

## Optimalisasi Transformasi Spektral Ui, Ndbi, Ndvi Dan Kombinasi Tranformasi Spektral Ui – Ndvi Dan Ndbi - Ndvi Guna Mendeteksi Kepadatan Lahan Terbangun Di Kota Magelang

*Surya Kurniawan<sup>1)</sup>, Wa Ode Nurhaidar<sup>2)</sup>, Iradat Salihin<sup>3)</sup>*

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Geografi FITK UHO,

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Geografi FITK UHO

<sup>3)</sup>Dosen Jurusan Geografi FITK UHO

Emai : [geografiuhofitk@gmail.com](mailto:geografiuhofitk@gmail.com)

### ABSTRAK

Penggunaan citra dengan resolusi menengah guna memndeteksi kepadatan lahan terbangun pada saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, karena sulitnya membedakan lahan terbangun dan lahan terbuka/kosong. Penelitian ini bertujuan untuk nmengkaji kemampuan tranformasi spectral dan kombinasinya guna mendeteksi kepadatan lahan terbangun dan menkaji pola kepadatan lahan terbangun.

Untuk dapat mendeteksi kepadatan lahan terbangun dalam penelitian ini menggunakan transformasi spektral yang diperuntukan untuk transformasi kota dan transformasi vegetasi dengan memanfaatkan citra Landsat 8 sebagai sumber data utama. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan cara mengembangkan tranformasi spektaran yang diperuntukan untuk mendeteksi kota dan vegetasi. Kombinasi antar trasformasi ini untuk memunculkan built-up lahan terbangun.

Hasil transformasi UI memiliki akurasi tertinggi yaitu 83,33% serta memiliki standar deviasi 30,27. Kombinasi tranformasi terbaik adalah tranformasi UI-NDVI dengan nilai akurasi 85,04% serta nilai standar deviasi 30,32. Peta hasil kepadatan lahan terbangun hasil tranformasi UI-NDVI selanjutnya dianalisis dengan peta jaringan jalan dan kedekatan dengan *Central Business District* (CBD) untuk mendapatkan pola kepadatan lahan terbangun. Dari hasil analisis diketahui bahwa pola lahan terbangun yang ada di Kota Magelang dan sekitarnya cenderung memiliki dimensi searah jalur jalan utama dan terlihat seperti berbentuk elips

***Kata Kunci: Transformasi Spektral, Kombinasi Transformasi, Pola Kepadatan Lahan Terbangun***

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi penginderaan jauh akan sangat membantu dalam melakukan penelitian yang menggunakan berbagai macam data spasial, khususnya untuk analisis data keruangan pada wilayah penelitian yang cukup luas, terkait dengan monitoring kawasan yang membutuhkan data dengan sifat berkelanjutan (*sustainable*). Tujuan dari transformasi nilai asli piksel adalah untuk mendapatkan nilai piksel baru yang secara konfiguratif membentuk citra yang lebih tajam, jelas, dan lebih mudah dianalisis untuk keperluan tertentu. Transformasi untuk pengamatan daerah pekotaan telah banyak dilakukan dalam kurun waktu  $\pm$  30 tahun terakhir ini yang semua bergerak dalam kajian yang bersifat eksperimental

dan dikembangkan di negara-negara maju dimana sebagian besar penggunaan atap bangunan terbuat dari bahan metal (seng atau seng-aluminium) sedangkan di Indonesia sendiri penggunaan atap bangunan banyak menggunakan genteng dan genteng keramik dengan bahan baku tanah liat yang kadang kala secara spektral terlihat memiliki kemiripan dengan respon spektral tanah sekitarnya.

Kajian kepadatan bangunan banyak yang memanfaatkan citra penginderaan jauh dengan resolusi spasial yang tinggi, sedangkan resolusi spasial menengah (resolusi spasial 5-60 m) belum banyak dimanfaatkan untuk kajian kepadatan lahan terbangun. Penggunaan citra penginderaan jauh dengan resolusi menengah untuk

kajian kepadatan bangunan memiliki tingkat kesulitan yang cukup kompleks, karena sulitnya membedakan karakteristik spektral antar objek lahan terbangun dan lahan kosong/tanah. Pengolahan citra penginderaan jauh secara digital untuk kajian kepadatan lahan terbangun membutuhkan transformasi khusus untuk dapat mengidentifikasi kenampakan objek pada kawasan kota/perkotaan. Identifikasi kepadatan lahan terbangun dalam penelitian ini menggunakan citra dengan resolusi menengah dengan cara memanfaatkan dan mengkombinasikan transformasi spectral untuk memperoleh hasil transformasi yang baik untuk kajian kepadatan bangunan.

