

## Mengenali Karakteristik Penggunaan Lahan dengan Statistika Spasial (Spatial Metrics)

Herlawati<sup>1,\*</sup>, Rahmadya Trias Handayanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sistem Informasi; STMIK Bina Insani; Jl. Siliwangi No.6 Rawa Panjang Bekasi Bekasi Timur 17114 Indonesia, Telp. (021) 824 36 886 / (021) 824 36 996. Fax. (021) 824 009 24; e-mail: [herlawati@binainsani.ac.id](mailto:herlawati@binainsani.ac.id)

<sup>2</sup> Teknik Komputer; Universitas Islam 45 Bekasi; Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Timur 17113 Indonesia Telp. (021) Telp: (021) 8808853 Fax: (021) 8808853 ; e-mail: [rahmadya.trias@gmail.com](mailto:rahmadya.trias@gmail.com)

\* Korespondensi: e-mail: [herlawati@binainsani.ac.id](mailto:herlawati@binainsani.ac.id)

Diterima: 22 Mei 2017; Review: 29 Mei 2017; Disetujui: 5 Juni 2017

Cara Sitasi: Herlawati, Handayanto RT. 2017. Mengenali Karakteristik Penggunaan Lahan dengan Statistika Spasial (Spatial Metrics). *Informatics For Educators And Professionals*. 1 (2): 227 – 232.

**Abstrak:** Statistik banyak digunakan untuk mendeskripsikan suatu data. Data yang diolah kebanyakan data non-spasial yang tidak melibatkan koordinat atau lokasi suatu obyek. Perlahan tapi pasti, statistik sudah mulai diterapkan pada data spasial dengan variabel-variabel baru yang dikembangkan dengan istilah *spatial metrics*. Artikel ini bermaksud menggunakan analisa statistik sebagai sarana untuk mendeskripsikan suatu data spasial dengan Jakarta dan sekitarnya (Jabotabek) sebagai area penelitian. Aplikasi yang digunakan untuk analisa adalah Fragstats dengan bantuan perangkat lunak Idrisi Selva v17 untuk pengolahan citra satelit yang diunduh dari satelit Landsat pada laman *United States Geological Survey* (USGS) untuk dua periode waktu yakni 1988 dan 2015. Analisa statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan lahan di wilayah jabotabek didominasi oleh karakteristik *infilling* dan *edge expansion* dimana perkembangan lahan cenderung mengisi tepian dan ruang-ruang kosong di antara lahan yang sudah ada.

**Kata Kunci:** Data Spasial, Fragstats, Idrisi Selva, Landsat, Penggunaan Lahan, *Spatial metrics*

**Abstract:** *Statistics are widely used to describe data. These data mostly non-spatial that does not involve the coordinates or the location of an object. Nowadays statistics have employed spatial data with new variables called spatial metrics. This article intends to use statistical analysis as a means of describing a spatial data in Jakarta Metropolitan Region (Jabotabek) as a research area. Fragstats was used as statistical analysis tool with the Idrisi Selva software v17 for satellite-image processing which was downloaded from Landsat satellites on the United States Geological Survey (USGS) page for two time periods, 1988 and 2015. Statistical analysis shows that land growth in the jabotabek area was dominated by infilling and edge expansion characteristic where land developments tend to fill the edges and empty spaces between existing fields.*

**Keywords:** *Spatial Data, Fragstats, Selva Ides, Landsat, Land Use, Spatial Metrics*

### 1. Pendahuluan

Kota-kota besar di dunia mengalami pertumbuhan yang pesat terutama di negara-negara yang sedang berkembang [Brinkhoff, 2017]. Jakarta, Bogor, Tangerang, dan Bekasi atau yang dikenal dengan nama Jabotabek merupakan satu-satunya wilayah di Indonesia yang memiliki perkembangan paling pesat dengan karakteristik khas yang dikenal dengan istilah *post-suburbanization*. Ciri-cirinya adalah perkembangan Jakarta yang mulai jenuh dan perkembangan pesatnya beralih ke kota-kota penyangga. Kota-kota penyangga pun memiliki peran yang jauh lebih penting dari periode-periode sebelumnya.

