

**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI NDVI LANDSAT 7 DAN LANDSAT 8
PADA KELAS TUTUPAN LAHAN
(Studi Kasus : Kota Semarang, Jawa tengah)**

Dita Rizki Amliana, Yudo Prasetyo, Abdi Sukmono *)

*Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Sudarto, SH., Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: geodesi@undip.ac.id*

ABSTRAK

Landsat 8 merupakan misi kelanjutan dari satelit Landsat yang telah menyediakan lebih dari 40 tahun citra untuk penelitian jangka panjang. Namun, sangat penting untuk diketahui bahwa fitur spektral dari Landsat 8 sendiri hampir sama dengan citra Landsat sebelumnya yaitu citra Landsat 7 karena citra Landsat 8 memiliki kanal-kanal yang sempit terutama kanal-kanal yang digunakan pada perhitungan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang mana merupakan metode perhitungan indeks vegetasi yang paling sering digunakan. Pada penelitian ini Nilai NDVI digunakan untuk mengetahui indeks vegetasi guna menghitung perbandingan spektral antara nilai NDVI Landsat 7 dan nilai NDVI Landsat 8, dan bisa juga untuk menghitung perubahan tutupan lahan berdasarkan nilai NDVI.

Dalam penelitian ini nilai NDVI dari citra Landsat 8 dibandingkan dengan NDVI Landsat 7 yang berasal dari titik sampel 7 kelas tutupan lahan yang diambil pada saat bulan yang sama dengan perekaman citra Landsat 7 dan Landsat 8 di Kota Semarang. 7 kelas tutupan lahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah air, pemukiman, industri, lahan kosong, kebun, tegalan, dan sawah. Untuk perubahan tutupan lahan pada tahun 2013, 2014, dan 2015 di Kota Semarang sendiri menggunakan 4 kelas tutupan lahan yaitu air, lahan terbangun, vegetasi jarang dan vegetasi rapat.

Hasil korelasi spektral antara Landsat 7 dan Landsat 8 dengan metode NDVI pada 7 kelas tutupan lahan di Kota Semarang tahun 2015 didapatkan persamaan $y = 0,7171x + 0,0682$ dengan $R^2 = 0,631$ dan koefisien korelasi sebesar 0,7943 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 63% yang menunjukkan adanya korelasi positif dan kuat, jika nilai NDVI pada Landsat 7 naik maka nilai ndvi Landsat 8 pun naik. Pada hasil perubahan tutupan lahan Kota Semarang menggunakan NDVI didapatkan hasil perubahan yang signifikan dari tahun 2013-2015 pada kelas lahan terbangun yang luasnya meningkat setiap tahunnya dan vegetasi yang luasnya semakin turun setiap tahunnya.

Kata Kunci : Landsat 7, Landsat 8, NDVI, Tutupan Lahan, Vegetasi, Korelasi

ABSTRACT

Landsat 8, the on going mission of the Landsat satellites that have provided over 40 years of images, continues to benefit long-term research. However, it is important to know if the spectral features of Landsat 8 are the same standard as previous Landsat imagery because Landsat 8 images have narrower bands, especially because of the normalized difference vegetation index (NDVI) calculation which is the most popular vegetation index. In this study, NDVI value is used to determine the vegetation index for calculating the spectral ratio between the value of NDVI Landsat 7 and the value of NDVI Landsat value of 8, and it could be to calculate changes in land cover based on NDVI values.

In this research the value of NDVI of Landsat 8 imagery compared with NDVI Landsat 7 derived from sample points 7 land cover classes are taken at the same month recording of Landsat 7 and Landsat 8 in Semarang. Seven (7) land cover classes used in this research are water, residential, industrial, barren land, garden, fields, and rice fields. For land cover changes in 2013, 2014 and 2015 in Semarang itself uses four classes of land cover: water, built-up land, infrequent vegetation and frequent vegetation.

The results of spectral correlation between Landsat 7 and Landsat 8 with the method of NDVI in seven (7) classes of land cover in Semarang city by 2015 are obtained by the equation $y = 0,7171x + 0,0682$ with $R^2 = 0,631$ which has the definition that the influence of variable Landsat Landsat 7 against Landsat 8 is 63% and correlation coefficient (r) is 0,7943 which shows a strong positive correlation and, if Landsat 7 NDVI values increase, Landsat 8 NDVI values will increase too. On the results of Semarang land cover changes using NDVI showed a significant change from the year 2013-2015 on the extent of built up land class increase every year and vegetation is getting down every year.

Keywords: Landsat 7, Landsat 8, NDVI, Land Cover, Vegetation, correlation

*) Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan teknologi untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi yang diinginkan. Penginderaan jauh telah diakui sebagai alat yang ampuh dan efektif dalam mendeteksi penggunaan lahan dan perubahan penutupan lahan. Citra satelit digunakan untuk memantau jenis tutupan lahan terbatas menurut klasifikasi spektral. (Steininger, 1996 dan Parsa, I.M., 2014).

Teknologi satelit penginderaan jauh dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Retore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6, 7 dan terakhir adalah Landsat 8.

Sebenarnya Landsat 8 lebih cocok disebut sebagai satelit dengan misi melanjutkan Landsat 7 dari pada disebut sebagai satelit baru dengan spesifikasi yang baru pula. Ini terlihat dari karakteristiknya yang mirip dengan Landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Hanya saja ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari Landsat 7 seperti jumlah kanal, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai *Digital Number*) dari tiap piksel citra.

Citra Landsat bisa didapatkan dengan gratis melalui situs resmi USGS, sehingga banyak sekali penelitian mengenai vegetasi ataupun tutupan lahan menggunakan citra Landsat. Dalam penelitian ini akan digunakan salah satu manfaat dari teknologi penginderaan jauh untuk mengetahui korelasi spasial antara Landsat 7 dan 8 menggunakan hasil ekstraksi NDVI citra Landsat 7 dan Landsat 8 untuk analisis kesesuaian kelas tutupan lahan, studi kasus dilakukan di Kota Semarang, Jawa Tengah pada tahun 2015.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil ekstraksi NDVI untuk mengetahui hubungan matematis korelasi spektral antara Landsat 7 dan 8 ?
2. Bagaimana hasil klasifikasi kelas tutupan lahan menggunakan hasil ekstraksi NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ?

