Spatial Metric Untuk Analisa Perkembangan Lahan Urban di Bekasi

Seta Samsiana [1,*], Herlawati [2], Anita Setyowati Srie Gunarti [3], Rahmadya Trias Handayanto [4]

[1] Teknik Elektronika; Universitas Islam 45 Bekasi; Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Timur 17113 Indonesia Telp. (021 Telp: (021) 8808853 Fax: (021) 8808853 ; e-mail: xeti_a@yahoo.com
[2] 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
[3] Teknik Sipil; Universitas Islam 45 Bekasi; Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Timur 17113 Indonesia Telp. (021 Telp: (021) 8808853 Fax: (021) 8808853 ; e-mail: anitassgunarti@gmail.com
[4] 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

[*] Korespondensi: e-mail: xeti_a@yahoo.com

Diterima: 2 Oktober 2017; Review: 9 Oktober 2017; Disetujui: 17 Oktober 2017

Cara Sitasi: Samsiana S, Herlawati, Gunarti ASS, Handayanto RT. 2017. Spatial Metric Untuk Analisa Perkembangan Lahan Urban di Bekasi. Informatics For Educators And Professionals. 2 (1): 1 – 10.

Abstrak: Perkembangan lahan biasanya dianalisa dengan mengklasifikasi tipe lahan dari citra satelit. Hasil klasifikasi memperlihatkan secara visual tipe-tipe lahan yang ada di suatu wilayah. Untuk menganalisanya diperlukan keahlian khusus berdasarkan pengalaman pihak yang membaca peta hasil klasifikasi tersebut. Karena keterbatasan seseorang, seperti buta warna dan batasan-batasan otak manusia dalam menginterpretasikan suatu peta lahan yang luas menjadi kendala dalam menganalisa hasil klasifikasi citra satelit. Selama ini statistik dianggap mampu mewakili deskripsi suatu data tanpa adanya pengaruh subyektivitas pihak yang menganalisa. Sayangnya variabel statistik yang dikenal saat ini seperti rata-rata, standar deviasi, frekuensi, dan lain-lain hanya cocok diperuntukan untuk data non-spasial. Sementara itu data spasial yang memiliki karakter lokasi selain dari atribut membutuhkan juga variabel statistik khusus. Saat ini variabel statistik berbsis lansekap sedang dikembangkan, seperti Patch Density, Euclidean Nearest-Neighborhood, Landscape Shape Index, dan Percentage of Like-Adjacency. Keempat variabel statistik untuk data spasial yang dikenal dengan istilah Spatial Metric itu akan diimplementasikan untuk wilayah JABODETABEK dan Bekasi, dengan menggunakan aplikasi FRAGSTATS. Aplikasi ini membutuhkan citra satelit yang dapat diunduh secara bebas dari situs *United States Geological Survey*.

Kata Kunci: *Spatial Metric; Perkembangn Lahan Urban; Fragstats; Patch Density; Landscape Shape Index; Eucledean Nearest-Neighborhood; Percentage of Like-Adjacency; Post Suburbanization*

Abstract: *Land use growth have been analyzed through land use classification from satellite imageries. The classification result shows the land use type in a region. For analyzing the result, a special skill and experience are needed. However, not all people have the ability to visually analyzing the classification result, such as color blindness as well as the limit of our brain to analyze the wide area. So far, the use of statistics seem can solve this problem to describe objectively the characteristic of non-spatial data. The statistics for spatial data and landscape are emerged to be studied, such as Patch Density, Euclidean Nearest-Neighborhood, Landscape Shape Index, and Percentage of Like-Adjacency. These four spatial-based statistic are known as the Spatial Metric and will be implemented to analysis Jakarta Metropolitan Area (JABODETABEK), and Bekasi in particular, using FRAGSTATS software. This vertical application need satellite imageries than can be freely accessed from United States Geological Survey's site.*

Copyright@2017. P2M STMIK BINA INSANI

Keywords: *Spatial Metric*; *Urban Growth*; *Fragstats*; *Patch Density*; *Landscape Shape Index*; *Eucledean Nearest-Neighborhood*; *Percentage of Like-Adjacency; Post Suburbanization*

1. Pendahuluan

Dalam menganalisa pertumbuhan suatu wilayah, saat ini banyak yang menyarankan untuk menggunakan pendekatan lebih dari satu skala (*multiscale*). Pendekatan ini memperhatikan perkembangan wilayah di region sekitarnya ketika menganalisa suatu region (Bhatti, Tripathi, Nitivattananon, Rana, & Mozumder, 2015). Apalagi saat ini JABODETABEK mengalami fenomena "post-suburbanization" yaitu suatu fenomena yang bercirikan kian penting dan kian pesatnya perkembangan kota penyangga (Bogor, Tangerang, Depok, dan Bekasi) dibanding kota Jakarta sebagai pusat kota (Firman, 2004). Untuk menganalisa pertumbuhan wilayah Bekasi sangat dianjurkan menganalisa juga wilayah-wilayah di sekitarnya (JABODETABEK).

Banyak metode-metode yang digunakan untuk menganalisa pertumbuhan wilayah, salah satu yang terkenal adalah dengan bantuan teknologi penginderaan jarak jauh (PJJ) dan sistem informasi geografis (SIG) (Bhatta, 2012). Metode lain yang tidak kalah pentingnya adalah dengan menganalisa variabel-variabel statistik data spasial suatu wilayah yang dikenal dengan nama *spatial metric* (Pham & Yamaguchi, 2011; Shi, Sun, Zhu, Li, & Mei, 2012).