Untuk memahami pertumbuhan wilayah, beberapa peneliti memanfaatkan citra satelit setelah diolah dengan metode-metode yang dikembangkan oleh peneliti-peneliti Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jarak jauh untuk prediksi pertumbuhan penggunaan lahan [Bhatti et al., 2015; Aspinall and Hill, 2008] maupun optimasi penggunaan lahan [Handayanto et al., 2017]. Teknik-teknik pengolahan citra menjadi andalan utama penelitian tentang pemodelan lahan tersebut, baik untuk menganalisa perubahan penggunaan lahan maupun untuk memprediksikan arah perkembangan lahan di masa yang akan datang dan juga menentukan lokasi yang tepat untuk penggunaan tertentu seperti pertanian, perkebunan, industri, dan lain-lain [Handayanto et al., 2015].

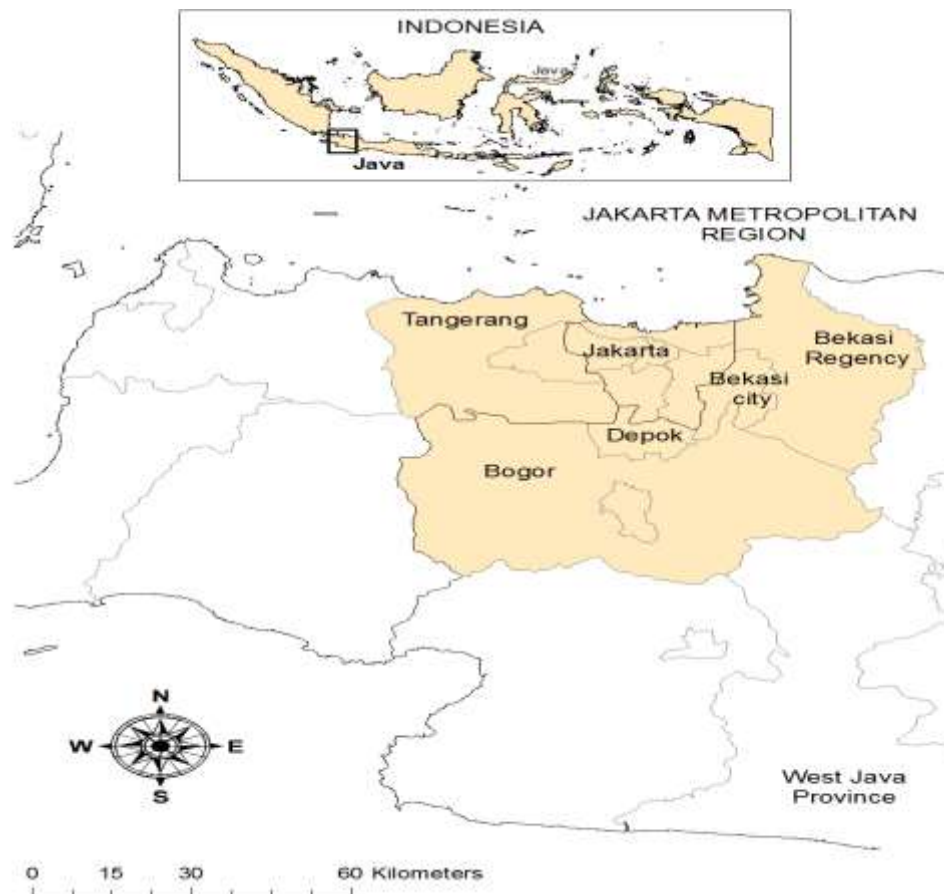
Selain mengandalkan data spasial yang berasal dari citra satelit, beberapa peneliti memasukan aspek statistik dalam menganalisa tata guna lahan [Handayanto et al., 2017; Yue et al., 2013; Zanganeh Shahraki et al., 2011; Sun et al., 2013; Pham and Yamaguchi, 2011]. Dengan statistik, parameter-parameter tertentu yang sulit dikenali secara visual lewat peta dapat dikumpulkan. Istilah-istilah baru muncul melengkapi istilah-istilah statistik yang sudah ada sebelumnya seperti *patch density* (PD), *Landscape Shape Index* (LSI), *Euclidean Nearest-Neighbour Distance* (ENN), dan *Percentage of Like Adjacency* (PLADJ), dan lain-lain.