Kota Magelang merupakan daerah yang masuk pada daerah administrasi dari Provinsi Jawa Tengah. Kota Magelang merupakan salah satu jalur alternatif yang menghubungkan Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagai jalur penghubung antar daerah tersebut maka tidak mengherankan bila daerah ini mengalami pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat. Pertumbuhan ekonomi yang pesat turut mendorong penduduk untuk tinggal dan menetap di Kota Magelang dimana pada tahun 2009 jumlah penduduk sebesar 125,604 jiwa meningkat menjadi 126,443 jiwa pada tahun 2010 (BPS, 2014), datangnya penduduk ke Kota Magelang mendorong bertumbuhnya permukiman-permukiman baru.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Magelang dan Sekitarnya.

### 2.2 Pengumpulan Data

Kepadatan lahan terbangun dalam penelitian ini dapat dideteksi dengan menggunakan metode studi kasus (*case study*), di Kota Magelang dan Sekitarnya dengan memanfaatkan citra Landsat 8 Path/Row 120/65 dengan resolusi spasial 30 m sebagai sumber data utama. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan cara membangun dan

mengembangkan transformasi spektral yang selanjutnya akan dianalisis secara kualitatif untuk melihat pola kepadatan lahan terbangun dari hasil transformasi terbaik. Transformasi spektral digunakan antara lain : NDVI, UI, NDBI, dan kombinasinya yaitu : UI-NDVI, NDBI-NDVI.

### 2.3 Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini mengkaji kemampuan dari transformasi spektral dalam pemetaan kepadatan lahan terbangun di daerah penelitian. Pada penelitian ini memanfaatkan citra hasil transformasi spektral yang terdiri dari transformasi NDVI, UI dan NDBI.

#### a. Transformasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Transformasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan transformasi yang menggunakan saluran inframerah dekat (IMD) dan saluran merah (M) di mana kedua saluran ini memiliki interaksi yang berbeda terhadap vegetasi. Persamaan yang digunakan adalah (NOAA, dalam Danoedoro, 2012):

$$NDVI = \frac{IMD - M}{IMD + M}$$

#### b. Transformasi *Urban Index* (UI)

Transformasi *Urban Index*/Indeks kota adalah transformasi yang memanfaatkan saluran inframerah tengah II (IMTg II) dan saluran inframerah dekat (IMD). Nilai indeks UI didapatkan melalui proses transformasi dilakukan menggunakan persamaan (Kawamura, 1996):

$$UI = \left[ \frac{IMTg II - IMD}{IMTg II + IMD} + 1.0 \right]$$

#### c. Transformasi *Normalized Difference Build-up Index* (NDBI)

Indeks area terbangun atau *Normalized Difference Build-up Index* merupakan indeks yang menggunakan saluran inframerah tengah (IMTg) dan inframerah dekat (IMD). Banyak

penelitian yang menggunakan NDBI untuk lebih memunculkan Built-up area perkotaan dengan menggunakan persamaan (Zha, 2003 dalam Danoedoro,2012) :

$$NDBI = \frac{IMTg - IMD}{IMTg + IMD}$$

Analisis untuk menentukan kombinasi transformasi spektral dalam pemetaan Kepadatan lahan terbangun kota dilakukan dengan analisis kualitatif pada citra hasil kombinasi transformasi spektral. Pembangunan dan pengembangan indeks kota menggunakan saluran-saluran yang memiliki kemampuan untuk membedakan material bangunan dengan meterial alami. Menurut Herold, Roberts, Gardner dan Dennison (2003) dalam As-syakur, Adnyana, Arthana dan Nuarsa (2012) bahwa nilai pantulan dari *built-uparea* akan lebih tinggi karena memanfaatkan saluran-saluran dengan panjang gelombang yang tinggi.

Banyak penelitian yang memanfaatkan transformasi spektral untuk mengidentifikasi penutup lahan kota, tetapi yang mencoba melakukan kombinasi antar transformasi spektral masih belum banyak di lakukan. Penelitian yang pernah di lakukan Zha, Gao dan Ni (2003) dalam Jeile, Yongxue dan Chenglei (2010) dan Danoedoro (2012) adalah dengan mencoba mengoptimalkan transformasi untuk mendapatkan kalkulasi *Built-up Area*.