3. Bagaimana hasil klasifikasi pengolahan citra Landsat 7 dan 8 dengan metode NDVI terhadap kelas tutupan lahan dibandingkan dengan data validasi lapangan ?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui hubungan matematis korelasi spektral antara Landsat 7 dan Landsat 8.
- b. Menjembatani pemanfaatan data kajian Landsat 7 untuk digunakan pada penelitian menggunakan Landsat 8 dengan metode NDVI.
- c. Mengetahui kesesuaian kelas tutupan lahan hasil analisis ekstraksi NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 dengan tutupan lahan di lapangan.

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu manfaat dari segi keilmuan dan manfaat dari segi kerekayasaan :

1. Manfaat dari segi keilmuan
Mengetahui hubungan korelasi spektral antara laandsat 7 dan 8 sehingga bisa menjembatani pemanfaatan data kajian Landsat 7 untuk digunakan pada data Landsat 8.
2. Manfaat dari segi kerekayasaan
Dari hasil metode NDVI pada Landsat 7 dan Landsat 8 bisa dilihat kesesuaian tutupan lahan hasil klasifikasi dengan metode NDVI dibandingkan dengan hasil kelas tutupan lahan

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah penelitian dilakukan di Kota Semarang, Jawa Tengah, yang terdiri dari 16 kecamatan
2. Data citra yang digunakan adalah citra satelit Landsat 7 untuk tahun 2013, 2014 dan 2015 serta Landsat 8 untuk tahun 2013, 2014 dan 2015.
3. Data Administrasi Kota Semarang yang digunakan yaitu peta RBI Kota Semarang skala 1: 25.000 dan peta RT/RW Kota Semarang Tahun 2011-2031
4. Survei Lapangan titik sample kelas tutupan lahan Kota Semarang menggunakan GPS *Handheld*
5. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDVI.
6. Kelas tutupan lahan yang digunakan yaitu dalam analisis perbandingan yaitu air, pemukiman, industri, lahan kosong, tegalan, kebun, sawah.

7. Analisa perbandingan dilakukan berdasarkan nilai NDVI titik sample 7 kelas tutupan lahan pada Landsat 7 dan Landsat 8 pada tahun 2015 menggunakan metode regresi linear sederhana.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Wilayah Kota Semarang

Semarang merupakan ibu kota Provinsi Jawa Tengah terletak pada koordinat 6°, 5' - 7°, 10' lintang selatan dan 110°, 35' bujur timur. Batas wilayah administrasi Kota Semarang meliputi batas wilayah administratif kota Semarang sebelah barat adalah Kabupaten Kendal, sebelah timur dengan Kabupaten Demak, sebelah selatan dengan Kabupaten Semarang dan sebelah utara dibatasi oleh Laut Jawa dengan panjang garis pantai mencapai 13,6 kilometer.

Kota Semarang memiliki luas wilayah seluas luas wilayah 451,47 km² dan jumlah penduduk 1.744.500 jiwa (2013). Dengan luas wilayah maka kepadatan penduduk per kilometer persegi adalah 3.864 jiwa. Wilayah Kota Semarang berada pada ketinggian antara 0 sampai dengan 348,00 meter dpl (di atas permukaan air laut). Secara topografi terdiri atas daerah pantai, dataran rendah dan perbukitan, sehingga memiliki wilayah yang disebut sebagai kota bawah dan kota atas. Pada daerah perbukitan mempunyai ketinggian 90.56-348 mdpl yang diwakili oleh titik tinggi yang berlokasi di Jatingaleh dan Gombel, Semarang Selatan, Tugu, Mijen, dan Gunungpati, dan di dataran rendah mempunyai ketinggian 0,75 mdpl. Kota bawah merupakan pantai dan dataran rendah yang memiliki kemiringan antara 0% sampai 5%, sedangkan dibagian Selatan merupakan daerah dataran tinggi dengan kemiringan bervariasi antara 5%-40%. (Semarang dalam Angka, 2013)

II.2. Penggunaan Tutupan Lahan di Kota Semarang

Pola tata guna lahan di Kota Semarang terdiri dari perumahan, tegalan, kebun campuran, sawah, tambak, hutan, perusahaan, jasa, industri dan penggunaan lainnya dengan sebaran perumahan sebesar 33.70 %, tegalan sebesar 15.77 %, kebun campuran sebesar 13.47 %, sawah sebesar 12,96 %, penggunaan lainnya yang meliputi jalan, sungai dan tanah kosong sebesar 8.25 %, tambak sebesar 6.96 %, hutan sebesar 3.69 %, perusahaan 2.42 %, jasa sebesar 1.52 % dan industri sebesar 1.26 %. Dibutuhkan sekitar 30 (tiga puluh) persen ruang terbuka hijau untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan sistem iklim, maupun sistem ekologis lain, yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

Untuk lebih meningkatkan fungsi dan proporsi ruang terbuka hijau di kota, pemerintah, masyarakat, dan swasta didorong untuk menanam tumbuhan di atas bangunan gedung miliknya (Undang-Undang Penataan Ruang No 26 Tahun 2007 pasal 29 ayat 2).

II.3. Diskripsi Vegetasi

Vegetasi merupakan salah satu unsur penyusun perkotaan yang mempunyai banyak manfaat. Manfaat vegetasi di perkotaan dapat mempengaruhi udara disekitarnya secara langsung maupun tidak langsung dengan cara merubah kondisi atmosfer lingkungan udara. Penggunaan lahan dengan kerapatan vegetasi yang bermacam-macam banyak dijumpai di Kota Semarang. Dalam penelitian Anargi (2008), klasifikasi penggunaan lahan didasarkan pada penyederhanaan dari klasifikasi USGS tingkat I yang dapat dibedakan kedalam penggunaan lahan terbangun antara lain pemukiman, industri, pasar, lapangan olahraga dan penggunaan lahan tidak terbangun yang terdiri dari hutan, kebun, sawah, tegalan. Dari klasifikasi tersebut akan memudahkan dalam mengetahui penggunaan lahan yang mempunyai kerapatan vegetasi sangat rapat hingga penggunaan lahan tidak bervegetasi di Kota Semarang.