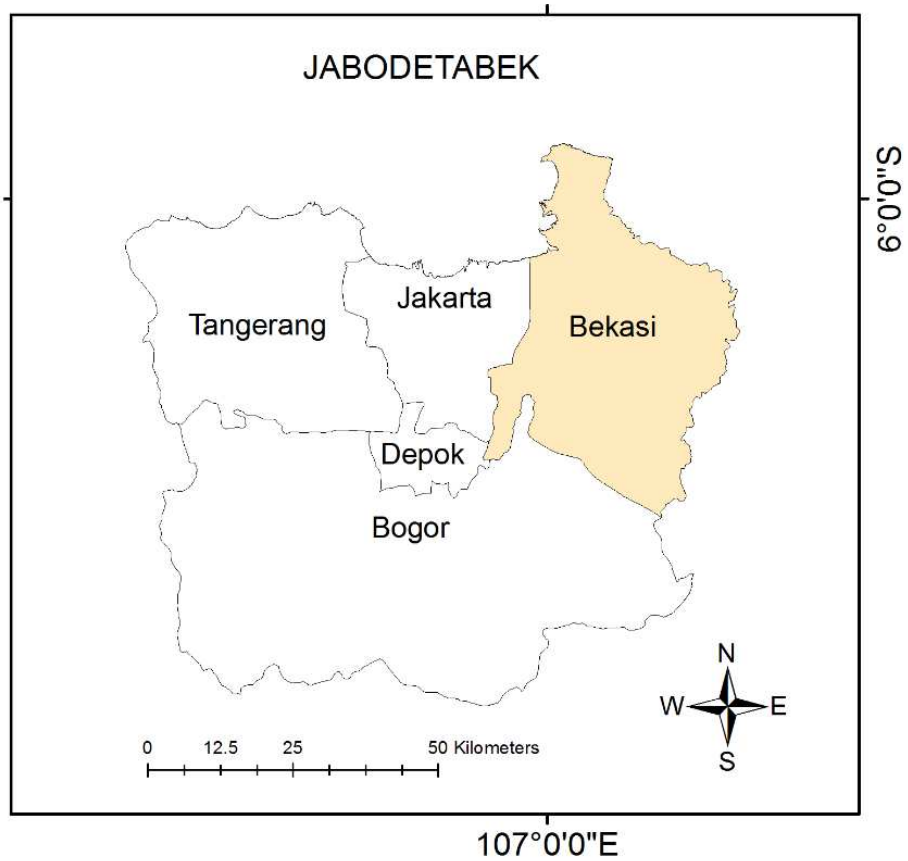
Spatial Metrics yang akan dihitung adalah *spatial metrics* untuk JABODETABEK dan area Bekasi (kota dan kabupaten). Jika JABODETABEK memerlukan *spatial metrics* untuk membantu memodelkan perkembangan lahan ke depan, Bekasi membutuhkan pula *spatial metrics* untuk membantu perencana kota dalam manajemen lahan, terutama dalam rangka optimasi lahan.

Tulisan ini membahas langkah-langkah dan metode yang digunakan untuk menghitung *spatial metrics* di kota Bekasi dan membandingkan hasilnya dengan *spatial metrics* untuk wilayah JABODETABEK yang telah dihitung pada penelitian sebelumnya (Herlawati & Handayanto, 2017). Hasil perbandingannya dapat dijadikan rujukan untuk mengetahui pengaruh faktor luas area (skala) dalam menghasilkan *spatial metrics*. Untuk menganalisa wilayah urban dan perkotaan, tidaklah lengkap tanpa menyertakan faktor-faktor sosial ekonomi (Gustafson, 1998). Namun demikian, analisa terhadap aspek spatial dan temporal yang dilakukan dalam penelitian ini dapat juga dijadikan sumber informasi penting dalam menganalisa suatu wilayah urban dan membantu para perencana kota, terutama dari sisi optimasi seperti pada penelitian sebelumnya (Rahmadya Trias Handayanto, Hirunpongchai, Teng, Saengmanee, & Khangkhun, 2015; Rahmadya Trias Handayanto, Srie Gunarti, Samsiana, & Herlawati, 2015; R T Handayanto, Tripathi, Kim, & Guha, 2017).

2. Metode Penelitian

2.1. Data dan Area Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari citra satelit yang ditangkap oleh satelit Landsat dengan beragam jangkauan (*band*) frekuensi. Citra satelit yang diunduh dari situs *United States Geological Survey* (USGS) tersebut harus dipotong (*clipping*) terlebih dahulu mengikuti studi area (JABODETABEK dan Bekasi). Untuk melakukan proses pemotongan diperlukan peta wilayah kota dan kabupaten Bekasi (gambar 1) yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) Indonesia.



Sumber: Biro Informasi Geospasial (2017)

Gambar 1. Area Penelitian (Bekasi dan JABODETABEK)

2.2. Metodologi

2.2.1. Spatial Metrics

Dalam menganalisa pertumbuhan lahan, peran geografi – ilmu yang membahas masalah lokasi, jarak, arah, orientasi, koneksi, dan pola – sangat dibutuhkan. Sementara itu dalam bidang perencanaan kota dan arsitektur dikenal istilah *landscape metrics* yang didasarkan analisanya ketika membahas lanskap alam (*natural landscape*). Dasar perumusannya diambil dari teori informasi dan geometri fraktal (*fractal geometry*) (Gustafson, 1998; Herold, Couclelis, & Clarke, 2005).

