

Visualisasi Pola Kepadatan Penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan *Volunteer Geospatial Data*

Ni Putu Praja Chintya¹, Wahyu Marta Mutiarasari², Annisa Farida²

^{1,2,3}Departemen Teknologi Kebumihan-Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Gedung SV UGM, Sekip Unit 1, Blimbingsari, Catur Tunggal, DIY-55281 Telp./Faks: (024) 541020,
e-mail: prajachintya@ugm.ac.id

(Diterima 19 Oktober 2018, Disetujui 28 November 2018)

ABSTRAK

Open Street Map (OSM) dan *GeoNames* adalah sumber gasetir global yang diperoleh secara partisipatif. Makna partisipatif disini adalah pengguna dapat memperoleh, menambahkan dan melakukan perbaikan terhadap data secara sukarela. Pengguna tidak dikenakan biaya serta tidak dibatasi oleh tempat dan waktu. Data yang diperoleh dari partisipasi pengguna tersebut dikenal dengan istilah *Volunteer Geospatial Information (VGI)*. Kemudahan dalam memperoleh data spasial tersebut memudahkan pengguna dalam mengaplikasikan berbagai analisis, salah satunya adalah analisis pola. Berdasarkan hal tersebut, makalah ini bertujuan untuk mengilustrasikan pola kepadatan penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan data OSM dan *GeoNames*. Gasetir pada *GeoNames* dengan tipe '*Populated Places*' dan tipe data '*Building*' pada OSM diplot sebagai data dengan tipe titik. Berdasarkan hasil *plotting*, setiap area memiliki jumlah titik gasetir yang berbeda sehingga menghasilkan perbedaan densitas titik. Selanjutnya, pola densitas berdasarkan data *GeoNames* dan OSM dibandingkan dengan data kepadatan penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Kata kunci : *VGI, OSM, GeoNames, Gasetir, Kepadatan.*

ABSTRACT

Open Street Map (OSM) and Geonames are example of global gazetteers dump. Users can download, add and edit data voluntarily. Users free of charge and users can participate anytime and anywhere. Such data is known as Volunteer Geospatial Information (VGI). Users easily use freely available data to do various analysis, such as pattern analysis. This paper aims to illustrate population density pattern in Daerah Istimewa Yogyakarta using OSM dan Geonames data. Geonames gazetteers with type "Populated Places" and OSM data with type "Building" are plotted as points. Each area has different number of points, therefore the density are also different. The density pattern from GeoNames and OSM data are compared with population density from Badan Pusat Statistik.

Keywords : *VGI, OSM, GeoNames, Gazetteer, Density.*

1. PENDAHULUAN

Gasetir adalah kamus nama tempat yang mengandung informasi geografis (Graham and De Sabbata 2015). Informasi geografis yang terkandung pada gasetir adalah data koordinat lokasi. Saat ini gasetir bukan hanya diperoleh melalui instansi pemerintah (Neis, Zielstra, and Zipf 2011), tetapi masyarakat umum dapat menambahkan, mengubah atau menghapus gasetir secara gratis. Data ini dikenal dengan istilah *Volunteer Geospatial Information (VGI)* (Haklay 2010). Pengguna mengakses gasetir melalui *browser* secara *online* untuk melakukan aktivitas mengunduh, menambahkan atau *editing*. Pengguna tidak lagi dibatasi oleh waktu dan tempat. Tren VGI menjadikan manusia sebagai sebagai sensor terhadap perubahan (Haklay 2010). Manusia

berperan untuk merekam secara cepat perubahan yang terjadi di suatu area. Indonesia dapat menggunakan sekitar 265 juta sensor penduduk dalam merekam perubahan yang terjadi. Hal ini dimungkinkan menjadi langkah yang efektif dan efisien dibandingkan perekaman melalui sensus.

Contoh gasetir *online* yang sering digunakan adalah *GeoNames*, *Wikimapia*, *Getty Thesaurus of Geographic Names (TGN)* dan *OpenStreetMap (OSM)* (Acheson, De Sabbata, and Purves 2017; Goodchild 2007). *GeoNames* termasuk salah satu penyedia basisdata gasetir global terbesar. Gasetir *GeoNames* terdiri atas beberapa tipe seperti *streams*, *hills* dan *populated area*. Dalam OSM tersedia data dengan tipe titik, garis dan area. Setiap data memiliki keterangan seperti alamat, nama tempat dan fungsi.