II.4. Citra Landsat

Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Return Beam Vidicon*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6, 7 dan terakhir adalah Landsat 8 yang diorbitkan bulan Februari 2013.

II.5. Metode NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan metode standar yang digunakan dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi (kandungan klorofil) pada tumbuhan.

Formulasinya dapat dilihat pada rumus II.1 berikut :

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

.....(II.

1)

Keterangan:

NIR = *Near-Infrared* (Kanal Inframerah)

Red = *Red* (Kanal Merah)

Untuk Pembagian objek berdasarkan nilai NDVI dapat dilihat pada tabel II.1 sebagai berikut :

Tabel II.1. Spesifikasi Teknis Landsat 8 Pembagian Objek berdasarkan Nilai NDVI (Febrianti, N dan Parwati, 2014)

No	Kelas	NDVI	
		Rataan	Kisaran
1	Lahan Terbuka	0,363	0,020 – 0,487
2	Perkebunan	0,567	0,320 – 0,736
3	Pemukiman	0,136	-0,073 – 0,532
4	Industri	0,089	-0,028 – 0,425
5	Tegalan	0,369	0,222 – 0,505
6	Sawah	0,256	-0,105 – 0,538
7	Air	0,081	-0,103 – 0,569

II.6. Analisa Korelasi (Regresi Sederhana)

Pada tahapan analisis ini akan dilakukan pemaparan korelasi Landsat 7 dan Landsat 8. Untuk mengetahui besar dan arah korelasi antar variabel tersebut, selanjutnya dilakukan analisis statistik dengan menggunakan persamaan regresi sederhana. Hasil perhitungan dengan regresi sederhana akan menunjukkan arah kausal (berlawanan atau berbanding lurus) serta kekuatan korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel yang digunakan adalah nilai NDVI 7 kelas tutupan lahan Landsat 7 (X) terhadap Landsat 8 (Y) Kota Semarang tahun 2015.

Untuk mengetahui korelasi antara masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat, digunakan metode regresi sederhana dengan persamaan II.2 sebagai berikut (Sugiyono, 2010):

$$Y = a + bX \dots\dots\dots$$

(II.2)

Keterangan:

Y: variabel terikat (Landsat 8)

a: harga Y bila X=0 (harga konstan)

b: angka arah koefisien regresi

X: variabel bebas (kerapatan vegetasi dan tutupan lahan)

II.7. Metode pengambilan Sampel

Teknik sampling adalah teknik atau metode untuk memilih dan mengambil unsur-unsur atau anggota-anggota dari populasi untuk digunakan sebagai sampel secara representatif. Pada penelitian ini digunakan *probability sampling*, *sampling* acak sederhana yaitu *random sampling* adalah metode paling dekat dengan definisi *probability sampling*. Pengambilan sampel dari populasi secara acak berdasarkan frekuensi probabilitas semua anggota populasi.

III. Pelaksanaan Penelitian

III.1 Alat dan Bahan Penelitian

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

1. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan dalam pengolahan data yaitu:

- a. *Laptop Lenovo G40* (Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU @ 2.20 GHz, RAM 2GB, OS *Microsoft Windows 8.1 Pro 64 bit*
- b. GPS Handheld Garmin 62s
- c. Printer Canon
- d. Kamera Digital

2. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data yaitu:

- a. ENVI 5.1
- b. *ArcGIS* 10.3
- c. *Beam Vsat*
- d. *Microsoft Office* 2010

III.2 Data Penelitian

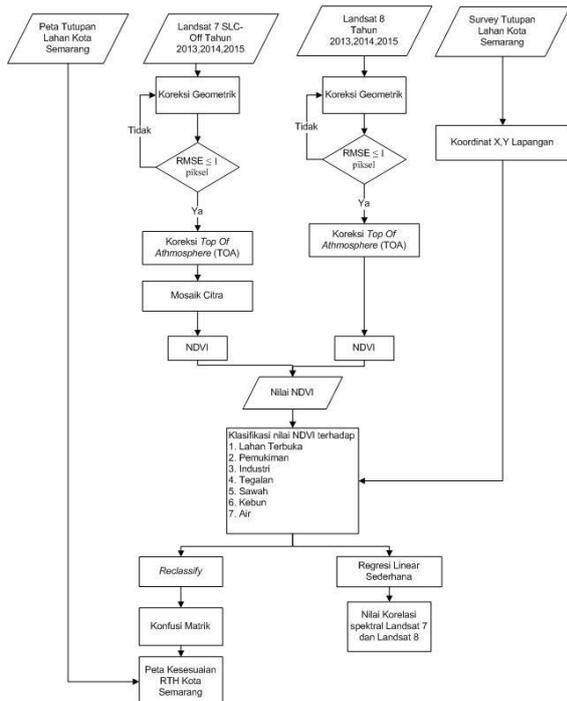
Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1. Citra Satelit Landsat 7 Tahun 2013,2014, dan 2015 dan Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013,2014, dan 2015.
- 2. Peta RBI Kota Semarang Skala 1:25.000.
- 3. Peta Batas Administrasi Kota Semarang
- 4. Peta RT/RW Kota Semarang 2011-2031.

III.3 Metodologi

Penelitian ini menganalisis tentang bagaimana perbandingan hasil ekstraksi nilai NDVI untuk mengetahui hubungan matematis korelasi spektral antara Landsat 7 dan Landsat 8.

Nilai NDVI didapat dari memasukan algoritma NDVI pada Landsat 7 dan Landsat 8 yang kemudian dicari nilai NDVI pada masing-masing titik sampel lapangan yang sudah di kelaskan menjadi 7 kelas tutupan lahan. Hasil nilai NDVI sesuai titik sampel ini akan menghasilkan rentang nilai maksimum dan minimum pada tiap kelas tutupan lahan. Hasil dari penelitian ini adalah korelasi spektral antara Landsat 7 dan Landsat 8 berdasarkan nilai NDVI, peta ketidaksesuaian tutupan lahan dengan RTH, peta tutupan lahan. Adapun metodologinya dapat di jabarkan pada gambar III.1 berikut ini:



Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian

III.4 Tahap Pra Pengolahan Data

III.4.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan atau meminimalisir gangguan atmosfer pada saat proses perekaman citra. Biasanya gangguan ini dapat berupa serapan, hamburan dan pantulan yang menyebabkan nilai piksel pada citra hasil perekaman tidak sesuai dengan nilai piksel obyek sebenarnya di lapangan.