Spatial metrics yang dipilih mengikuti riset sebelumnya (Herlawati & Handayanto, 2017), antara lain: *Patch Density* (PD), *Landscape Shape Index* (LSI), *Euclidean Nearest-Neighbourhood* (ENN), dan *Percentage of Like-Adjacency* (PLADJ). Keempat *spatial metrics* tersebut kerap digunakan dalam menganalisa perubahan lahan (*landuse growth*) suatu wilayah metropolitan (Pham & Yamaguchi, 2011; Sun, Wu, Lv, Yao, & Wei, 2013). Persamaan untuk PD, LSI, ENN dan PLADJ adalah sebagai berikut:

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

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

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

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

Variabel n_i menyatakan jumlah *patch* tiap kelas i dalam lansekap suatu area; A merupakan luas total lansekap (dalam m^2); Variable e_i merepresentasikan total panjang sisi tepian (*edge*) tiap kelas i; Nilai min e_i adalah total panjang minimum tepian kelas i; Variabel h_{ij} menyatakan jarak *patch* (m) yang sama; g_{ii} 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.

E-ISSN: 2548-3412 ; 1 – 10

Walaupun banyak *spatial metrics* yang bisa dipilih, tetapi karena beberapa memiliki kesamaan dan berkolerasi, empat *metrics* di atas sudah cukup untuk mewakili *metrics* yang lainnya guna menghindari redundansi dan menyederhanakan perhitungan.

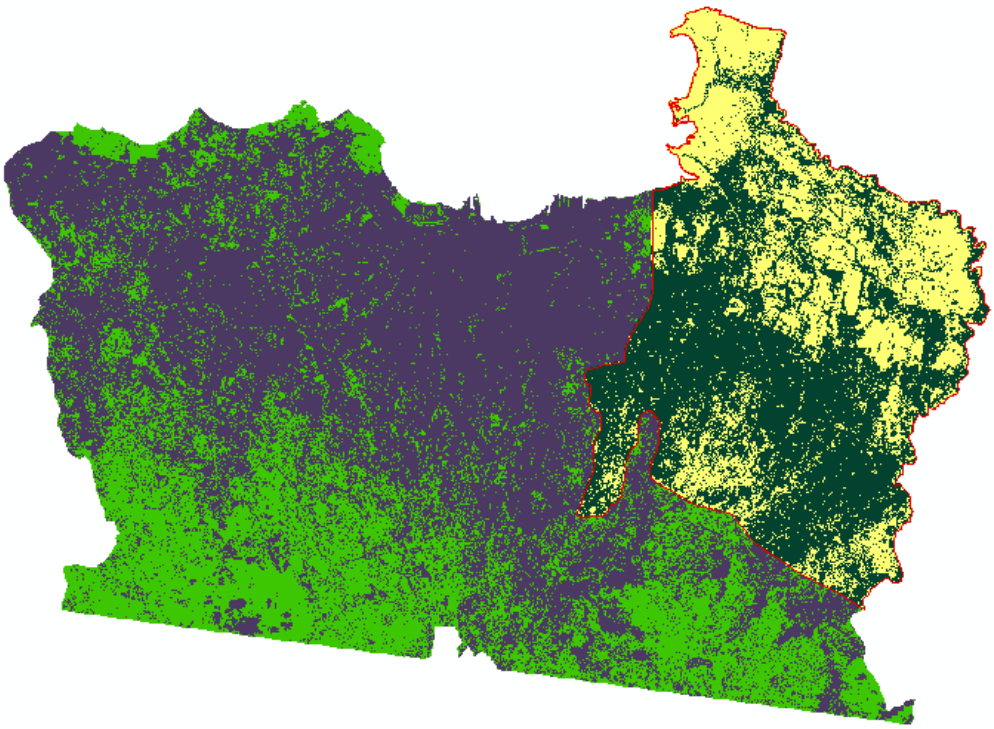
2.2.2. Pengolahan Citra

Pengolahan citra diperlukan untuk merubah citra satelit menjadi citra yang siap diolah lebih lanjut. Fungsi impor pada IDRISI digunakan untuk mengkonversi citra satelit yang secara *default* berformat GeoTIFF menjadi standar IDRISI (*.rst). *Unsupervised Classification* diterapkan terhadap 7 *band* frekuensi dari satelit untuk menghasilkan dua kelas (urban dan non urban).

2.2.3. Pemotongan Citra dengan ArcGIS

USGS menyediakan citra-citra satelit dalam bentuk ubin (*tile*) yang berisi region tertentu yang berukuran cukup besar. Untuk itu diperlukan proses pemotongan sesuai dengan area yang akan dianalisa. Fungsi CLIP pada ArcMAP (ESRI, versi 10) diimplementasikan pada penelitian ini.

Tampak pada gambar 2 area Bekasi (ditunjukan dalam warna merah) yang dipotong dari JABODETABEK dari citra tahun 2015. Berikutnya agar dapat diolah FRAGSTATS perlu diklasifikasikan menjadi TIFF kembali. Konversi menjadi ASCII dengan *toolbox* RASTER TO ASCII dilakukan untuk seluruh hasil pemotongan (tahun 1988, 1998, 2010, dan 2015).

