

Analisis Pola Spasial Ekstraksi Area Permukiman Menggunakan Aplikasi SIG dan Citra Satelit LANDSAT 8: Input Pendukung Pemetaan Dasimetrik Kerentanan Sosial Terhadap Bencana Longsor di Banjarnegara, Jawa Tengah

Fajar Yulianto¹, Muhammad Priyatna¹

¹ Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jl. Kalisari No. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta 13710, Indonesia. E-mail: fajar.yulianto@lapan.go.id / fajar.lapan.rs@gmail.com

Abstrak – Data penginderaan jauh LANDSAT 8 dan Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk melakukan analisis pola spasial area permukiman. Ekstraksi informasi area permukiman dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode *Normalized difference built-up index (NDBI)*. Peningkatan resolusi spasial hasil perhitungan metode tersebut dilakukan dengan fusi data saluran pankromatik yang terdapat pada citra LANDSAT 8, yang selanjutnya dikonversi dari format data raster ke vektor. Analisis pola spasial area permukiman dilakukan dengan menggunakan metode statistik spasial dalam aplikasi SIG. *Local Indices of Spatial Autocorrelation (LISA)* digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan pola spasial distribusi penduduk secara lokal pada ukuran atau kemiripan objek yang ada dalam suatu wilayah. Hasil informasi dan analisis dari penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam mendukung informasi pemetaan dasimetrik kerentanan sosial (*social vulnerability*) terhadap bencana longsor di daerah penelitian.

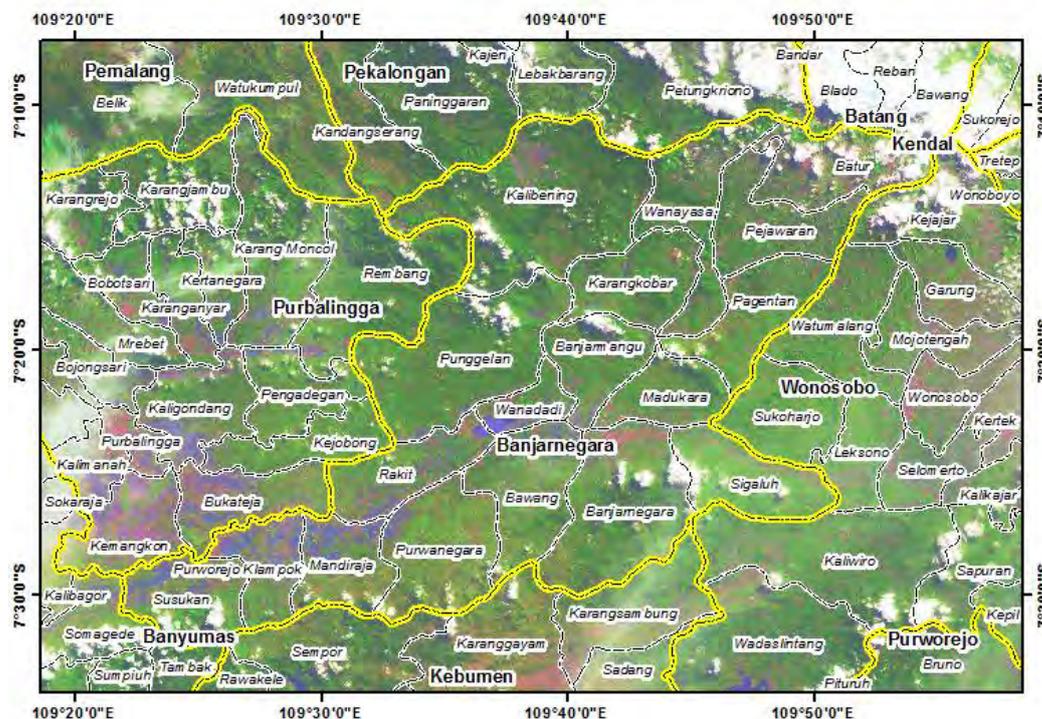
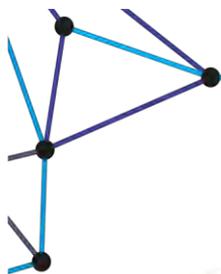
Kata kunci: LANDSAT 8, *Normalized difference built-up index (NDBI)*, statistik spasial, longsor, Banjarnegara, Jawa Tengah.