Kalibrasi radiometrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalibrasi sudut dan jarak matahari. Prinsip dari kalibrasi ini adalah mengubah nilai *digital number* (DN) menjadi nilai reflektan.

Berikut merupakan tahapan kalibrasi sudut dan jarak matahari:

1. Konversi Nilai Piksel ke Radian Spektral.

Persamaan III.1 merupakan persamaan dasar yang digunakan untuk melakukan konversi nilai piksel menjadi nilai radian spektral:

$$L_{\lambda} = L_{\min(\lambda)} + \{L_{\max(\lambda)} - L_{\min(\lambda)} / Q_{\max}\} \times Q_{DN} \quad \text{.....(III.1)}$$

Keterangan:

- L_{λ} : Radian Spektral
- $L_{\max(\lambda)}$: *Maximum spectral radiance*
- $L_{\min(\lambda)}$: *Minimum spectral radiance*
- Q_{DN} : *Digital Number*
- Q_{\max} : Nilai Maksimum *Digital Number*

2. Konversi Nilai Radian Spektral ke Nilai Reflektan
Untuk band thermal, kalibrasi hanya dilakukan sampai konversi menjadi nilai radian saja, sedangkan untuk band tampak perlu dilakukan kalibrasi lanjutan yaitu kalibrasi atmosfer.

Persamaan konversi nilai radian menjadi nilai reflektan dapat dilihat pada rumus II.2 berikut:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN_{\lambda} \cos \theta_s}$$

.....(III.2)

)
Keterangan:

- ρ_{λ} = Nilai reflektan
- π = Konstanta matematika
- d = Jarak matahari-bumi
- $ESUN_{\lambda}$ = Nilai irradiansi
- $\cos \theta_s$ = Sudut zenith matahari (derajat)

III.4.2 Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik bertujuan untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat bumi di bidang datar.

Koreksi geometrik dilakukan dengan menempatkan beberapa titik GCP (*Ground Control Point*) pada citra sesuai dengan koordinat citra dan koordinat geografis dengan tujuan untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan proyeksi peta.

III.4.3 Mosaicing Citra

Mosaic citra adalah proses menggabungkan atau menempelkan dua atau tiga citra yang tumpang tindih sehingga menghasilkan citra yang representatif dan kontinu sesuai dengan yang diharapkan. Proses mosaicing citra Landsat 7 ETM+SLC-off dilakukan untuk memperbaiki gap /stripping pada Landsat 7 karena kerusakan pada *Scan Line Correction*. Dengan langkah pertama yaitu menyiapkan citra utama dan satu atau lebih citra pengisi yang telah dikoreksi radiometrik dengan *path* dan *row* yang sama namun pada waktu perekaman yang berbeda dan *stripping* tidak beririsan dengan citra utama.

III.5 Tahap Pengolahan Data

III.5.1 Pengolahan Indeks Vegetasi

Normal Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan algoritma untuk mengukur indeks vegetasi dari citra satelit. Pengolahan indeks vegetasi pada penelitian ini menggunakan algoritma NDVI dengan memanfaatkan kanal 4 dan 3 pada Landsat 7 dan kanal 5 dan 4 pada Landsat 8. Untuk mengetahui nilai NDVI tiap titik sample tutupan lahan digunakan *software beam visat*.

III.5.2 Reklasifikasi Citra Berdasarkan Nilai NDVI

Reklasifikasi merupakan suatu proses pengkelasan kembali suatu *raster input* menjadi beberapa kelas dengan interval tertentu di dalam *raster output*. Dalam hal ini proses reklasifikasi dilakukan untuk mengamati daerah yang diasumsikan sebagai air, lahan terbangun, vegetasi jarang dan vegetasi lebat. Dimana dalam proses reklasifikasi ini akan dimasukan dari nilai NDVI dari titik sample tutupan lahan kota Semarang

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Analisis Perbandingan Landsat 7 dan Landsat 8

Tanaman hidup menyerap gelombang tampak (visible) biru dan merah serta memantulkan gelombang hijau, oleh karena itulah kenapa mata manusia melihat daun-daun tanaman yang hidup adalah berwarna hijau. Akan tetapi ada satu jenis gelombang lain yang juga di pantulkan oleh tanaman selain gelombang hijau, akan tetapi gelombang ini tidak dapat di lihat oleh mata gelombang ini adalah gelombang Near Infra Red. NIR Landsat 7 memiliki lebar kanal 0,775-0,900 μm sedangkan pada Landsat 8 memiliki lebar kanal 0,845-0,885 μm . Pada kanal merah Landsat 7 memiliki lebar kanal 0,630-0,690 μm sedangkan pada Landsat 8 memiliki lebar kanal merah lebih sempit yaitu 0,630-0,680 μm . Semakin sempit kanal maka semakin meningkat kemampuan mengenali obyek karena lebih fokus/ lebih spesifik dalam pengenalan objeknya meskipun variasi objek yang direkam oleh citra lebih sedikit.

IV.2 Klasifikasi Citra Hasil NDVI

Dari hasil nilai titik sampel lapangan tutupan lahan dan pengolahan data citra satelit dengan menggunakan metode NDVI ,membagi penutup lahan menjadi tujuh kelas, yaitu kelas air, pemukiman, industri, lahan kosong, tegalan, kebun, sawah.

