



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

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

**TUGAS AKHIR**

**DITHO TANJUNG PRAKOSO**

**21110114190071**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2018**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

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

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)**

**DITHO TANJUNG PRAKOSO**

**21110114190071**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI  
SEMARANG**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip  
maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : DITHO TANJUNG P.**

**NIM : 21110114190071**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 12 September 2018**

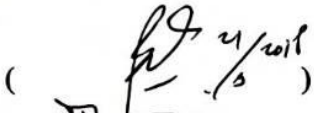




## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : DITHO TANJUNG PRAKOSO  
NIM : 21110114190071  
Departemen : TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

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

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Bandi Sasmito, ST., MT	(  )
Pembimbing 2	: Ir. Hani'ah, M.Si	(  )
Penguji 1	: Bandi Sasmito, ST., MT	(  )
Penguji 2	: Ir. Hani'ah, M.Si	(  )
Penguji 3	: Andri Suprayogi, ST., MT	(  )

Semarang, 12 September 2018

Departemen Teknik Geodesi

Ketua



Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT

NIP. 197904232006041001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Minta tolonglah (kepada Allah) dengan sabar dan sholat. Sesungguhnya yang demikian itu  
sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu

(QS Al Baqoroh: 45)

Semuanya berjalan baik meskipun segala sesuatu tampaknya salah sama sekali jika anda  
jujur terhadap anda sendiri. Sebaliknya, semuanya tidak baik bagi anda walaupun segala  
sesuatu kelihatan benar, jika anda tidak jujur terhadap anda sendiri

(Mahatma Gandhi)

Untuk mendapatkan apa yang diinginkan, kau harus bersabar dengan apa yang Kau benci

(Imam Ghazali)

Jangan memikirkan masa lalu, jangan memimpikan masa depan, konsentrasikan pikiran  
pada saat sekarang

(Sidharta Gautama)

Saya belajar banyak dari orang-orang di sekitar saya, sejak kecil hingga sekarang. Banyak pelajaran yang saya peroleh baik nilai-nilai kehidupan, pengetahuan baru, wawasan, dan nilai-nilai lain yang tidak akan saya dapatkan jika tidak bertemu mereka. Saya bersyukur dilahirkan ke dunia ini, saya bersyukur bertemu dengan orang-orang yang pernah saya temui baik mereka membenci maupun menyayangi saya. Karena secara sadar maupun tidak sadar akan selalu ada hikmah dibalik apa yang saya alami baik yang kita sadari maupun yang tidak kita sadari. Untuk itu, saya ucapkan :

Terimakasih kepada Allah atas rahmat dan karunianya yang diberikan kepadaku, kedua orang tuaku, saudara, teman, dan orang-orang disekitarku sehingga saya dapat lebih memaknai hidup dan mengerti akan arti dari hidup ini. Saya bukan orang yang sempurna, saya masih harus terus belajar agar menjadi lebih baik kedepannya, bukan hanya untuk duniawi namun untuk akhirat. Semoga orang-orang disekitar saya selalu diberikan ketenangan hati dan keikhlasan dalam menjalani hidup.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT, selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Moehammad Awaluddin, ST., MT, selaku dosen wali saya yang telah memberikan perwalian, saran, dan nasehat selama masa perkuliahan.
3. Bapak Bandi Sasmito, ST., MT, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Hani'ah, M.Si, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Andri Suprayogi, ST., MT. selaku penguji yang telah menguji tugas akhir ini dan memberikan saran kepada tugas akhir ini.
6. Seluruh Staff Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, yang selalu membantu penulis dalam pengurusan administrasi, surat menyurat, KRS dan lain sebagainya.
7. Kedua orang tua saya, yang sudah mendidik dan merawat saya sejak kecil dengan penuh kasih sayang.
8. Laras, yang selalu mendukung, memberikan saran, dan mendengarkan keluh kesah penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teman Teman ngopi dan menjelajah untuk *refreshing* ketika suntuk, Irul, Dapong, Alfian, Reza Al.
10. Teman Teman yang telah membantu dalam proses validasi, Irul, Alfian, Dapong, Reza Al, Juwita, Ika, David, Nana, Fari, dan Dony.
11. Teman Teman kelas B yang menjadi kelas penulis ketika menempuh kuliah dari awal hingga akhir yang selalu memberikan kebahagiaan dan cerita baru bagi penulis.

12. Yudit, selaku komting geodesi angkatan 2014 yang telah mempersatukan dan membawa keluarga geodesi angkatan 2014 menjadi keluarga yang solid, kuat, dan saling peduli.
13. Teman teman Geodesi Angkatan 2014 yang menjadi teman seperjuangan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
14. Teman teman Mentoring Geodesi 2014 yang yang selalu mendukung dan menjadi tempat bertukar pikiran.
15. Kontrakan Rifki, Fari, Naufal, Heru, Ryan dan Rahmat yang menjadi tempat penulis singgah ketika jeda kuliah maupun ketika hendak mengerjakan tugas.
16. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 12 September 2018

Penyusun

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DITHO TANJUNG PRAKOSO

NIM : 21110114190071

Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI

Fakultas : TEKNIK

Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti/Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

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

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Semarang, 12 September 2018

Yang menyatakan



(Ditho Tanjung Prakoso)

## 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 in doing development in Semarang City.*

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

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I   Pendahuluan .....	1
I.1   Latar Belakang .....	1
I.2   Rumusan Masalah .....	3
I.3   Tujuan Penelitian .....	3
I.4   Batasan Masalah .....	4
I.5   Metode Penelitian .....	4
I.6   Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	6
BAB II   Tinjauan Pustaka .....	7
II.1   Tinjauan Penelitian Sebelumnya.....	7
II.2   Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	13
II.3   Kajian Geografis Lokasi Penelitian .....	14
II.4   Kota.....	15
II.5   Tutupan Lahan .....	15
II.6   Kawasan Terbangun.....	16
II.7   Lahan Kosong .....	17
II.8   Penginderaan Jauh.....	17
II.9   Citra Digital.....	19
II.10   Satelit Landsat.....	21
II.11   Koreksi Radiometrik .....	23
II.12   Koreksi Atmosferik.....	24
II.13   Validasi Lapangan .....	25

II.14	<i>Enhanced Built Up And Bareness Index (EBBI)</i> .....	26
II.15	<i>Software ENVI</i> .....	27
BAB III	Metodologi Penelitian .....	29
III1	Peralatan dan Bahan Penelitian.....	29
III2	Diagram Alir Penelitian .....	30
III3	Tahapan Pra Pengolahan .....	31
III.3.1	Koreksi Atmosferik .....	31
III.3.2	<i>Layer Stacking</i> .....	39
III.3.3	Koreksi radiometrik.....	40
III.3.4	<i>Cropping Citra</i> .....	44
III4	Tahapan Pengolahan .....	46
III.4.1	Pengolahan Algoritma EBBI.....	46
III.4.2	Klasifikasi Hasil Pengolahan EBBI .....	47
III.4.3	Proses <i>Layouting</i> .....	48
III.4.4	Validasi Data .....	52
BAB IV	Hasil Dan Pembahasan.....	54
IV.1	Hasil Koreksi Atmosferik .....	54
IV.1.1	Citra Landsat 8 Tahun 2017 .....	54
IV.1.2	Citra Landsat 8 Tahun 2015 .....	55
IV.1.3	Citra Landsat 8 Tahun 2013 .....	56
IV.2	Hasil Koreksi Radiometrik.....	57
IV.3	Analisis Hasil Pengolahan Algoritma EBBI.....	65
IV.3.1	Hasil Pengolahan EBBI Tahun 2017 .....	65
IV.3.2	Hasil Pengolahan EBBI Tahun 2015 .....	67
IV.3.3	Hasil Pengolahan EBBI Tahun 2013 .....	68
IV.4	Analisis Kawasan terbangun dan Lahan Kosong.....	69
IV.4.1	Kawasan terbangun Dan Lahan Kosong Tahun 2017.....	70
IV.4.2	Kawasan terbangun Dan Lahan Kosong Tahun 2015.....	71
IV.4.3	Kawasan terbangun Dan Lahan Kosong Tahun 2013.....	72
IV.4.4	Perubahan Kawasan terbangun dan Lahan Kosong di Kota Semarang ..	73
IV.5	Hasil Validasi .....	77
BAB V	Kesimpulan Dan Saran.....	78

V.1 Kesimpulan .....	78
V.2 Saran .....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN - LAMPIRAN .....	83

