

ANALISIS PENGGUNAAN NDVI DAN BSI UNTUK IDENTIFIKASI TUTUPAN LAHAN PADA CITRA LANDSAT 8 (Studi Kasus : Wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah)

Dafid Januar, Andri Suprayogi, Yudo Prasetyo^{*)}

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

ABSTRAK

Lahan merupakan salah satu sumber daya alam penting yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup baik hewan, tumbuhan dan manusia untuk berpijak, sebagai tempat hidup dan melakukan kegiatan kehidupan serta untuk memenuhi kebutuhannya. Lahan dan manusia memiliki hubungan yang sangat kompleks dan erat antara satu dengan yang lain tidak dapat dipisahkan. Supaya manusia dapat memenuhi kebutuhannya seoptimal mungkin, maka sumberdaya alam ini membutuhkan pengolahan, pelestarian, dan perlindungan.

Pada penelitian ini, dilakukan pengidentifikasian tutupan lahan pada citra Landsat 8 akuisisi 29 Mei 2015 wilayah Kota Semarang. Metode yang digunakan adalah analisis NDVI dan kombinasi NDVI BSI yang kemudian dibangun kelas tutupan lahan yang terdiri dari lima kelas diantaranya badan air, lahan terbuka, pemukiman, sawah dan vegetasi yang kemudian hasil klasifikasi dibandingkan dengan acuan klasifikasi *Maximum Likelihood*.

Hasil dari penelitian ini didapat untuk tingkat ketelitian hasil klasifikasi NDVI adalah sebesar 49,43% dengan *user's accuracy* untuk kelas badan air sebesar 76,15%, lahan terbuka 12,60%, pemukiman 85,37%, sawah 25,44% dan vegetasi 65,55%. Sedangkan untuk hasil klasifikasi kombinasi NDVI BSI didapat tingkat ketelitian sebesar 60,14% dengan *user's accuracy* untuk kelas badan air sebesar 77,03%, lahan terbuka 8,07%, pemukiman 82,47%, sawah 39,48% dan vegetasi 65,88%.

Kata Kunci : NDVI, BSI, *Maximum Likelihood*, Landsat 8, Tutupan Lahan

ABSTRACT

Land is one of the important natural resources that are needed by living things both animals, plants and humans to stand, as a place of life and activities of life as well as to meet their needs. Land and human beings have a very complex relationship and closely with each other which can not be separated. So that people can meet their needs as optimally as possible, the natural resources requires the processing, preservation and protection.

In this study, carried out the identification of land cover in the Landsat 8 May 29, 2015 acquisition of the city of Semarang. The method used is the analysis of NDVI and combination of NDVI BSI which later developed land cover classes consist of five classes including water, barren, settlements, rice fields and vegetation classification results are then compared with reference Maximum Likelihood classification.

Results from this study to the level of accuracy obtained NDVI classification results amounted to 49.43% with the user's accuracy for the class of water by 76.15%, barren by 12.60%, settlements by 85.37%, rice fields by 25.44% and vegetation by 65.55%. As for the combination of NDVI BSI classification results obtained by 60.14% accuracy level with the user's accuracy for the class of water by 77.03%, barren by 8.07%, settlements by 82.47%, rice fields by 39.48% and vegetation by 65, 88%.

Keywords : NDVI, BSI, *Maximum Likelihood*, Landsat 8, Land Cover

^{*)} Penulis, Penanggungjawab

I Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Lahan merupakan salah satu sumberdaya alam penting yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup baik hewan, tumbuhan dan manusia untuk berpijak, sebagai tempat hidup dan melakukan kegiatan kehidupan serta untuk memenuhi kebutuhannya. Lahan dan manusia memiliki hubungan yang sangat kompleks dan erat antara satu dengan yang lain tidak dapat dipisahkan. Supaya manusia dapat memenuhi kebutuhannya seoptimal mungkin, maka sumberdaya alam ini membutuhkan pengolahan dan pelestarian, pengawetan dan perlindungan.

Dalam usaha memelihara konsistensi penggunaan lahan seperti contohnya areal pertanian maka diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu mengamati, menganalisis, menyajikan serta membuat model-keputusan sehingga aktivitas pertanian yang berkelanjutan tetap terjaga. Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi pendekatan terintegrasi yang dapat memodelkan secara cepat dan dalam skala yang luas masalah-masalah pertanian serta kaitannya dengan usaha menjaga konsistensi penggunaan lahan, proteksi stabilitas lingkungan (analisis degradasi lahan dan identifikasi sumber air) dan analisis keruangan (basis data spasial). Landsat merupakan salah satu satelit penginderaan jauh yang sampai saat ini masih konsisten dalam menyediakan data citra satelit kenampakan permukaan bumi untuk keperluan analisis. Ketersediaan data citra time series yang cukup panjang meliputi seluruh wilayah Indonesia, gratis dan resolusi (spasial, temporal, radiometrik) tingkat menengah merupakan 3 keunggulan yang dimiliki sekaligus oleh citra Landsat. Salah satu kajian yang dapat dilakukan dengan citra satelit Landsat ini adalah menganalisis jenis klasifikasi tutupan lahan yang mana ini merupakan kajian yang dilakukan dalam penelitian ini.

