

PEMANFAATAN *ENHANCED BUILT-UP AND BARENESS INDEX (EBBI)* UNTUK PEMETAAN KAWASAN TERBANGUN DAN LAHAN KOSONG DI KOTA SEMARANG

Ditho Tanjung Prakoso*), Bandi Sasmito, Hani'ah

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

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh mengalami perkembangan pesat, baik dari segi akurasi dan kualitas hasil maupun dari segi kemampuan *software* dalam pengolahannya. Teknologi ini dapat digunakan dalam memonitor dan memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong di kota besar. Dengan adanya tingkat urbanisasi yang tinggi menyebabkan pertumbuhan penduduk di kota besar mengalami peningkatan. Seperti halnya di Kota Semarang, pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena Kota Semarang merupakan salah satu pusat kegiatan berbagai sektor baik perindustrian perdagangan, pemerintahan dan perekonomian. Dampak dari urbanisasi adalah meningkatnya jumlah kawasan terbangun yang ada karena kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal dan sarana prasarana. Dibutuhkan pemetaan mengenai daerah terbangun dan lahan kosong agar dapat menjamin ketersediaan lahan tempat tinggal bagi pendatang maupun masyarakat setempat. Dalam penelitian ini digunakan algoritma *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI)* dalam pengolahan data citra penginderaan jauh. Algoritma ini dipilih karena dapat membedakan kawasan terbangun dan lahan kosong dalam pemetaan kawasan terbangun sehingga dalam perencanaan pembangunan kawasan terbangun dapat memberikan informasi mengenai kawasan terbangun dan lahan kosong. Pengolahan data menggunakan EBBI pada *band 5, 6 dan 10 (NIR, SWIR, TIR)* pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Data citra yang digunakan adalah citra tahun 2013, 2015, 2017. Selanjutnya dilakukan klasifikasi berdasarkan rentang nilai index yang telah ditetapkan dalam pengkelasan kawasan terbangun dan lahan kosong. Hasil dari penelitian ini adalah peta persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. Peta tersebut akan dianalisis mengenai persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong dan perubahan total luas serta luas setiap kecamatan di Kota Semarang dengan peta multi temporal dari tahun 2013, 2015, 2017. Selain itu dilakukan validasi data di lapangan untuk mengetahui kesesuaian kawasan terbangun dan lahan kosong antara hasil klasifikasi citra tahun 2017 dan hasil validasi data. Kesimpulan yang diperoleh adalah perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2013, 2015, dan 2017 yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pembangunan di Kota Semarang.

Kata Kunci : Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI), NIR, SWIR, TIR

ABSTRACT

Utilization of remote sensing technology has developed rapidly, both in terms of accuracy and quality of results and in terms of software capabilities in the processing data. This technology can be used in monitoring and mapping of built up and bareland in big cities. Given that the high levels of urbanization, it cause the population growth in big cities increased, for example is Semarang's City which the population increased. This is because the city of Semarang is one of the centers of activities of various sectors whether the trade industry, government and economy. The impact of urbanization increasing the amount of built up land due to the needs of people for living home and infrastructure. A mapping of the built up and bare land is needed to ensure the availability of residence for new comers and local people. In this research used the algorithm of Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) in remote sensing image data processing. The algorithm is chosen because it can separate the built up and bare land in the mapping of the built up land so that the planning of the construction of the built up land can provide information about the built up and bare land. Data processing using band5, 6 and 10 (NIR, SWIR, TIR) on Landsat 8 OLI / TIRS image. The Imagery data that used is the image in 2013, 2015, 2017. The next step is classification that made based on the known index in mapping built up and bareland. The result of this research is map of the distribution of built land and bare land in Semarang City. The map will be analyzed on the spread of built land and bare land and the change of total area and also the change of area every district in Semarang City with multi-year map from 2013, 2015, 2017. Beside that, data validation is used to check the suitability of built up and bare land of the classification result in 2017 with validation result. The conclusion is the change of built land and bare land in Semarang City in 2013, 2015, and 2017 which can be used as a reference of developing Semarang.

Keywords : Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI), NIR, SWIR, TIR

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Dewasa ini laju pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin pesat. Semakin bertambah jumlah penduduk maka kebutuhan akan lapangan pekerjaan, tempat tinggal dan kebutuhan pangan akan meningkat. Jika hal tersebut terjadi maka akan terjadi perubahan tutupan lahan. Perubahan tutupan lahan dapat berdampak positif maupun negatif. Dampak positifnya adalah semakin berkembangnya perekonomian kawasan tersebut jika mengalami perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun. Dampak negatifnya adalah ketersediaan lahan yang semakin lama semakin berkurang. Jika hal itu tidak ditangani dapat menyebabkan kekurangan lahan untuk tempat tinggal seiring dengan perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun. Tidak hanya itu, perubahan tutupan lahan jika tidak diatur dan dikelola dapat menimbulkan banyaknya kawasan terbangun non pemukiman namun semakin sedikitnya kawasan terbangun pemukiman. Laju pertumbuhan penduduk tersebut sering terjadi pada kota-kota khususnya di Pulau Jawa.