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar I-1</b> Tahapan Penelitian .....	6
<b>Gambar II-1</b> Peta Perubahan Kawasan terbangun .....	9
<b>Gambar II-2</b> Peta Kota Semarang.....	14
<b>Gambar II-3</b> Konsep Penginderaan Jauh .....	19
<b>Gambar III-1</b> Diagram alir penelitian.....	31
<b>Gambar III-2</b> Tampilan awal <i>website 6sv</i> .....	32
<b>Gambar III-3</b> Tampilan <i>create id</i> pada <i>run 6sv</i> .....	32
<b>Gambar III-4</b> <i>Geometrical condition</i> .....	33
<b>Gambar III-5</b> Kolom <i>geometrical condition</i> .....	33
<b>Gambar III-6</b> Perhitungan jarak .....	34
<b>Gambar III-7</b> Tampilan <i>atmospherical model</i> .....	34
<b>Gambar III-8</b> <i>Atmospheric condition</i> .....	35
<b>Gambar III-9</b> Mengecek visibilitas citra .....	35
<b>Gambar III-10</b> Tampilan <i>target and sensor altitude</i> .....	36
<b>Gambar III-11</b> Tampilan kolom <i>spectral condition</i> .....	36
<b>Gambar III-12</b> Tampilan input <i>band</i> pada <i>spectral condition</i> .....	37
<b>Gambar III-13</b> Tampilan <i>ground reflectance</i> .....	37
<b>Gambar III-14</b> Menu input <i>ground reflectance</i> .....	38
<b>Gambar III-15</b> Kolom pada menu <i>signal</i> .....	38
<b>Gambar III-16</b> Tampilan hasil koreksi .....	39
<b>Gambar III-17</b> Pilihan <i>band</i> yang akan digunakan .....	39
<b>Gambar III-18</b> Tampilan edit <i>band names</i> .....	40
<b>Gambar III-19</b> Pengaturan <i>layer syacking</i> .....	40
<b>Gambar III-20</b> Tampilan <i>band math</i> .....	41
<b>Gambar III-21</b> Pilihan variabel.....	41
<b>Gambar III-22</b> Citra hasil koreksi radiometrik <i>top of atmosphere</i> .....	42
<b>Gambar III-23</b> Rumus dn to radian .....	42
<b>Gambar III-24</b> Rumus radian ToA ke BoA.....	43
<b>Gambar III-25</b> Rumus radian BoA ke reflektan BoA .....	43
<b>Gambar III-26</b> Citra reflektan BoA .....	44

<b>Gambar III-27</b> Tampilan <i>load</i> citra .....	44
<b>Gambar III-28</b> Tampilan pengaturan EVF .....	45
<b>Gambar III-29</b> Pengaturan <i>subset data via roi</i> .....	46
<b>Gambar III-30</b> Tampilan hasil pemotongan citra.....	46
<b>Gambar III-31</b> Hasil pengolahan EBBI.....	47
<b>Gambar III-32</b> Kolom pengisian .....	48
<b>Gambar III-33</b> Tampilan Klasifikasi .....	48
<b>Gambar III-34</b> Direktori penyimpanan <i>classification from roi</i> .....	49
<b>Gambar III-35</b> Tampilan <i>raster to vector</i> .....	49
<b>Gambar III-36</b> Tampilan <i>vector list</i> .....	50
<b>Gambar III-37</b> Tampilan <i>shapefile</i> pada <i>software</i> ArcGis .....	50
<b>Gambar III-38</b> Tampilan <i>page and print setup</i> .....	51
<b>Gambar III-39</b> Tampilan <i>layout view</i> dan menu <i>insert</i> .....	51
<b>Gambar III-40</b> Hasil proses <i>layouting</i> peta .....	52
<b>Gambar III-41</b> Sebaran titik validasi .....	52
<b>Gambar III-42</b> Contoh tabel validasi lapangan .....	53
<b>Gambar IV-1</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 5 tahun 2017 .....	54
<b>Gambar IV-2</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 6 tahun 2017 .....	54
<b>Gambar IV-3</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 5 tahun 2015 .....	55
<b>Gambar IV-4</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 6 tahun 2015 .....	55
<b>Gambar IV-5</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 5 tahun 2013 .....	56
<b>Gambar IV-6</b> Koreksi atmosferik <i>band</i> 6 tahun 2013 .....	56
<b>Gambar IV-7</b> <i>Band</i> 5 landsat 8 tahun 2017 sebelum dan sesudah koreksi.....	57
<b>Gambar IV-8</b> <i>Band</i> 6 landsat 8 tahun 2017 sebelum dan sesudah koreksi.....	58
<b>Gambar IV-9</b> <i>Band</i> 5 landsat 8 tahun 2015 sebelum dan sesudah koreksi.....	58
<b>Gambar IV-10</b> <i>Band</i> 6 landsat 8 tahun 2015 sebelum dan sesudah koreksi.....	59
<b>Gambar IV-11</b> <i>Band</i> 5 landsat 8 tahun 2013 sebelum dan sesudah koreksi.....	59
<b>Gambar IV-12</b> <i>Band</i> 6 landsat 8 tahun 2013 sebelum dan sesudah dikoreksi.....	60
<b>Gambar IV-13</b> Statistik <i>band</i> 5 tahun 2017 sebelum dan sesudah koreksi .....	61
<b>Gambar IV-14</b> Statistik <i>band</i> 6 tahun 2017 sebelum dan sesudah koreksi .....	61
<b>Gambar IV-15</b> Statistik <i>band</i> 5 tahun 2015 sebelum dan sesudah koreksi .....	62
<b>Gambar IV-16</b> Statistik <i>band</i> 6 tahun 2015 sebelum dan sesudah koreksi .....	63

<b>Gambar IV-17</b> Statistik <i>band</i> 5 tahun 2013 sebelum dan sesudah koreksi .....	64
<b>Gambar IV-18</b> Statistik <i>band</i> 6 tahun 2013 sebelum dan sesudah koreksi .....	65
<b>Gambar IV-19</b> Hasil pengolahan EBBI tahun 2017 .....	66
<b>Gambar IV-20</b> Statistik EBBI tahun 2017 .....	66
<b>Gambar IV-21</b> Hasil pengolahan EBBI tahun 2015 .....	67
<b>Gambar IV-22</b> Statistik EBBI tahun 2015 .....	67
<b>Gambar IV-23</b> Hasil pengolahan EBBI tahun 2013 .....	68
<b>Gambar IV-24</b> Statistik EBBI tahun 2013 .....	68
<b>Gambar IV-25</b> Luas Kota Semarang Berdasarkan Batas Administrasi.....	69
<b>Gambar IV-26</b> Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2017 .....	70
<b>Gambar IV-27</b> Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2015 .....	71
<b>Gambar IV-28</b> Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2013 .....	72

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel I-1</b> Perubahan Tutupan Lahan tahun 2002, 2006, dan 2012.....	2
<b>Tabel II-1</b> Penelitian Terdahulu.....	7
<b>Tabel II-2</b> Luas Penggunaan Lahan Kota Semarang.....	14
<b>Tabel II-3</b> Spesifikasi Landsat 7.....	23
<b>Tabel II-4</b> Spesifikasi Landsat 8.....	23
<b>Tabel III-1</b> Data Penelitian.....	29
<b>Tabel IV-1</b> Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2017 .....	70
<b>Tabel IV-2</b> Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2015 .....	71
<b>Tabel IV-3</b> Luas kawasan terbangun dan lahan kosong tahun 2013 .....	73
<b>Tabel IV-4</b> Perubahan total luas kawasan terbangun dan lahan kosong .....	74
<b>Tabel IV-5</b> Perubahan lahan kosong tahun 2013, 2015, dan 2017.....	74
<b>Tabel IV-6</b> Perubahan kawasan terbangun tahun 2013, 2015, dan 2017 .....	76
<b>Tabel IV-7</b> Kesesuaian hasil validasi terhadap hasil klasifikasi.....	77

# BAB 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.

Kota itu sendiri menurut UU no 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 dimana kegiatan perdagangan, industri, dan hiburan. Dampak yang dihasilkan seperti yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah, merupakan kota terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung. Dengan jumlah penduduk di kota Semarang yang mencapai 2 juta jiwa membuat Kota Semarang merupakan kota dengan tingkat populasi tinggi. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal menjadi besar. Selain itu faktor lain yang menyebabkan meningkatnya populasi penduduk di Kota Semarang adalah dengan adanya urbanisasi. Karena Kota Semarang merupakan kota yang strategis di Jawa Tengah seperti halnya Bandung di Jawa Barat, maka banyak masyarakat

dari di sekitar Kota Semarang seperti Kabupaten Semarang, Kabupaten Demak, Kabupaten Grobogan melakukan urbanisasi ke Kota Semarang. Dengan adanya Urbanisasi maka tutupan lahan yang ada di Kota Semarang akan beralih fungsi menjadi kawasan terbangun.

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 I-1** Perubahan Tutupan Lahan tahun 2002, 2006, dan 2012

No	Penggunaan Lahan	2002		2006		2012	
		Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Areal Terbangun	11.695,11	30,47	12.693,77	33,07	13.654,94	35,57
2	Hutan	90,65	0,24	128,35	0,33	142,02	0,37
3	Pertanian	17.074,11	44,48	15.983,31	41,64	15.394,04	40,10
4	Ruang Terbuka Hijau	149,54	0,39	156,18	0,41	166,69	0,43
5	Tambak	2.532,17	6,60	2.460,58	6,41	2.166,97	5,65
6	Tanah Kosong	6.266,16	16,32	6.393,70	16,66	6.264,11	16,32
7	Tubuh Air	577,92	1,51	569,77	1,48	596,89	1,55
Jumlah		38.385,66	100,00	38.385,66	100,00	38.385,66	100,00

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 penelelitian 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 *band* 5, 6 dan 10 (NIR, SWIR, TIR) pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Data Citra yang digunakan adalah citra tahun 2013 bulan September, tahun 2015 bulan Juni, dan tahun 2017 bulan September. 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 penelitian (Sekertekin, Abdikan, & Marangoz, 2018) yaitu untuk Kawasan terbangun adalah 0.000000001 – 0.00464, sedangkan untuk lahan kosong adalah >0.004640001. Hasil dari penelitian ini adalah peta kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang.