a. Kombinasi UI – NDVI

Transformasi UI menggunakan saluran inframerah tengah II (IMTgII) dan saluran inframerah tengah (IMD).Saluran inframerah tengah II memiliki kemampuan dalam identifikasi kelembapan tanah dan lahan kosong sekaligus mampu digunakan untuk klasifikasi vegetasi.Pada saluran inframerah dekat (IMD) pantulan spektral vegetasi lebih tinggi dibandingkan dengan pantulan lahan terbangun dan lahan terbuka.

$$Built-up Area = \left[ \frac{IMTg II - IMD}{IMTg II + IMD} + 1.0 \right] - \left[ \frac{IMD - M}{IMD + M} \right]$$

b. Kombinasi NDBI – NDVI

Saluran yang digunakan dalam transformasi NDBI adalah saluran inframerah tengah (IMTg) dan saluran inframerah dekat (IMD).Pada saluran IMTg pantulan objek lahan terbangun dan lahan terbuka lebih tinggi (lebih peka) dari pada pantulan objek vegetasi.Namun sebaliknya pada saluran inframerah dekat (IMD) pantulan spektral vegetasi lebih tinggi dibandingkan dengan pantulan lahan terbangun dan lahan terbuka. Oleh sebab itu banyak peneliti diantaranya Zha, Gao dan Ni (2003) mencoba mengembangkan transformasi spektral untuk identifikasi lahan terbangun menggunakan saluran inframerah dekat dan saluran inframerah tengah ini.

Analisis untuk mengkaji pola kepadatan lahan terbangun pada daerah penelitian dilakukan dengan hasil transformasi terbaik.Analisis kepadatan lahan terbangun menggunakan model regresi kepadatan lahan terbangun. Peta ini akan menunjukkan daerah mana saja pada Kota Magelang dan sekitarnya yang memiliki kepadatan bangunan yang tinggi. Setelah diperoleh peta kepadatan lahan terbangun selanjutnya dilakukan analisis pola kepadatan bangunan berdasarkan jarak terhadap jalan utama dan Central Business District (CBD).

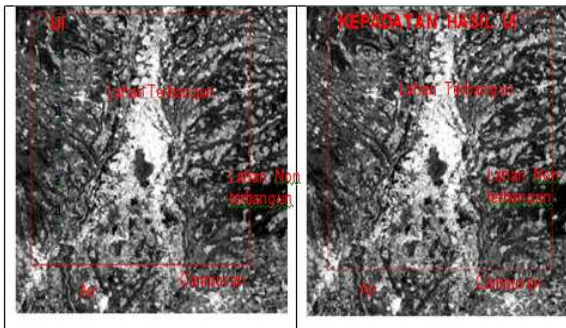
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari penelitian ini adalah peta pola kepadatan lahan terbangun pada Kota Magelang dan sekitarnya.Proses yang akan dilakukan terdiri dari pengumpulan data yang dimulai dari koreksi-koreksi dan *cropping* daerah penelitian, tahap ekstraksi data dimulai dengan melakukan

transformasi spektral, kegiatan lapangan, uji akurasi dan analisis.

### 3.1 Analisis Kemampuan Transformasi Spektral untuk pemetaan kepadatan lahan terbangun

Pemetaan kepadatan lahan terbangun kota di daerah penelitian menggunakan analisis hasil transformasi spektral yang terdiri dari transformasi NDVI, UI, NDBI, NBI dan NBAI. Dari pengolahan yang dilakukan transformasi UI memiliki uji akurasi tertinggi. Nilai hasil transformasi spektral UI belum mencerminkan nilai kepadatan lahan terbangun pada daerah penelitian sehingga harus dilakukan pengecekan nilai hasil dari transformasi UI dengan data kepadatan lahan terbangun yang diambil dari lapangan. Pada penelitian ini memperoleh nilai indeks kota dengan range nilai 0,22 sampai dengan 1,49. Proses berikutnya adalah pengelompokan nilai indeks kota kedalam beberapa interval kelas untuk mempermudah dalam pengecekan.



Gambar 1. Hasil Transformasi menggunakan UI (kiri) dan Model Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi UI

Data hasil pengecekan lapangan kemudian dilakukan proses korelasi dan regresi untuk melihat hubungan dan kekuatan hubungan antara nilai indeks dengan kepadatan lahan terbangun hasil transformasi UI, dimana pada proses kali ini menghasilkan korelasi (R) sebesar 0.860 yang bernilai positif dimana makin tinggi nilai transformasi akan menunjukkan kepadatan lahan terbangun yang tinggi pula. sehingga diperoleh model formula yaitu  $Y = 68.78 (UI) -$