LATAR BELAKANG

Bencana adalah suatu peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat, disebabkan oleh faktor alam, non-alam dan manusia. Peristiwa tersebut dapat menyebabkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Manajemen resiko bencana merupakan serangkaian upaya yang meliputi kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, rehabilitasi dan rekonstruksi. Kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan tujuan untuk menghindari, mengendalikan, mengurangi, menanggulangi dan memulihkan kondisi dari dampak resiko bencana [Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2010; 2012)].

Longsor merupakan salah satu jenis bencana di Indonesia yang sering terjadi, dan mempunyai tingkat frekuensi tinggi. Longsor yang terjadi pada tanggal 12 Desember 2014 di Kecamatan Karangobar, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1) merupakan salah satu kejadian bencana yang telah menewaskan lebih dari 100 orang. Adanya informasi lokasi penduduk yang rinci merupakan bagian penting dari kegiatan manajemen resiko bencana yang diharapkan dapat digunakan untuk mencegah dan mengurangi jumlah korban jiwa. Selain itu, ketersediaan informasi tersebut juga dapat digunakan untuk membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam meningkatkan perencanaan evakuasi dari dampak resiko longsor di daerah penelitian.

Pemetaan *dasymetric* merupakan salah satu metode pemetaan tematik berbasis wilayah yang menghasilkan informasi spasial lebih rinci, dengan menggabungkan informasi area global seperti unit administrasi dengan data tambahan (Khomarudin 2010). Pemetaan *dasymetric* memiliki keunggulan dalam menghasilkan peta distribusi populasi yang lebih realistis jika dibanding dengan pemetaan *choropleth*. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan *overlay* antara batas unit administrative dengan informasi data penggunaan lahan dalam basis data Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat diekstraksi menggunakan data penginderaan jauh (Bajat *et al.* 2010; Linard *et al.* 2013). Beberapa metode dalam mengestimasi distribusi penduduk tersebut telah dikembangkan dengan menggunakan data penginderaan jauh, seperti yang telah dilakukan oleh Zha *et al.* 2003; Xu 2008; Briggs *et al.* 2006; Khomarudin 2010; Alahmadi *et al.* 2013.



Gambar 1. Citra LANDSAT 8 dengan komposit warna Red: 6 Green: 5 Blue: 4 pada Fusi Browvey data pankromatik band 8 di daerah penelitian

Dalam penelitian ini, citra satelit Landsat 8 LDCM digunakan sebagai input data dalam mengekstraksi informasi area permukiman yang ada di daerah penelitian. Ekstraksi dan klasifikasi area permukiman tersebut secara cepat dilakukan berdasarkan pendekatan *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)*, seperti yang telah dilakukan oleh Zha *et al.* 2003. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola spasial ekstraksi area permukiman menggunakan aplikasi SIG dan citra satelit LANDSAT 8 sebagai input pendukung pemetaan dasimetrik kerentanan sosial terhadap bencana longsor di daerah penelitian.

METODE

Bahan dan alat penelitian

Data multi-spektral citra satelit LANDSAT 8 LDCM pada tanggal akuisi 11 Juni 2014 dengan resolusi 30 m dan data pada saluran pankromatik dengan resolusi spasial 15 m digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi secara cepat lokasi permukiman di daerah penelitian. Koreksi geometrik dan radiometrik pada data tersebut telah dilakukan sebelumnya dan diakuisi oleh LAPAN. Informasi proyeksi citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah Universal Transverse Mercator (UTM) dengan sistem koordinat *World Geodetic Survey 1984* pada datum WGS84. Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software ENVI 4.8 dan ArcGIS 10.1.

Pengolahan data awal (pre-processing)

Pengolahan data awal dalam penelitian ini dilakukan dengan mengkonversi nilai *Digital Number (DN)* ke dalam nilai reflektansi (*Top of Atmosphere (TOA)*). Produk standar dari citra Landsat 8 LDCM merupakan data yang tersedia dalam format 16-bit unsigned integer. Proses tersebut diperlukan untuk merescale nilai DN pada citra ke dalam nilai reflektansi atau radian menggunakan koefisien radiometrik yang tersedia dalam file metadata (*MTL file*). Secara umum, proses konversi nilai DN ke nilai reflektansi terdiri atas dua tahap, yaitu: tahap pertama adalah mengkonversi nilai DN ke nilai radian dan tahap kedua adalah mengkonversi nilai radian ke nilai reflektansi. Formula dalam melakukan konversi nilai DN ke nilai radian dapat disajikan dalam persamaan

1, dan formula untuk mengkonversi nilai radian ke nilai reflektansi dapat disajikan dalam persamaan 2 (Chavez 1988; USGS 2013a; USGS 2013b).