## **I.2 Rumusan Masalah**

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 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kesesuaian hasil pengolahan EBBI dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2017 terhadap hasil validasi di lapangan

2. Mengetahui perubahan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang pada tahun 2013, 2015, 2017
3. Mengetahui penerapan penginderaan jauh menggunakan algoritma EBBI dalam pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang

#### **I.4 Batasan Masalah**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. 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.
2. Penelitian tugas akhir ini menggunakan algoritma *enhanced built up and bareness index* (EBBI) dalam pengolahan data.
3. Proses klasifikasi citra menggunakan *threshold* dengan memodifikasi rentang yang telah ditetapkan oleh ((As-syakur dkk., 2012) dan (Sekertekin dkk., 2018) yaitu 0.000000001 – 0.00464 merupakan kawasan terbangun, dan  $> 0.00464$  merupakan lahan kosong.
4. 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.
5. 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  $m^2$ .

#### **I.5 Metode Penelitian**

Berikut penjelasan secara singkat mengenai metode penelitian mulai dari persiapan hingga menghasilkan *output* berupa peta yang digunakan untuk analisis dalam penelitian:

- a. Tahap Persiapan

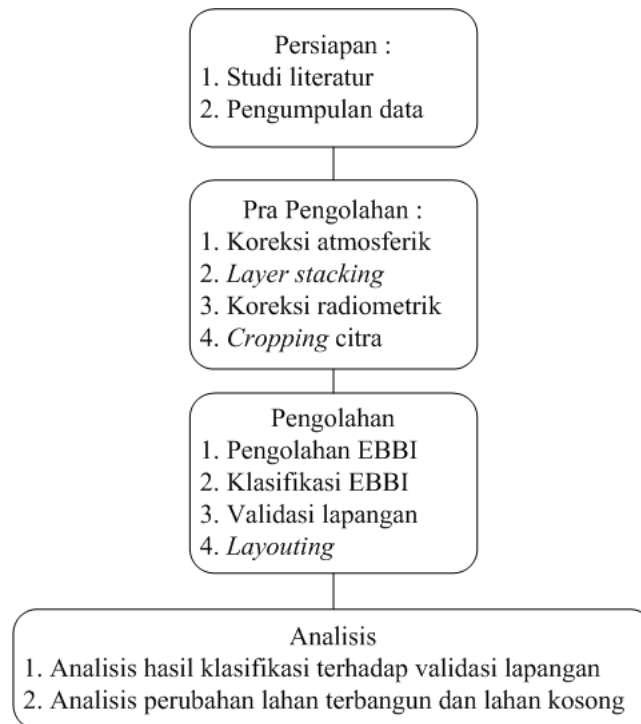
Persiapan perlu dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Persiapan ini meliputi dua pekerjaan, yaitu studi literatur dan pengumpulan data.

1. Kegiatan studi literatur dilakukan untuk mendapatkan tema tugas akhir serta pendalaman materi, menambah wawasan dan juga informasi mengenai tema dan ruang lingkup tugas akhir. Literatur yang didapatkan berasal dari jurnal, pustaka dan internet. Hal ini ditunjukkan agar penulis dapat memahami konsep dari penelitian yang dilakukan.
  2. Pada tahap pengumpulan data, dilakukan proses pengunduhan citra satelit Landsat 8 dari website resmi NASA, data batas administrasi kota semarang dalam format shp dari BAPPEDA Kota Semarang dan data pendukung lainnya seperti data hasil koreksi atmosferik pada *website* 6SV.ltdri.org
- b. Tahap Pra Pengolahan
1. Koreksi Atmosferik, dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada data penginderaan jauh yang direkam oleh sensor.
  2. *Layer Stacking*, dilakukan untuk menyesuaikan sistem referensi koordinat pada citra sehingga sistem referensi yang digunakan sesuai dengan daerah yang akan dilakukan penelitian
  3. Koreksi Radiometrik, dilakukan untuk menghilangkan pengaruh gangguan atmosfer dan memperbaiki kualitas visual citra terhadap nilai piksel citra yang akan diolah. Koreksi radiometrik yang dilakukan adalah menggunakan metadata dari citra dengan kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer *Bottom of Atmosphere* (BoA).
  4. *Cropping* citra, dilakukan untuk meminimalisir area yang di proses agar sesuai daerah kajian.
- c. Tahap Pengolahan
1. Menggunakan *band visible* 5, 6, dan 10 untuk pengolahan kawasan terbangun dan lahan kosong dengan metode EBBI
  2. Klasifikasi kawasan terbangun dan lahan kosong berdasarkan rentang nilai index dari penelitian terdahulu yaitu rentang 0,000000001-0,00464 untuk kawasan terbangun dan >0,00464 untuk lahan kosong.

3. Melakukan validasi lapangan menggunakan *point of interest* (POI) dari hasil klasifikasi EBBI tahun 2017.
  4. Proses *layouting* peta kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2013, 2015, 2017.
- d. Tahap Analisis
- a. Analisis hasil pengolahan EBBI terhadap validasi lapangan
  - b. Analisis perubahan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang tahun 2013, 2015, 2017.

*Output* dari penelitian ini berupa peta klasifikasi persebaran dan perubahan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang selama 3 tahun yaitu tahun 2013, 2015, dan 2017.

Berikut diagram alir garis besar tahapan penelitian ini:



**Gambar I-1** Tahapan Penelitian

## I.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Untuk dapat memberikan gambaran yang jelas dan terarah, serta lebih memudahkan dalam menangkap keseluruhan laporan tugas akhir ini maka dipergunakan sistematika laporan sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan laporan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai tinjauan pustaka penelitian terdahulu dan dasar teori deskripsi wilayah penelitian (Kota Semarang), penginderaan jauh, satelit landsat, citra digital, koreksi radiometrik, tutupan lahan, kawasan terbangun, lahan kosong, validasi lapangan serta index dan *Enhanced Built Up And Bareness Index* (EBBI). Selain itu juga dijelaskan mengenai *software* ENVI.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai proses pelaksanaan penelitian tugas akhir. Dan alat dan bahan praktikum, metode yang digunakan, diagram alir dan pelaksanaan praktikum.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian tugas akhir.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran selama proses penelitian tugas akhir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Kajian penelitian terdahulu adalah beberapa penelitian tentang pemetaan kawasan terbangun baik kawasan terbangun maupun lahan kosong yang digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut :

**Tabel II-1** Penelitian Terdahulu

No	Judul	Pengarang dan Tahun	Metode
1	<i>Urban Built-up Area Extraction and Change Detection of Adama Municipal Area using Time-Series Landsat Images</i>	Sinha P etc, 2016	Mengklasifikasikan kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma gabungan dari <i>Normalised Difference Built-Up Index</i> (NDBI) dan <i>Urban Index</i> (UI) menjadi <i>New Built-Up Index</i> (NBUI)
2	<i>Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area</i>	As-syakur Abd.Rahman dkk, 2012	Menggunakan algoritma Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kawasan perkotaan. Selain itu membandingkan algoritma EBBI dengan algoritma lain dalam akurasi pemetaan lahan kosong dan kawasan terbangun
3.	Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu Dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus : Kota Surakarta)	Handayani M dkk, 2017	Mengklasifikasikan Kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma <i>Normalized Difference Built-Up Index</i> (NDBI) metode klasifikasi tak terbimbing ( <i>unklasifikasi berdasarkan rentang nilai index dari penelitian terdahulu classification</i> ).
4.	<i>Spatio temporal analysis trend of land use and land cover change against tempera ture based on remote sensing data in Malang City</i>	Purwanto, Utomo D.H. dan Kurniawan B.R, 2015	Menggunakan citra landsat 8 tahun 2013 untuk mengklasifikasikan tutupan lahan dan perubahan tutupan lahan dengan algoritma NDBI
5.	Perkembangan Urban Sprawl Kota Semarang pada Wilayah Kabupaten Demak Tahun 2001-2012	Mujiandari R, 2014	Menghitung kawasan terbangun dan perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun menggunakan metode Sistem Informasi Geografis dan

No	Judul	Pengarang dan Tahun	Metode
			dengan menggunakan parameter spasial (fisik)
6.	Pemolahan Citra Satelit Landsat Multi Temporal Dengan Metode BILKO Dan AGSO Untuk Mengetahui Dinamika Morfometri Waduk Gajah Mungkur	(Aprilianto, 2015)	Menganalisis dinamika morfometri waduk gajah mungkur secara multi temporal dengan menggunakan metode BILKO dan AGSO untuk mengetahui perubahan morfologi dari waduk gajah mungkur.
7.	Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma NDVI, EVI, SAVI Dan LSWI Pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kabupaten Kendal, Jawa Tengah	(Sudarsono, 2015)	Menganalisis fase tumbuh padi menggunakan algoritma NDVI, EVI, SAVI, dan LSWI. Kemudian membandingkan hasil algoritma tersebut dalam penentuan fase tumbuh padi.
8.	<i>The acquisition of impervious surface area from LANDSAT 8 satellite sensor data using urban indices: a comparative Analysis</i>	(Sekertekin A dkk, 2017)	Menganalisis algoritma yang cocok digunakan untuk penentuan kawasan terbangun menggunakan data citra landsat 8. Beberapa algoritma yang digunakan antara lain NDBI, UI, IBI, EBBI
9.	<i>Mapping Urban Bare Land Automatically from Landsat Imagery with a Simple Index</i>	(Li Hui dkk, 2017)	Penelitian ini bertujuan untuk menguji index NBLI dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong dengan membandingkan terhadap algoritma lain seperti NDBal, EBBI, dan SVM

**a. *Built-Up and Bare Land in an Urban Area Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping (As-syakur Abd.Rahman dkk, 2012).***

Penelitian ini dilakukan untuk pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Bali dan menguji tingkat akurasi dari penggunaan index EBBI untuk pemetaan lahan kosong dan kawasan terbangun. Index EBBI dibandingkan dengan index lain seperti NDBI, UI, NdBal dan NDVI untuk pemetaan lahan kosong dan kawasan terbangun. Setelah didapatkan hasil dari index tersebut, tahap selanjutnya adalah pengujian hasil index tersebut dan penyesuaian nilai dengan citra resolusi tinggi yaitu IKONOS.