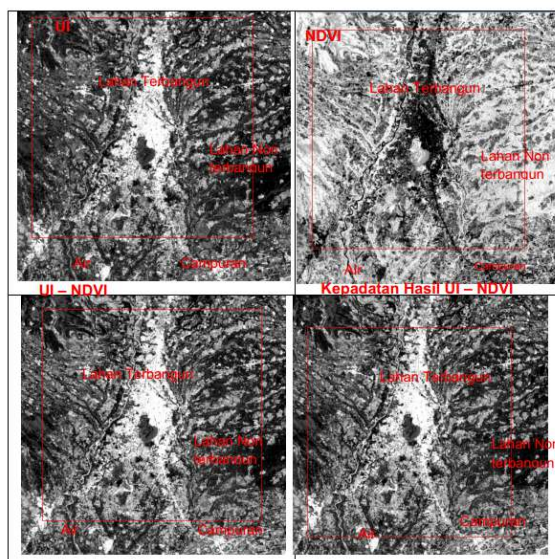
2.449, dengan nilai koefisien determinan (R<sup>2</sup>) sebesar 0,623. range nilai kepadatan lahan terbangun pada penelitian ini sebesar 13,20% sampai 99,98%. Proses berikutnya melakukan uji akurasi peta hasil kepadatan lahan terbangun, dimana pada hasil penelitian ini memperoleh hasil akurasi hasil 83,33% dan koefisien kappa (K) 0.78 yang masuk kesesuaian sedang dengan standar deviasi 30,27. Untuk lebih jelas mengenai hasil transformasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3.

### 3.2 Analisis Kemampuan Kombinasi Transformasi Spektral Untuk Pemetaan Kepadatan Lahan

Transformasi NDVI, UI dan NDBI yang dicoba untuk dikombinasikan antara transformasi untuk kota dan transformasi yang diperuntukan untuk vegetasi sehingga lebih memonjolkan Built-up Area dalam pemetaan kepadatan lahan terbangun. Operasi/pengolahan ini diterapkan pada suatu himpunan data citra atau peta dengan memanfaatkan prinsip-prinsip aljabar baik penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian, dimana citra telah memiliki satu sistem koordinat yang sama sehingga proses perhitungan nilai piksel memiliki posisi baris kolom yang sama. Pada penelitian ini menggunakan operasi aljabar pengurangan untuk mendapatkan citra yang baru dengan nilai piksel yang baru. Untuk mendapatkan citra yang baru ini masing-masing saluran dilakukan transformasi terlebih dahulu dan tahapan berikutnya citra hasil transformasi dilakukan kombinasi untuk mendapatkan citra dengan informasi terbaru yang dapat memberikan informasi yang lebih baik dalam pemetaan kepadatan lahan terbangun. Transformasi ini digunakan untuk mempertajam informasi dan sekaligus menekan informasi tertentu dimana dalam penelitian ini informasi penutup lahan kota yang dipertajam dan informasi vegetasi yang ditekan.

Dari pengolahan ini di daerah penelitian kombinasi transformasi UI-NDVI memiliki hasil uji akurasi terbaik dan

terbukti mampu meningkatkan akurasi klasifikasi. Nilai piksel hasil dari transformasi UI masih memiliki gangguan nilai vegetasi, sedangkan pada transformasi NDVI akan terjadi sebaliknya. Untuk meningkatkan informasi penutup lahan kota maka kombinasi antara dua transformasi ini diharapkan dapat mengoptimalkan informasi yang ada dengan mendapatkan data citra yang baru. Pada transformasi UI daerah lahan terbangun memiliki rona yang cerah, sedangkan daerah lahan non terbangun (daerah bervegetasi) memiliki rona gelap dan air (sungai) memiliki rona abu-abu gelap sedangkan pada transformasi NDVI menghasilkan sebaliknya.



Gambar 2. Hasil Transformasi menggunakan UI (kiri atas), transformasi NDVI (Kanan atas), transformasi UI-NDVI (kiri bawah) dan Model Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi UI-NDVI (kanan bawah)

Pada pengolahan ini mendapatkan nilai korelasi (R) sebesar 0,832 yang bernilai positif dan nilai koefisien determinan (R<sup>2</sup>) sebesar 0,691 sehingga memiliki korelasi yang cukup tinggi antara nilai UI-NDVI dan kepadatan lahan terbangun. Hasil regresi ini menghasilkan model kepadatan lahan terbangun (Y) yaitu,  $Y = 53,50 (UI-NDVI) + 36,00$  dengan range nilai kepadatan lahan terbangun 8,69% sampai 99,96%. Hasil uji akurasi

kepadatan lahan terbangun menggunakan transformasi UI-NDVI memiliki akurasi 85,04% dan koefisien kappa (K) 0,82 menurut Landis dan Koch (1997) hasil kepadatan lahan terbangun menggunakan transformasi UI-NDVI ini masuk pada tingkat kepercayaan tinggi dengan standar deviasi 30,32. Melihat hasil uji akurasi peta penutup lahan kota dari hasil kombinasi transformasi spektral UI-NDVI memiliki akurasi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan peta kepadatan lahan terbangun hasil transformasi UI sebesar 83,33% dan transformasi NDVI sebesar 69,23%. Untuk lebih jelas mengenai hasil transformasi dapat dilihat pada Tabel 2. dan Gambar 4.