Kota Semarang merupakan kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia sesudah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan. Dengan luas wilayah mencapai 373,70 km², Kota Semarang ini adalah salah satu daerah yang memiliki jenis tutupan lahan yang variatif. Pada penelitian ini dilakukan analisis klasifikasi tutupan lahan Kota Semarang menggunakan nilai NDVI dan BSI pada citra Landsat 8 tahun 2015. Seperti penelitian-penelitian sebelumnya, klasifikasi jenis tutupan lahan biasanya lebih sering dilakukan dengan menggunakan pendekatan interpretasi secara visual. Dalam tulisan ini dilakukan penelitian terhadap hasil dari pemanfaatan citra Landsat 8 dengan metode pendekatan nilai spektral untuk melakukan pengklasifikasian jenis tutupan lahan.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah:

1. Bagaimana analisis penggunaan metode NDVI, BSI dan Kombinasi NDVI BSI pada citra Landsat 8 untuk untuk membangun kelas tutupan lahan?
2. Bagaimana analisis keakurasian penggunaan metode NDVI dan kombinasi NDVI BSI pada citra Landsat 8 untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan?
3. Bagaimana analisis spektral dan korelasi antar tutupan lahan pada hasil klasifikasi metode NDVI dan BSI?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun pada penelitian ini memiliki tujuan dan manfaat yaitu:

1. Tujuan dari penelitian ini adalah:
 - a. Menentukan batasan nilai NDVI dan BSI untuk tiap kelas tutupan lahan.
 - b. Membuat peta tutupan lahan Kota Semarang menggunakan NDVI, dan kombinasi NDVI BSI.
 - c. Membandingkan ketelitian hasil peta tutupan lahan berdasarkan NDVI, dan kombinasi NDVI BSI dengan peta hasil klasifikasi *Maximum Likelihood*.
2. Manfaat dari penelitian ini terbagi atas 2 yaitu:
 - a. Segi keilmuan
 1. Memberikan sumbangan penelitian dan telaah pustaka untuk pengembangan ilmu yang berkaitan dengan pengolahan citra satelit dalam bidang pertanian, tata guna lahan dan tata wilayah kota.
 2. Menjelaskan metode penginderaan jauh dapat menentukan tutupan lahan berdasarkan nilai spektral citra.
 - b. Segi kerekayasaan
 1. Memberikan pemahaman terkait penerapan teknologi penginderaan jauh dalam bidang dan kajian tata guna lahan.
 2. Memberikan pengetahuan mengenai manfaat penerapan metode NDVI dan BSI yang dapat digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi jenis tutupan lahan berdasarkan keunggulan dari masing-masing metode.

I.4 Pembatasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan menggunakan analisis NDVI dan BSI
2. Kelas tutupan lahan yang akan dianalisis antara lain:
 - a. Badan air

- b. Lahan terbuka
 - c. Pemukiman
 - d. Sawah
 - e. Vegetasi (kebun dan hutan)
3. Parameter dalam melakukan kombinasi NDVI dan BSI yang digunakan yaitu melakukan penggantian kelas tutupan lahan pada NDVI dengan kelas tutupan pemukiman dan lahan terbuka pada BSI.
 4. Metode validasi yang digunakan adalah berdasarkan analisis kesesuaian hasil klasifikasi dengan data hasil survei di lapangan (menggunakan GPS *handheld*).
 5. Metode uji klasifikasi yang digunakan adalah berdasarkan analisis matriks konfusi dari kedua metode klasifikasi (NDVI dan NDVI BSI) dengan data yang menjadi acuan yaitu data tutupan lahan hasil klasifikasi *Maximum Likelihood*.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah Penelitian adalah wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah
2. Data yang digunakan adalah data citra Landsat 8 akuisisi tanggal 29 Mei 2015

II Kajian Pustaka

II.1 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan suatu bentuk pemanfaatan atau fungsi dari perwujudan suatu bentuk penutup lahan. Istilah penggunaan lahan didasari pada fungsi kenampakan penutup lahan bagi kehidupan, baik itu kenampakan alami atau buatan manusia. Penggunaan lahan ini adalah hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi (Arsyad, 1989).

Penggunaan lahan termasuk dalam komponen sosial budaya karena penggunaan lahan mencerminkan hasil kegiatan manusia atas lahan serta statusnya (Bakosurtanal, 2007). Adanya aktivitas manusia dalam menjalankan kehidupan ekonomi, sosial dan budaya sehari-hari berdampak pada perubahan penutup/penggunaan lahan.

II.2 Satelit Landsat 8

Satelit Landsat 8 merupakan satelit Landsat seri ke-8 milik NASA yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013 dari Vandenberg Air Force Base, California. Satelit ini diluncurkan dengan membawa dua sensor utama yakni sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band* 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (kanal 10 dan 11) pada TIRS.

II.3 Koreksi Geometrik

Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Tujuan koreksi geometrik menurut Arhatin (2010) adalah untuk melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinatnya sesuai dengan koordinat geografis.

II.4 Koreksi Radiometrik *Top of Atmosphere* (ToA)

Koreksi radiometrik *Top of Atmosphere* (ToA) adalah koreksi radiometrik yang dilakukan untuk menghilangkan kesalahan nilai *digital number* akibat adanya perbedaan sudut elevasi matahari ketika melakukan perekaman. Adanya perbedaan sudut elevasi matahari dapat menyebabkan pencahayaan di permukaan bumi tidak sama sehingga berpengaruh terhadap besarnya energi yang diterima oleh sensor satelit dari nilai pantulan (*reflectance*) setiap objek dipermukaan bumi. Berdasarkan USGS (2013), persamaan konversi untuk koreksi ToA reflektansi yaitu:

$$\rho\lambda' = MpQcal + Ap \dots\dots\dots(2.1)$$

- Dimana:
- $\rho\lambda'$ = ToA reflektansi, tanpa koreksi untuk sudut matahari
 - Mp = REFLECTANCE_MULT_BAND_x, di mana x adalah nomor band
 - Ap = REFLECTANCE_ADD_BAND_x, di mana x adalah nomor band
 - Qcal= Nilai Digital Number (DN)

Persamaan untuk koreksi dengan sudut matahari yaitu:

$$P\lambda = \rho\lambda' / (\cos(\Theta SZ)) = \rho\lambda' / (\sin(\Theta SE)) \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana:
- Pλ = ToA reflektansi
 - ΘSE = Sun elevation
 - ΘSZ = Sudut zenith matahari, ΘSZ = 90 ° - ΘSE

II.5 Transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDVI merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan indeks vegetasi dengan menggunakan data citra satelit. NDVI merupakan suatu metode yang paling sering digunakan untuk menghitung dan menentukan nilai indeks vegetasi.