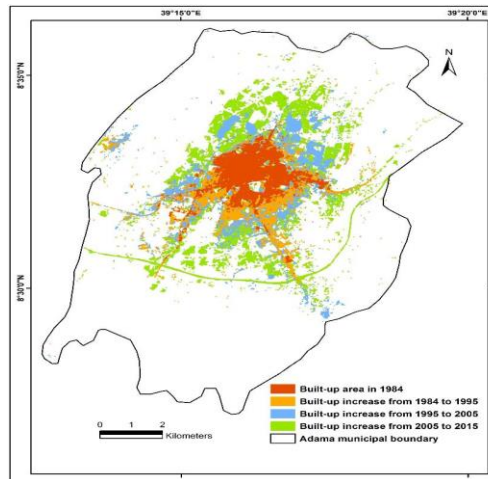
Abd. Rahman As-syakur menggunakan index Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kawasan perkotaan karena beliau ingin mendapatkan hasil akurat mengenai pemetaan kawasan

terbangun dan lahan kosong. Selama ini index lain mampu memetakan kawasan terbangun, namun kawasan terbangun yang dipetakan meliputi lahan kosong. Hal ini terjadi karena index lain seperti NDBI, UI tidak dapat membedakan kawasan terbangun dan lahan kosong.

Dari penelitian diatas, penulis menggunakan penelitian diatas sebagai dasar dalam penelitian yang dilakukan dengan menggunakan index Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang secara periodik yaitu tahun 2013, 2015, dan 2017.

**b. *Urban Built-up Area Extraction and Change Detection of Adama Municipal Area using Time-Series Landsat Images (Sinha P dkk, 2016).***

Penelitian ini mengklasifikasikan kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma gabungan dari *Normalised Difference Built-Up Index* (NDBI) dan *Urban Index* (UI) menjadi *New Built-Up Index* (NBUI). Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kawasan terbangun di wilayah Adama Municipal Area secara periodik. Hasil yang diperoleh dari index baru *New Built-Up Index* (NBUI) di uji akurasi dengan membandingkan dengan citra resolusi tinggi IKONOS. Hasil dari penelitian di atas adalah sebagai berikut :



**Gambar II-1** Peta Perubahan Kawasan terbangun

Penulis mempelajari mengenai analisis perubahan kawasan terbangun pada data citra secara temporal dari penelitian Sinha P dkk, 2016 agar dapat melakukan analisis kawasan terbangun dan lahan kosong dengan benar.

**c. Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu Dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus : Kota Surakarta) (Handayani M dkk, 2017)**

Mengklasifikasikan Kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI) metode klasifikasi tak terbimbing (*unklasifikasi berdasarkan rentang nilai index dari penelitian terdahulu*). Selain kawasan terbangun, penelitian ini menggunakan suhu permukaan untuk dilakukan pengukuran *Land Surface Temperature* (LST). Setelah melakukan pengukuran LST selanjutnya dilakukan pengkorelasian antara hasil pengukuran *Land Surface Temperature* dengan hasil pengklasifikasian hasil *Normalized Difference Built-Up Index*. Hasilnya berupa analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap kenaikan suhu di Kota Surakarta.

Dari penelitian di atas, penulis mempelajari mengenai pengklasifikasian kawasan terbangun yang dilakukan oleh Mutiah Nurul Handayani yaitu mengenai apa saja yang termasuk dalam pengklasifikasian kawasan terbangun pada penelitian tersebut. Selain itu penulis juga mempelajari mengenai hasil dari penggunaan NDBI dalam menentukan kawasan terbangun sehingga dapat menjadi dasar dalam penggunaan EBBI untuk memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong.

**d. *Spatio temporal analysis trend of land use and land cover change against temperature based on remote sensing data in Malang City* (Parwoto dkk, 2015)**

Penelitian yang dilakukan Parwoto tahun 2015 adalah melakukan analisis mengenai perubahan tutupan lahan secara periodik dan mengkorelasikan dengan perubahan suhu yang terjadi di Kota Malang. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui apakah perubahan tutupan lahan berdampak terhadap kenaikan suhu di Kota Malang. Data yang digunakan adalah citra landsat 8 tahun 2013 yang digunakan untuk mengklasifikasikan tutupan lahan dan perubahan tutupan lahan dengan algoritma NDBI.

Penulis mempelajari mengenai pengolahan citra landsat 8 sebelum dilakukan klasifikasi yaitu mengenai koreksi koreksi yang dilakukan seperti koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi yang dilakukan oleh penelitian ini menjadi dasar dalam proses koreksi yang dilakukan oleh penulis dengan melakukan beberapa pembaruan.

**e. Perkembangan Urban Sprawl Kota Semarang pada Wilayah Kabupaten Demak Tahun 2001-2012 (Mujiandari R, 2014)**

Pada penelitian ini Mujiandari R melakukan perhitungan kawasan terbangun dan perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun menggunakan metode Sistem Informasi Geografis dan dengan menggunakan parameter spasial (fisik). Penelitian ini menyajikan data mengenai perkembangan Kota Semarang dan tutupan lahan yang ada di Kota Semarang. Dapat dilihat mengenai perubahan tutupan lahan di Kota Semarang dalam kurun waktu tertentu. Selain itu perubahan tutupan lahan di Kota Semarang cenderung mengalami perubahan yang tinggi pada lahan vegetasi. Lahan Vegetasi di Kota Semarang dalam kurun waktu tertentu berubah menjadi kawasan terbangun. Hal ini yang menjadi dasar dalam penelitian yang dilakukan penulis dalam melakukan pemetaan kawasan terbangun dan lahan kosong di Kota Semarang.

**f. Pengolahan Citra Satelit Landsat Multi Temporal Dengan Metode BILKO Dan AGSO Untuk Mengetahui Dinamika Morfometri Waduk Gajah Mungkur**

Penelitian yang dilakukan oleh Denni Aprilianto bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui dinamika morfometri dari waduk gajah mungkur secara multi temporal. Data yang digunakan adalah data citra satelit landsat. Metode yang digunakan adalah penggunaan BILKO dan AGSO karena cocok untuk membedakan antara daratan dan air. Hasil yang diperoleh adalah perubahan dinamika morfometri dari waduk gajah mungkur.

Penulis mempelajari mengenai bagaimana melakukan analisis pada penelitian multi temporal. Selain itu penulis mempelajari mengenai pengolahan citra yang dilakukan mulai dari awal peroleh data, koreksi yang dilakukan, hingga klasifikasi yang dilakukan Denni Aprilianto. Terdapat saran dari penelitian Denni Aprilianto yang menjadi masukan dan pertimbangan bagi penulis dalam melakukan penelitian.

**g. Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma NDVI, EVI, SAVI Dan LSWI Pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kabupaten Kendal, Jawa Tengah**

Penelitian yang dilakukan Nur Wahidah Sudarsono menggunakan citra landsat 8. Citra landsat 8 digunakan dalam pengolahan algoritma NDVI, EVI, SAVI dan LSWI untuk menentukan fase tumbuh padi. Hasil yang diperoleh melalui tiap algoritma dibandingkan untuk menentukan metode yang terbaik dalam penentuan fase tumbuh padi. Selain itu, dilakukan analisis untuk mengamati fase tumbuh padi.

Dengan mempelajari penelitian yang dilakukan oleh Nur Wahidah Sudarsono, penulis mendapatkan pengetahuan mengenai karakteristik dari algoritma NDVI dalam penentuan lahan vegetasi. Selain itu penulis juga mempelajari mengenai pengolahan yang dilakukan karena menggunakan *software* yang serupa dalam melakukan pengolahan citra.