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \tag{1}$$

Dimana: $L\lambda$ adalah spektral radian TOA. ML adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *multiplicative rescaling* dapat diperoleh dari metadata. AL adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *additive rescaling* dapat diperoleh dari metadata. Q_{cal} adalah nilai piksel standar produk yang telah terkuantisasi dan terkalibrasi dalam bentuk *Digital Number (DN)*.

$$\rho\lambda' = Mp * Q_{cal} + Ap \tag{2}$$

Dimana: $\rho\lambda'$ adalah reflektansi TOA tanpa koreksi sudut matahari (*solar angle*). Mp adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *multiplicative rescaling* dapat diperoleh dari metadata. Ap adalah spesifikasi dari band atau saluran, dan faktor *additive rescaling* dapat diperoleh dari metadata. Q_{cal} adalah nilai piksel standar produk yang telah terkuantisasi dan terkalibrasi dalam bentuk *Digital Number (DN)*.

1.1.1. Klasifikasi Area Permukiman (Settlements)

Klasifikasi area permukiman settlement dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pendekatan *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* pada citra satelit Landsat 8 LDCM. NDBI merupakan salah satu indikasi pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi area permukiman secara cepat, yang telah dikembangkan oleh Zha *et al.* 2003. Formula dari pendekatan tersebut dapat disajikan dalam persamaan 3.

$$NDBI = \frac{(MIR - NIR)}{(MIR + NIR)} \tag{3}$$

Dimana: *MIR* adalah band *mid-infra* merah pada data Landsat. *NIR* adalah band *near-infra* merah pada data Landsat 8 LDCM. *Red* adalah band merah pada data Landsat. *Green* adalah band hijau pada data Landsat 8 LDCM.

1.1.2. Analisis spasial pola area permukiman

Analisis pola spasial area permukiman dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode statistik spasial dalam aplikasi SIG. *Local indices of spatial autocorrelation (LISA)* digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan pola spasial distribusi penduduk secara lokal pada ukuran atau kemiripan objek yang ada dalam suatu wilayah. Pola spasial tersebut memiliki bentuk mengelompok (*clustered*), menyebar (*dispersed*) dan acak (*random*). Autokorelasi spasial positif mengindikasikan bahwa objek dengan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan cenderung berkelompok. Autokorelasi spasial negatif mengindikasikan pola yang cenderung menyebar, sedangkan tidak ada autokorelasi spasial mengindikasikan pola acak. Formula LISA dapat disajikan dalam persamaan 4 (Pfeiffer *et al.* 2008).