Artikel ini bermaksud memanfaatkan metode-metode yang telah dikembangkan sebelumnya dalam analisa statistik terhadap data spasial di wilayah Jabotabek. Selain itu diharapkan dapat melengkapi analisa dengan metode lain yang menggunakan SIG dan penginderaan jarak jauh.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Area Penelitian

Jabotabek dengan provinsi Jakarta di dalamnya masuk dalam kategori *mega city*. Karakteristik kota besar ini adalah dataran rendah dengan banyaknya sungai (anak dari sungai ciliwung di Jakarta dan sungai cisadane di Tangerang) kecuali wilayah Bogor yang berdataran tinggi (Gambar 1).



Sumber: Badan Informasi Geospasial (2017)

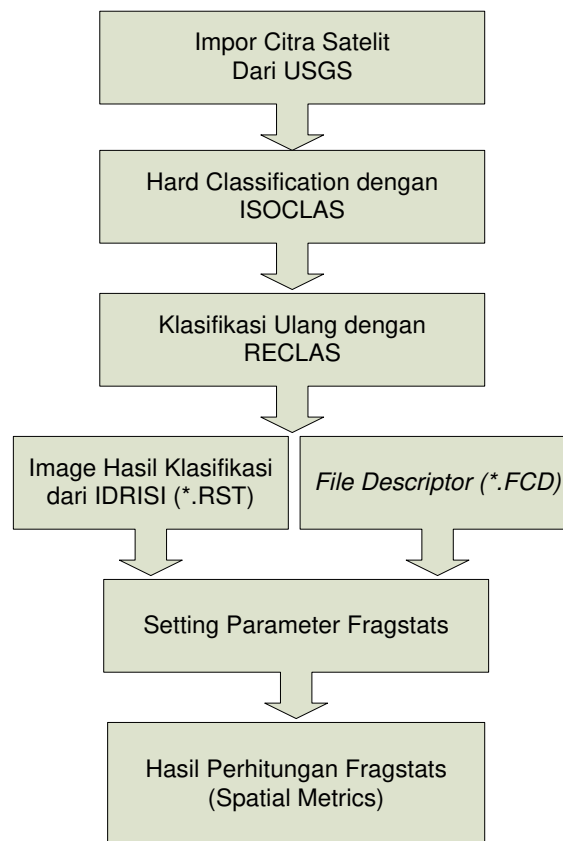
Gambar 1. Area Penelitian

## 2.2. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit Landsat yang dapat diakses pada situs United States Geological Survey (USGS) tahun 2015 (tanggal pemotretan 19 Juli 1988). Citra tahun 1988 (tanggal pemotretan 31 Agustus 2015) digunakan sebagai pembanding guna mengetahui perubahan yang terjadi pada *spatial metrics* di area penelitian (Jabotabek). Citra satelit yang akan diolah memiliki 7 band yang akan dimanfaatkan untuk mempermudah klasifikasi citra dengan langkah-langkah dijelaskan pada bab berikut.

## 2.3. Methodology

Gambar 2 memperlihatkan tahapan analisa statistik data penggunaan lahan. Setelah citra satelit diperoleh, Idrisi selva (versi 17) dipergunakan untuk mengklasifikasikan citra menjadi dua kelas yaitu kelas bangunan dan tanah. Metode yang digunakan adalah ISOCLAS yang masuk dalam kategori *hard classification* dan tersedia dalam *toolbox* Idrisi Selva. Hasil klasifikasi yang berupa data raster dikirim ke aplikasi Fragstats untuk diolah informasi statistiknya setelah dibuatkan file *descriptor* sebagai file yang berisi penjelasan tentang nama-nama kelasnya. Hasil klasifikasi citra tahun 2015 kemudian dibandingkan dengan tahun-tahun lampau (1988) untuk mengetahui perbedaan *spatial metrics*-nya.



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 2. Metodologi Penelitian

## 2.4. Spatial metrics

Dalam statistika dikenal besaran-besaran untuk mendeskripsikan data seperti rata-rata, simpangan baku, dan lain-lain yang sering digunakan khusus untuk data non-spasial. Peneliti-peneliti ilmu statistika saat ini sedang mengembangkan besaran-besaran yang digunakan untuk mendeskripsikan data spasial dengan memasukkan unsur koordinat lokasi di dalamnya. Besaran-besaran tersebut dikenal dengan istilah *spatial metrics* yang akan dibahas berikut ini khususnya yang akan diimplementasikan pada penelitian ini.