Kota menurut UU Nomor 22 Tahun 1999 Tentang Otonomi Daerah adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi. Selain itu Kota merupakan kawasan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Hal ini terjadi karena penduduk pinggiran kota (*peri urban*) dan kawasan pedesaan (*rural*) melakukan urbanisasi untuk meningkatkan kualitas hidup mereka disamping karena Kota merupakan pusat pemerintahan dan jasa dan tempat di mana kegiatan perdagangan, industri, dan hiburan, sebagai contoh adalah Kota Semarang

Kota Semarang termasuk kota besar yang memiliki potensi perubahan penggunaan kawasan terbangun yang pesat karena memiliki daya tarik yang tinggi bagi para imigran. Terpusatnya kegiatan industri yang ada di Semarang menciptakan lapangan pekerjaan yang banyak bagi para pendatang (Nahib, 2016). Dalam penelitian Ihmadi Nahib juga dijelaskan bahwa perubahan tutupan lahan dari vegetasi menjadi area terbangun di Kota Semarang cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Perubahan Tutupan Lahan tahun 2002, 2006, dan 2012

Penggunaan Lahan	2002		2006		2012	
	Luas (Ha)	% (Ha)	Luas (Ha)	% (Ha)	Luas (Ha)	% (Ha)
Area Terbangun	11.695,11	30,47	12.693,77	33,07	13.654,94	35,6
Hutan	90,65	0,24	128,35	0,33	142,02	0,37
Pertanian	16.074,11	44,48	15.983,31	41,64	15.394,04	40,1
Ruang Terbuka Hijau	149,54	0,39	156,18	0,41	166,69	0,43
Tambak	2.532,17	6,60	2.460,58	6,41	2.166,97	5,65
Tanah Kosong	6.266,12	16,32	6.393,70	16,66	6.264,11	16,3
Tubuh Air	577,92	1,51	569,77	1,48	569,89	1,55
Jumlah	38.385,66	100	38.385,66	100	38.385,66	100

Untuk itu perlu dilakukan perencanaan dalam mengelola perubahan tutupan lahan menjadi kawasan

terbangun. Perencanaan yang dilakukan membutuhkan peta mengenai kawasan terbangun dengan menggunakan metode penginderaan jauh. Namun penggunaan penginderaan jauh yang digunakan dalam pemetaan kawasan terbangun kurang akurat, Hal ini disebabkan algoritma pada metode ini kurang dapat membedakan antara kawasan terbangun dan lahan kosong. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (As-syakur, Adnyana, Arthana, & Nuarsa, 2012). Algoritma dalam pengolahan Kawasan terbangun yaitu kawasan terbangun dan lahan kosong adalah menggunakan algoritma *Enhanced Built-Up and Bareness Index* (EBBI). EBBI dipilih karena dapat membedakan dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong secara langsung dibandingkan dengan algoritma lain seperti IBI yang mampu memetakan kawasan terbangun lebih baik namun tidak dapat memetakan lahan kosong. Begitu juga NDBal yang mampu memetakan lahan kosong lebih baik namun tidak dapat memetakan kawasan terbangun.

Dalam penelitian ini digunakan algoritma *Enhanced Built-Up and Bareness Index* (EBBI) dalam pengolahan data citra penginderaan jauh. Digunakan algoritma ini dikarenakan dapat membedakan kawasan terbangun dan lahan kosong dalam pemetaan kawasan terbangun sehingga dalam perencanaan pembangunan kawasan terbangun dapat memberikan informasi yang akurat mengenai kawasan terbangun dan lahan kosong. Pengolahan data. Pengolahan data menggunakan *band5*, 6 dan 10 (NIR, SWIR, TIR) pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Data Citra yang digunakan adalah citra tahun 2013, 2015, dan 2017 dengan bulan yang berdekatan. Beberapa tahapan sebelum melakukan pengolahan dengan algoritma EBBI adalah *layer stacking*, koreksi radiometrik, dan *cropping* citra. Selanjutnya dilakukan klasifikasi dengan membuat *threshold* menggunakan rentang sesuai acuan pada penelitian sebelumnya dalam membedakan antara kawasan terbangun dan lahan kosong. Hasil dari penelitian ini adalah peta kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang.

I.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah hasil pengolahan EBBI dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2017 sesuai dengan hasil validasi di lapangan?
2. Bagaimana perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang pada tahun 2013, 2015, 2017?
3. Apakah algoritma EBBI dapat diterapkan untuk pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang?

I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui penerapan penginderaan jauh menggunakan algoritma EBBI dalam

- pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang
- Mengetahui kesesuaian hasil pengolahan EBBI dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2017 terhadap hasil validasi di lapangan
 - Mengetahui perubahan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang pada tahun 2013, 2015, 2017

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Citra yang digunakan adalah citra landsat 8 tahun 2013, 2015, dan 2017, dengan koreksi radiometrik *bottom of atmosphere* (BoA) untuk *band* 5,6 dan koreksi radiometrik untuk *band*10 tanpa koreksi geometrik karena landsat 8 sudah terkoreksi secara geometrik.
- Penelitian tugas akhir ini menggunakan algoritma *enhanced built up and bareness index* (EBBI) dalam pengolahan data.
- Proses klasifikasi citra menggunakan *threshold* dengan rentang yang telah ditetapkan oleh (Sekertekin, Abdikan, & Marangoz, 2018) yaitu 0.00000001 – 0.00464 merupakan kawasan terbangun, dan > 0.00464 merupakan lahan kosong.
- Validasi data hasil klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong digunakan untuk mengetahui berapa persen kesesuaian hasil validasi dengan hasil klasifikasi pada citra tahun 2017 dengan menghitung jumlah kesesuaiannya.
- Analisis dilakukan untuk mengetahui perubahan luas dari kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2013, 2015, dan 2017 baik luas total maupun luas setiap kecamatan dalam satuan m^2 .

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Gambaran Umum

Secara Geografis Kota Semarang terletak pada posisi astronomi di antara garis $6^{\circ}50'$ – $7^{\circ}10'$ Lintang Selatan dan garis $109^{\circ}35'$ – $110^{\circ}50'$ Bujur Timur atau di sebelah utara Pulau Jawa yang terbagi menjadi dataran tinggi dan dataran rendah. Dataran rendah di Kota Semarang terletak di utara Kota Semarang dengan jarak 4 km dari garis pantai (Wikipedia,2018). Sedangkan dataran tinggi di Kota Semarang terletak di daerah Kecamatan Candi, Mijen, Gunungpati, Tembalang dan Banyumanik. Kota Semarang mempunyai batas wilayah sebelah utara adalah Laut Jawa, sebelah selatan adalah Kabupaten Semarang, sebelah timur adalah Kabupaten Demak, sebelah barat adalah Kabupaten Kendal.