Data gasetir *online* semakin hari mengalami peningkatan dalam jumlah dan kualitas (Neis, Zielstra, and Zipf 2011). Data gasetir ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti deteksi objek alami (Acheson et al. 2017), kesejahteraan masyarakat (Graham and De Sabbata 2015) dan kesehatan (Ouma et al. 2018). Salah satu dari contoh tersebut adalah deteksi pola dan tren. Tren yang terjadi di masyarakat, seperti kesejahteraan dapat dideteksi menggunakan jumlah gasetir yang terdapat di wilayah tersebut. Data gasetir *online* dapat diperoleh secara mudah dan gratis. Data gasetir pada GeoNames hanya menyertakan koordinat suatu objek, sedangkan data pada OSM sudah menyertakan dimensi dan bentuk dari objek. Data OSM juga dapat divisualisasikan secara tiga dimensi dengan menambahkan koordinat *z* atau ketinggian dari fitur seperti bangunan (Wang and Zipf 2017). Data VGI seperti ini dapat mendukung terwujudnya *smart city* (Wendel et al. 2017).

Suatu tren dapat berbanding lurus atau terbalik terhadap jumlah gasetir. Hal ini tergantung dari tema yang ingin dianalisis. Semakin banyak jumlah gasetir menandakan semakin banyak jumlah objek yang ada di suatu lokasi. Objek dapat berupa objek alami atau buatan. Tingkat kepadatan gasetir juga dipengaruhi oleh ketersediaan dukungan teknologi dan koneksi di suatu lokasi. Saat ini penambahan lokasi juga dapat dilakukan dengan berbagai sosial media (Flatow et al. 2015; Fung et al. 2016; Gu, Qian, and Chen 2016; Stock 2018; Su et al. 2016). Lokasi yang sering dikunjungi seperti area wisata akan semakin banyak *di-tag*, sehingga data dari media sosial bisa digunakan untuk deteksi jalur perjalanan wisatawan (Zhou, Xu, and Kimmons 2015). Selain banyaknya kunjungan ke suatu tempat, kepadatan penduduk juga berpengaruh terhadap jumlah gasetir, semakin banyak jumlah penduduk, jumlah partisipan dalam menambahkan gasetir juga meningkat. Lokasi dengan jumlah penduduk yang banyak akan memiliki jumlah bangunan atau fitur buatan yang sebanding dengan jumlah penduduk. Kondisi ini juga meningkatkan jumlah data geospasial.

Peningkatan jumlah data geospasial yang diperoleh secara partisipatif dapat digunakan untuk melakukan analisis berbagai pola, salah satunya adalah pola kepadatan penduduk. Paper ini membahas hasil prediksi pola kepadatan penduduk suatu area menggunakan data geospasial yang diperoleh secara sukarela (VGI) yaitu data GeoNames dan data OSM. Data yang diperoleh akan dibandingkan dengan data hasil sensus penduduk.

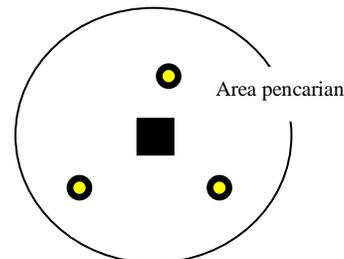
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan tiga sumber data yaitu BPS, OSM dan GeoNames. Data GeoNames diseleksi berdasarkan tipe lokasi. Lokasi yang dipilih adalah titik lokasi dengan tipe *populated places*. Hasil seleksi data ditampilkan dalam bentuk titik dan dihitung densitasnya. Data OSM dengan tipe *buildings* merupakan fitur poligon sehingga perlu diubah menjadi titik. Metode yang digunakan untuk memperoleh titik tersebut adalah dengan analisis *centroid* dari suatu poligon. Interpolasi *centroid* dari fitur poligon dapat diperoleh dengan metode *minimum bounding rectangle* (Durr & Froggatt, 2002). Algoritma dari metode ini adalah menggunakan persegi terkecil yang melingkupi objek, persegi tersebut digunakan untuk menghitung nilai tengah antara bagian atas, bawah, kiri, dan kanan poligon.

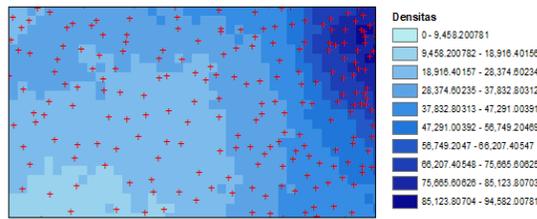
Titik yang diperoleh dari GeoNames dan OSM ditampilkan dalam bentuk data densitas. Visualisasi menggunakan angka densitas memudahkan pengguna memahami data dibandingkan dengan visualisasi titik dalam jumlah banyak.