Empat *spatial metrics* diterapkan dalam penelitian ini antara lain: *Patch Density* (PD), *Landscape Shape Index* (LSI), *Euclidean Nearest-neighbour Distance* (ENN), dan *Percentage of like adjacency* (PLADJ). Penggunaan empat *spatial metrics* tersebut merujuk dari beberapa

penelitian sebelumnya [Sun et al., 2013; Pham and Yamaguchi, 2011] dengan definisi sebagai berikut:

$$\text{Patch Density (PD)} = \frac{n_i}{A} (10,000). (100) \quad (1)$$

$$\text{Landscape Shape Index (LSI)} = \frac{e_i}{\min e_i} \quad (2)$$

$$\text{Euclidean Nearest – Neighbour Distance (ENN)} = h_{ij} \quad (3)$$

$$\text{Percentage of like adjacency (PLADJ)} = \frac{\sum_{i=1}^m g_{ii}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m g_{ik}} \times 100 \quad (4)$$

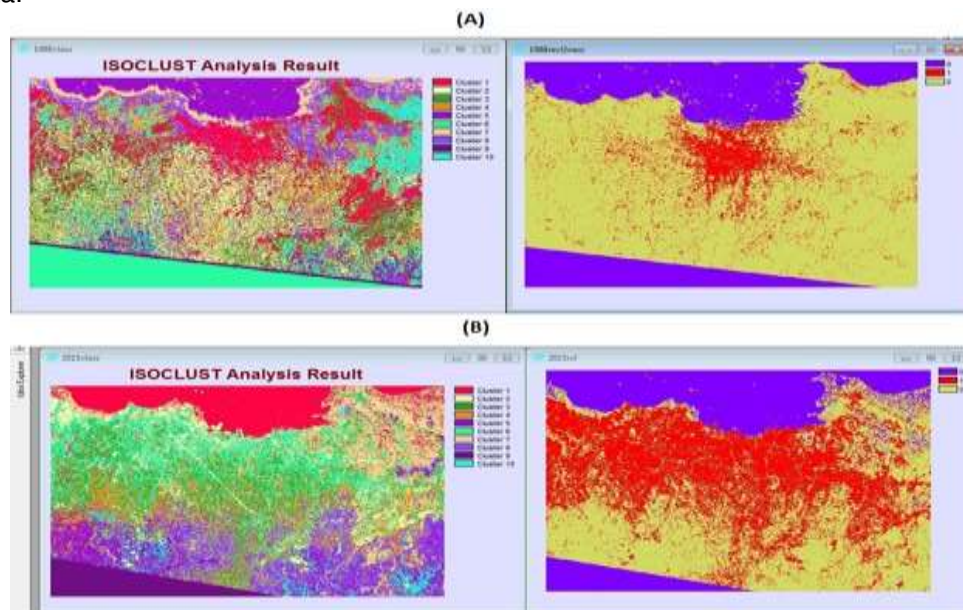
dimana  $n_i$  adalah jumlah *patch* tiap kelas  $I$  dalam lansekap suatu region;  $A$  luas total lansekap ( $m^2$ );  $e_i$  adalah total panjang sisi tepian tiap kelas  $i$ ;  $\min e_i$  adalah total panjang minimum tepian kelas  $i$ ;  $h_{ij}$  adalah jarak *patch* (m) yang sama;  $g_{ij}$  adalah banyaknya kedekatan antar piksel dalam kelas yang sama;  $g_{ik}$  jumlah kedekatan antar piksel pada kelas *patch*  $i$  dan  $k$ ; dan  $m$  adalah jumlah piksel dari citra satelit.

Untuk menghitung keempat *spatial metrics* tersebut digunakan *software* Fragstats yang dapat diakses kode sumbernya di situs resmi <http://umass.edu> dari University of Massachusetts Amherst, Amerika Serikat. Untuk mengelola citra satelit, *software* Idrisi Selva digunakan dengan modul *Image Processing* yang tersedia yaitu ISOCLAS. Modul ini masuk kategori *Hard Classification*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pengolahan Citra dengan Idrisi

Citra satelit Landsat yang diunduh dari USGS harus diolah dengan menggunakan pengolah citra. Hasilnya adalah klasifikasi secara otomatis. Untuk menghasilkan peta yang hanya berisi bangunan dan tanah saja perlu dilakukan proses klasifikasi ulang yang dikenal dengan istilah *reclassify* lewat fungsinya RECLASS. Gambar 3 memperlihatkan hasil pengolahan citra untuk tahun 1988 dan 2015. Tampak adanya pertumbuhan daerah urban yang sangat pesat di tahun 2015. Arah pertumbuhannya cenderung ke daerah Tangerang di barat dan Bekasi di timur Jakarta.