### 3.3 Analisis Pola Kepadatan lahan Terbangun

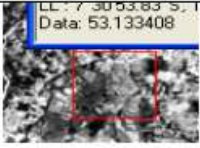

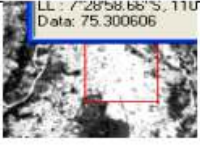





Tahapan analisis pola kepadatan lahan terbangun ini dilakukan dengan analisis pola kepadatan lahan hasil transformasi UI-NDVI dengan akurasi tertinggi yaitu sebesar 85,04% dengan standar Deviasi sebesar 30,32. Untuk menentukan tingkat kepadatan lahan terbangun adalah dengan menggunakan model regresi kepadatan lahan terbangun antara UI-NDVI yaitu kepadatan lahan terbangun  $Y = 53,50 (UI-NDVI) + 36,00$ . Dari model regresi ini setiap piksel akan memiliki nilai kepadatan lahan sehingga piksel yang memiliki nilai kepadatan yang sama akan dikelompokkan berdasarkan nilai kepadatannya. Pada pengolahan ini berdasarkan peta kepadatan lahan terbangun hasil transformasi UI-NDVI dapat terlihat kepadatan lahan terbangun tertinggi berada di daerah dengan akses jalan yang baik dan dekat dengan CBD.

Hasil kepadatan lahan terbangun memiliki interval kepadatan 77,81%-99,96% dengan luas 121,68 Ha atau 0,54% dari total luas daerah kajian yaitu 22500 Ha. Kepadatan lahan terbangun sedang memiliki interval nilai kepadatan 55,66%-77,81% dimana kepadatan ini masih berada di sekitar pusat kota yang merupakan CBD dari kota Magelang.

Kepadatan lahan terbangun sedang memiliki luas 2299,95 Ha atau 10,22% dari total daerah kajian yaitu 22500 Ha. Untuk kepadatan lahan terbangun rendah memiliki interval kepadatan 33.51%-55,66% dengan luas 8515,35 Ha atau 37,85% dari total luas daerah kajian. Yang termasuk dalam klasifikasi vegetasi bila memiliki kepadatan lahan terbangun kurang dari 33,51%. Dari hasil pengolahan untuk klasifikasi vegetasi memiliki luas tertinggi yaitu 11563,02 Ha atau 51,39% dari total daerah kajian. Dari hasil analisis terhadap jarak lahan terbangun terhadap jalan utama dapat dilihat bahwa lahan terbangun yang memiliki kedekatan dengan jalan utama dan memiliki akses yang baik akan cenderung memiliki kepadatan lahan terbangun yang tinggi dan semakin jauh jarak lahan terbangun semakin rendah kepadatan lahan terbangunnya.

Hasil pengolahan peta lahan terbangun ini cenderung memiliki kepadatan sangat tertinggi berada di Central Business District (CBD) dimana pada daerah ini ditandai dengan adanya pusat perkantoran, pusat pertokoan, bank, sarana hiburan dan pasar. Bila dilihat secara umum pola lahan terbangun yang ada di Kota Magelang dan sekitar cenderung mengikuti jalur transportasi utama dimana pola lahan terbangun cenderung memiliki dimensi memanjang searah jalur utama dan bukan melebar sehingga membentuk pola lahan terbangun yang terkesan terlihat seperti ellip. Bentuk pola lahan terbangun ini terbentuk mengikuti jalur jalan utama dari transportasi dan disebelah barat dan timur dari Kota Magelang sendiri dibatasi dua sungai yaitu sungai Progo dan sungai Elo. Untuk lebih jelas mengenai hasil pola kepadatan lahan terbangun transformasi UI dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 5.