Secara teori dari hitungan NDVI, nilainya berkisar antara -1 hingga +1. Rumus perhitungan NDVI adalah:

$$NDVI = (\lambda NIR - \lambda Red) / (\lambda NIR + \lambda Red) \dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- NDVI = Nilai indeks NDVI
- λNIR = Nilai reflektansi kanal NIR (Band 5)
- λRed = Nilai reflektansi kanal Red (Band 4)

II.6 Transformasi BSI (Bare Soil Index)

BSI merupakan metode analisis yang digunakan berdasarkan asumsi bahwa nilai index vegetasi kurang dapat dipercaya pada kondisi tutupan vegetasi kurang dari 50% sehingga nilai indeks vegetasi tidak dapat diandalkan apabila wilayah penelitian tertutupi oleh adanya vegetasi yang kurang dari setengah cakupan citranya. Untuk meningkatkan reliabilitas estimasi status vegetasi, maka perlu menggunakan metode BSI yang dibangun dengan melibatkan informasi spektral inframerah tengah sehingga perkiraan status vegetasi lebih baik. Asumsi ini menurut Rikimaru dkk. (2002) didasari oleh hubungan timbal balik yang kuat antara keberadaan tanah dan vegetasi (semakin dominan tanah, semakin sedikit vegetasi, juga sebaliknya). Rumus yang digunakan dalam perhitungan *Bare Soil Index* (BSI) adalah sebagai berikut:

$$BSI = \frac{(\lambda SWIR + \lambda RED) - (\lambda NIR + \lambda BLUE)}{(\lambda SWIR + \lambda RED) + (\lambda NIR + \lambda BLUE)} \times 100 + 100 \dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- BSI = Nilai index BSI
- $\lambda SWIR$ = Nilai reflektansi kanal SWIR 1 (Kanal 6)
- λRED = Nilai reflektansi kanal Red (Kanal 4)
- λNIR = Nilai reflektansi kanal NIR (Kanal 5)
- $\lambda BLUE$ = Nilai reflektansi kanal Blue (Kanal 2)

II.7 Klasifikasi Terbimbing *Maximum Likelihood*

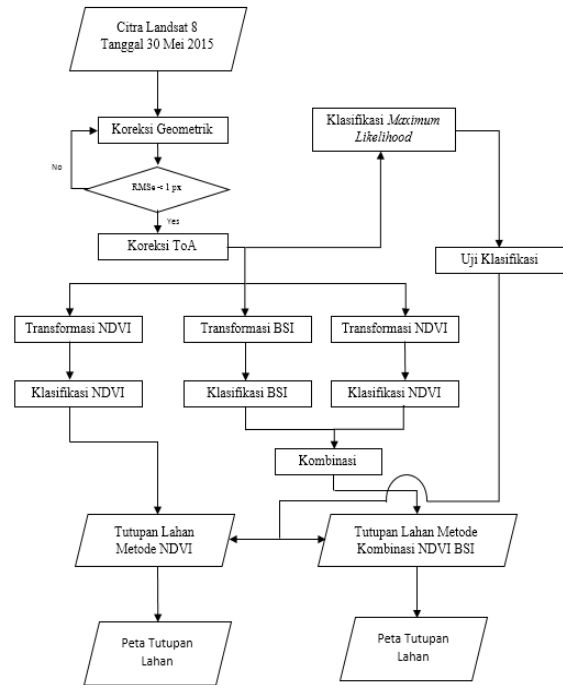
Menurut Poetri (2012), klasifikasi citra merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokkan semua piksel ke dalam beberapa kelas berdasarkan suatu kriteria atau kategori obyek hingga menghasilkan peta tematik dalam bentuk raster. Pada klasifikasi terbimbing, dilakukan pengelompokkan data dengan area pelatihan (*training area*) untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili. Metode terbimbing *Maximum Likelihood* didasarkan pada perhitungan statistik (perhitungan nilai rata-rata dan variansi). Fungsi probabilitas dihitung dari data kelas-kelas yang didapat dari training sites, tiap piksel dinilai atas kelas-kelas yang mungkin muncul. Kelebihannya adalah diikutsertakannya semua piksel berapapun jauh

nilainya tersebut dari rata-rata kelas, dan kekurangannya adalah tidak semua data terdistribusi normal.

III Tahapan Klasifikasi Tutupan Lahan

III.1 Diaram Alir Pengolahan Data

Adapun tahap pengolahan data pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar III.1 Diagram alir pengolahan data

III.2 Proses Pra Pengolahan

III.2.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi (Mather, 1987). Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor.

Pada proses ini, menggunakan metode koreksi geometrik *image to image* dengan menggunakan citra yang sudah terkoreksi (citra terkoreksi) 30 Januari 2012 dari LAPAN (Lembaga Antariksa Nasional) sebagai pedoman untuk melakukan koreksi geometrik pada Citra Landsat 8 tanggal akuisisi 29 Mei 2015 dengan scene 120/65.