Berikut rentang kelas nilai NDVI berdasarkan data validasi lapangan citra Landsat 7 dan Landsat 8 bulan Juni dan validasi lapangan yang dilakukan pada bulan Juni dapat dilihat Tabel IV.1

Tabel IV.1. Pembagian Objek Nilai NDVI berdasarkan Hasil Validasi Tutupan Lahan Kota Semarang Juni 2015

	Landsat 7		Landsat 8	
	min	Max	min	max
Air	-0,269	0,368	0,343	-0,467
Lahan kosong	0,053	0,719	0,101	0,734
Tegalan	0,167	0,682	0,213	0,709
Kebun	0,318	0,749	0,461	0,807
Industri	0,005	0,290	0,011	0,290
Pemukiman	0,012	0,286	0,032	0,298
Sawah	0,179	0,730	0,211	0,725

IV.2 Matrik Konfusi

Matrik Konfusi adalah suatu matrik yang mengindikasikan tingkat akurasi citra yang telah terklasifikasi terhadap data referensi yang ada. Berikut adalah hasil perhitungan matrik konfusi menggunakan Landsat 7 dan Landsat 8 dari klasifikasi citra Landsat dengan 7 kelas tutupan lahan dengan rentang yang terdapat pada tabel IV.2 menggunakan 10 titik sampel lapangan Kota Semarang.

Tabel IV.2. Tabel Matrik Konfusi 7 Kelas Tutupan Lahan (a)Landsat 7 Tahun 2015 (b) Landsat 8 Tahun 2015

	Air	Industri	Pemukiman	Lahan Kosong	Sawah	Tegalan	Kebun	Total	Akurasi Pengguna
Air	4	1	1	2	2	0	0	10	0,4
Industri	0	4	3	2	0	1	0	10	0,3
Pemukiman	0	3	3	1	0	1	0	10	0,1
Lahan Kosong	0	2	3	3	1	1	0	10	0,1
Sawah	0	0	0	1	3	4	2	10	0,3
Tegalan	0	0	1	2	1	5	1	10	0,5
Kebun	0	0	0	1	0	2	7	10	0,7
Total	4	10	13	12	7	14	10	70	2,4
Akurasi Produk	1	0,4	0,385	0,25	0,429	0,357	0,7		
OA	0,443								
kappa	0,440								

(a)

	Air	Industri	Pemukiman	Lahan Kosong	Sawah	Tegalan	Kebun	Total	Akurasi Pengguna
Air	4	0	2	3	1	0	0	10	0,4
Industri	0	4	3	3	0	0	0	10	0,3
Pemukiman	0	3	5	1	0	1	0	10	0,1
Lahan Kosong	0	2	3	3	1	1	0	10	0,1
Sawah	0	0	0	1	3	4	2	10	0,3
Tegalan	0	0	0	2	1	6	1	10	0,6
Kebun	0	0	0	1	0	2	7	10	0,7
Total	4	9	13	14	6	14	10	70	2,5
Akurasi Produk	1	0,444	0,385	0,214	0,5	0,429	0,7		
OA	0,457								
kappa	0,454								

(b)

Pada matrik konfusi menggunakan Landsat 7 dan Landsat 8 tahun 2015 dengan menggunakan 7 kelas tutupan lahan dihasilkan nilai Overall Accuracy sebesar 44% pada Landsat 7 dan 45 % pada Landsat 8, nilai kappa 0,440 pada Landsat 7 dan 0,454 pada Landsat 8 . Nilai Overall Accuracy dan nilai kappa ini mengindikasikan nilai akurasi Landsat 7 dan Landsat 8 menggunakan 7 kelas tutupan lahan tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya

Dikarenakan matrik konfusi menggunakan Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 kelas tutupan lahan menghasilkan *overall accuracy* dibawah 50% maka dicoba menggunakan 4 kelas tutupan lahan dengan kelas air, lahan terbangun, vegetasi jarang, vegetasi rapat agar mendapatkan *overall accuracy* lebih dari 50% yang dapat dilihat pada tabel IV.3

Tabel IV.3. Tabel Matrik Konfusi 4 Kelas Tutupan Lahan (a)Landsat 7 Tahun 2015 (b) Landsat 8 Tahun 2015

	Lahan Terbangun	Vegetasi Jarang	Vegetasi Rapat	Badan Air	Total	Akurasi Pengguna
Lahan Terbangun	8	2	0	0	10	0,8
Vegetasi Jarang	2	8	0	0	10	0,8
Vegetasi Rapat	0	1	9	0	10	0,9
Badan Air	3	2	0	5	10	0,5
Total	13	13	9	5	40	
Akurasi Produk	0,615	0,615	1	1		
OA	0,75					
kappa	0,66					

(a)

	Lahan Terbangun	Vegetasi Jarang	Vegetasi Rapat	Badan Air	Total	Akurasi Pengguna
Lahan Terbangun	9	1	0	0	10	0,9
Vegetasi Jarang	1	9	0	0	10	0,9
Vegetasi Rapat	0	0	10	0	10	1
Badan Air	2	2	0	6	10	0,6
Total	12	12	10	6	40	
Akurasi Produk	0,75	0,75	1	1		
OA	0,85					
kappa	0,8					

(b)

Dengan menggunakan 4 kelas tutupan lahan dihasilkan nilai overall accuracy sebesar 0,75% dan nilai kappa 0,6. Dan pada Landsat 8 Overall Accuracy

85 % dan kappa sebesar 0,8. Hal ini menunjukkan terdapat 15% kesalahan dalam klasifikasi citra.

IV.3 Analisis Luas Tutupan Lahan Kota Semarang menggunakan Metode NDVI

Dari hasil pengolahan data citra satelit dengan menggunakan metode NDVI, dan pengolahan matrik konfusi maka tutupan lahan dibagi menjadi empat kelas, yaitu kelas air, lahan terbangun, vegetasi jarang, vegetasi rapat.

Perbandingan luas tutupan lahan Kota Semarang pada tahun 2013, 2014, dan 2015 dapat dilihat pada gambar IV.4.

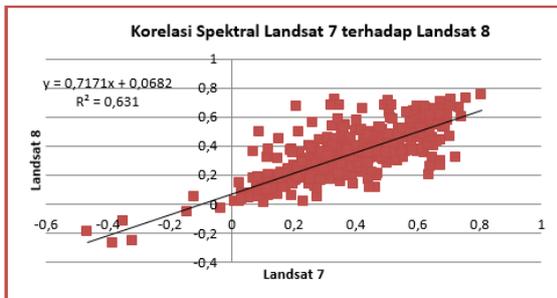


Gambar IV.4. Perbandingan Luas Tutupan Lahan Kota Semarang Tahun 2013-2015

Dari hasil grafik diatas terlihat bahwa luas daerah lahan terbangun mengalami kenaikan tiap tahunnya baik pada citra Landsat 7 maupun citra Landsat 8 dan luasan vegetasi secara umum mengalami penurunan.