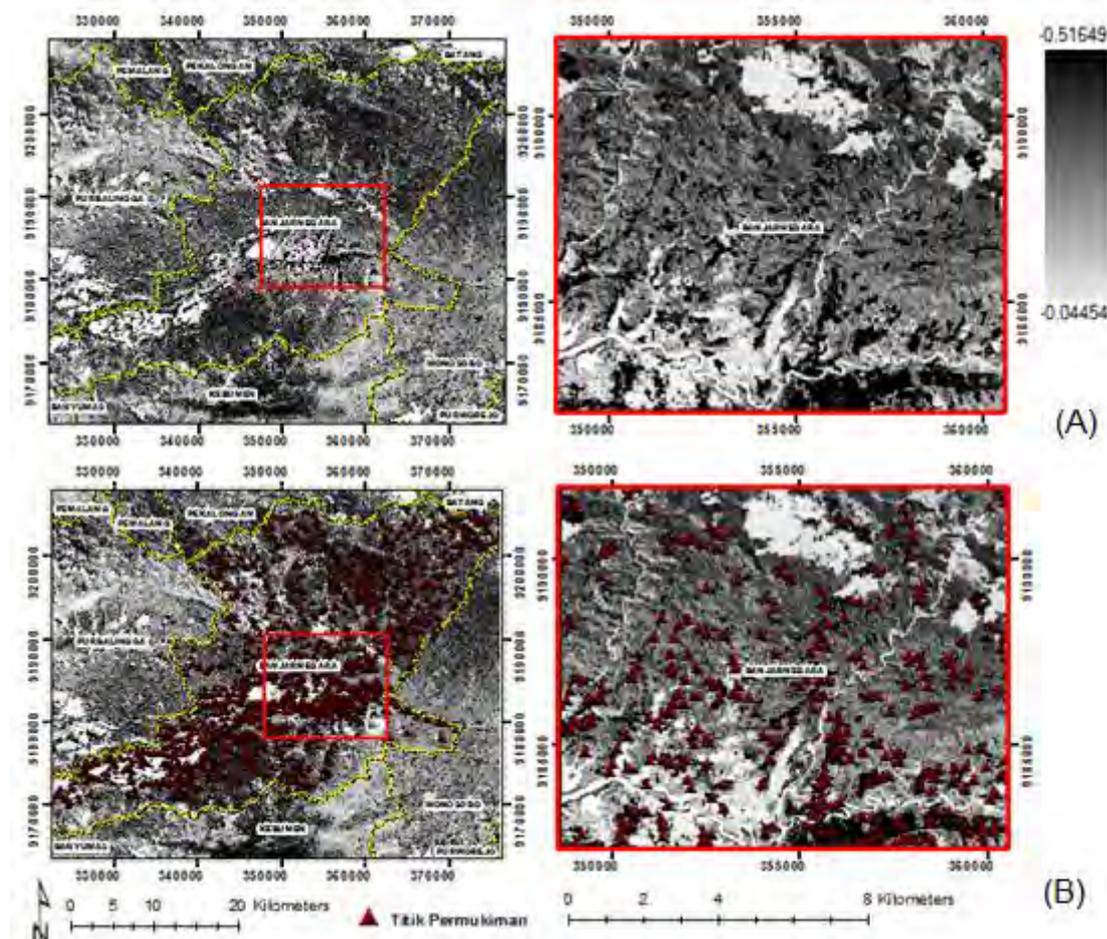
$$Ii = \sum_{j=1}^N W_{ij}^{std} \left(\frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y} \right) \left(\frac{y_j - \bar{y}}{\sigma_y} \right) \tag{4}$$

Dimana: Ii adalah spasial autokorelasi indeks Moran's local. y_i adalah nilai parameter Y dalam wilayah r_i , y_j adalah nilai parameter Y dalam wilayah r_j , \bar{Y} adalah nilai rata-rata dari parameter Y. σ_y adalah nilai standar deviasi dari parameter Y, dan dengan $W_{ij}^{std} = 0$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan lahan merupakan salah satu informasi penting dan membentuk dasar fundamental untuk sebagian besar pendekatan model distribusi penduduk. Dalam penelitian ini, informasi penggunaan lahan dikelaskan menjadi dua objek utama, yaitu: permukiman dan non-permukiman. Kelas tersebut dilakukan untuk membedakan dan mengetahui secara langsung lokasi-lokasi permukiman yang ada di daerah penelitian. Secara cepat, informasi area permukiman dapat diekstraksi menggunakan pendekatan *Normalized difference built-up index (NDBI)* pada citra satelit Landsat 8 LDCM. Penggunaannya relatif cepat dalam membedakan objek area permukiman dan non-permukiman, jika dibandingkan dengan pendekatan digitasi secara manual (*onscreen digitation*). Hasil perhitungan pendekatan *Index-based Built-up Index (IBI)* pada citra satelit Landsat 8 LDCM di daerah penelitian dapat disajikan dalam Gambar 2.