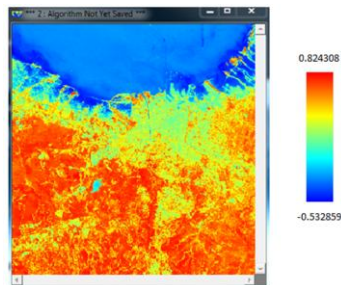
III.2.2 Koreksi Top of Atmosphere (ToA)

Data yang diterima oleh stasiun penerima data penginderaan jauh merupakan data mentah yang mana berupa data hasil perekaman pantulan dan pancaran yang tidak lepas dari pengaruh kondisi

atmosfer, sensor satelit, kekasaran permukaan serta perbedaan sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik *Top of Atmosphere* dilakukan untuk menghilangkan kesalahan nilai digital number akibat adanya perbedaan sudut elevasi matahari ketika melakukan perekaman. Untuk formula dalam melakukan koreksi *Top of Atmosphere* (ToA) dapat dilihat pada formula 2.1 dan 2.2.

III.3 Transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

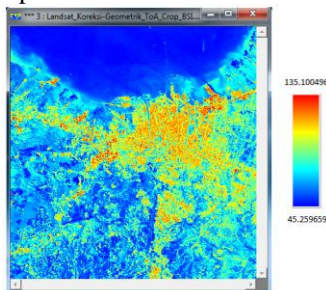
Tahapan transformasi NDVI dilakukan pada citra Landsat yang telah terkoreksi geometrik maupun koreksi *Top of Atmosphere* (ToA). Tahapan dari transformasi NDVI ini yaitu memasukkan input formula dari NDVI pada formula editor pada perangkat lunak ER Mapper. Adapun formula dalam melakukan transformasi NDVI dapat dilihat pada formula 2.3.



Gambar III.1. Transformasi NDVI citra Landsat 8 pada ER Mapper

III.4 Transformasi BSI (Bare Soil Index)

Sama seperti tahap NDVI, transformasi BSI juga dilakukan pada citra Landsat yang telah dilakukan koreksi geometrik dan koreksi *Top of Atmosphere* (ToA). Tahapan dari transformasi BSI ini yaitu memasukkan *input formula* dari BSI pada *formula editor* pada perangkat lunak ER Mapper. Adapun formula dalam melakukan transformasi BSI dapat dilihat pada formula 2.4.

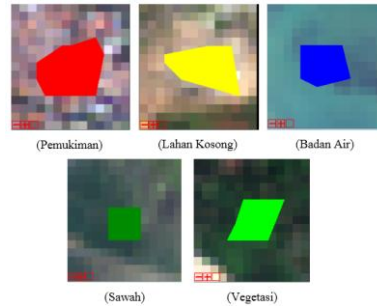


Gambar III.2. Transformasi BSI citra Landsat tahun 2015

III.5 Klasifikasi Terbimbing Maximum Likelihood

Pada penelitian ini, klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* dijadikan sebagai acuan atau

referensi dalam membandingkan hasil klasifikasi menggunakan NDVI dan kombinasi NDVI BSI. Oleh sebab itu tutupan lahan hasil klasifikasi ini harus benar-benar dapat memiliki tingkat keakurasian yang sangat baik sehingga dapat dijadikan acuan untuk mengetahui keakurasian pada kedua metode yang akan dibandingkan.



Gambar III.3. Pengambilan ROI pada tiap kelas tutupan lahan

Untuk menjadikan hasil klasifikasi terbimbing ini menjadi data yang dapat dipercaya sebagai acuan tersebut, dalam penelitian ini proses pengambilan ROI harus benar-benar sesuai dengan kondisi tutupan dilapangan. Selain itu setelah peta tutupan lahan hasil klasifikasi ini terbentuk, akan dilakukan uji ketelitian berdasarkan data koordinat tutupan lahan hasil survey lapangan. Klasifikasi citra ini akan dianggap benar jika hasil perhitungan confusion matrix >80% (Short, 1982).

III.6 Penentuan Kelas Tutupan Lahan dari Transformasi

Dari citra hasil transformasi NDVI dan BSI yang telah diproses sebelumnya, akan dilakukan penentuan rentang nilai untuk masing-masing kelas tutupan lahan yang terdiri dari lima kelas yaitu badan air (sungai, danau, dan laut), lahan terbangun (pemukiman, dan industri), vegetasi (hutan dan perkebunan), lahan kosong atau lahan terbuka, dan persawahan. Sebagaimana kita ketahui pada citra hasil transformasi NDVI maupun BSI akan memiliki nilai indeks yang berbeda antara beberapa kelas tutupan lahan. Dalam penentuan rentang indeks pada masing-masing kelas langkah awal yaitu dengan menentukan sepuluh point training untuk masing-masing kelas yang mana titik tersebut diambil secara acak dan tersebar di sepanjang wilayah Kota Semarang.