Kota Semarang terletak di Jawa Tengah dengan luas kota mencapai 373.67 km^2 . Secara keseluruhan wilayah administrasi Kota Semarang terbagi kedalam 16 kecamatan dan 177 kelurahan. Kecamatan tersebut adalah Kecamatan Semarang Utara, Semarang Timur

Semarang Selatan, Semarang Barat, Semarang Tengah, Gunungpati, Mijen, Gayamsari, Genuk, Candisari, Banyumanik, Gajahmungkur, Tugu, Ngaliyan, Tembalang, dan Pedurungan dengan luas terbesar adalah Kecamatan Gunung Pati dengan luas wilayah 6148.791106 m^2 . Sedangkan untuk kecamatan dengan luas wilayah terkecil adalah Semarang Timur yaitu 561.731864 m^2 .

II.2. Kawasan terbangun

Kawasan terbangun merupakan daerah kajian yang memiliki karakteristik berbeda baik dalam spasial dan spektralnya. 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). area terbangun termasuk bangunan rumah, kantor pemerintahan, rumah sakit dan jalan, tetapi tidak termasuk parkir (aspal maupun paving) atau bangunan non permanen seperti gazebo (As-syakur, 2012).

Objek kawasan terbangun menjadi objek yang unik untuk diteliti melalui kajian multispektral berdasarkan objek melalui pendekatan spasial dan spektral. Kawasan terbangun memiliki perspektif yang berbeda beda. Terdapat perspektif bahwa kawasan terbangun adalah semua lahan yang telah diolah oleh manusia baik menjadi lahan parkir, lapangan, dan jalan raya. Namun terdapat pendapat lain bahwa kawasan terbangun merupakan lahan yang dibangun menjadi suatu bangunan seperti rumah, rumah sakit, hotel, kantor, dan pusat perbelanjaan. Jalan dan lapangan tidak termasuk kedalam kawasan terbangun.

II.3. Lahan Kosong

Lahan kosong merupakan daerah yang tidak ditutupi oleh vegetasi, air, bangunan, maupun jalan (As-syakur, 2012). Maka dari itu lahan kosong yang dimaksud pada penelitian ini adalah lahan yang tidak tertutup oleh tutupan lahan apapun baik dari sawah, vegetasi, air, bangunan, maupun jalan. Lahan kosong sering disalah artikan sebagai jalan, lapangan, dan sawah. Hal ini terjadi karena sawah, lapangan, dan jalan dianggap tidak memiliki ketinggian dan tidak terdapat bangunan yang berdiri di atasnya. Pendapat lain mengenai lahan kosong adalah lahan yang tidak tertutup oleh tutupan lahan baik sawah, vegetasi, air, bangunan maupun jalan. Untuk memperjelas konsep lahan kosong pada penelitian ini lahan kosong yang dimaksud adalah lahan yang tidak tertutup oleh tutupan lahan apapun baik dari sawah, air, bangunan maupun jalan.

Hasil dari penelitian ini akan mengklasifikasikan data hasil pengolahan citra menjadi kawasan terbangun dan lahan kosong, dengan kawasan terbangun adalah bangunan, pemukiman, rumah sakit, perkantoran dan pemerintahan. Sedangkan untuk lahan kosong termasuk aspal, tempat parkir, dan bangunan non permanen seperti gazebo.

II.4. Algoritma EBBI

Kendala pemetaan yang dihadapi dalam pemetaan kawasan terbangun adalah kesulitan dalam membedakan kawasan terbangun dan lahan kosong dalam proses pemetaan. Hal yang sering terjadi adalah kawasan terbangun dan lahan kosong disamaratakan sehingga terkadang daerah tersebut seharusnya lahan kosong setelah dipetakan menjadi kawasan terbangun. Pada awalnya index EBBI belum digunakan, pada saat itu dalam pemetaan kawasan terbangun menggunakan index NDBI. Selain itu index yang digunakan dalam pemetaan kawasan terbangun adalah *Urban Index* (UI). Index lain yang digunakan adalah NDbal yang digunakan khusus untuk pemetaan lahan kosong. Namun penggunaan index tersebut kurang efektif dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong secara bersamaan.

Kawasan terbangun dan lahan kosong akan menjadi satu kelas jika menggunakan index tersebut. Dengan adanya kekurangan pada index tersebut, index lain digunakan dalam pemetaan spesifik mengenai kawasan terbangun dan lahan kosong karena index ini menggunakan gelombang NIR, SWIR, dan TIR. NIR digunakan karena mampu mendeteksi area vegetasi lebih baik jika dibandingkan dengan area terbangun. Sebaliknya pada SWIR mampu mendeteksi area terbangun lebih baik dibandingkan dengan area vegetasi. Sedangkan pada TIR dengan *low albedo* sangat efektif dalam pemetaan kawasan terbangun karena mengeliminasi bayangan dan air (Weng, dalam As-syakur, 2012).

Menurut As-syakur, (2012) *Enhanced Built-Up And Bareness Index* (EBBI) dapat memetakan dan membedakan antara kawasan terbangun dan lahan kosong. EBBI menggunakan panjang gelombang 0,83 µm, 1,65 µm, dan 11,45 µm (NIR, SWIR, dan TIR) pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Panjang gelombang ini dipilih berdasarkan rentang pantulan kontras dan penyerapan di kawasan terbangun dan lahan kosong. Diambil dari (As-syakur, 2012) persamaan dalam penggunaan algoritma EBBI adalah sebagai berikut:

$$EBBI = \frac{SWIR - NIR}{10\sqrt{SWIR + TIRS}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- NIR = Nilai spektral saluran *Near Infrared*
- SWIR = Nilai spektral saluran *Short Wave Infrared*
- TIRS = Nilai spektral saluran *Thermal Infrared Sensor*

II.5. Penginderaan Jauh

Menurut Lindgren (1985), penginderaan jauh ialah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Informasi tersebut dituangkan kedalam bentuk pixel. Menurut Thoha (2008) dalam Handayani (2017), piksel adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit.