Pada Gambar 2a hasil perhitungan indeks NDBI, tampak objek permukiman terlihat berwarna gelap (hitam) cenderung mendekati nilai (-0.516) sedangkan objek non-permukiman terlihat berwarna terang (putih) cenderung mendekati nilai (-0.044). Hasil perhitungan indeks NDBI tampak terlihat jelas dapat membedakan kenampakan objek permukiman dan non-permukiman. Hal ini menunjukkan bahwa untuk melakukan update data penggunaan lahan (permukiman) penggunaan metode tersebut secara cepat dapat diterapkan. Konversi data dari format raster ke format vektor hasil perhitungan metode NDBI dapat dilakukan dengan melakukan segmentasi objek untuk dapat dibedakan secara langsung objek permukiman dan non-permukiman dengan cara mengidentifikasi struktur spasial dari data citra. Selanjutnya, proses editing terhadap beberapa kesalahan klasifikasi dapat dilakukan berdasarkan hasil vektor segmentasi, untuk menekan kesalahan terhadap hadirnya *speckle noise*.

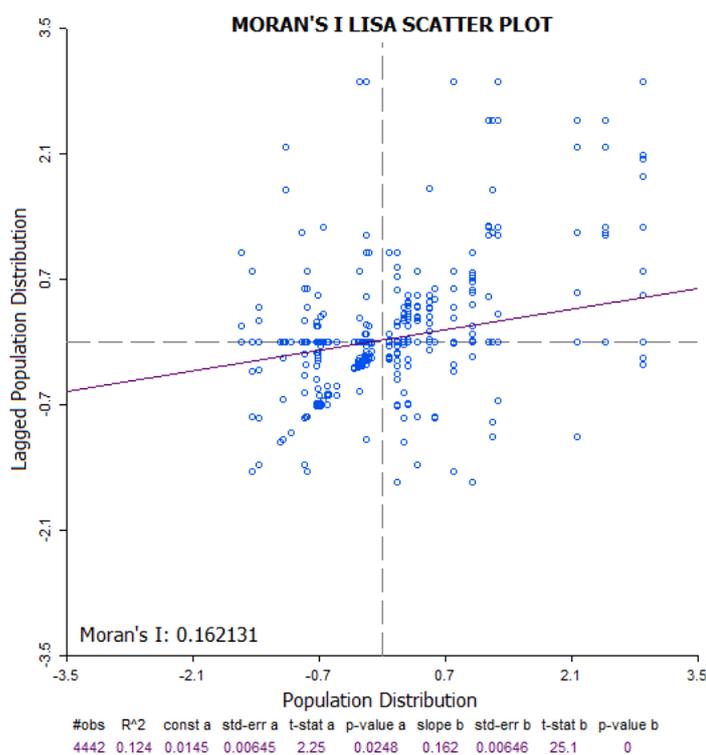


Gambar 2. Informasi area permukiman dapat diekstraksi menggunakan pendekatan *Normalized difference built-up index (NDBI)* pada citra satelit Landsat 8 LDCM

Hasil ekstraksi vektor poligon area permukiman selanjutnya dikonversi ke dalam vektor titik (dalam hal ini adalah center poligon) pada Gambar 2b, yang selanjutnya dipergunakan untuk melakukan analisis pola spasial terhadap persebaran distribusi penduduk di daerah penelitian. Pola spasial lokasi distribusi penduduk di daerah penelitian dapat digambarkan dengan memperhitungkan *Local Indices of Spatial Autocorrelation (LISA)* berdasarkan indeks Moran's (Gambar 3), yang secara lokal dapat digunakan untuk mengidentifikasi ukuran atau kemiripan objek yang ada pada suatu wilayah. Hasil perhitungan LISA Moran's Indeks diperoleh nilai sebesar 0.16, angka tersebut menunjukkan nilai positif yang dapat diinterpretasikan bahwa pola spasial distribusi penduduk di daerah penelitian memiliki bentuk yang mirip dan cenderung berkelompok.

Lung et al. (2013) menyebutkan bahwa jumlah distribusi penduduk pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh keterdekatan jarak terhadap beberapa faktor seperti: akses jalan utama, sungai, kemiringan lereng, dan elevasi ketinggian tempat. Hal ini juga dapat dibuktikan dalam penelitian ini bahwa faktor-faktor tersebut cenderung mempengaruhi besarnya jumlah penduduk yang tinggal di suatu wilayah. Semakin dekat dengan faktor akses jalan, maka jumlah penduduk yang ada di daerah penelitian cenderung tinggi. Sedangkan semakin jauh dengan faktor tersebut, maka jumlah penduduk cenderung semakin rendah. Pengaruh topografi, seperti: kemiringan lereng dan elevasi ketinggian tempat juga dapat mempengaruhi besarnya penduduk untuk tinggal. Semakin datar

kemiringan lereng topografi dan semakin rendah elevasinya, maka semakin tinggi jumlah penduduk yang tinggal



di daerah tersebut. Sedangkan semakin terjal dan semakin tinggi kondisi topografinya, maka jumlah penduduk yang tinggal di daerah tersebut semakin rendah atau jarang. Faktor keterdekatan dengan sungai utama, dapat ditemukan bahwa banyaknya jumlah penduduk yang tinggal di daerah relatif bervariasi, dengan jarak rata-rata sekitar lebih dari 1 km hingga 5 km.