**h. *The acquisition of impervious surface area from LANDSAT 8 satellite sensor data using urban indices: a comparative***

Penelitian yang dilakukan oleh Alihsan Suketekin dkk adalah membandingkan beberapa algoritma yang digunakan dalam penelitian sebelumnya pada citra landsat 7 TM kedalam landsat 8 OLI/TIRS. Beberapa algoritma yang digunakan antara lain NDBI, UI, IBI, EBBI. Penulis menggunakan rentang dari penelitian Alihsan Sukertekin pada tahun 2018 yaitu 0.000000001 – 0.00464 untuk kawasan terbangun. Nilai ini diperoleh dari penggunaan metode otsu's 1979 dalam penentuan *thresholding*. Tujuan dari *thresholding* ini adalah untuk membagi pixel menjadi satu dari dua kategori yaitu terang dan gelap. Metode otsu's dipilih karena sudah digunakan pada penelitian Du et al. 2012, 2014; Estoque dan Murayama 2015; Li et al. 2013. Sedangkan untuk lahan kosong karena pada penelitian Alihsan Sukertekin diklasifikasikan menjadi kawasan terbangun maka penulis berasumsi menggunakan penelitian As-syakur, 2012 bahwa nilai digital number dari kawasan terbangun berhimpit dengan lahan kosong di atasnya, sehingga untuk klasifikasi lahan kosong adalah  $>0.00464$

**i. *Mapping Urban Bare Land Automatically from Landsat Imagery with a Simple Index***

Penelitian yang dilakukan (Li dkk., 2017) bertujuan untuk menguji index NBLI dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong dengan membandingkan terhadap algoritma lain seperti IBI, NDBI, NDBal, UI, EBBI, dan SVM. Li hui mengemukakan bahwa algoritma yang digunakan dalam memetakan kawasan terbangun tidak dapat membedakan antara lahan terbangun dan lahan kosong karena kawasan terbangun dan lahan kosong memiliki nilai spektral yang hamper sama. Tidak terdapat koreksi yang dilakukan pada penelitian ini karena peneliti menggunakan nilai DN (*digital number*) pada landsat 7 TM.

Hasil yang diperoleh adalah index NBLI lebih baik dalam memetakan lahan kosong jika dibandingkan dengan algoritma lain yang diujikan. Analisis diperoleh dengan mengklasifikasikan secara *unsupervised* dengan model *k-means* untuk

mendapatkan kawasan terbangun dari tiap algoritma secara otomatis. Penulis mempelajari mengenai algoritma EBBI yang lebih baik dalam memetakan lahan kosong jika dibandingkan dengan algoritma NDBal, IBI, NDBI, dan UI. Selain itu EBBI cukup baik dalam memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong secara bersamaan. Karena penelitian yang dilakukan penulis bertujuan untuk memetakan kawasan terbangun dan lahan kosong secara bersamaan maka literatur ini menjadi dasar dalam pemilihan algoritma EBBI.

Beberapa penelitian terdahulu menjadi acuan dalam melakukan penelitian yang akan dilakukan untuk memperkaya teori, sebagai referensi kerangka pemikiran dan bahan kajian untuk penelitian yang akan dilakukan. Dari beberapa penelitian tersebut, didapatkan kombinasi metode yang berbeda untuk mengkaji suatu hal yang sebelumnya sudah pernah dikaji oleh penelitian terdahulu yaitu pemetaan Kawasan terbangun dengan menggunakan *Index* NDBI dan UI. Untuk itu penulis sedikit mengembangkan algoritma tersebut menggunakan algoritma EBBI dalam pemetaan Kawasan terbangun (lahan kosong dan terbangun).

## **II.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Kota Semarang terletak di Jawa Tengah dengan luas kota mencapai 373.67 km<sup>2</sup>. Sejarah terbentuknya kota Semarang berawal abad ke-6 M, yaitu daerah pesisir yang bernama Pragota (sekarang menjadi Bergota) dan merupakan bagian dari kerajaan Mataram Kuno. Daerah tersebut pada masa itu merupakan pelabuhan dan di depannya terdapat gugusan pulau-pulau kecil. Akibat pengendapan, yang hingga sekarang masih terus berlangsung, gugusan tersebut sekarang menyatu membentuk daratan. Sekarang Kota Semarang merupakan Ibukota Provinsi Jawa Tengah sekaligus kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia sesudah Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung (Wikipedia, 2018).

Secara keseluruhan wilayah administrasi Kota Semarang terbagi kedalam 16 kecamatan dan 177 kelurahan. Pada 16 Kecamatan Semarang terdapat beberapa penggunaan lahan pada tiap tiap kecamatan yang berbeda. Pembagian penggunaan lahan dibagi menjadi sawah, tegalan/kebun, lading/huma, perkebunan, ditanami pohon, rumput, tambak, dan kawasan terbangun. Terdapat table penggunaan lahan di Kota Semarang tahun 2013 sampai tahun 2016 berdasarkan data BPS Kota Semarang sebagai berikut.

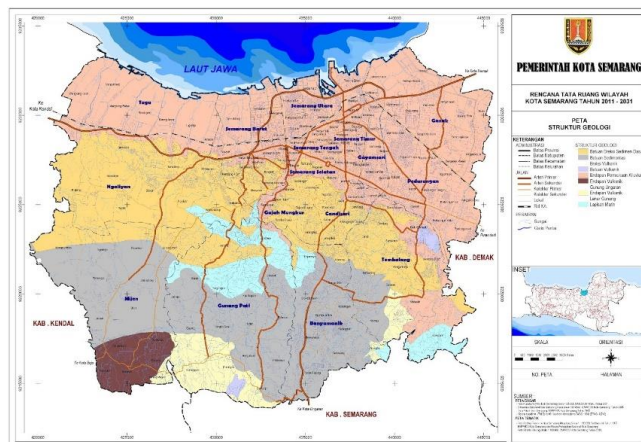
**Tabel II-2** Luas Penggunaan Lahan Kota Semarang

Penggunaan Lahan	Luas Penggunaan Lahan (Hektar)				
		2013	2014	2015	2016
Sawah	3826.97	3826.97	3789.63	3789.63	3701.3
Tegalan/ Kebun	7808.19	7808.19	7588.71	7588.71	7538.7
Ladang/ Huma	753.69	753.69	753.69	753.69	686.4
Perkebunan	880.5	880.5	880.5	880.5	814
Ditanami Pohon	1344.92	1344.92	1344.92	1344.92	1418.6
Padang Penggembalaan/ Rumput	552.11	552.11	481.64	481.64	481.6
Sementara Tidak Diusahakan	129.23	129.23	129.23	129.23	105.3
Tambak/ Kolam/ Empang, dll	2341.98	2341.98	4633.84	4633.84	-
Jalan/ Perkantoran/ Sungai, dll	17768.23	17768.23	17768.23	17768.23	-

### II.3 Kajian Geografis Lokasi Penelitian

Secara Geografis Kota Semarang terletak 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 sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara : Laut Jawa
- b. Sebelah Selatan : Kabupaten Semarang
- c. Sebelah Timur : Kabupaten Demak
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Kendal



**Gambar II-2** Peta Kota Semarang

## **II.4 Kota**

Kota adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi. Hal ini tertuang dalam UU No. 22 th. 1999 Tentang Otonomi Daerah. Keberadaan aktivitas yang dinamis dari suatu perkotaan dapat menarik perhatian masyarakat desa maupun pinggiran kota untuk memperbaiki kualitas hidup. Sehingga jumlah penduduk di suatu kota bertambah akibat adanya urbanisasi. Laju urbanisasi dan laju pertumbuhan yang tinggi mengakibatkan adanya desakan akan adanya kebutuhan ruang untuk aktivitas dan tempat tinggal.

Kota dari segi hukum dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan (Sandy dalam Nurul M 2017), yaitu: (1) kotamadya; (2) kotamadya administratif; (3) kota administratif dan (4) kota. Kotamadya adalah sebuah kota yang jelas batas hukum kewenangan pemerintah daerahnya. Kotamadya adalah tingkat II. Kotamadya administratif adalah sebuah kota yang tidak mempunyai Dewan Perwakilan Rakyat. Kota, seperti layaknya kabupaten, keberadaannya hanya ditandai oleh bagian-bagiannya yang sudah dibangun namun kewenangan hukum pemerintah daerahnya tidak terbatas pada daerah terbangun saja tetapi termasuk wilayah yang belum terbangun yang berada dalam batas-batas wilayah yang sudah ditetapkan.

Menurut Bintarto dalam Handayani M. (2017) mengartikan sebuah kota dari aspek geografisnya, yakni sebagai suatu bentang budaya akibat unsur alam dan non-alam dengan adanya gejala kepadatan penduduk yang tinggi dan corak kehidupan yang heterogen dan bersifat materialis. Tingkat kepadatan penduduk di setiap kota berbeda, hal ini sesuai perkembangan dan fungsi dari setiap kota. Dengan adanya perbedaan tingkat kepadatan penduduk maka jumlah penduduk akan mengalami kesenjangan. Di Indonesia sendiri kesenjangan penduduk sudah dialami di kota-kota besar seperti kesenjangan jumlah penduduk di Kota Semarang dan Kota Salatiga. Kesenjangan ini mengakibatkan beralihnya fungsi lahan vegetasi di Kota menjadi kawasan terbangun. Lambat laun kota akan mengalami kekurangan lahan vegetasi.