IV.4 Analisis Korelasi Antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Tutupan Lahan menggunakan Metode NDVI

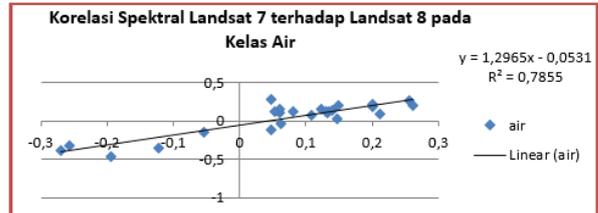
Dari hasil pengolahan data NDVI pada Landsat 7 dan Landsat 8 pada titik sampel lapangan Kota Semarang tahun 2015, didapatkan nilai korelasi antara Landsat 7 dan Landsat 8 tahun 2015 sebagai berikut:



Gambar IV.5. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 kelas tutupan lahan Tahun 2015. Pada gambar IV.5 hasil yang didapat adalah $y = 0,7171x + 0,0682$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar

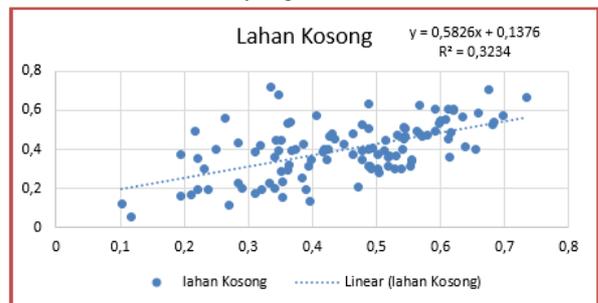
0,631 dan koefisien korelasi (r) 0,7943 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 79% yang menunjukkan hubungan yang kuat.

Berikut merupakan hasil korelasi dari tiap-tiap kelas tutupan lahan :



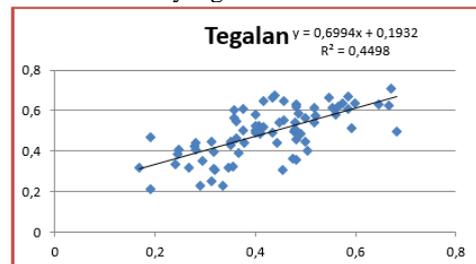
Gambar IV.6. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 kelas Air Tahun 2015

Pada gambar IV.7. , hasil yang didapat adalah $y = 1,2965x - 0,0531$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,7855 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,886 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 88% yang berarti kuat.



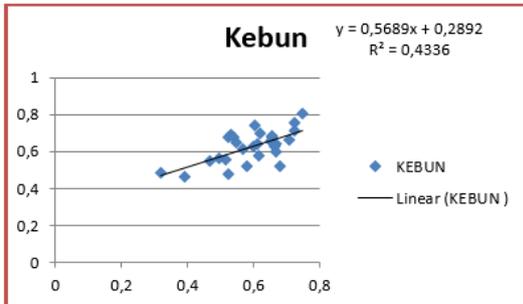
Gambar IV.7. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Lahan Kosong Tahun 2015

Pada gambar IV.11. , hasil yang didapat adalah $y = 0,5672x + 0,1432$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,3118 dan nilai korelasi (r) sebesar 0,558 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 55% yang berarti kuat.



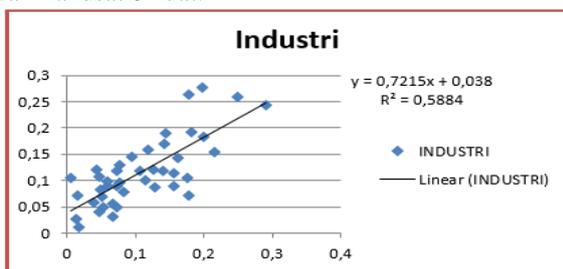
Gambar IV.7. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Tegalan Tahun 2015

Pada gambar IV.7 , hasil yang didapat adalah $y = 0,6994x + 0,1932$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,4498 dan nilai korelasi (r) sebesar 0,670 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 67% yang berarti kuat.



Gambar IV.7. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Kebun Tahun 2015

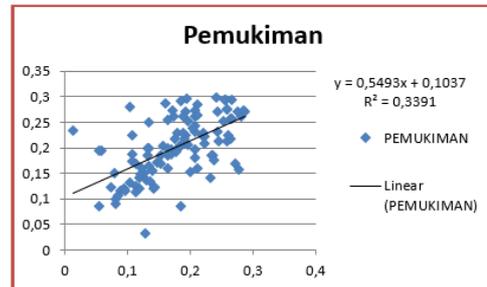
Pada gambar IV.7 , hasil yang didapat adalah $y = 0,5689x + 0,2892$ dan $R^2 = 0,4336$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,4336 dan nilai (r) korelasinya sebesar 0,658 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 65%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model. Nilai 43% mengindikasikan bahwa pada kelas tutupan lahan kebun ini korelasi nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 kuat.



Gambar IV.8. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Industri Tahun 2015

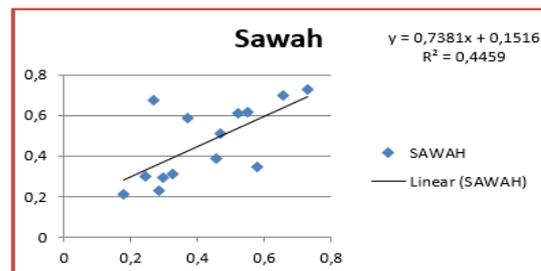
Pada gambar IV.8, hasil yang didapat adalah $y = 0,7215x + 0,038$ dan $R^2 = 0,5884$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,5884 dan nilai korelasi (r) 0,767 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 76%, sedangkan sisanya dipengaruhi

oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model. Nilai 76% mengindikasikan bahwa pada kelas tutupan lahan industri ini korelasi nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 kuat.