III.7 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi citra bertujuan untuk pengelompokan atau melakukan segmentasi terhadap kenampakan-kenampakan yang homogen dengan menggunakan teknik kuantitatif. Dalam klasifikasi tutupan lahan pada penelitian di Kota Semarang ini, dilakukan dengan cara melakukan penentuan rentang batas *threshold* pada nilai indeks hasil dari NDVI dan

BSI untuk masing-masing kelas tutupan lahan. Adapun setelah dilakukan penentuan ambang batas dari tiap tutupan lahan pada indeks NDVI maupun BSI, dilakukan pemisahan kelas tutupan berdasarkan nilai *threshold* masing-masing kelas. Adapun formula dalam pemisahan nilai ambang batas (*threshold*) pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$\frac{(\bar{X} + Sx) + (\bar{Y} + Sy)}{2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

- \bar{X} = Rata-rata dari sebaran nilai indeks kelas tutupan lahan X
- \bar{Y} = Rata-rata dari sebaran nilai indeks kelas tutupan lahan Y
- Sx = Standar deviasi dari sebaran nilai kelas tutupan lahan X
- Sy = Standar deviasi dari sebaran nilai kelas tutupan lahan Y

III.8 Uji keakurasian NDVI dan BSI

Uji keakurasian NDVI dan BSI dilakukan untuk membandingkan hasil klasifikasi NDVI dan klasifikasi BSI sebelum dilakukan penggabungan (kombinasi hasil klasifikasi). Uji keakurasian ini dilakukan menggunakan lima titik sampel lapangan untuk masing-masing kelas tutupan lahan yang tersebar secara acak di wilayah Kota Semarang dengan analisis matriks konfusi.

III.9 Kombinasi Hasil Klasifikasi NDVI dan BSI

Dari hasil klasifikasi tutupan lahan dari transformasi NDVI dan BSI dilakukan kombinasi untuk membangun peta tutupan lahan yang baru. Kombinasi ini dilakukan untuk hasil klasifikasi tutupan lahan NDVI yang terdiri dari kelas sawah, pemukiman, lahan terbuka, vegetasi, dan badan air, dan juga untuk BSI yang menggunakan kelas lahan terbuka dan pemukiman saja tanpa mengikut sertakan tutupan lahan lain-lain. Tahapan kombinasi pada kedua hasil klasifikasi ini dilakukan dengan melakukan *replace* kelas-kelas tutupan lahan pada hasil klasifikasi NDVI dengan kelas pemukiman dan lahan terbuka pada BSI sehingga didapat peta tutupan lahan yang baru.

III.10 Uji Korelasi Spektral pada NDVI dan BSI

Tahap uji korelasi antar nilai spektral pada NDVI dan BSI dilakukan menggunakan analisis regresi linear sederhana menggunakan software microsoft excel dan juga software SPSS. Uji korelasi dilakukan untuk melihat korelasi nilai spektral antara NDVI dan BSI dan juga untuk mengetahui nilai koefisien regresi (R2) serta untuk melihat pengaruh signifikansi antara variabel NDVI dengan variable BSI.

III.11 Uji Klasifikasi (Matriks Konfusi)

Untuk mengetahui tingkat akurasi dari citra terklasifikasi, maka harus dilakukan uji klasifikasi. Uji klasifikasi ini membandingkan citra yang telah terklasifikasi untuk masing-masing kelas tutupan lahan dari metode NDVI dan kombinasi NDVI BSI dengan data citra hasil klasifikasi *Maximum Likelihood* yang merupakan data acuan atau referensi dalam menentukan tingkat keakurasian hasil klasifikasi. Uji klasifikasi ini dilakukan dengan perhitungan matriks konfusi yang menghasilkan informasi *overall accuracy*, *producer's accuracy*, *user's accuracy* dan *kappa statistic* (KHAT).

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Koreksi Geometrik

Proses koreksi geometrik citra Landsat 8 tahun 2015 ini menggunakan 10 titik kontrol tanah (GCP) dengan rata-rata nilai *RMS error* sebesar 0,182. Hasil rata-rata dari nilai *RMS error* ini masih memenuhi persyaratan kesalahan *RMS* untuk citra Landsat yang memiliki resolusi spasial 30 meter, yaitu < 0,5 piksel yang berarti nilai 0,182 masih memenuhi syarat dalam koreksi geometrik.

IV.2 Koreksi Radiometrik Top of Atmosphere (ToA)

Citra Landsat 8 sebelum dikoreksi ToA akan memiliki rentang nilai *Digital Number* (DN) yaitu 0 sampai dengan 65536 sesuai dengan nilai binary digit-nya yaitu 16 bit. Sedangkan citra Landsat 8 yang sudah terkoreksi akan menampilkan histogram yaitu dengan rentang nilai yang berbeda untuk masing-masing kanal yang mana nilai ini sudah merupakan nilai reflektansi hasil koreksi ToA tanpa adanya koreksi dari sudut matahari dari citra Landsat tersebut.

Tabel IV.1 Histogram Citra Landsat 8 setelah dikoreksi ToA

No. Band	Min	Max	Mean	St.dev
Band 1	-0.129509	1.175627	0.073242	0.148731
Band 2	-0.129509	1.253281	0.057336	0.143220
Band 3	-0.129509	1.273018	0.038235	0.135520
Band 4	-0.129509	1.361576	0.023449	0.133425
Band 5	-0.129509	1.503725	0.102252	0.204869
Band 6	-0.129509	1.535972	0.043861	0.151245
Band 7	-0.129509	1.508775	0.009372	0.117425

IV.3 Klasifikasi Terbimbing Maximum Likelihood Citra Landsat 8

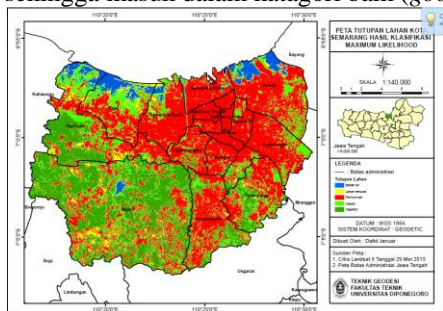
Proses klasifikasi *Maximum Likelihood* dilakukan dengan cara pengambilan beberapa *training area* pada citra untuk masing-masing kelas tutupan lahan yang mana pengambilan *training area* ini menjadi kunci utama dalam ketepatan dan

keakurasian proses pengklasifikasian tutupan lahan pada citra ini. Klasifikasi ini dibagi menjadi 5 (lima) kelas yaitu badan air, lahan terbuka, pemukiman, sawah, dan vegetasi.