## **II.5 Tutupan Lahan**

Sebelum membahas mengenai tutupan lahan, pengertian lahan adalah Suatu daerah dipermukaan bumi dengan sifat-sifat tertentu yang meliputi biosfer, atmosfer,

tanah, lapisan geologi, hidrologi, populasi tanaman dan hewan serta hasil kegiatan manusia masa lalu dan sekarang, sampai pada tingkat tertentu dengan sifat-sifat tersebut mempunyai pengaruh yang berarti terhadap fungsi lahan oleh manusia pada masa sekarang dan masa yang akan datang. (FAO dalam Sitorus, 2004). Sementara tutupan lahan (*Land Cover*) adalah kenampakan visual dari benda serta objek alami maupun buatan yang ada di permukaan bumi. Sehingga secara umum tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik obyek-obyek yang menutupi lahan yang biasanya bersifat alami (Utomo A.W., 2017). Sedangkan penggunaan lahan berkaitan erat dengan jenis kegiatan yang dilakukan manusia pada suatu bidang lahan tertentu. Kegiatan manusia ini berkaitan dengan *input* terhadap jenis tutupan lahan tertentu untuk menghasilkan, mengubah, dan mempertahankan sesuatu (Putri dkk dalam Utomo A.W., 2017).

*Land cover* sendiri umumnya didapatkan dari hasil klasifikasi citra satelit dan hasil klasifikasi tersebut banyak digunakan sebagai dasar penelitian untuk analisis penggunaan lahan atau dinamika perubahan lahan di suatu area. Selain hal tersebut, hasil klasifikasi citra berupa *land cover* juga dapat dijadikan sebagai dasar pengamatan pertumbuhan dan pembangunan suatu area (Al Mukmin SA, 2016). Parameter yang digunakan dalam pengamatan pertumbuhan dan pembangunan suatu area diantaranya, Kawasan vegetasi, Kawasan kawasan terbangun, Kawasan lahan kosong, Kawasan padat penduduk. Selain itu dapat dilakukan pengamatan tingkat kepadatan penduduk dari hasil klasifikasi tutupan lahan.

## **II.6 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.7 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. Kawasan terbangun adalah bangunan, pemukiman, rumah sakit, perkantoran dan pemerintahan. Sedangkan untuk lahan kosong termasuk aspal, tempat parkir, dan bangunan non permanen seperti gazebo. Lahan kosong

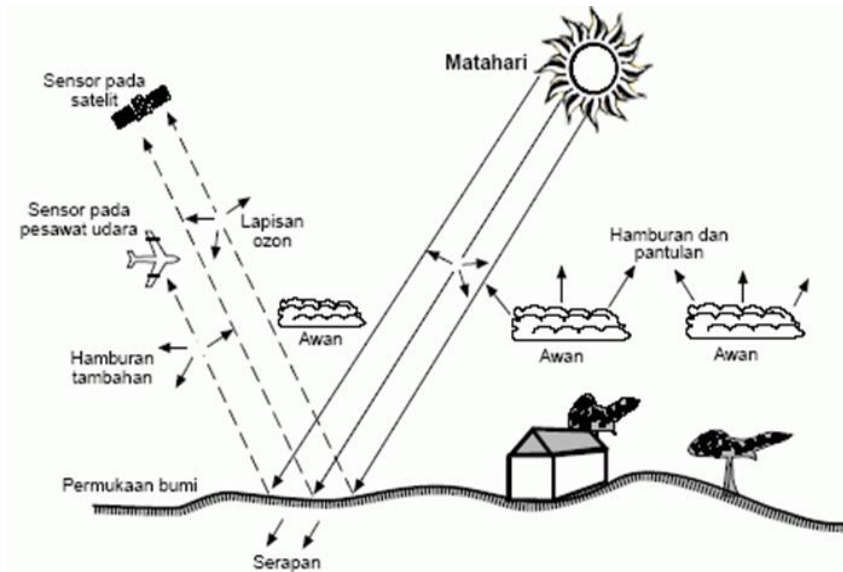
## **II.8 Penginderaan Jauh**

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. (Thoah, 2008, dalam Handayani M, 2017) mengatakan 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.

Menurut Sutanto (1994), penggunaan penginderaan jauh baik diukur dari jumlah bidang penggunaannya maupun dari frekuensi penggunaannya pada tiap bidang yang mengalami peningkatan pesat. Informasi tentang objek disampaikan kepada pengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi daya, distribusi gelombang bunyi atau distribusi energi elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imagery*), grafik, dan data numerik (Iswanto P.A, 2008).

Teknik penginderaan jauh (inderaja) sebenarnya sudah lama di gunakan, yaitu setelah di temukanya kamera. Percobaan pemotretan dari udara pernah di lakukan oleh seniman foto asal Prancis bernama Gaspard Felix Tournachon atau lebih di kenal dengan panggilan Felix Nadar (1858) memotret daerah Bievre, Prancis dari ketinggian 80 meter dengan bantuan balon udara, hasil pemotretan ternyata dapat di gunakan oleh ahli tata ruang kota untuk membuat peta penggunaan lahan dan peta morfologi daerah Bievre. Setelah eksperimen tersebut berhasil maka pemotretan dengan menggunakan wahana balon semakin berkembang, di Amerika foto udara pertama kali di buat oleh James Wallace Black tahun 1860, dengan sebuah balon dengan ketinggian 365 meter di atas kota Boston (Kusumowidagdo, Mulyadi dkk. 2008).

Teknologi inderaja dan pemanfaatanya terus berkembang dengan pesat. Jika dahulu sensor yang di gunakan hanya kamera maka sekarang sudah banyak jenis sensor lain seperti Scanner, Magnetometer dan Sonar. Dalm disiplin ilmu geografi dan ilmu-ilmu kebumihan yang lain, penggunaan teknik inderaja mejadi suatu kebutuhan. Hal ini karena citra inderaja dapat menyajikan gambaran permukaan bumi secara nyata sehingga semua objek dan fenomena yang ada di permukaan bumi terlihat dengan baik namun di batasi oleh ketajaman citra yang di gunakan. Keadaan ini sangat membantu sekali bagi seorang ahli geografi di dalam mempelajari objek kajian geografi seperti pola pemukiman, penggunaan lahan, hidrografi, geologi dan geomorfologi. Bahkan kajian tentang iklim di atas permukaan bumi (Kusumowidagdo, Mulyadi dkk. 2008). Dibawah ini adalah gambaran umum konsep dari penginderaan jauh (Sumber : murid.info)



**Gambar II-3** Konsep Penginderaan Jauh

Terdapat faktor faktor yang mempengaruhi jumlah tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi yaitu (Sudarsono N.H., 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 kaitanya 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 mempengaruhi adanya hambatan di atmosfer. Misalnya saat cuaca berawan jumlah tenaga yang diterima lebih sedikit dari pada saat cuaca cerah.

## II.9 Citra Digital

Citra digital merupakan gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan / diskrit nilai digital yang disebut pixel / picture elements. Dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sedangkan menurut Sutojo (2009) citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu citra yang

bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat *continue* seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, dan lain-lain. Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada citra tersebut (Putra, 2010:19).

Istilah pengolahan citra digital menyatakan “pemrosesan gambar berdimensi-dua melalui komputer digital” (Jain, 1989). Menurut Efford (2000), pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Sebelum melakukan pengolahan citra digital, perlu diketahui jenis jenis citra digital. Menurut Sutoyo (2009:21) jenis jenis citra digital yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

- a. **Citra Biner (Monokrom)**. Banyaknya dua warna, yaitu hitam dan putih. Dibutuhkan 1 bit di memori untuk menyimpan kedua warna ini.
- b. **Citra Grayscale (Skala Keabuan)**. Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Citra 2 bit mewakili 4 warna, citra 3 bit mewakili 8 warna, dan seterusnya. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, semakin halus gradasi warna yang terbentuk.
- c. **Citra Warna (True Color)**. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = Red Green Blue). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak  $255 \times 255 \times 255 = 16.777.215$  = 16 juta warna lebih. Itulah sebabnya format ini dinamakan *true color* karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar sehingga bisa dikatakan hampir mencakup semua warna di alam.

Selain jenis jenis citra digital, terdapat resolusi dari suatu citra digital. Dalam pengolahan citra digital sebaiknya mengetahui mengenai resolusi citra digital. Menurut (Prahasta, 2008) resolusi pada citra dibagi menjadi

- a. **Resolusi spasial**. Resolusi ini merujuk pada ukuran objek terkecil yang terdapat di permukaan bumi yang dapat dikenali (dibedakan). Sementara pada citra digital resolusi ini dibatasi oleh ukuran piksel. Dengan demikian ukuran objek terkecil di permukaan bumi yang dapat dibedakan tidak bisa berukuran lebih

kecil dari ukuran pikselnya. Muncullah istilah resolusi tinggi dan resolusi rendah. Pada istilah yang pertama, ukuran pikselnya relatif kecil hingga dapat menggambarkan bagian permukaan bumi secara detil dan halus, sementara pada yang kedua ukuran pikselnya relative besar hingga hasil penggambaranya agak kasar.