Gambar IV.8. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Pemukiman Tahun 2015

Pada gambar IV.8, hasil yang didapat adalah $y = 0,5493x + 0,1037$, dan $R^2 = 0,3391$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,3391 dan nilai korelasi (r) sebesar 0,582 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 58%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model. Nilai 58% mengindikasikan bahwa pada kelas tutupan lahan industri ini korelasi nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 kuat..

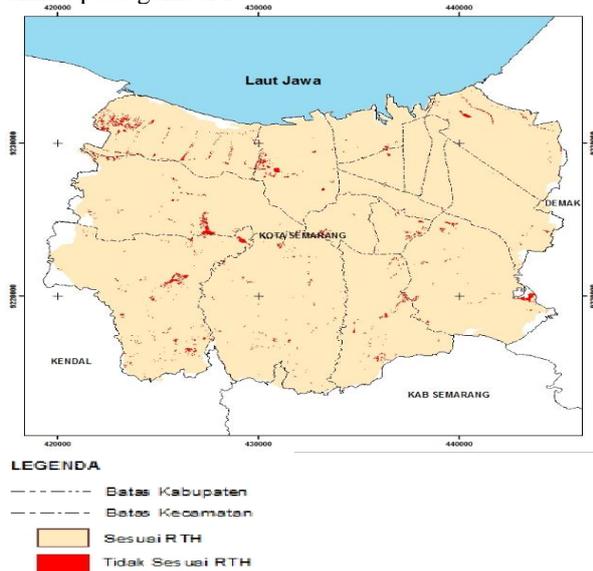


Gambar IV.8. Hasil Uji Regresi Nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 Kelas Sawah Tahun 2015

Pada gambar IV.8 , hasil yang didapat adalah $y = 0,7381x + 0,1516$, $R^2 = 0,4459$, Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara hasil NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Dari hasil uji tersebut diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,4459 dan nilai korelasi (r) sebesar 0,667 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel Landsat 7 terhadap Landsat 8 adalah sebesar 66%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model. Nilai 66% mengindikasikan bahwa pada kelas tutupan lahan industri ini korelasi nilai NDVI antara Landsat 7 dan Landsat 8 kuat.

IV.5 Analisis Perbedaan Tutupan Lahan Landsat 8 Menggunakan Metode NDVI dengan RTH Kota Semarang 2015

Dari hasil klasifikasi 4 kelas tutupan lahan menggunakan Landsat 8 tahun 2015 dapat digunakan untuk mencari perbedaan tutupan lahan Landsat 8 tahun 2015 menggunakan metode NDVI yang di overlay dengan peta RT/RW tata guna lahan Kota Semarang 2011-2031 .Hasil overlay tersebut dapat dilihat pada gambar IV.9 :



Gambar IV.9. Hasil Ketidaksesuaian Tutupan Lahan Landsat 8 Menggunakan Metode NDVI dengan RTH Kota Semarang 2015

Pada gambar IV.9 warna kuning menunjukkan area tutupan lahan Landsat 8 menggunakan metode NDVI yang sesuai dengan peta RT/RW RTH kota Semarang, area yang berwarna kuning memiliki luas sebesar 37218,6810 Ha. Sedangkan area yang berwarna merah merupakan area yang tidak sesuai dengan RTH Kota Semarang yang memiliki Luas sebesar 509,1884 Ha.

Pada hasil perbedaan tutupan lahan Landsat 8 menggunakan metode NDVI dengan RTH Kota Semarang tahun 2015 terjadi perbedaan batas administrasi antara batas administrasi Kota Semarang menggunakan RBI dari BIG dengan batas administrasi kota Semarang menggunakan sumber dari Bappeda sebesar 1366,8527 Ha.

IV.6 Analisis Interpretasi Penutupan / Penggunaan Lahan dari Citra Landsat 7 dan Landsat 8

Berdasarkan hasil interpretasi visual citra Landsat 7, Landsat 8 dan hasil survei titik sampel lapangan pada beberapa kelas yaitu air, lahan kosong, kebun, tegalan, pemukiman, industri, dan sawah. Kombinasi band yang digunakan untuk memudahkan identifikasi penutupan/penggunaan lahan pada citra Landsat 7 adalah 321 (RGB) , sedangkan kombinasi

band 432 (RGB) untuk citra Landsat 8. Kombinasi band tersebut dipilih karena memiliki kekontrasan yang tinggi sehingga memudahkan untuk membedakan penutupan/penggunaan lahan selain dibantu dengan titik sampel lapangan. Kenampakan penggunaan lahan tersebut pada citra Landsat 7 dan Landsat 8 dapat dilihat pada tabel IV.4.

Tabel IV.4. . Visualisasi Kenampakan Objek pada Citra Landsat 7, Landsat 8 dan di Lapangan

No. Titik	Landsat 7	Landsat 8	Foto Lapangan	Keterangan
494				Air, Sesuai
5				Lahan Kosong
24				Sawah

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil ekstrasi nilai NDVI pada Landsat 7 dan 8 tahun 2015 pada 7 kelas tutupan lahan di kota Semarang menunjukkan adanya korelasi yang kuat dan positif dengan persamaan $y = 0,7171x + 0,0682$ dan nilai $R^2 = 0,631$ dimana variabel x merupakan nilai NDVI Landsat 7 dan variabel y adalah nilai NDVI Landsat 8. Hal ini menunjukkan apabila nilai NDVI Landsat 7 naik maka nilai NDVI Landsat 8 juga mengikuti.
- Klasifikasi tutupan lahan Landsat 7 dan Landsat 8 menggunakan metode NDVI menghasilkan :
 - Rentang spektral nilai NDVI 7 kelas tutupan lahan tahun 2015 .Pada Landsat 7 kelas air memiliki rentang -0,26 – 0,36 ; kelas lahan kosong memiliki rentang 0,05- 0,72 ; kelas tegalan memiliki rentang 0,16-0,68 ; kelas kebun memiliki rentang 0,31-0,74 ; kelas industri memiliki rentang 0,005- 0,29; kelas pemukiman memiliki rentang 0,01-0,28 dan kelas sawah memiliki rentang 0,17-0,73 . Sedangkan untuk Landsat 8 dengan kelas yang sama memiliki rentang sebagai berikut, kelas air memiliki rentang -0,46-0,34; lahan kosong memiliki rentang 0,10-0,73; kelas tegalan memiliki rentang 0,21-0,70; kelas kebun memiliki rentang 0,26-0,80; kelas industri memiliki rentang 0,01-0,29; kelas pemukiman memiliki rentang 0,03-0,29 dan kelas sawah memiliki rentang 0,21-0,72.