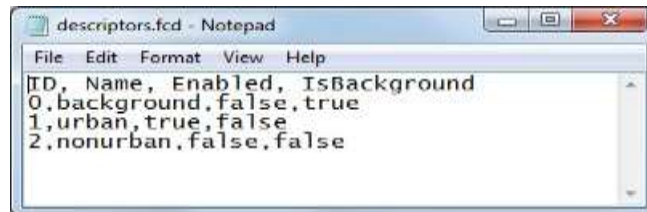


Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 3. Hasil pengolahan citra: (a) Citra satelit tahun 1988, dan (b) Citra satelit tahun 2015

### 3.2. Analisa Statistik dengan Fragstats

Hasil pengolahan citra kemudian diolah lebih lanjut dengan *software* Fragstats guna mendapatkan informasi statistik [Mcgarigal et al., 2015]. Selain citra satelit yang sudah terklasifikasi, diperlukan *file descriptor* (dengan ekstensi fcd) yang menjelaskan informasi klasifikasi dari gambar hasil olah citra di Idrisi (Gambar 4). Kelas *background* penting untuk didefinisikan agar Fragstats tidak mengikutsertakan dalam perhitungan *spatial metrics*.



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 4. *File descriptor* untuk informasi klasifikasi lahan

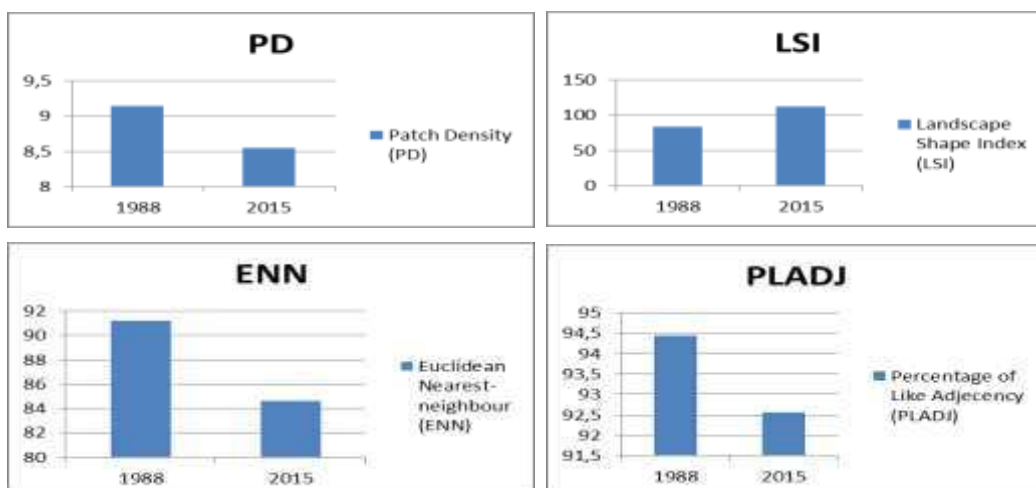
Dari pengolahan Fragstats terhadap *spatial metrics* diperoleh informasi adanya perubahan antara tahun 1988 dengan 2015. Hal ini menunjukkan perubahan karakteristik pertumbuhan lahan di dua periode citra satelit tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil pengolahan *spatial metrics* dengan Fragstats

Tahun	PD	LSI	ENN	PLADJ
1988	9.1461	83.9438	91.1869	94.4407
2015	8.5452	112.3015	84.6574	92.5513

Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Ada kenaikan nilai LSI sementara PD, ENN, dan PLADJ mengalami penurunan. Grafik pada gambar 5 memperlihatkan kenaikan dan penurunan *spatial metrics* hasil Fragstats. Hasil perhitungan dari Fragstats identik dengan riset-riset sebelumnya dimana besaran tersebut menunjukkan adanya pertumbuhan urban jenis *infill* dan *edge expansion* yang menggantikan jenis *outlying* cenderung dimiliki oleh kota-kota besar yang sudah jenuh [Hoffhine et al., 2003]. Dengan berkembangnya daerah-daerah penyangga ibu kota (Bogor, Tangerang, dan Bekasi) disertai perannya yang kian dominan, Jabotabek masuk dalam kategori *post-suburbanization* [Firman and Fahmi, 2017; Firman, 2004].