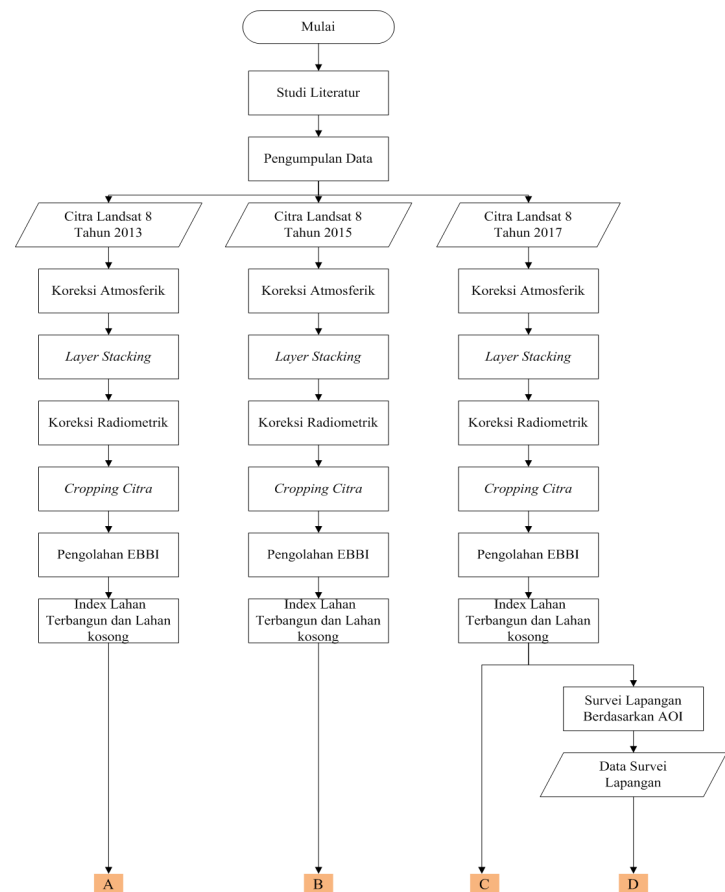
Angka numerik (1 byte) dari piksel disebut *Digital Number* (DN). *Digital Number* biasa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (*greyscale*), tergantung level energi yang terdeteksi. Piksel yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra. Terdapat faktor faktor yang memengaruhi jumlah tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi yaitu (Sudarsono, 2015):

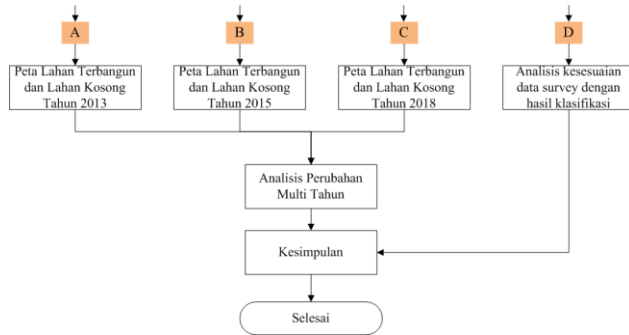
- a. Waktu
Faktor waktu berpengaruh terhadap banyak sedikitnya energi matahari untuk sampai ke bumi. Misalnya pada siang hari jumlah tenaga yang diterima lebih banyak dibandingkan dengan pagi.
- b. Lokasi
Lokasi ini erat kaitannya dengan posisinya terhadap lintang geografi dan posisinya terhadap permukaan laut. Misalnya di daerah khatulistiwa jumlah tenaga yang diterima lebih banyak dari pada daerah lintang tinggi.
- c. Kondisi Cuaca
Kondisi cuaca memengaruhi adanya hambatan di atmosfer. Misalnya saat cuaca berawan jumlah tenaga yang diterima lebih sedikit dari pada saat cuaca cerah.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan **Gambar 2** sebagai berikut :





Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.2. Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Peralatan Pengolahan Data

Perangkat pengolahan data terdiri dari 2 (dua) perangkat, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) :

 1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a) Laptop
 - b) *Smartphone*
 - c) Printer
 2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a) ENVI 5.1
 - b) Acrgis 10.5.1
 - c) *Microsoft Office Word* 2016
 - d) *Microsoft Office Excel* 2016
 - e) *Microsoft Visio* 2010
 - f) *Mobile Topographer*

2. Data penelitian

Tabel 2 Data Penelitian

No	Data	Sumber	Tahun
1	Peta Administrasi Batas Kecamatan	Bappeda	2011
2	Peta Administrasi Batas Kabupaten	Bappeda	2011
3	Citra Satelit Landsat 8	USGS	2013, 2015, 2017

Selain data-data diatas terdapat juga data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu data validasi lapangan. Data ini digunakan untuk analisis apakah hasil klasifikasi citra tahun 2017 sesuai dengan hasil validasi.

III.3. Tahap Pra Pengolahan

III.3.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan dua jenis koreksi radiometrik, untuk *band* 5 dan 6 dilakukan koreksi radiometrik *bottom of atmosphere* (BoA) sedangkan untuk *band* 10 dilakukan koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA). Pada koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA) *band* yang digunakan adalah *band* 10 pada landsat 8 yaitu *band thermal* (tirs). Koreksi yang dilakukan adalah merubah nilai *digital number*

(DN) menjadi nilai radian dan kemudian dilakukan koreksi radiometrik *bottom of atmosphere* (BoA)

Koreksi radiometrik *bottom of atmosphere* (BoA) dilakukan pada citra landsat 8 *band* 5 dan 6. Koreksi ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu mengubah nilai *digital number* (DN) ke radian, kemudian mengubah nilai radian *top of atmosphere* menjadi radian *bottom of atmosphere*. Setelah itu hasil radian *bottom of atmosphere* diubah menjadi *reflectance bottom of atmosphere*.