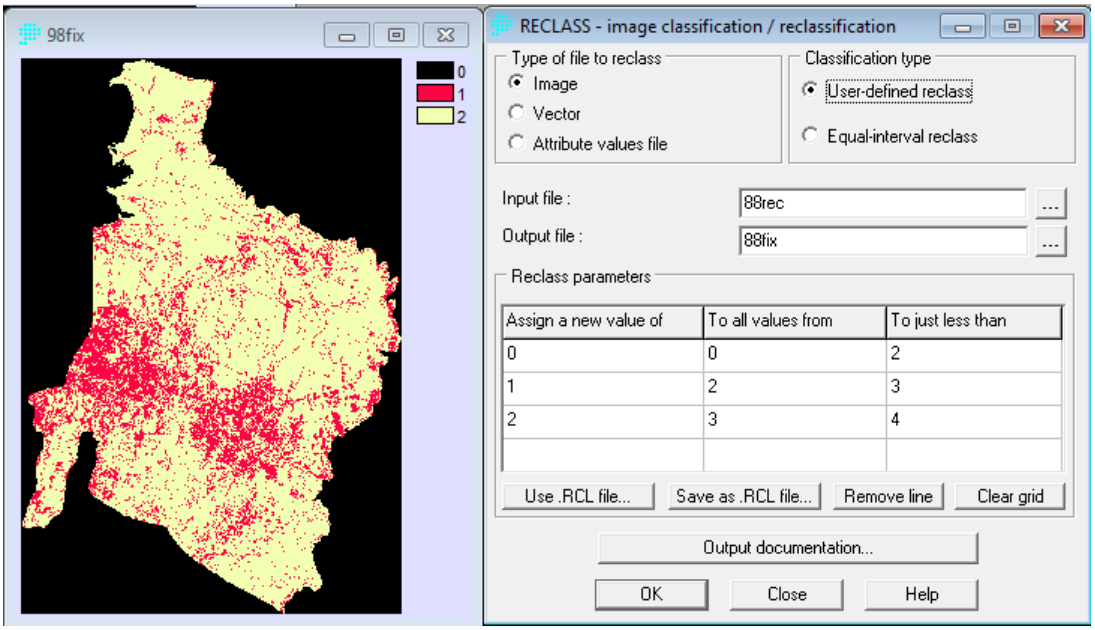


Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 2. Proses Pemotongan dengan ArcGIS

2.2.4. Klasifikasi Ulang

Klasifikasi ulang (*reclassification*) perlu dilakukan untuk membuat identifikasi terhadap wilayah urban dan non-urban, begitu juga untuk background yang tidak dihitung oleh FRAGSTATS. Gambar 3 memperlihatkan proses *reclassify* pada IDRISI setelah mengimport file ASCII dari ArcGIS.

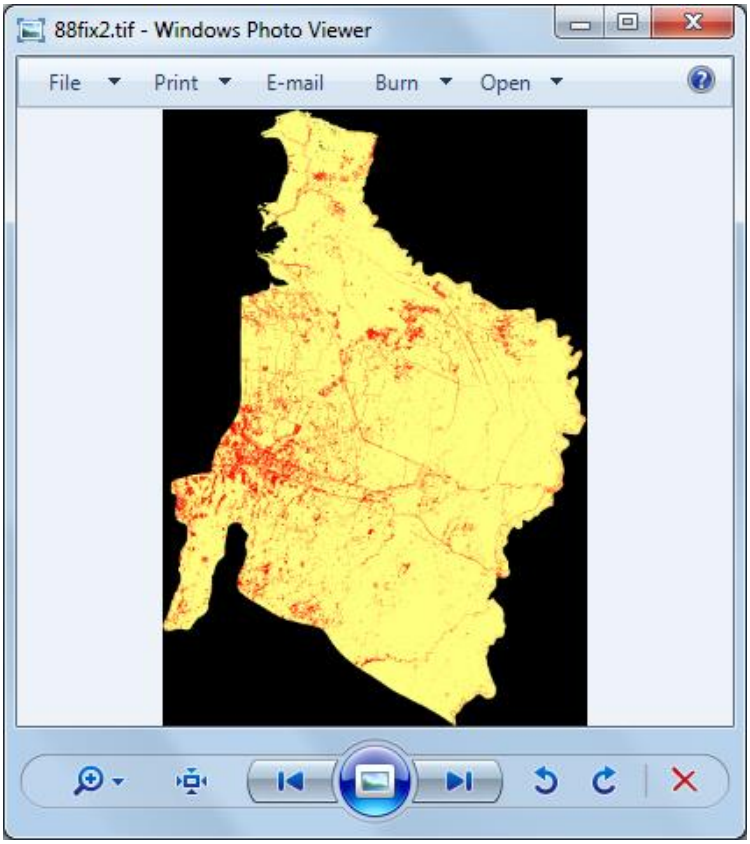


Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 3. Proses Klasifikasi Ulang dengan IDRISI

2.2.5. Konversi Citra ke Format *Tagged Image File Format* (TIFF)

Langkah terakhir sebelum data diolah oleh FRAGSTATS adalah mengkonversi citra yang sudah terklasifikasi menjadi tiga kelas (*background,* urban, dan non-urban) yang berformat TIFF. Dengan format TIFF ini maka citra yang dihasilkan memiliki klasifikasi yang sama dengan tiga kelas dalam format IDRISI (RST). Gambar 4 memperlihatkan citra Bekasi tahun 1988 dalam format TIFF.