Tabel 1. Presentase Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi

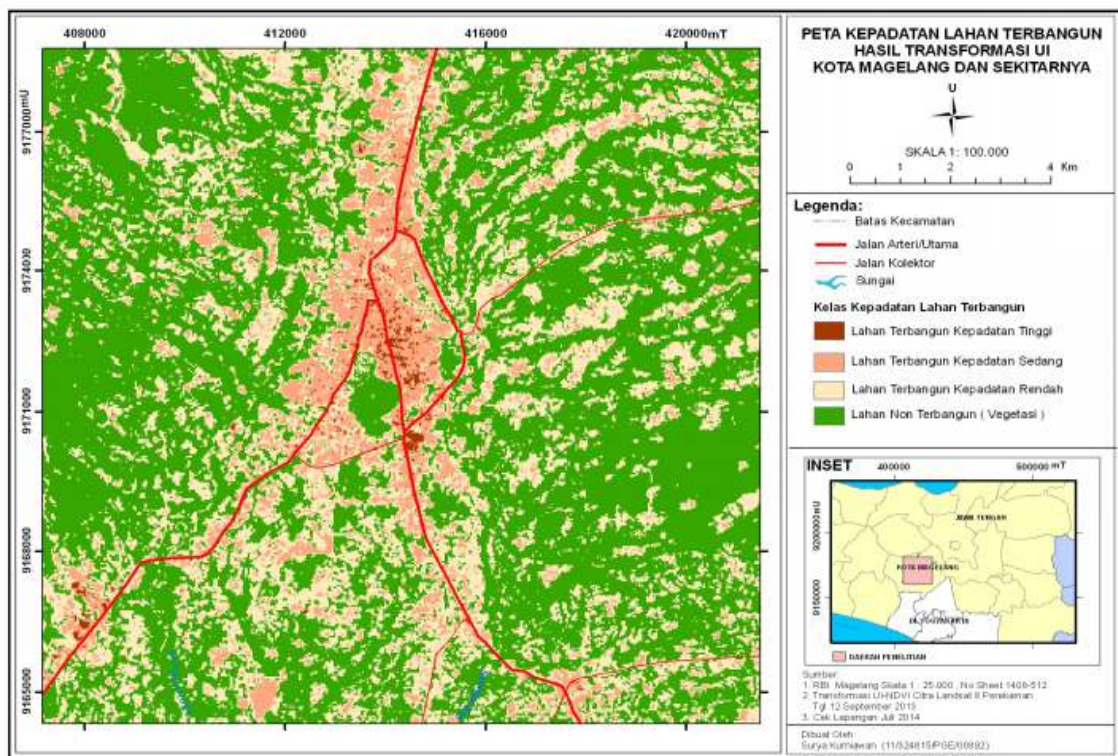
No	Klas Kepadatan	Citra	Lapangan	NDVI (%)	Luas (Ha)	UI (%)	Luas (Ha)	NDBI	Luas (Ha)
1	Lahan Terbangun Kepadatan Rendah			41.91 - 60.13	7805.25	34.98 - 56.65	6877.08	44.88 - 63.05	7567.20
2	Lahan Terbangun Kepadatan Sedang			60.13 - 78.35	1401.84	56.65 - 78.32	2021.13	63.72 - 81.23	2264.67
3	Lahan Terbangun Kepadatan Tinggi			78.35 - 96.56	89.55	78.32 - 99.98	100.71	81.23 - 99.41	191.88
4	Vegetasi			< 41.91	13203.36	< 34.98	13501.08	< 44.88	12476.25
Total Luas					22500		22500		22500