Tabel IV.2. Separabilitas training area (ROI) penelitian

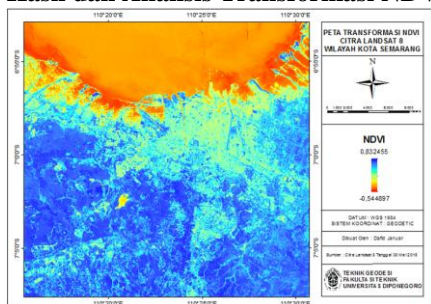
	Badan air	Lahan terbuka	Pemukiman	Sawah	Vegetasi
Badan air	-	2,000	2,000	2,000	2,000
Lahan terbuka	2,000	-	1,999	2,000	2,000
Pemukiman	2,000	1,999	-	2,000	2,000
Sawah	2,000	2,000	2,000	-	2,000
Vegetasi	2,000	2,000	2,000	2,000	-

Dari hasil nilai separabilitas, diketahui bahwa *training area* (ROI) pada proses klasifikasi terbimbing ini memiliki rentang antara 1,999 sampai 2,000 sehingga masuk dalam katagori baik (*good*).



Gambar IV.1. Hasil klasifikasi *Maximum Likelihood*. Dari hasil klasifikasi yang telah didapat, dilakukan uji keakurasian menggunakan 25 titik validasi lapangan yang mana menghasilkan tingkat keakurasian sebesar 84%.

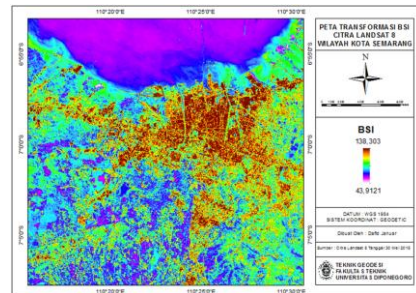
IV.4 Hasil dan Analisis Transformasi NDVI



Gambar IV.2. Citra Landsat 8 hasil transformasi NDVI

Dari pengamatan hasil transformasi NDVI di atas, dilihat secara visual bahwa daerah yang memiliki kerapatan vegetasi yang rendah memiliki gradasi warna kuning cerah. Dan untuk daerah dengan tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi memiliki gradasi warna yang lebih tinggi yaitu warna merah. Ini merupakan salah satu tahapan awal untuk membedakan daerah dengan vegetasi tinggi dan rendah pada daerah penelitian.

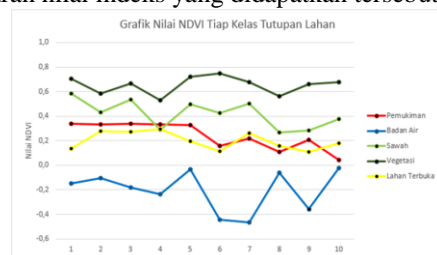
IV.5 Hasil dan Analisis Transformasi BSI



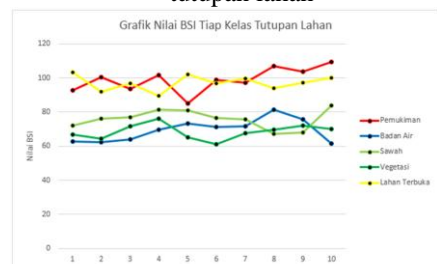
Gambar IV.3. Citra Landsat 8 hasil transformasi BSI. Dari gambar IV.3 dapat dilihat bahwa kenampakan bangunan dan tutupan lahan kosong memiliki gradasi warna antara kuning hingga merah, sedangkan untuk tutupan lainnya (vegetasi, sawah dan air) memiliki gradasi warna biru sehingga sulit untuk dibedakan. Hal ini memang merupakan sifat dari transformasi BSI yang lebih sensitif dalam membedakan antara area vegetasi dan non vegetasi sehingga deteksi area lahan terbuka dan pemukiman lebih dapat dibedakan dari tutupan vegetasi.

IV.6 Penentuan dan Analisis *Threshold* pada Transformasi NDVI dan BSI

Untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing kelas tutupan lahan pada NDVI dan BSI, dilakukan pengambilan *Area of Interest* (AoI) dari citra yang sudah ditransformasi. Hal ini bertujuan untuk menentukan sebaran nilai-nilai indeks BSI dan NDVI pada masing-masing kelas tutupan lahan. Pengambilan AoI ini dilakukan pada masing-masing tutupan lahan yang tersebar secara acak pada citra agar lebih memberikan variasi yang lebih banyak dari sebaran nilai indeks yang didapatkan tersebut.



Gambar IV.4. Grafik sebaran nilai NDVI tiap kelas tutupan lahan



Gambar IV.5. Sebaran nilai BSI untuk tiap kelas tutupan lahan

Untuk membangun suatu tutupan lahan dari sebuah indeks vegetasi NDVI maupun indeks BSI perlu dilakukan penentuan ambang batas maksimum dan

minimum (*threshold*) dari tiap-tiap tutupan lahan sehingga mendapatkan *range* yang mewakili untuk tiap kelas. Untuk penentuan batas ambang batasnya digunakan formula seperti yang tertera pada formula 3.1. Berikut adalah tabel hasil penentuan nilai *threshold* tiap tutupan lahan untuk masing-masing indeks NDVI dan BSI.