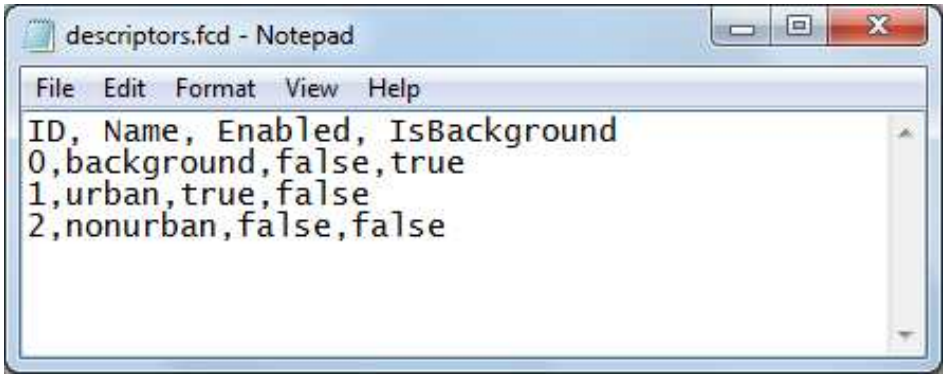
Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 4. Citra berformat TIFF yang siap diolah

E-ISSN: 2548-3412 ; 1 – 10

2.2.6. Menyiapkan Berkas Pendukung untuk Perhitungan Spatial Metric dengan FRAGSTATS

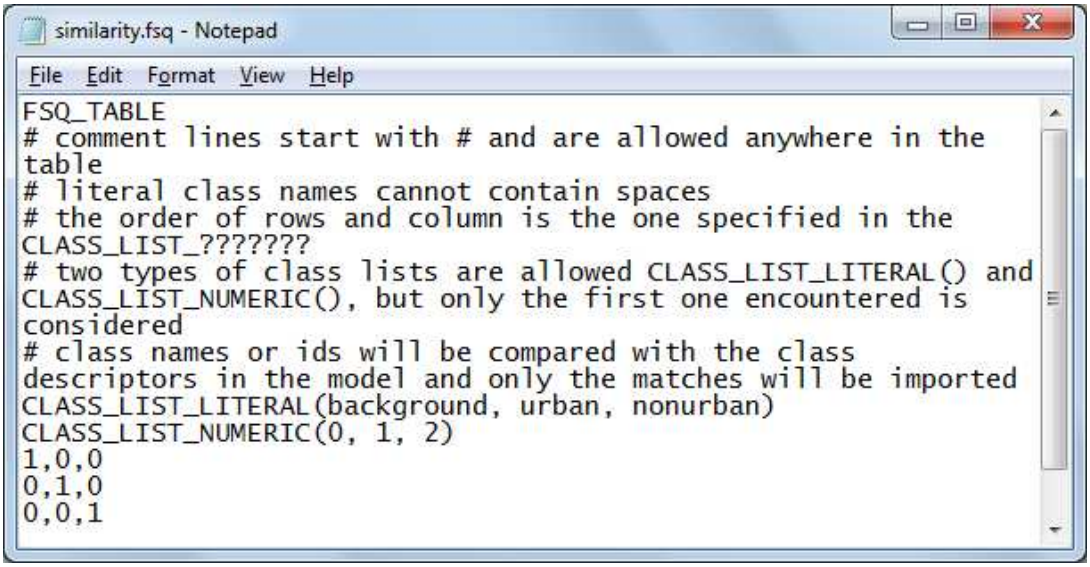
Berbeda dengan ArcGIS dan IDRISI yang sudah menyertakan kategori/kelas dari citra yang dipresentasikan, FRAGSTAS mengharuskan pengguna mendefinisikan citra TIFF yang akan diolah dalam suatu berkas deskriptor (*descriptor*) yang berekstensi *.fcd (gambar 5).



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 5. Berkas Pendeskripsi (*File Descriptor*)

Selain berkas pendeskripsi diperlukan juga berkas kesamaan (*file similarity*) yang berkestensi *.fsq. Berkas ini diperlukan jika dirasa ada kesamaan antara kelas-kelasnya. Misalnya antara jalan raya dengan bangunan, kemiripannya 0.75. Karena kelas-kelas yang akan dioleh (urban dan non-urban) tidak ada kesamaannya, maka diisi dengan nol (100% tidak sama) dalam format matrix seperti ditunjukan ada gambar 6 di bawah ini (tampak pada bagian akhir baris pernyataan).