III.4. Tahap Pengolahan

III.4.1. Pengolahan Algoritma EBBI

Pengolahan algoritma EBBI dilakukan menggunakan *software* ENVI 5.1 pada menu *basic tools*, dan sub menu *bandmath*. Citra yang diolah adalah citra tahun 2017, 2015, dan 2017. *Band* yang digunakan adalah *band* 5 dan 6 hasil koreksi radiometrik *bottom of atmosphere* (BoA) serta *band*10 hasil koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA).

III.4.2. Klasifikasi Pengolahan EBBI

Klasifikasi hasil pengolahan EBBI menggunakan *threshold* untuk penentuan kawasan terbangun dan lahan kosong. *Threshold* tersebut menggunakan rentang yang telah ditetapkan oleh penelitian Sekertekin dkk (2017) dan As-syakur dkk (2012) dalam penentuan *treeshold* yang digunakan yaitu 0.000000001 hingga 0.00464 merupakan kawasan terbangun, dan > 0.00464 hingga nilai maksimal dari citra tersebut merupakan lahan kosong.

III.4.3. Validasi Data

Validasi lapangan yang dilakukan adalah dengan pengambilan titik sampel dari data hasil pengolahan citra tahun 2017 sesuai *region of interest* (ROI). Titik titik validasi disesuaikan dengan *region of interest* (ROI) dalam penentuannya, yaitu lahan kosong dan kawasan terbangun. Dengan menggunakan *software* ArcMap, titik titik sampel ditentukan dengan membuat *shapefile* berupa *point*. *Point* yang dibuat adalah kawasan terbangun dan lahan kosong.

Dalam Penelitian ini teknik penentuan sampel yang digunakan adalah *probability sampling* dengan metode *simple random sampling*. Untuk jumlah sampel, digunakan rumus Slovin sesuai dengan buku Nazir (2003) yaitu :

$$n = N/(1+Ne^2) \dots\dots\dots(2)$$

dimana,

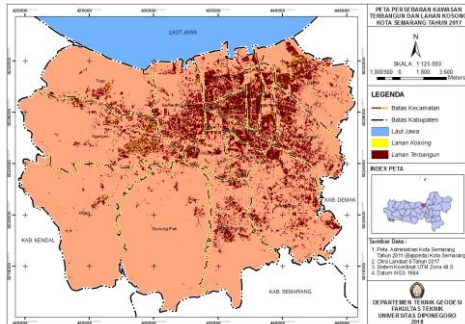
- n = sampel
- N = jumlah roi
- e = *margin of error* (10%)

Validasi secara langsung dilakukan dengan mengambil data koordinat dan dokumentasi foto, sedangkan validasi yang dilakukan dengan *google earth* dengan mengecek koordinat titik *shapefile* ke dalam *google earth* dan melakukan *capture* gambar dari *google earth*. Langkah selanjutnya adalah memasukan data kedalam format .xls agar memudahkan pengolahan data pada *software* ArcGis.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1. Hasil Klasifikasi EBBI

Dari hasil klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong di kota Semarang akan diketahui sebaran dan luasnya. Berikut hasil klasifikasi tutupan lahan kota Semarang tahun 2017.



Gambar 2 Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2017

Gambar 2 menunjukkan persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. Pada gambar diatas dapat diamati bahwa terdapat beberapa kecamatan di Semarang yang memiliki tingkat kawasan terbangun yang tinggi, sedangkan beberapa kawasan terbangun tersebar pada kecamatan lain dan tidak merata. Selain hasil visualisasi persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong, terdapat tabel yang menyatakan jumlah kawasan terbangun dan lahan kosong secara angka, yaitu sebagai berikut.

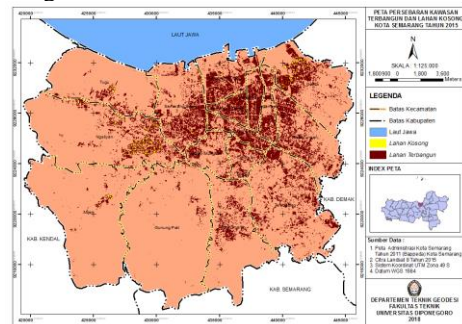
Tabel 3 Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2017

Keterangan	Luas (m ²)
Kawasan terbangun	67.191.300
Lahan Kosong	1.525.500

Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa luas kawasan terbangun di Kota Semarang adalah 67.191.300 m². Sedangkan lahan kosong memiliki luas 1.525.500 m². Dari 15 kecamatan tersebut setiap kecamatan memiliki kawasan terbangun dan lahan kosong dengan tingkat persebaran yang berbeda, dari kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun tinggi hingga kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun rendah Hal ini juga terjadi pada lahan kosong di Kota Semarang. Kecamatan Gajahmungkur merupakan kecamatan yang memiliki luas kawasan terbangun tertinggi yaitu 21.690.000 m². Sedangkan kecamatan dengan luas kawasan terbangun terendah adalah Kecamatan Mijen yang memiliki luas kawasan terbangun 1.054.800 m². Untuk tingkat lahan kosong, Kecamatan Ngaliyan adalah kecamatan dengan luas lahan kosong tertinggi yaitu 675.000 m². Sedangkan Kecamatan Gunungpati memiliki tingkat luas lahan kosong terendah yaitu 0 m²

Dari hasil klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang akan diketahui sebaran dan luasnya. Untuk memudahkan dalam mengamati perubahan luas dari kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. maka ditampilkan peta klasifikasi perbahan kawasan

terbangun dan lahan kosong di kota Semarang tahun 2015. Sebagai berikut :