Gambar 3. Spasial analisis korelasi menggunakan Moran's LISA

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari penelitian ini adalah informasi area permukiman dapat diekstraksi menggunakan pendekatan *Normalized difference built-up index (NDBI)* pada citra satelit Landsat 8 LDCM. Penggunaannya relatif cepat dalam membedakan objek area permukiman dan non-permukiman, jika dibandingkan dengan pendekatan digitasi secara manual (*onscreen digitation*). Hasil perhitungan LISA Moran's Indeks diperoleh nilai sebesar 0.16, angka tersebut menunjukkan nilai positif yang dapat diinterpretasikan bahwa pola spasial distribusi penduduk di daerah penelitian memiliki bentuk yang mirip dan cenderung berkelompok. Saran dalam penelitian ini adalah melengkapi informasi distribusi penduduk yang dikombinasikan dengan data jumlah penduduk dari BPS.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), dan teman-teman para peneliti atas masukan dan sarannya. Penelitian ini tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangannya, kritik dan saran yang membangun masih sangat diharapkan

DAFTAR PUSTAKA

- Alahmadi M., Atkinson P., Martin D., 2013. Estimating the spatial distribution of the population of Riyadh, Saudi Arabia using remotely sensed built land cover and height data. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*. Vol 41, Pages 167–176.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)., 2010. *Pengenalan Karakteristik Bencana Di Indonesia dan Upaya Mitigasinya*. Edisi II. Jakarta: Direktorat Mitigasi, Lakhar Bakornas PB.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)., 2012. *Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*. Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012.

- Bajat B., Hengl T., Kilibarda M., Krunić N., 2011. Mapping population change index in Southern Serbia (1961–2027) as a function of environmental factors. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*. Volume 35, Issue 1, January 2011, Pages 35–44.
- Briggs DJ., Gulliver J., Fecht D., Vienneau DM., 2006. Dasymeric modelling of small-area population distribution using land cover and light emissions data. *Journal of Remote Sensing of Environment*. Vol. 108, Pages 451–466.
- Chavez, P. S. Jr., 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24:459-479.
- Khomarudin MR., Strunz G., Ludwig R., ZoBeder K., Post J., Kongko W., Pranowo WS., 2010. Hazard analysis and estimation of people exposure as contribution to tsunami risk assessment in the West Coast of Sumatera, the South Coast of Java and Bali. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. Vol. 54, Suppl. 3, Pages 337-356.
- Linard C., Andrew J., Tatem AJ., Gilbert M., 2013. Modelling spatial patterns of urban growth in Africa. *Journal of Applied Geography*. Vol. 44, Pages 23-32.
- Lung T., Lübker T., Ngochoch JK., Schaab G., 2013. Human population distribution modelling at regional level using very high resolution satellite imagery. *Applied Geography*, Vol. 41, Pages 36-45.
- Pfeiffer DU., Robinson TP., Stevenson M., Stevens KB., Rogers DJ., 2008. *Spatial Analysis in Epidemiology*: Oxford University Press.
- USGS., 2013a. Landsat missions: frequently asked questions about the Landsat missions U. S. Geological Survey. Last modified: 5/30/123. Landsat.usgs.gov
- USGS., 2013b. Using the U. S. Geological Survey Landsat 8 product. Last modified: 5/30/123. Landsat7.usgs.gov
- Xu H., 2007. A New Index for Delineating Built-up Land Features in Satellite Imagery. *International Journal of Remote Sensing*. Vol 29 (14), Pages 4269-4276.
- Zha Y., Gao J., Ni S., 2003. Use of Normalized Difference Built-up Index in Automatically Mapping Urban Areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 24 (3), Pages 583 - 594.