Tabel IV.3. *Threshold* tutupan lahan pada BSI

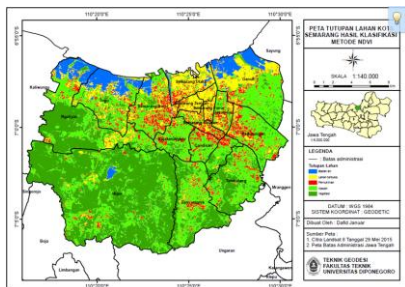
No	Kelas	Nilai Ambang Batas (<i>Threshold</i>)	
		Batas Minimum	Batas Maksimum
1	Lain-lain	<85.8597205	85.8597205
2	Pemukiman	85.8597205	100.6181455
3	Lahan terbuka	100.6181455	> 100.6181455

Tabel IV.4. *Threshold* tutupan lahan pada NDVI

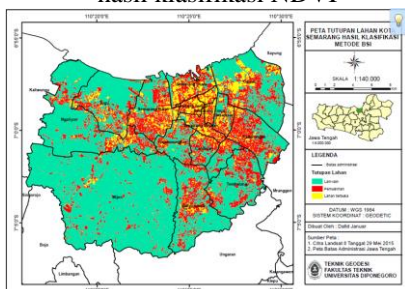
No	Kelas	Nilai Ambang Batas (<i>Threshold</i>)	
		Batas Minimum	Batas Maksimum
1	Badan Air	< -0.0206684	-0.0206684
2	Lahan Terbuka	-0.0206684	0.1920355
3	Pemukiman	0.1920355	0.294849
4	Sawah	0.294849	0.57391
5	Vegetasi	0.57391	> 0.57391

IV.7 Hasil Klasifikasi Penutup Lahan NDVI dan BSI

Dari penentuan rentang ambang batas (*threshold*) tiap kelas penutup lahan dari NDVI dan BSI, dibangun peta tutupan lahan NDVI dan BSI yang mana hasil dari keduanya akan di gabung sehingga membentuk peta tutupan lahan Kota Semarang yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.



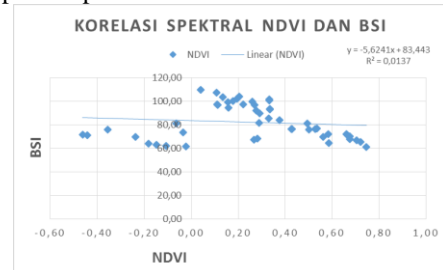
Gambar IV.6. Peta tutupan lahan Kota Semarang hasil klasifikasi NDVI



Gambar IV.7. Peta tutupan lahan Kota Semarang hasil klasifikasi BSI

IV.8 Analisis Nilai Spektral dan Korelasi Antar Kelas Tutupan Lahan pada NDVI dan BSI

Uji korelasi nilai spektral antara tutupan lahan pada NDVI dan BSI dilakukan dengan menggunakan regresi linear pada kedua metode tersebut. Uji korelasi menggunakan regresi linear ini dilakukan untuk menganalisis korelasi atau keterkaitan antara nilai spektral pada NDVI dan BSI

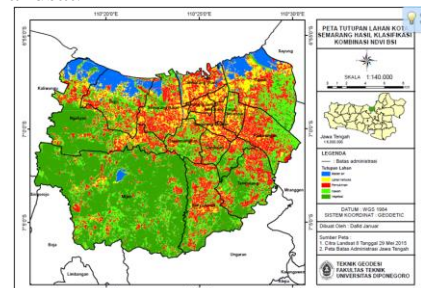


Gambar IV.8. Grafik regresi linear pada spektral NDVI dan BSI

Dari grafik di atas dapat dilihat antara spektral NDVI dan BSI memiliki korelasi negatif (berbanding terbalik) yang dibuktikan dengan persamaan $y = -5,6241x + 83,443$ dengan nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,0137. Untuk spektral NDVI memiliki nilai signifikansi (σ) sebesar 0,418 yang berarti nilai spektral NDVI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap spektral BSI karena memenuhi kriteria $>0,05$.

IV.9 Analisis Keakuratan Penggunaan NDVI dan BSI

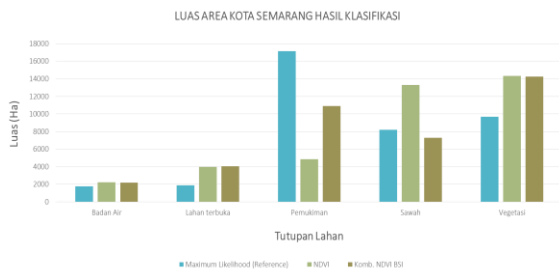
Dari data hasil uji klasifikasi, akan dapat dilihat bahwa kedua metode memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing. Untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan BSI memiliki tingkat keakuratan (*overall accuracy*) yang baik, yaitu sebesar 96,00 % namun tidak memiliki kemampuan dalam membagi tutupan lahan dalam jumlah banyak. Sedangkan untuk klasifikasi tutupan lahan metode NDVI menghasilkan tutupan lahan dengan keakuratan (*overall accuracy*) lebih rendah yaitu sebesar 60,00 % namun metode NDVI ini memiliki kelebihan yaitu dapat membagi jumlah kelas tutupan lahan lebih banyak. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan kombinasi dari kedua metode NDVI dan BSI untuk membentuk suatu peta tutupan lahan dari citra Landsat.