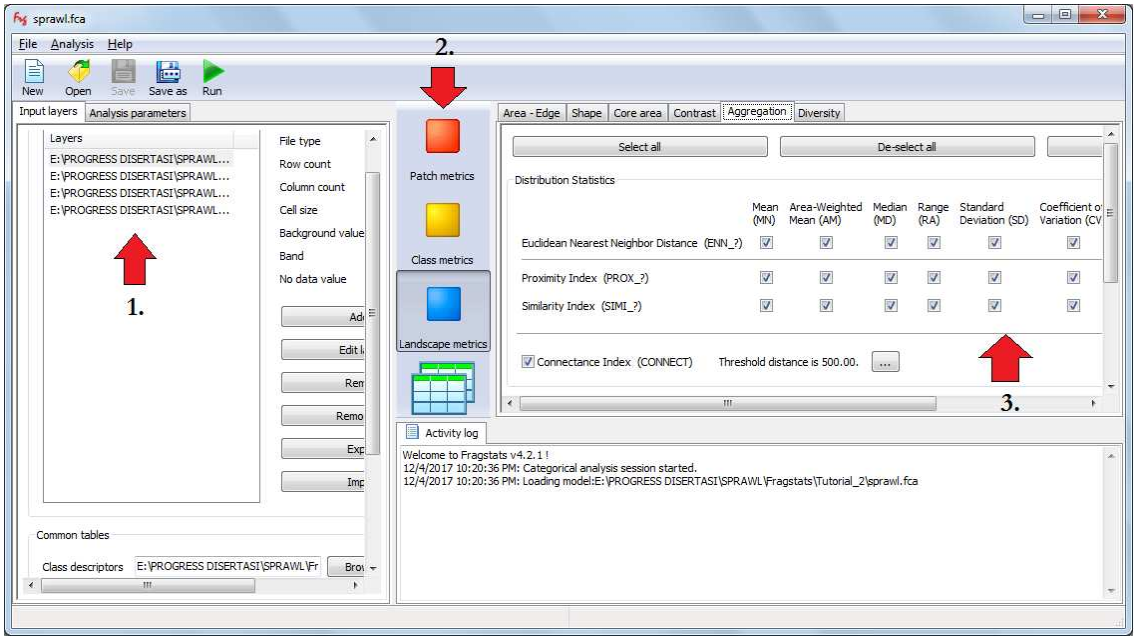


Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 6. Berkas Kesamaan

2.2.7. Memasukan Citra TIFF untuk Analisa dengan FRAGSTATS

Setelah membuka FRAGSTATS dan memasukkan empat citra Bekasi (tahun 1988, 1998, 2010, dan 2015), berkas pendeskripsi dan similarity dimasukan di bagian bawah (*common tables*). Gambar 7 memperlihatkan proses penginputan citra TIFF dan pengisian tiga parameter yaitu: *patch metric*, *class metrics*, dan *landscape metrics*. Untuk mempercepat proses, *metric* yang dimasukan disesuaikan dengan yang ingin dicari.



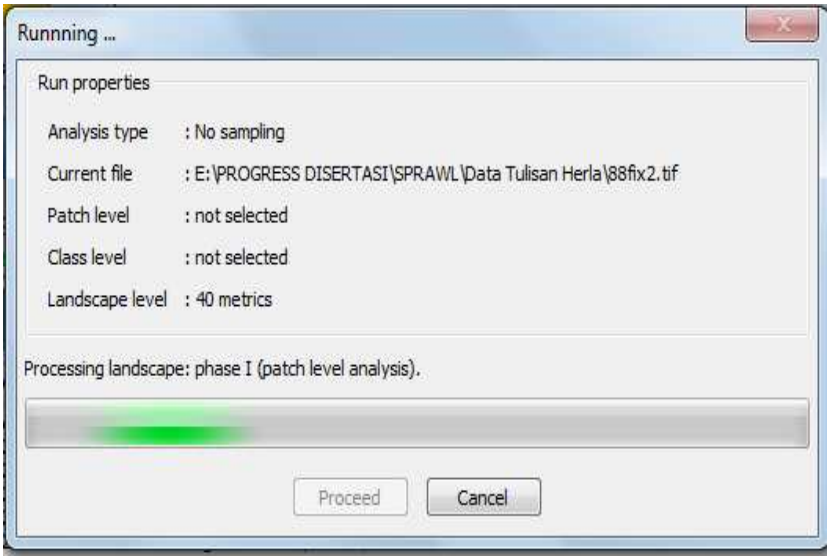
Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 7 Pengisian Parameter di FRAGSTATS

Perlu diperhatikan pada isian mengenai *treshold distance*, isikan sesuai dengan jarak yang menjadi batas similarity. Menurut panduan dari situs resmi FRAGSTATS adalah sebesar 500 meter. Demikian pula untuk *search radius* pada isian paramater *patch metrics* di bagian *aggregation.*

2.2.8. Menjalankan Proses Perhitungan Metrics

Pastikan ketika menjalankan (dengan menekan tombol segitiga hijau *run*) tidak ada pesan kesalahan di *activity log* (gambar 8). Jika berhasil dijalankan, hasilnya dapat dilihat di bagian *Result* yang kemudian dianalisa. Hasilnya dapat dilihat pada bab hasil dan pembahasan.



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 8. Proses *Running* Perhitungan Spatial Metrics pada FRAGSTATS

3. Hasil dan Pembahasan

Riset sebelumnya telah menganalisa *spatial metrics* untuk wilayah yang lebih luas, yaitu JABODETABEK. Riset ini untuk mengetahui efek dari perubahan skala pada area metropolitan dengan kota dan kabupaten, khususnya di wilayah Bekasi. Tabel 1 memperlihatkan hasil

perhitungan *spatial metrics* untuk wilayah JABODETABEK dan Bekasi. Penutupan lahan (*land cover*) yang dianalisa dikategorikan menjadi dua kelas yaitu urban (bangunan dan jalan) dan non-urban (vegetasi, pertanian dan pengairan).