- b. **Resolusi radiometrik.** Resolusi ini merujuk pada perubahan (tingkat) intensitas terkecil yang bias dideteksi oleh sistem sensor satelit yang bersangkutan. Pada citra digital, resolusi ini dibatasi pada jumlah (tingkat) kuantisasi diskrit yang digunakan untuk mendigitasi nilai intensitas sebenarnya yang bersifat kontinyu. Dengan kata lain, secara praktis, resolusi radiometrik pada citra digital diwakili oleh tiap data yang digunakan untuk merepresentasikan nilai nilai intensitas yang bersangkutan: 8 bit (*1-byte*), 16 bit (*2-byte*), dan lain sejenisnya
- c. **Resolusi temporal.** Resolusi ini merujuk pada system satelit *remote sensing* saat melakukan pengambilan gambar (*image*) bagian permukaan bumi yang sama secara berurutan (periode waktu pengambilan gambar). Sebagai contoh, resolusi temporal satelit Landsat 4 atau 5 adalah 16 hari – satelit ini dapat mengambil gambar yang sama setiap 16 hari. Sementara satelit Landsat 1,2, atau 3 adalah 18 hari, dan spot 26 hari.
- d. **Resolusi spektral.** Resolusi ini merujuk pada batas batas spektral, domain, atau lebar *band* (radiasi elektromagnetik) yang direkam oleh sistem sensor satelit yang bersangkutan. Dengan kata lain, resolusi ini merujuk pada kemampuan sensor dalam mendefinisikan interval Panjang gelombang elektromagnetik secara halus. Oleh karena itu, citra digital *high spectral resolution* merupakan hasil rekaman dari suatu batas batas spectral tertentu dan *band with* yang cukup sempit untuk (diharapkan) memperoleh *spectral signature* yang lebih akurat.

## II.10 Satelit Landsat

Teknologi penginderaan jauh melakukan pengukuran atau perekaman suatu objek tanpa melakukan kontak fisik dengan objek tersebut, melainkan menggunakan sensor yang ada pada instrumen dengan jarak yang jauh. Salah satunya dengan menggunakan wahana satelit. Dalam merekam objek, satelit bergerak pada orbitnya dan melakukan pengamatan yang berulang dengan cakupan yang luas. Terdapat beberapa satelit yang

digunakan untuk mengamati objek-objek di permukaan bumi dengan misi tertentu, salah satunya adalah satelit Landsat.

Satelit Landsat pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS-1). Satelit Landsat berorbit pada ketinggian 705 km, dengan arah orbit dari utara ke selatan, hampir polar, dan sinkron matahari. Landsat 1 diluncurkan 23 Juli 1972, Landsat 2 diluncurkan pada tanggal 22 Januari 1975, dan Landsat 3 pada tanggal 5 Maret 1978 tetapi landsat tersebut berakhir pada tanggal 22 Januari 1981. Satelit-satelit tersebut dilengkapi sensor MSS multispektral dan merupakan satelit eksperimen. Kemudian seiring berjalannya waktu, pada tahun 1982 diluncurkan kembali satelit bumi generasi kedua yaitu Landsat 4 dan Landsat 5. Landsat tersebut merupakan landsat semi operasional atau dimaksudkan untuk tujuan penelitian dan pengembangan.

Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982 dan dihentikan pada tahun 1993, sedangkan Landsat 5 diluncurkan pada 1 Maret 1984 dengan dilengkapi sensor TM (*Thematic Mapper*) dan memiliki 30x30m pada *band* 1,2,3,4,5,6,7. Sensor yang dimiliki Landsat 5 ini dapat mengamati obyek-obyek di permukaan bumi dan meliputi daerah yang sama setiap 16 hari dengan ketinggian orbit 705 km. Namun sejak November 2011 Landsat 5 mengalami gangguan, akibatnya pada tahun 2016 USGS mengumumkan akan menonaktifkan Landsat tersebut. Kemudian diluncurkan kembali untuk generasi citra satelit selanjutnya yaitu Landsat 6 pada tanggal 5 Oktober 1993 tetapi gagal mencapai orbit.

Setelah diluncurkannya ke lima satelit tersebut, kini mengikuti perubahan zaman maka diluncurkan satelit generasi berikutnya yaitu citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 guna menyempurnakan satelit generasi sebelumnya. Citra satelit Landsat 7 merupakan citra satelit bumi yang memiliki ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) dan Scanner yang dapat membantu untuk pemotretan foto udara. Landsat 7 ini diluncurkan pada bulan April 1999. Kegunaan citra satelit Landsat 7 ini digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan geologi, serta pemetaan suhu permukaan laut. Berikut merupakan spesifikasi dan karakteristik beberapa kanal (*band*) yang dimiliki oleh Landsat 7

Landsat terakhir adalah landsat 8 yang dapat dikatakan melanjutkan misi landsat 7 karena karakteristiknya mirip, baik dari resolusi, metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Landsat 8 juga mengalami penyempurnaan seperti jumlah *band*, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat

ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai *Digital Number*) dari tiap piksel citra. Resolusi spasial untuk keenam saluran spektral sebesar 30 meter, sedangkan resolusi spasial untuk saluran inframerah thermal adalah 120 m (Jensen,1986). Berikut ini merupakan spesifikasi dari landsat 7 dan landsat 8 :

**Tabel II-3** Spesifikasi Landsat 7

	Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	Band 1	0.45-0.52	30
	Band 2	0.52-0.60	30
	Band 3	0.63-0.69	30
	Band 4	0.77-0.90	30
	Band 5	1.55-1.75	30
	Band 6	10.40-12.50	60 * (30)
	Band 7	2.09-2.35	30
	Band 8	.52-.90	15

**Tabel II-4** Spesifikasi Landsat 8

Landsat 8	Band	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi (meter)
Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

## II.11 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometric dan atmosferik sangat perlu dilakukan untuk menghilangkan distorsi yang disebabkan oleh kondisi atmosfer dan posisi sensor terhadap obyek dari posisi matahari (Aprillianto D, 2015). Metadata pada citra mentah memiliki kesalahan distorsi sehingga perlu dilakukan koreksi radiometrik. Menurut Supriatna dan Sukartono (2002) koreksi radiometrik merupakan koreksi yang dilakukan karena adanya efek atmosferik yang mengakibatkan kenampakan bumi tidak selalu tajam.

Tahapan koreksi radiometrik menurut Green et al dalam Aprilianto D (2015) adalah sebagai berikut :

- a. Konversi DN ke dalam bentuk *spectral radiance*
- b. Konversi spektral radian menjadi *apparent reflectance*
- c. Koreksi atmosferik

Pada *Landsat 8* koreksi yang dilakukan tidak menggunakan nilai radian spektral, nilai yang digunakan adalah *rescaling* nilai pixel (Qcal) (USGS, 2013). Persamaan untuk menghitung koreksi *Landsat 8* dengan *Landsat 7* berbeda. Pada *Landsat 8*, koreksi reflektan diperoleh dengan persamaan (USGS,2013) :

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- $\rho\lambda'$  : TOA *spectral radiance*, tanpa koreksi sudut pengambilan  $\rho\lambda'$  tidak memuat koreksi untuk sudut matahari
- Qcal : Nilai piksel (DN)
- $M_p$  : Konstanta *rescaling* (*REFLECTANCE\_MULT\_BAND \_x*, dimana x adalah *band* yang digunakan)
- $A_p$  : Konstanta penambah (*REFLECTANCE\_ADD\_BAND \_x*, dimana x adalah *band* yang digunakan).

## II.12 Koreksi Atmosferik

Koreksi atmosferik dilakukan untuk menghilangkan gangguan atmosfer yang dapat mempengaruhi pantulan spektral saat proses perekaman citra. Ekadinata dkk. (2008) dalam (Kristianingsih, Wijaya, & Sukmono, 2016) berpendapat bahwa koreksi atmosfer merupakan salah satu algoritma koreksi radiometrik yang relatif baru. Koreksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atmosfer dalam proses koreksi. termasuk faktor musim, dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra (misalnya tropis, sub-tropis, dan lainnya). Kelebihannya ada pada kemampuannya untuk memperbaiki gangguan atmosfer seperti kabut tipis, asap, dan lain-lain.

Ada beberapa model koreksi atmosferik secara umum yaitu model 6SV (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum*, FLAASH (*Fast Line of sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*), dan DOC (*dark object subtraction*) Model 6SV juga melibatkan data untuk perhitungan asbsorpsi atmosfer menggunakan nilai yang meningkat untuk gas-gas di atmosfer Tso dan Mather, 2009 dikutip dalam

(Kristianingsih et al., 2016). Sementara pada model koreksi FLAASH Danoedoro (2012) menyebutkan bahwa program FLAASH mengoreksi citra dengan menekan atau menghilangkan efek uap air, oksigen, karbondioksida, metana, ozon dan hamburan molekular maupun aerosol berdasarkan kode transfer radiasi MODTRAN-4. Koreksi ini diterapkan pada setiap piksel. Sedangkan model DOS menurut Ardiansyah (2015), prinsip metode ini adalah memperbaiki nilai radiometrik (*pixelvalue* pada citra akibat gangguan atmosfer). Jika tidak ada atmosfer, objek berwarna gelap atau biasanya berupa air dan bayangan awan seharusnya memiliki nilai piksel 0, apabila pada objek tersebut tidak bernilai 0 maka nilai tersebut adalah bias.

Penelitian ini menggunakan koreksi atmosferik model 6SV karena *root mean square error* (rmse) yang dihasilkan dari model 6SV lebih kecil jika dibandingkan dengan model lain seperti FLAASH dan DOC. Model 6SV dilakukan secara *online* dengan beberapa tahapan yaitu *geometrical condition, atmospherical model, target and sensor altitude, spectral conditions, ground reflektance, signal, result*. Penelitian ini menggunakan *atmospheric correction with BRDF (Bidirectional Reflection Distribution Function)* pada model 6SV karena koreksi BRDF menghasilkan data yang lebih banyak dan detail sesuai dengan lokasi yang spesifik. Sedangkan *Lambertian assumption* membagi kesalahan secara rata tanpa melihat lokasi yang spesifik. Penjelasan mengenai tahap tahap koreksi atmosferik 6SV dijelaskan pada bab 3.