- b. Dari hasil NDVI didapatkan luas Kota Semarang berdasarkan 4 kelas tutupan lahan yang berupa kelas air, kelas lahan terbangun, kelas vegetasi jarang dan kelas vegetasi rapat pada Landsat 7 dan Landsat 8 pada tahun 2013, 2014, dan 2015. Secara keseluruhan luas lahan terbangun di Kota Semarang semakin meningkat setiap tahunnya dan luas vegetasi semakin menurun setiap tahunnya.
- c. Dari hasil NDVI Landsat 8 tahun 2015 dapat diperoleh luas ketidaksesuaian tutupan lahan Kota Semarang dengan RTH RT/RW Kota Semarang. Daerah yang tidak sesuai dengan RT/RW RTH Kota Semarang seluas 509,1884 Ha. Daerah yang sudah sesuai dengan RT/RW Kota Semarang seluas 37218,6810 Ha.
3. Dari hasil matrik konfusi pengolahan citra Landsat 7 dan Landsat 8 pada 7 kelas tutupan lahan pada tahun 2015 dihasilkan nilai overall *Overall Accuracy* sebesar 44% pada Landsat 7 dan 45% pada Landsat 8, nilai kappa 0,440 pada Landsat 7 dan 0,454 pada Landsat 8. Nilai *Overall Accuracy* dan nilai kappa ini mengindikasikan nilai akurasi Landsat 7 dan Landsat 8 menggunakan 7 kelas tutupan lahan tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Hal ini disebabkan apabila menggunakan 7 kelas tutupan lahan terdapat beberapa kelas nilai NDVI yang tumpang tindih. Kelas yang nilai NDVI tumpang tindih yaitu kebun, tegalan, lahan kosong. Pada matrik konfusi antara Landsat 7 dan Landsat 8 dapat dilihat juga *overall accuracy* Landsat 8 lebih bagus dibandingkan dengan Landsat 7. Untuk memperoleh hasil akurasi yang bagus dilakukan pengelompokan dengan 4 kelas tutupan lahan yaitu badan air, lahan terbangun, vegetasi jarang, vegetasi rapat dengan menggunakan 4 kelas tutupan lahan dihasilkan nilai *overall accuracy* sebesar 0,75% dan nilai kappa 0,6. Dan pada Landsat 8 *Overall Accuracy* 85% dan kappa sebesar 0,8. Hal ini menunjukkan terdapat 15% kesalahan dalam klasifikasi citra.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Pemilihan citra penginderaan jauh yang hendak digunakan, yang ideal ialah memilih citra yang memiliki resolusi spasial dan spektral yang tinggi sehingga pendeteksian tutupan lahan secara spesifik sendiri bisa lebih akurat.
2. Pemilihan metode atau algoritma NDVI untuk membangun kelas tutupan lahan kurang begitu efektif dikarenakan nilai indeks vegetasi diambil dari kanopi tumbuhan di permukaan, sehingga akan terjadi perbedaan yang signifikan antara

pengambilan sampel tutupan lahan pada musim penghujan dan musim kemarau.

3. Untuk pengambilan titik sampel lapangan sebaiknya menggunakan metode sampling acak sistematis yang direncanakan dan memiliki jumlah masing-masing titik sampel pada tiap kelas merata.
4. Untuk penggunaan citra Landsat baik Landsat 7 atau Landsat 8 tidak disarankan untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan terlalu spesifik atau mendetail dikarenakan resolusi spektral citra Landsat yang rendah.

Daftar Pustaka

- Anargi, A. 2008. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Kota Semarang Tahun 1994 dan Tahun 2005*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Yogyakarta: Andi Offset
- Danoedjo, S. 1990. *Menuju Standar Ruang Terbuka Hijau Di Kawasan Kota Dalam Rangka Melengkapi Standar Nasional Indonesia*. Direktur Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dinas Tata Ruang Jawa Tengah. 2015. *Ruang Terbuka Hijau Kota Semarang*, <http://penataanruangjateng.info/index.php/profil/21> diakses pada 30 Maret 2015
- Direktorat Jendral Penataan Ruang. 2007. *Undang-Undang Penataan Ruang No 26 Tahun 2007 Pasal 29 ayat 3*. Jakarta.
- Febrianti, N dan Parwati Sofan. 2014. *Ruang Terbuka Hijau di DKI Jakarta Berdasarkan Analisis Spasial dan Spektral Data Landsat 8*. Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana, Pusfatja: LAPAN
- Lillesand, T.M dan R.W. Kiefer. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley dan Sons, New York.
- Prajadi, R. 2004. *Analisis Perbedaan Indeks Vegetasi RVI, NDVI DAN DVI untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi dengan Menggunakan Citra Landsat 7 ETM*. Studi Kasus: Kab. Malang. Surabaya: ITS.
- Purwadhi, dan Sanjoto TB. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Jakarta: LAPAN
- Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sughandy, A. 1989. *Penataan Ruang dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Gramedia.
- Sugiono. 2004. *Statistik Nonparametrik Untuk Penelitian*. Bandung: CV ALFABETA.
- Sitanggang, G. 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit*

- Lcdm (Landsat-8).Peneliti Bidan
Bangfaja:LAPAN.
- USGS. *Using the USGS Landsat 8 Product*,
Landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.p
hp. Diakses pada tanggal 19 Oktober 2015.
- USGS. *Landsat Standard data Product*
,http://Landsat.usgs.gov//Landsat_level_1_st
andard_data_products.php Diakses pada 7
Juni 2015.
- Xu, D dan XulinGuo .2014.*Compare NDVI extracted*
from Landsat 8 imagery with that from
Landsat 7 imagery.Canada : Department of
Geography and Planning, University of
Saskatchewan, Saskatoon