Gambar 3 Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2015

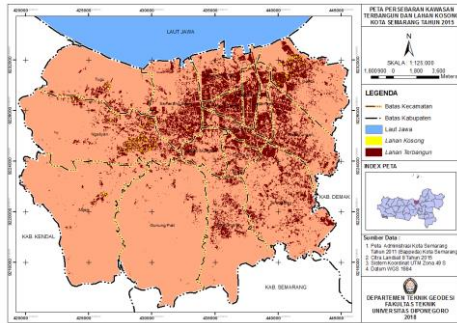
Gambar 3 menunjukkan persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. Pada gambar diatas dapat diamati bahwa terdapat beberapa kecamatan di Semarang yang memiliki tingkat kawasan terbangun yang tinggi, sedangkan beberapa kawasan terbangun tersebar pada kecamatan lain dan tidak merata. Selain hasil visualisasi persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong, terdapat tabel yang menyatakan jumlah kawasan terbangun dan lahan kosong secara angka, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4 Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2015

Keterangan	Luas (m ²)
Kawasan terbangun	57.857.400
Lahan Kosong	1.468.800

Tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa luas kawasan terbangun di Kota Semarang adalah 57.857.400 m². Sedangkan lahan kosong memiliki luas 1.468.800 m². Luas Kota Semarang adalah 390.664,68951 m² dan memiliki 15 kecamatan. Dari 15 kecamatan tersebut setiap kecamatan memiliki kawasan terbangun dan lahan kosong dengan tingkat persebaran yang berbeda, dari kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun tinggi hingga kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun rendah Hal ini juga terjadi pada lahan kosong di Kota Semarang. Kecamatan Gayamsari merupakan kecamatan yang memiliki luas kawasan terbangun tertinggi yaitu 15.816.600 m². Sedangkan kecamatan dengan luas kawasan terbangun terendah adalah Kecamatan Gunungpati yang memiliki luas kawasan terbangun 1.251.900 m². Untuk tingkat lahan kosong, Kecamatan Ngaliyan adalah kecamatan dengan luas lahan kosong tertinggi yaitu 603.900m². Sedangkan Kecamatan Candisari memiliki tingkat luas lahan kosong terendah yaitu 900 m²,

Dari hasil klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang akan diketahui sebaran dan luasnya. Untuk memudahkan dalam mengamati perubahan luas dari kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. maka ditampilkan peta klasifikasi perbahan kawasan terbangun dan lahan kosong di kota Semarang tahun 2015. Sebagai berikut :



Gambar 4 Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2013

Gambar 4 menunjukkan persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. Pada gambar diatas dapat diamati bahwa terdapat beberapa kecamatan di Semarang yang memiliki tingkat kawasan terbangun yang tinggi, sedangkan beberapa kawasan terbangun tersebar pada kecamatan lain dan tidak merata. Selain hasil visualisasi persebaran kawasan terbangun dan lahan kosong, terdapat tabel yang menyatakan jumlah kawasan terbangun dan lahan kosong secara angka, yaitu sebagai berikut :

Tabel 5 Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2013

Keterangan	Luas (m ²)
Kawasan terbangun	65.625.300
Lahan Kosong	1.664.800

Tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa luas kawasan terbangun di Kota Semarang adalah 65.625.300 m². Sedangkan lahan kosong memiliki luas 1.664.800 m². Luas Kota Semarang adalah 390.922.664,68951 m² dan memiliki 15 kecamatan. Dari 15 kecamatan tersebut setiap kecamatan memiliki kawasan terbangun dan lahan kosong dengan tingkat persebaran yang berbeda, dari kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun tinggi hingga kecamatan dengan tingkat kawasan terbangun rendah Hal ini juga terjadi pada lahan kosong di Kota Semarang. Kecamatan Semarang Barat merupakan kecamatan yang memiliki luas kawasan terbangun tertinggi yaitu 24.394.500 m². Sedangkan kecamatan dengan luas kawasan terbangun terendah adalah Kecamatan Tugu yang memiliki luas kawasan terbangun 3.628.800 m². Untuk tingkat lahan kosong, Kecamatan Ngaliyan memiliki tingkat luas lahan kosong tertinggi yaitu 718.200 m², sedangkan Kecamatan Gajahmungkur adalah kecamatan dengan luas lahan kosong tertinggi yaitu tidak memiliki lahan kosong.

IV.3 Hasil Klasifikasi EBBI

Hasil kalsifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2013, 2015, dan 2017 dianalisis mengenai perubahan kawasan terbangun dan lahan kosong dari tahun 2013, 2015, dan 2017. Analisis yang dilakukan berupa analisis perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong dari setiap tahun dan analisis arah perkembangan kawasan

terbangun dan lahan kosong. Pada analisis perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong dari tahun 2013, 2015, dan 2017 adalah sebagai berikut.

Tabel 6 Perubahan total luas kawasan terbangun dan lahan kosong

Keterangan	Tahun 2013 (m ²)	Tahun 2015 (m ²)	Tahun 2017 (m ²)
Kawasan terbangun	65.625.300	57.857.400	67.191.300
Lahan Kosong	1.664.800	1.468.800	1.525.500

Tabel 6 dapat dilihat bahwa luas kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang mengalami grafik yang tidak konsisten. Pada tahun 2013 ke tahun 2015, terjadi penurunan jumlah luas kawasan terbangun dari 65.625.300 menjadi 57.857.400. Hal ini dapat terjadi karena pemilihan citra dengan gangguan awan maupun kesalahan karena koreksi atmosferik. Selain itu *threshold* dari index EBBI yang dapat berubah ubah menjadi salah satu faktor terjadinya penurunan ini. Sedangkan untuk luas lahan kosong tahun 2013 ke tahun 2015 mengalami penurunan. Hasil ini sesuai karena setiap tahun jumlah penduduk di Kota Semarang mengalami peningkatan karena angka kelahiran, urbanisasi, maupun banyaknya pelajar dari luar Kota Semarang yang menempuh pendidikan perguruan tinggi di Kota Semarang.