## **II.13 Validasi Lapangan**

Validasi Lapangan adalah proses melakukan pengecekan tingkat kebenaran dari suatu data atau hasil pengukuran data dengan mengecek di lapangan atau tempat pengambilan data secara langsung. Validasi Lapangan terdiri dari dua kata yaitu validasi dan lapangan, validasi menurut KBBI berarti cara untuk mengetahui sejauh mana data penelitian mencerminkan hasil data yang tepat dan akurat.

Menurut Istilah validasi pertama kali dicetuskan oleh Dr. Bernard T. Loftus, Direktur *Food and Drug Administration (FDA)* Amerika Serikat pada akhir tahun 1970-an. Menurut Dr. Bernard T :

“ sebagai bagian penting dari upaya untuk meningkatkan mutu produk industri farmasi. Hal ini dilatar belakangi adanya berbagai masalah mutu yang timbul pada saat itu yang mana masalah-masalah tersebut tidak terdeteksi dari pengujian rutin yang dilaksanakan oleh industri farmasi yang bersangkutan. Selanjutnya,

Validasi juga diadopsi oleh negara-negara yang tergabung dalam *Pharmaceutical Inspection Co-operation/Scheme (PIC/S)*, Uni Eropa (EU) dan *World Health Organization (WHO)*. Bahkan, Validasi merupakan aspek kritis (*substantial aspect*) dalam penilaian kualitas industri farmasi yang bersangkutan”. Maka dapat disimpulkan bahwa validasi lapangan adalah pengecekan data penelitian di lapangan, apakah data tersebut valid atau tidak untuk digunakan dalam penelitian. Validasi lapangan meliputi penentuan metode pengambilan sampel, dan pemilihan jumlah sampel, Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *simple random sampling*. Menurut (Dr. Saifuddin Azwar, 2016) Keuntungan menggunakan metode ini adalah peneliti tidak membutuhkan pengetahuan tentang populasi sebelumnya, bebas dari kesalahan kesalahan klasifikasi yang kemungkinan dapat terjadi dan dengan mudah data di analisis serta kesalahan kesalahan dapat dihitung. Sedangkankan kelemahan Teknik ini adalah peneliti tidak dapat memanfaatkan pengetahuannya yang dipunya tentang populasi dan tingkat kesalahan dalam penentuan ukuran sampel lebih besar.Selanjutnya untuk penentuan jumlah sampel digunakan rumus slovin menurut (Nazir, 2003) yaitu :

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

dimana,

n = sampel

N = jumlah roi

e = *margin of error* (10%)

**II.14 Enhanced Built Up And Bareness Index (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).

(As-syakur, 2012) mengatakan *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 :

$$EBBI = \frac{SWIR - NIR}{10\sqrt{SWIR + TIRS}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

NIR = Nilai spektral saluran *Near Infrared*

SWIR = Nilai spektral saluran *Short Wave Infrared*

TIRS = Nilai spectral saluran *Thermal Infrared Sensor*

## II.15 Software ENVI

Menurut Harris (2018) Perangkat lunak analisis gambar ENVI digunakan oleh profesional GIS, ilmuwan penginderaan jarak jauh, dan analis gambar untuk mengekstrak informasi yang bermakna dari citra untuk membuat keputusan yang lebih baik. ENVI dapat digunakan dan diakses dari desktop, di cloud, dan di perangkat seluler, dan dapat dikustomisasi melalui *Application Programming Interface (API)* untuk memenuhi persyaratan proyek tertentu. API memungkinkan organisasi menambahkan algoritma baru, memperluas alat dan model yang ada, menyelesaikan

tugas-tugas frekuensi tinggi secara otomatis, dan merangkai beberapa alat untuk menghasilkan hasil yang diinginkan. Hasil penggabungan dari beberapa alat, termasuk fungsi analisis gambar, untuk menciptakan kemampuan analisis gambar baru berdasarkan hasil yang diinginkan.

Sedangkan menurut pembuat *software* ENVI yaitu ESRI (2018) Platform perangkat lunak ENVI menghadirkan visualisasi data dan kemampuan analisis yang dapat digunakan untuk :

- a. Mengakses analisis citra dan alat pemrosesan intuitif
- b. Dapat melakukan visualisasi dan analisis sumber data penginderaan jauh termasuk LiDAR, radar, optik, termal dan 3D dengan cepat
- c. Dapat membuat alur kerja citra geospasial menggunakan platform ArcGIS dan teknologi GIS lainnya secara otomatis
- d. Mudah mengekstrak informasi dari citra

Selain itu ENVI digunakan untuk mendeteksi bagaimana suatu area telah berubah selama periode waktu tertentu untuk menemukan dan mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada skala besar. *Software* ENVI dapat diintegrasikan dengan *software* ArcGIS, dan terdapat beberapa *extension* untuk ENVI diantaranya :

- a. ENVI *optical scale*
- b. ENVI *SARscape*
- c. ENVI *crop science*
- d. ENVI *one button*
- e. ENVI *in the cloud*

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_.<http://www.gurupendidikan.co.id/10-pengertian-penginderaan-jauh-menurut-para-ahli/>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2018
- \_\_\_\_\_.<https://www.studiobelajar.com/penulisan-daftar-pustaka/>. Diakses pada tanggal 19 Maret 2018
- \_\_\_\_\_.[http://nugrahamirko.blogspot.co.id/2015/03/tugas-1-pcd-kelas-pengertian-citra\\_18.html/](http://nugrahamirko.blogspot.co.id/2015/03/tugas-1-pcd-kelas-pengertian-citra_18.html/). Diakses pada tanggal 20 Maret 2018
- \_\_\_\_\_.[https://id.wikipedia.org/wiki/Kota\\_Semarang/](https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Semarang/). Diakses pada tanggal 20 Maret 2018
- \_\_\_\_\_.<https://rlarasati.wordpress.com/2011/04/13/normalized-difference-vegetation-index-ndvi/>. Diakses pada tanggal 20 Mei 2018
- \_\_\_\_\_.<https://www.harrisgeospatial.com/SoftwareTechnology/ENVI.aspx>. Diakses pada tanggal 25 Mei 2018
- \_\_\_\_\_.<http://trending-topic.info/kumpulan-kata-kata-bijak-mahatma-gandhi-ucapan-kata-mutiara-kutipan/>. Diakses pada tanggal 23 September 2018
- \_\_\_\_\_.<http://trending-topic.info/kumpulan-kata-kata-bijak-mahatma-gandhi-ucapan-kata-mutiara-kutipan/>. Diakses pada tanggal 23 September 2018
- \_\_\_\_\_.<https://jagokata.com/kutipan/dari-buddha.html/>. Diakses pada tanggal 23 September 2018
- Al Mukmin, S.A. 2016. Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan dan Keterkaitannya dengan Fenomena *Urban Heat Island*. Skripsi. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang

Aprilianto, D. (2015). *PENGOLAHAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTI TEMPORAL DENGAN METODE BILKO DAN AGSO UNTUK MENGETAHUI DINAMIKA MORFOMETRI WADUK GAJAH MUNGKUR*. Universitas Diponegoro.

As-syakur, A. R., Adnyana, I. W. S., Arthana, I. W., & Nuarsa, I. W. (2012). Enhanced built-UP and bareness index (EBBI) for mapping built-UP and bare land in an urban area. *Remote Sensing*, 4(10), 2957–2970. <https://doi.org/10.3390/rs4102957>

Dr. Saifuddin Azwar, M. (2016). *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar.

Kristianingsih, L., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. (2016). Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-a Menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 56–64.

Li, H., Wang, C., Zhong, C., Su, A., Xiong, C., Wang, J., & Liu, J. (2017). Mapping urban bare land automatically from Landsat imagery with a simple index. *Remote Sensing*, 9(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/rs9030249>

Nahib, I. (2016). Prediksi Spasial Dinamika Areal Terbangun Kota Semarang Dengan Menggunakan Model Regresi Logistik ( Spatial Dynamics Prediction Of Built-Up Area At Semarang City Using Logistic Regression Model ). *Majalah Ilmiah Glob{ë}*, 95–104.

Nazir, M. (2003). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Prahasta, E. (2008). *REMOTE SENSING : PRAKTIS PENGINDERAAN JAUH DAN PENGOLAHAN CITRA DIJITAL DENGAN PERANGKAT LUNAK ER MAPPER*. Bandung: Informatika.

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*, 190(7).

<https://doi.org/10.1007/s10661-018-6767-3>

Sudarsono, N. W. (2015). *Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma NDVIM EVI, SAVI, DAN LSWI Pada Citra Landsat 8*. Universitas Diponegoro.

Sinha, P dkk. 2016. *Urban Built-up Area Extraction and Change Detection of Adama Municipal Area using Time-Series Landsat Images*. Jurnal. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS 2016, Volume 5, Issue 8, pp. 1886-1895  
ISSN 2320 – 0243

Ryan L. 1997. *Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image Using MultiSpec*. University of New Hampshire.

Lillesand T.M dan R.W. Kiefer. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Diterjemahkan: Dulbahri, Prpto Suharsono, Hartono, Suharyadi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.