Sumber: Hasil Analisis

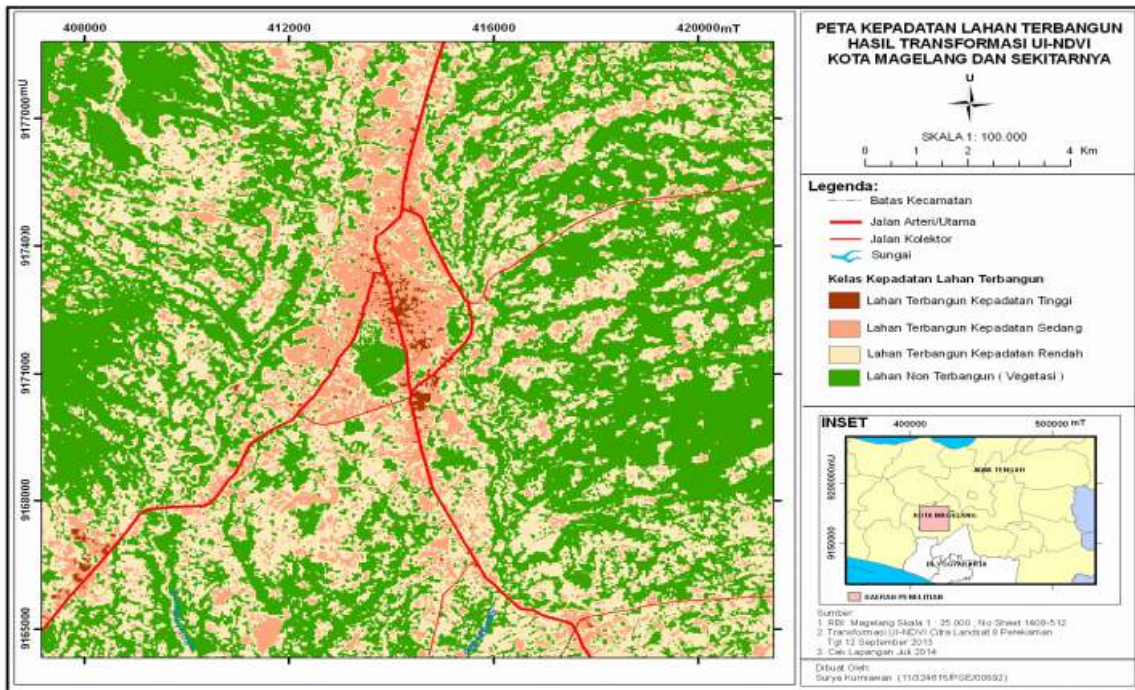
Tabel 2. Presentase Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi

No	Klas Kepadatan	Citra	Lapangan	UI - NDVI (%)	Luas (Ha)	NDBI - NDVI (%)	Luas (Ha)
1	Lahan Terbangun Kepadatan Rendah			33.51 – 55.66	8515.35	42.62 – 56.77	8977.95
2	Lahan Terbangun Kepadatan Sedang			55.66 – 77.81	2299.95	56.77 – 70.93	2855.34
3	Lahan Terbangun Kepadatan Tinggi			77.81 - 99.96	121.68	70.93 – 85.08	284.58
4	Vegetasi			< 33.51	11563.02	< 42.62	10382.13
Total Luas						22500	22500

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 3. Peta Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi UI Kota Magelang dan Sekitarnya  
Sumber: Hasil Analisis



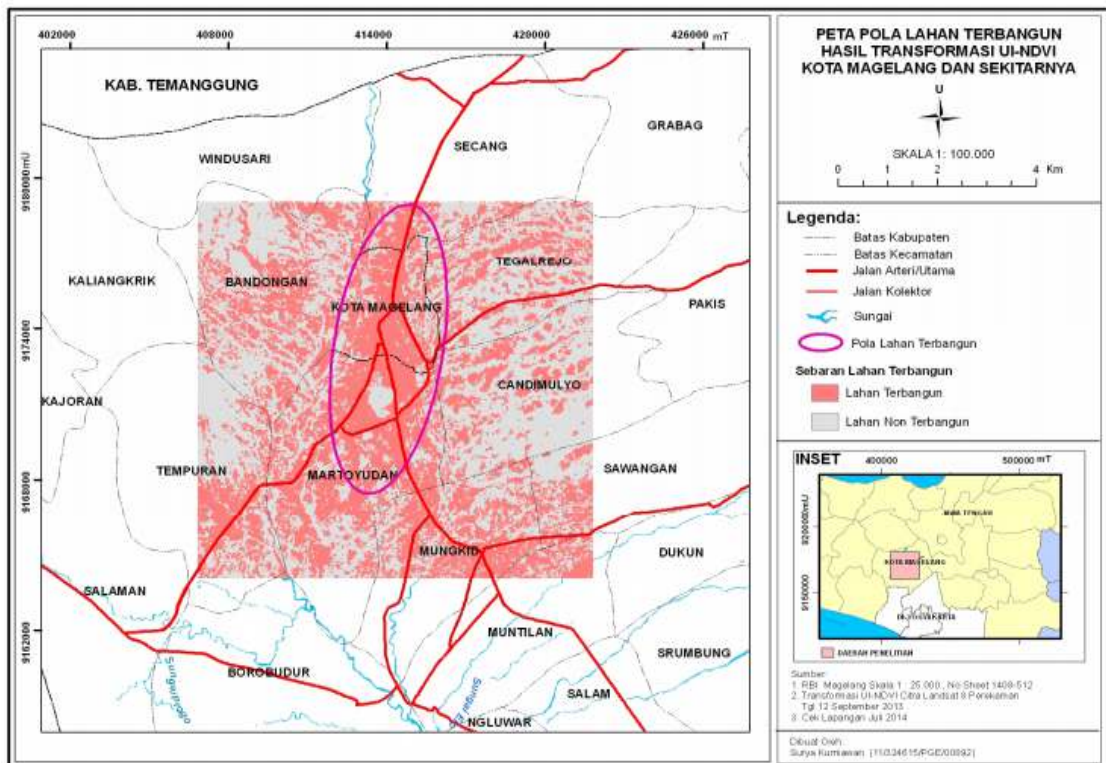
Gambar 4. Peta Kepadatan Lahan Terbangun Hasil Transformasi UI Kota Magelang dan Sekitarnya  
 Sumber: Hasil Analisis