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Spatial Metric*

(A) JABODETABEK

TAHUN	PD	LSI	ENN_MN	ENN_AM	PLADJ
1988	9.1461	83.9438	91.1869	38.3852	94.4407
1998	9.8723	112.3617	84.9569	37.5088	92.6445
2010	8.7978	119.4373	82.5198	37.4685	92.1792
2015	8.5452	112.3015	84.6574	38.472	92.5513

(B) BEKASI

TAHUN	PD	LSI	ENN_MN	ENN_AM	PLADJ
1988	6.3591	34.4807	92.5224	60.7929	92.6359
1998	7.6053	54.6753	83.2914	60.9775	88.3546
2010	6.3777	54.1271	84.6459	61.0431	88.4719
2015	6.3096	52.8218	85.7026	60.9678	88.7514

Sumber: Hasil Penelitian (2017)

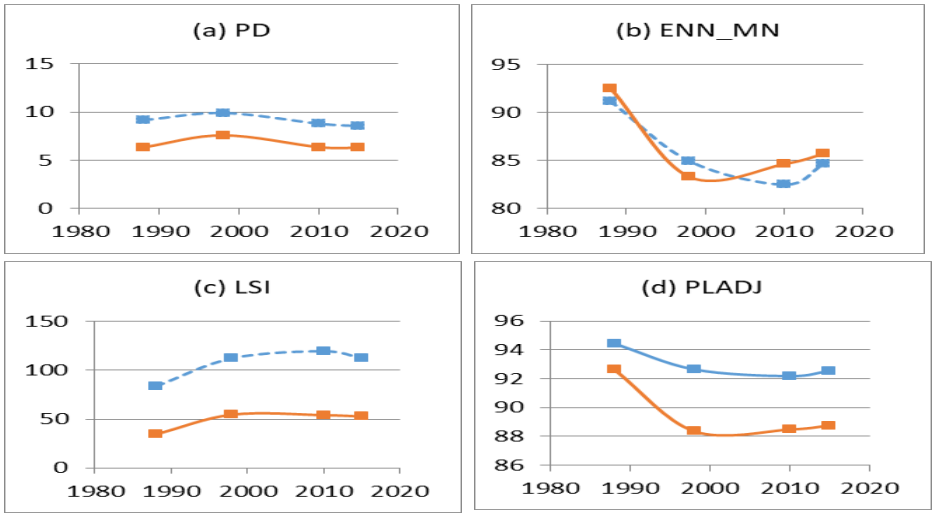
Pada Gambar 9 memperlihatkan grafik PD, LSI, ENN, dan PLADJ pada JABODETABEK dan Bekasi. Tampak walaupun besaran masing-masing *metrics* berbeda tetapi kecenderungan dari tahun 1988 hingga 2015 tidak jauh berbeda. JABODETABEK cenderung lebih besar besaran *spatial metrics*-nya, kecuali untuk ENN dimana Bekasi lebih besar dari JABODETABEK.

PD menunjukan kenaikan bertahap dengan nilai tertinggi di sekitar tahun 2000 dan kemudian turun ke posisi seperti di tahun 1988. LSI memiliki gejala yang serupa hanya saja setelah mengalami kenaikan maksimal di tahun 2010-an tidak mengalami penurunan tajam di tahun 2015. PLADJ cenderung turun dari tahun ke tahun. Untuk kota dan kabupaten Bekasi mengalami nilai minimum di sekitar tahun 2000-an sementara JABODETABEK di tahun 2010-an. Setelah mengalami penurunan, PLADJ kemudian naik sedikit di tahun 2015. Antara tahun 1990-an dan 2005-an ENN Bekasi berada di bawah JABODETABEK tetapi setelah 2005, ENN untuk Bekasi naik dan berada di atas ENN untuk JABODETABEK.

Hasil perhitungan sejalan dengan riset yang telah dilakukan oleh (Sun et al., 2013) dimana rendahnya nilai PD dan LSI di tahun-tahun awal dan tingginya ENN dan PLADJ menunjukan wilayah urban yang terfragmentasi dan terpencar. Biasanya pertumbuhan *sprawl* dimulai pada tahun-tahun awal suatu wilayah yang berkembang. *Sprawl* ini menciptakan lokasi-lokasi urban yang baru dan pertumbuhannya dikenal dengan istilah penyimpangan (*outlying*). Meningkatnya pertumbuhan daerah urban menurunkan jarak antara satu *patch* dengan *patch* lainnya, sehingga menurunkan nilai ENN dan PLADJ.

Pada periode ini pertumbuhan ekspansi tepi (*edge expansion*) kerap terjadi, terutama di dekat jalan yang baru dibangun. Pertumbuhan lain ketika ekspansi tepi dan penyimpangan menurun adalah pengisian (*infilling*), yaitu pertumbuhan yang mengisi ruang-ruang kosong di antara wilayah urban. Efeknya adalah makin padatnya suatu wilayah, untuk studi kasus ini di kota Bekasi dan Cikarang.