Gambar IV.9. Peta tutupan lahan Kota Semarang hasil kombinasi NDVI dan BSI

IV.10 Analisis Perbandingan Luas Hasil Klasifikasi Dengan Klasifikasi *Maximum Likelihood*

Berdasarkan hasil perhitungan luasan tiap kelas tutupan lahan hasil klasifikasi masing-masing metode (metode NDVI, dan kombinasi NDVI BSI) hasil penelitian akan dibandingkan dengan luasan hasil klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* yang mana menjadi acuan dalam menentukan metode terbaik dari masing-masing metode klasifikasi. Perbandingan hasil luasan tiap kelas tutupan lahan pada ketiga metode tersebut dengan hasil klasifikasi *Maximum Likelihood* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar IV.10. Grafik perbandingan luas tiap tutupan lahan hasil klasifikasi

IV.11 Uji Ketelitian

Uji ketelitian pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil klasifikasi NDVI dan kombinasi NDVI BSI yang telah dilakukan pada citra Landsat 8. Di dalam proses pelaksanaan uji ketelitian pada penelitian ini menggunakan data hasil klasifikasi terbimbing sebagai data pembanding citra hasil klasifikasi NDVI, dan kombinasi NDVI BSI yang telah didapat.

Dari hasil klasifikasi metode NDVI memiliki tingkat akurasi (*overall accuracy*) sebesar 49,43% dengan nilai *kappa statistics* yaitu 0,344 dengan rincian *user's accuracy* yaitu badan air sebesar 76,15%, lahan terbuka sebesar 12,60%, pemukiman sebesar 85,37%, sawah sebesar 25,44% dan vegetasi sebesar 65,55%. Kemudian untuk klasifikasi metode NDVI BSI memiliki tingkat keakurasian (*overall accuracy*) sebesar 60,14% dan *kappa statistics* senilai 0,456 dengan rincian *user's accuracy* yaitu badan air sebesar 77,03%, lahan terbuka sebesar 8,07%, pemukiman sebesar 82,47%, sawah sebesar 39,48% dan vegetasi sebesar 65,88%.

V Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan dan menjawab rumusan masalah yang diajukan, sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk membangun tutupan lahan menggunakan metode NDVI dilakukan dengan penentuan nilai

ambang batas (*threshold*) pada 5 kelas tutupan lahan. Untuk BSI terbagi atas tiga kelas. Untuk metode kombinasi klasifikasi NDVI BSI dilakukan dengan *me-replace* tutupan lahan pada NDVI dengan tutupan pemukiman dan lahan terbuka pada BSI sehingga didapat peta tutupan lahan yang baru.

2. Keakurasian penggunaan metode klasifikasi NDVI BSI lebih baik jika dibandingkan dengan metode klasifikasi NDVI. Tingkat keakurasian pada klasifikasi kombinasi NDVI BSI sebesar 60,14% sedangkan pada metode klasifikasi NDVI memiliki tingkat akurasi sebesar 49,43%.
3. Untuk hasil analisis korelasi spektral pada NDVI dan BSI menunjukkan korelasi negatif (berbanding terbalik) dengan $y = -5,6241x + 83,443$ dan nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,0137. Sedangkan untuk nilai signifikansi (*sig*) NDVI adalah 0,418 (kriteria $>5\%$) yang berarti variabel NDVI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap BSI.

V.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil klasifikasi yang dilakukan, didapat nilai akurasi untuk kelas tutupan sawah dan kelas tutupan lahan terbuka yang rendah yaitu dibawah 50%. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan lebih spesifik untuk mengidentifikasi kedua tutupan lahan tersebut agar dapat dihasilkan tingkat keakurasian yang lebih baik.
2. Pada proses penentuan ambang batas nilai NDVI dan BSI, perlu dilakukan pengkajian menggunakan alat spektrometer untuk mengidentifikasi nilai spektral dari masing-masing kelas tutupan lahan agar mendapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik lagi.
3. Untuk pengambilan titik validasi lapangan perlu dilakukan dalam waktu yang dekat dengan waktu perekaman citra agar tidak terjadi perubahan tutupan lahan yang signifikan yang akan mengganggu kualitas hasil uji validasi.
4. Untuk referensi hasil klasifikasi sebaiknya menggunakan referensi yang lebih dapat dipercaya karena untuk kualitas klasifikasi *Maximum Likelihood* akan sangat tergantung pada keakuratan proses pengambilan ROI yang dilakukan.
5. Pada daerah tropis seperti Indonesia, citra dari satelit akan sangat terganggu dengan banyaknya awan baik awan yang tebal maupun yang tipis (*haze*) yang akan sangat mempengaruhi nilai *digital number*. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk menghilangkan pengaruh awan karena

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. (1989) : Konservasi Tanah dan Air. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Arhatin, R.E. (2010) : Modul pelatihan pembangunan indeks kerentanan Pantai dan Pengenalan Penginderaan Jauh. Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Bakosurtanal. (2010) : SNI 7645:2010 Klasifikasi Penutup Lahan.
- Mather, P.M. (1987) : Computer Processing Of Remote Sensed Data. Jhon Willey & Sons, London.
- Poetri, N.R.H. (2012) : Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan dengan Metode Object-Based dan Pixelbased. Tugas Akhir. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rikimaru, A., Roy, P.S., Miyatake, S., (2002) : Tropical Forest Cover Density Mapping. Trop. Ecology. 43, 39–47.
- USGS. (2013) : Using the USGS Landsat 8 Product. http://Landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php. (Diakses tanggal 10 April 2015).