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Kepadatan Lahan Terbangun

No	Klasifikasi Kepadatan (%)	Kepadatan Citra	Di Lapangan	Luas Hektar (Ha)	Persentase Luas (%)
1	Rendah 33,51 -55,66			8515,35	0,54
2	Sedang 55,66 – 77,81			2299,95	10,22
3	Tinggi 77,81-99,96			121,68	1,22
4	Vegetasi (Non Lahan Terbangun) < 33,51			11563,02	51,39
<b>Total</b>				<b>22500</b>	

Sumber: Hasil Analisis





Gambar 5. Peta Pola Lahan Terbangun Hasil Transformasi UI – NDVI Kota Magelang dan Sekitarnya  
Sumber: Hasil Analisis

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Transformasi UI memiliki hasil akurasi tertinggi untuk pemetaan kepadatan lahan terbangun sebesar 83,33% dengan tingkat kesesuaian koefisien kappa (K.) 0.78 yang masuk kesesuaian sedang dan memiliki standar deviasi 30,27.
2. Pemetaan kepadatan lahan terbangun hasil kombinasi transformasi spektral UI- NDVI memiliki hasil akurasi terbaik, dengan hasil uji akurasi sebesar 85,04% dan koefisien kappa (K) 0,82 yang masuk pada tingkat kepercayaan sedang dengan standar deviasi 30,32. Dari hasil kombinasi transformasi yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan peningkatan hasil klasifikasi dan uji akurasinya untuk pemetaan kepadatan lahan terbangun di daerah penelitian.
3. Bila dilihat secara umum pola lahan terbangun yang ada di Kota Magelang dan sekitar cenderung mengikuti jalur transportasi utama

dimana pola lahan terbangun cenderung memiliki dimensi memanjang searah jalur utama dan bukan melebar sehingga membentuk pola lahan terbangun yang terkesan terlihat seperti ellip

#### DAFTAR PUSTAKA

- 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. *MDPI Journal.Remote sensing*.ISSN 2072-4292.
- Astuti, T.R. 2010. Pemetaan Kepadatan Bangunan Dengan Interpretasi Hibrida Menggunakan Citra Satelit Aster Daerah Kota Surakarta [Skripsi]Yogyakarta: FakultasGeografi UGM
- Congalton, R.G.,Green, K. 2009. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data, Principles and Practies*, second editor, Taylor & Francis Group.CRC Press

- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Jeile, L.M.C., Yongxue, L., Chenglei, H.W.S. 2010. *Extract Residential Areas Automatically by New Built-up Index. School of Geographic & Oceanographic Science*. China: Nanjing University.
- Kawamura, P., Jayamanna, S., Tsujiko, Y. 1996. *Relation Between Social And Environmental Conditions In Colombia, Sri Lanka And The Urban Index Estimated By Satellite Remote Sensing Data*. Toyohashi: Toyohashi University of Technology.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (terjemahan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chiman, J.W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fifth Edition, New York: John Wiley & Son, Inc..
- McCoy, R.M. 2005. *Field Methods in Remote Sensing*. New York: The Guilford Press.
- Suharyadi, 2011. Interpretasi Hibrida Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah Untuk Kajian Densifikasi Bangunan Daerah Kota (kasus daerah kota Yogyakarta) [Disertasi]. Yogyakarta: Fakultas Geografi, UGM.
- Sukristiyanti., Suharyadi., Jatmiko.R.H., 2007. Evaluasi Indeks Urban Pada Citra Landsat Multitemporal Dalam Ekstraksi Kepadatan Bangunan. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan* Jilid 17 no. 1
- Waqar, M.M., Mirza, J.F., Mumtaz,r., Hussain, E, 2012. Development of New Indices for Extraction of Built-Up Area & Bare Soil from Landsat Data. *Scientific Reports journal* 136. Volume I
- Zha, Y., Gao, J., Ni, S, 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *Int.J. Remote Sensing*, 24(3)