong memiliki kemampuan lebih baik dibanding kawasan terbangun. Perubahan tutupan lahan dari sawah dan lahan kosong ke kawasan terbangun sudah jelas dapat mempengaruhi terjadi perubahan kondisi resapan air. Berbeda dengan yang berada di daerah utara Kota Pekalongan, jalan lingkaran yang tahun sebelumnya merupakan badan air dan tahun 2019 sudah dibangun menjadi jalan akan terdefinisi kondisi resapan yang semakin baik. Sehingga dapat disimpulkan perubahan kondisi resapan air memiliki korelasi terhadap pertumbuhan kawasan terbangun, namun terdapat beberapa daerah yang memiliki korelasi sangat rendah berada dipusat kota. Korelasi kelas rendah dan sangat rendah diasumsi sebagai daerah yang memiliki tingkat pengaruh kawasan terbangun dengan kondisi resapan air yang rendah, disebabkan karena pada daerah tersebut memang sudah memiliki kondisi resapan yang kurang baik sehingga dengan penambahan kawasan terbangun yang tidak begitu besar maka tidak akan mempengaruhi kondisi resapan air pada daerah tersebut.

## V.2 Saran

Penelitian ini ditemukan beberapa saran sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya. Berikut adalah saran yang dapat disampaikan:

1. Pemilihan lokasi penelitian mempertimbangkan lokasi yang sedang mengalami perkembangan pembangunan yang pesat.
2. Pemilihan lokasi penelitian yang memiliki stasiun pencatat hujan yang berfungsi baik sehingga memiliki data referensi curah hujan dari banyak stasiun.
3. Menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi seperti Sentinel 2 agar menambah ketelitian dalam penelitian ini.

4. Lebih teliti dalam menentukan rentang kawasan terbangun, sebaiknya ditentukan secara detail berdasarkan threshold hasil histogram citra.
5. Menambah parameter lain agar semakin mendekati representasi kondisi resapan lapangan.
6. Menggunakan data parameter terbaru sehingga mendapatkan hasil sesuai kondisi saat penelitian.

#### Daftar Pustaka

- As-Syakur, A. R. 2012. *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area*. Jurnal.
- Barret, E. 1982. *Introduction to Enviroment Remote Sensing (2nd. Edition ed)*. London: Chapman and Hall.
- Harto, S. 1993. Analisis Hidrologi, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hendriana, I. 2013. Sistem Informasi Geografis Penentuan Wilayah Rawan Banjir di Kabupaten Buleleng. Bali : Universitas Pendidikan Ganesha.
- Jaya. 2007. Analisis Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Sa'diyah, U. 2016. Studi Optimalisasi Pemanfaatan Lahan di Kampus Universitas Diponegoro Tembalang Berdasarkan Analisis Citra Multi Temporal. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro: Semarang
- Simmers, I. 1988. *Estimation of Natural Groundwater Recharge*. Turkey : Hacetepe University.
- Sunaryo, 2009. Kajian Berbasis Citra Penginderaan Jauh dan SIG untuk Pemetaan dan Analisis Faktor Risiko Leptospirosis di Semarang. Tesis. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Trancik, R. 1986. *Finding Lost Space; Theories of Urban Design*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Wibowo, M. 2006. Model Penentuan Kawasan Resapan Air Hujan di Kecamatan Klojen Kota Malang.
- Xu, H. 2008. *A new index for delineating built-up land features in satellite imagery*. International Journal of Remote Sensing, 29, pp. 4269-4276.
- Yunus, H. 2000. Struktur Tata Ruang Kota. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.