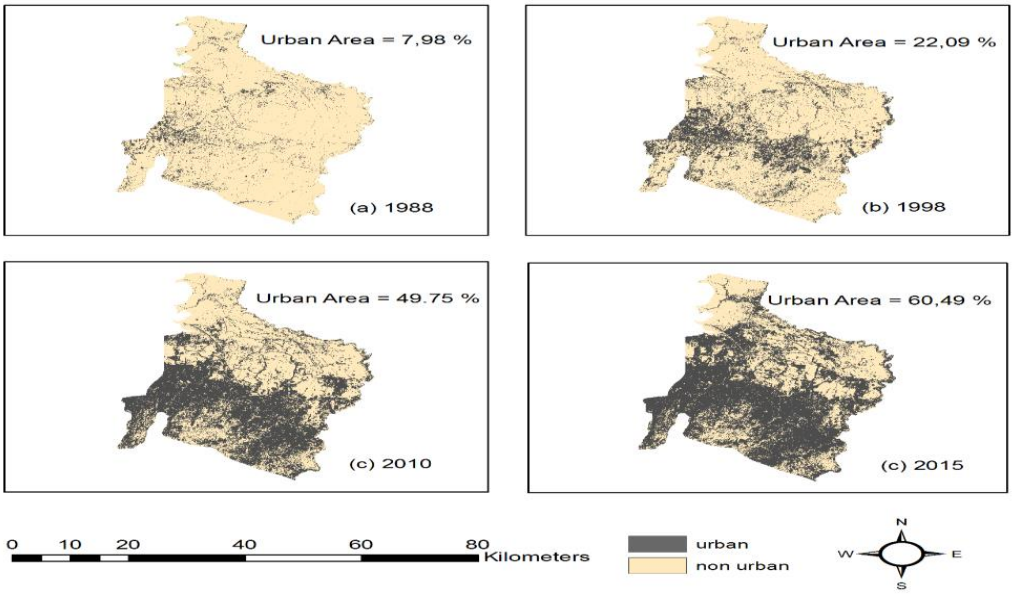
Pada Gambar 10 memperlihatkan peta pertumbuhan lahan di kota Bekasi dari tahun 1988 hingga tahun 2015. Terjadi peningkatan daerah urban dari 7,98% di tahun 1988 menjadi 22,09% dan 49.75% berturut-turut di tahun 1988 dan 2010, serta 60,49% di tahun 2015.



…….. JABODETABEK
BEKASI

Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 9. *Spatial Metrics* untuk wilayah JABODETABEK dan Bekasi



Sumber: Hasil Penelitian (2017)

Gambar 10. Pertumbuhan Lahan di Kota dan Kabupaten Bekasi (1988 – 2015)

Selain dengan *spatial metrics*, pertumbuhan lahan dan jenisnya dapat dilihat juga secara visual. Dengan meneliti wilayah-wilayah urban baru dapat ditentukan masuk dalam kategori pertumbuhan tertentu (penyimpangan, ekspansi tepi, atau pengisian).

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan *spatial metrics* untuk wilayah JABODETABEK dan Bekasi menunjukan pola yang sama untuk PD, LSI, ENN, dan PLADJ walaupun besarannya berbeda. Dengan demikian kota dan kabupaten Bekasi memiliki pertumbuhan wilayah yang tidak jauh berbeda dengan JABODETABEK. Efek skala pada perhitungan *spatial metrics* hanya pada besaran saja, bukan pada polanya. Namun, perlu diuji lebih lanjut untuk wilayah JABODETABEK lainnya terutama untuk Jakarta sebagai ibu kota dimana terjadi gejala "*post-suburbanization*", juga Bogor yang memiliki sedikit ruang untuk pertumbuhan lahan karena medannya yang memiliki tingkat kemiringan yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini didanai oleh Ristek-Dikti skema Penelitian Produk Terapan (PPT). Biro Informasi Geospasial (BIG) dan Dinas Tata Kota menjadi sumber rujukan untuk data penelitian. Software FRAGSTATS, ArcGIS, dan IDRISI menjadi sarana untuk memanipulasi data satelit yang diunggah oleh United States Geological Survey (USGS).

Referensi

Bhatta B. 2012. Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data. Canada: Springer. 399 p.

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.

Firman T. 2004. New town development in Jakarta Metropolitan Region : a perspective of spatial segregation. 28: 349–368.

Gustafson EJ. 1998. Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? Ecosystems 1: 143–156.

Handayanto RT, Hirunpongchai A, Teng B, Saengmanee K, Khangkhun N. 2015a. Suitability Analysis for Rice Production in Sakon Nakhon Province. JREC (Journal Electr. Electron. 2: 21–33.

Handayanto RT, Srie Gunarti AS, Samsiana S, Herlawati. 2015b. A Web-GIS based integrated optimum location assessment tool for gas station using genetic algorithms. ARPN J. Eng. Appl. Sci.

Handayanto RT, Tripathi NK, Kim SM, Guha S. 2017. Achieving a sustainable urban form through land use optimisation: Insights from Bekasi City's land-use plan (2010-2030). Sustain.

Herlawati, Handayanto RT. 2017. Mengenali Karakteristik Penggunaan Lahan dengan Statistika Spasial (Spatial Metrics). INFORMATICS Educ. Prof. 1: 227–232.

Herold M, Couclelis H, Clarke KC. 2005. The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Comput. Environ. Urban Syst. 29: 369–399.

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.

Shi Y, Sun X, Zhu X, Li Y, Mei L. 2012. Characterizing growth types and analyzing growth density distribution in response to urban growth patterns in peri-urban areas of Lianyungang City. Landsc. Urban Plan. 105: 425–433.

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.