Tahun 2015 ke tahun 2017, jumlah kawasan terbangun mengalami peningkatan dari 57.857.400 menjadi 67.191.300 , hal ini dapat dikatakan sesuai karena Kota Semarang sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah menjadi pusat perekonomian dan perindustrian yang menjadi tempat tujuan bagi masyarakat. Lahan kosong mengalami peningkatan dari 1.468.800 menjadi 1.525.500. Terdapat pembangunan banyak perubahan kawasan vegetasi menjadi lahan kosong untuk proses pembuatan pabrik yang menyebabkan terdapat lahan kosong yang tersedia. Selain itu atap pabrik yang berupa seng dan berwarna putih ikut terklasifikasi menjadi lahan kosong sehingga menyebabkan peningkatan lahan kosong pada tahun 2017. Perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang dijabarkan pada 16 kecamatan di Kota Semarang sebagai berikut.

Tabel 7 Perubahan lahan kosong tahun 2013, 2015, dan 2017

Kecamatan	Tahun 2013 (m ²)	Tahun 2015 (m ²)	Tahun 2017 (m ²)
Semarang Utara	56.700	53.100	63.900
Semarang Barat	114.300	69.300	86.400
Tugu	248.400	194.400	89.100
Tembalang	3.600	1.800	1.800
Semarang Timur	8.100	5.400	20.700
Semarang Tengah	16.200	9.000	24.300
Semarang Selatan	11.700	2.700	10.800
Pedurungan	62.100	72.900	33.300
Ngaliyan	687.600	603.900	675.000
Mijen	82.800	66.600	64.800
Gunungpati	4.500	8.100	0

Kecamatan	Tahun 2013 (m ²)	Tahun 2015 (m ²)	Tahun 2017 (m ²)
Genuk	276.300	355.500	392.400
Gayamsari	16.200	5.400	43.200
Gajahmungkur	12.600	9.000	10.800
Candisari	4.500	900	5.400
Banyumanik	9.900	13.500	6.300

Tabel 7 perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang pada masing-masing kecamatan berbeda, terdapat kecamatan yang mengalami penurunan dari tahun ke tahun dan terdapat kecamatan yang mengalami penurunan kemudian mengalami peningkatan. Selain itu terdapat kecamatan yang mengalami penurunan dan tidak mengalami perubahan pada tahun berikutnya dan mengalami kenaikan kemudian penurunan di tahun berikutnya. Kecamatan Tembalang pada tahun 2013 ke 2015 mengalami penurunan jumlah luas lahan kosong. Pada tahun 2015 ke tahun 2017 jumlah luas lahan kosong di Kecamatan Tembalang tidak mengalami perubahan. Kecamatan Pedurungan, Gunungpati, Genuk, dan Banyumanik mengalami kenaikan jumlah lahan kosong dari tahun 2013 ke tahun 2015. Kemudian mengalami penurunan jumlah luas lahan kosong dari tahun 2015 ke tahun 2017. Kecamatan Semarang Utara, Semarang Barat, Semarang Selatan, Semarang Timur, Semarang Tengah, Tugu, Ngaliyan, Mijen, Gayamsari, Candisari dan Gajahmungkur mengalami penurunan jumlah luas lahan kosong dari tahun 2013 ke tahun 2015 dan mengalami peningkatan dari tahun 2015 ke tahun 2017 yang dapat dilihat pada **Tabel 8** dibawah ini.

Tabel 8 Perubahan kawasan terbangun tahun 2013, 2015, dan 2017

Kecamatan	Tahun 2013 (m ²)	Tahun 2015 (m ²)	Tahun 2017 (m ²)
Semarang Utara	16.735.500	14.958.000	15.785.100
Semarang Barat	11.800.800	6.561.000	9.629.100
Tugu	9.990.000	2.799.900	3.507.300
Tembalang	13.209.300	5.362.200	18.474.300
Semarang Timur	14.636.700	13.563.000	10.647.900
Semarang Tengah	15.259.500	13.258.800	14.572.800
Semarang Selatan	19.024.200	13.976.100	19.601.100
Pedurungan	7.098.300	8.736.300	9.928.800
Ngaliyan	14.402.700	5.413.500	11.726.100
Mijen	8.601.300	1.290.600	1.054.800
Gunungpati	5.408.100	1.251.900	1.158.300
Genuk	6.244.200	5.225.400	6.796.800
Gayamsari	21.101.400	15.816.600	12.566.700
Gajahmungkur	16.958.700	15.012.000	21.690.000
Candisari	17.951.400	14.232.600	11.241.900
Banyumanik	6.946.200	4.175.100	3.953.700

Tabel 8 dapat dilihat bahwa perubahan kawasan terbangun di Kota Semarang tahun 2013, 2015, dan 2017 setiap kecamatan berbeda. Terdapat kecamatan

yang mengalami penurunan jumlah luas kawasan terbangun dari tahun 2013 ke tahun 2015, kemudian mengalami peningkatan dari tahun 2015 ke tahun 2017. Selain itu terdapat kecamatan yang mengalami peningkatan jumlah luas kawasan terbangun dari tahun 2013 ke 2015, kemudian kembali mengalami peningkatan dari tahun 2015 ke tahun 2017. Beberapa kecamatan mengalami penurunan luas kawasan terbangun secara terus menerus baik tahun 2013, 2015 dan 2017. Kecamatan tersebut adalah Kecamatan Gunungpati, Gayamsari, Candisari, dan Banyumanik. Hanya kecamatan pedurungan yang mengalami peningkatan pada tahun 2013 ke 2015 kemudian mengalami peningkatan kembali pada tahun 2015 ke tahun 2017. Kecamatan Semarang Utara, Semarang Barat, Semarang Timur, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Tugu, Ngaliyan, Mijen, Tembalang, Genuk, dan Gajahmungkur mengalami penurunan luas kawasan terbangun dari tahun 2013 ke 2015, kemudian mengalami peningkatan dari tahun 2015 ke tahun 2017.