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 5. Grafik perubahan *spatial metrics* tahun 1988 dan 2015.

Untuk menghasilkan perubahan *spatial metrics* yang lebih rinci ada baiknya menggunakan data dengan periode lima tahunan. Namun dengan dua data yang cukup jauh selisihnya sudah cukup menggambarkan perubahan yang terjadi terhadap *spatial metrics* penggunaan

lahan. Selain itu untuk menggambarkan aktivitas pertanian ada baiknya pula menambahkan kelas lain selain bangunan dan tanah, misalnya pertanian, tumbuhan/vegetasi, lahan kosong, dan sebagainya.

#### 4. Kesimpulan

Penginderaan jarak jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) sudah lama digunakan untuk mendeskripsikan pertumbuhan wilayah dan penggunaan lahan daerah urban dan sekitarnya. Metode ini membutuhkan kemampuan interpretasi para pengguna (perencana kota, pemerintah daerah, dan *stakeholder* lainnya). Untuk melengkapi deskripsi kondisi data spasial, analisa statistik sangat diperlukan. *Spatial metrics* yang merupakan variabel-variabel statistik terhadap data spasial sangat membantu melengkapi variabel-variabel statistik non-spasial. Variabel tersebut dapat digunakan sebagai pelengkap informasi dari SIG mengingat salah satu karakteristik dari data statistik yang lebih obyektif dibanding dengan melihat informasi secara langsung karena sangat tergantung dari kemampuan pengguna dalam menginterpretasikan informasi geografis dari peta.

#### Referensi

- Aspinall RJ, Hill MJ. 2008. Land Use Change: Science, Policy and Management. United States: CRC Press.
- Bhatti SS, Tripathi NK, Nitivattananon V, Rana IA, Mozumder C. 2015. A multi-scale modeling approach for simulating urbanization in a metropolitan region. *Habitat Int.* 50: 354–365.
- Brinkhoff T. 2017. Major Agglomerations of the World.
- Firman T. 2004. New town development in Jakarta Metropolitan Region : a perspective of spatial segregation. 28: 349–368.
- Firman T, Fahmi FZ. 2017. The Privatization of Metropolitan Jakarta's (Jabodetabek) Urban Fringes: The Early Stages of "Post-Suburbanization" in Indonesia. *J. Am. Plan. Assoc.* 83: 68–79.
- Handayanto RT, Hirunpongchai A, Teng B, Saengmanee K, Khangkhun N. 2015. Suitability Analysis for Rice Production in Sakon Nakhon Province. *JREC (Journal Electr. Electron.* 2: 21–33.
- Handayanto RT, Tripathi NK, Kim SM, Guha S. 2017. Achieving a Sustainable Urban Form through Land Use Optimisation : Insights from Bekasi City ' s. *Sustain.* 2017, 9.
- Hoffhine E, Hurd JD, Civco DL, Prisløe MP, Arnold C. 2003. Development of a geospatial model to quantify , describe and map urban growth. *Remote Sens. Environ.* 86: 275–285.
- Mcgarigal K, Cushman S, Ene E. 2015. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. 1–58.
- Pham HM, Yamaguchi Y. 2011. Urban growth and change analysis using remote sensing and spatial metrics from 1975 to 2003 for Hanoi , Vietnam. *Int. J. Remote Sens.* 32: 37–41.
- Sun C, Wu Z, Lv Z, Yao N, Wei J. 2013. Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal remote sensing data. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 21: 409–417.
- Yue W, Liu Y, Fan P. 2013. Measuring urban sprawl and its drivers in large Chinese cities : The case of Hangzhou. *Land use policy* 31: 358–370.
- Zanganeh Shahraki S, Sauri D, Serra P, Modugno S, Seifolddini F, Pourahmad A. 2011. Urban sprawl pattern and land-use change detection in Yazd, Iran. *Habitat Int.* 35: 521–528.