IV.4 Hasil Validasi

Validasi dilakukan di 98 titik yang menyebar di 16 kecamatan di Kota Semarang pada data hasil pengolahan citra tahun 2017. Hal ini dilakukan karena validasi dilakukan pada tahun 2018, sehingga dipilih tahun yang paling mendekati tahun 2018. Validasi dilakukan dengan cara pengambilan koordinat dan pengamatan tutupan lahan. Berdasarkan validasi yang dilakukan untuk kawasan terbangun dari 52 titik sampel didapat sebanyak 50 titik sesuai dengan hasil pengolahan data dan sisanya sebanyak 2 titik tidak sesuai dengan hasil pengolahan data. Sedangkan untuk lahan kosong dari 56 titik sampel didapat sebanyak 26 titik sesuai dengan hasil pengolahan data dan sisanya sebanyak 30 titik tidak sesuai dengan hasil pengolahan. Dalam angka persen untuk kawasan terbangun, tingkat kesesuaian hasil validasi adalah 96,15%, sedangkan untuk lahan kosong adalah 46,43%. Rincian tabel untuk titik hasil validasi terdapat pada lampiran. Berikut merupakan tabel mengenai kesesuaian hasil validasi dengan *region of interest* (ROI) pada hasil klasifikasi pada **Tabel 9** sebagai berikut.

Tabel 9 Kesesuaian hasil validasi terhadap hasil klasifikasi

Keterangan	Sesuai	Tidak Sesuai	Kesesuaian (%)
Kawasan terbangun (52 sampel)	50	2	96,15%
Lahan Kosong (56 sampel)	26	30	46,43%

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir mengenai pemanfaatan algoritma *enhanced built up and bareness index* (EBBI) untuk pemetaan

kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang secara Multi Temporal dari tahun 2013, 2015, dan 2017 diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pengolahan EBBI tahun 2017 untuk pemetaan kawasan terbangun sesuai dengan hasil validasi, hal ini dikarenakan tingkat kesesuaian antara ROI yang ditentukan dengan validasi adalah 96,15%. Terdapat 50 sampel yang sesuai dan 2 sampel tidak sesuai dari 52 sampel. Sedangkan tingkat kesesuaian lahan kosong antara ROI dan hasil validasi yang dilakukan adalah 46,43%. Terdapat 26 sampel yang sesuai dan 30 sampel yang tidak sesuai. Maka dapat disimpulkan hasil validasi terhadap hasil pengolahan data sesuai untuk kawasan terbangun dan kurang sesuai untuk lahan kosong. Hal ini terjadi karena banyaknya lahan kosong yang dialih fungsikan menjadi pabrik pabrik. Faktor lain adalah kesalahan pantulan spektral saat perekaman.
2. Dari hasil pengolahan EBBI tahun 2013, 2015, dan 2017, Kota Semarang mengalami perubahan luas kawasan terbangun dan lahan kosong. Pada kawasan terbangun tahun 2013 luasnya adalah 65.625.300 m². Luas kawasan terbangun mengalami penurunan pada tahun 2015 yaitu sebesar 7.767.900 m² menjadi 57.857.400 m². Dari tahun 2015 ke tahun 2017, luas kawasan terbangun mengalami peningkatan sebesar 9.333.900 m² menjadi 67.191.300 m². Untuk lahan kosong, luasnya mengalami penurunan dari tahun 2013 ke 2015 sebesar 196.000 dari 1.664.800m² menjadi 1.468.800 m². Sedangkan dari tahun 2015 ke tahun 2017 luas lahan kosong mengalami peningkatan sebesar 56.700 dari 1.468.800 m² menjadi 1.525.500 m²
3. Algoritma *enhanced built up and bareness index* (EBBI) dapat diterapkan untuk pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang. Hal ini terbukti dengan presentase kesesuaian antara hasil validasi lapangan dengan hasil pengolahan citra. Selain itu perubahan luas dari lahan terbangun dan lahan kosong pada tahun 2013, 2015, dan 2017 cukup sesuai dengan adanya kenaikan dan penurunan yang berbeda dari setiap tahun sesuai pada kesimpulan poin 2. Algoritma EBBI dapat dilakukan dengan pengolahan beberapa tahap yaitu, tahap persiapan, pra-pengolahan dan tahap pengolahan.

IV.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya.

1. Jika ingin melakukan pemetaan lahan kosong dan kawasan terbangun secara bersamaan,

dapat menggunakan algoritma EBBI namun hasil yang diperoleh kurang maksimal untuk keduanya, karena untuk pemetaan kawasan terbangun, terdapat algoritma yang lebih baik yaitu IBI, dan untuk pemetaan lahan kosong terdapat algoritma yang lebih baik yaitu NDBal.

2. Jika ingin mendapatkan hasil maksimal untuk pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong, algoritma EBBI dapat dikombinasikan dengan algoritma lain seperti NBLI, NDBal, dan IBI.
3. Sebaiknya gunakan tambahkan data citra resolusi tinggi atau data tutupan lahan untuk mengecek tingkat kebenaran dari pengolahan citra.

Daftar Pustaka

- <http://www.gurupendidikan.co.id/10-pengertian-penginderaan-jauh-menurut-para-ahli/>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2018
- https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Semarang /. Diakses pada tanggal 20 Maret 2018
- As-Syakur, A.R. dkk. 2012. *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area*. Jurnal. (ISSN 2072-4292)
- Handayani, M.N. dkk. 2017. Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu Dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat. Skripsi. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
- Nahib I. 2016. Prediksi Spasial Dinamika Areal Terbangun Kota Semarang Dengan Menggunakan Model Regresi Logistik. Jurnal. Pusat Penelitian, Promosi dan Kerjasama Badan Informasi
- Nazir, M. (2003). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Sekertekin, A., Abdikan, S., & Marangoz, A. M. (2018). The acquisition of impervious surface area from LANDSAT 8 satellite sensor data using urban indices: a comparative analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*
- Sudarsono, N. W. (2015). *Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma NDVIM EVI, SAVI, DAN LSWI Pada Citra Landsat 8*. Universitas Diponegoro.