Perhitungan densitas titik menggunakan algoritma *Point Density*. Metode *Point Density* bertujuan untuk menghitung jumlah titik per luas area. Batas area yang digunakan pada penelitian ini adalah *circle*. Batas area ini biasa disebut dengan *neighborhood*. Radius *neighborhood* yang digunakan adalah sebesar 8 *cell*. Semakin besar radius yang digunakan, maka data raster yang dihasilkan menjadi kasar (*general*), sebaliknya radius semakin kecil akan menghasilkan raster yang lebih detil.

Jumlah titik yang masuk ke dalam area pencarian seperti pada Gambar 1 dihitung jumlahnya dan dibagi dengan luas area. Semakin banyak titik yang berada dalam area pencarian maka semakin tinggi nilai kepadatan titiknya (Esri 2018). Perhitungan densitas tersebut dilakukan pada setiap sel raster keluaran, pada Gambar 1 ditunjukkan dengan persegi berwarna hitam. Contoh hasil perhitungan densitas titik ditunjukkan pada Gambar 2. Area yang memiliki titik dalam jumlah besar dan lokasi antar titik berdekatan memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi



Gambar 1. Ilustrasi konsep *point density* ((Children's Enviromental Health Initiative 2018)



Gambar 2. Potongan hasil perhitungan *point density*

Data densitas yang sudah diperoleh berdasarkan data GeoNames dan OSM diklasifikasikan menjadi 10 kelas. Hasil klasifikasi densitas divisualisasikan menggunakan simbologi kuantitatif dan dibandingkan dengan data kepadatan penduduk dengan ketelitian tertinggi (tingkat desa/kelurahan) yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Daerah Istimewa Yogyakarta.

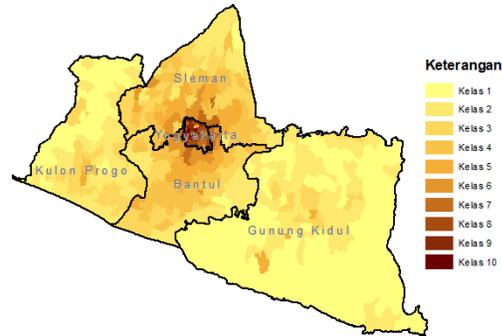
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kepadatan penduduk yang diperoleh dari BPS Daerah Istimewa Yogyakarta adalah hasil sensus tahun 2017. Nilai kepadatan penduduk kelas 1 sampai dengan kelas 10 ditampilkan pada Tabel 1 dan divisualisasikan seperti pada Gambar 1.

Tabel 1. Kepadatan penduduk berdasarkan data BPS DIY tahun 2017

Kelas	Kepadatan penduduk per km ²
1	54 – 505
2	505 – 991
3	991 – 1631
4	1631 – 2527
5	2527 – 3775
6	3775 – 6048
7	6048 – 9034
8	9034 – 13512
9	13512 – 18852
10	18852 - 27280

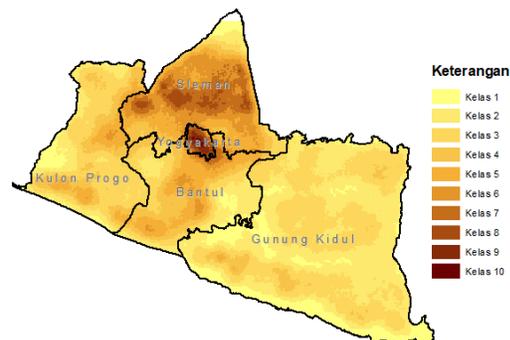
Gambar 3 menunjukkan visualisasi kepadatan penduduk per desa dengan jumlah kelas 10. Kelas 1 adalah kelas dengan kepadatan jumlah penduduk terendah sedangkan kelas 10 adalah kelas dengan kepadatan penduduk tertinggi. Visualisasi warna yang digunakan adalah dari warna coklat terang sampai coklat gelap.



Gambar 3. Pola kepadatan penduduk berdasarkan data BPS DIY tahun 2017

Berdasarkan hasil visualisasi menunjukkan bahwa Kota Yogyakarta adalah wilayah dengan penduduk terpadat dengan kisaran nilai kepadatan penduduk ada pada kelas 6 sampai dengan 10. Kabupaten Sleman dan Bantul memiliki kepadatan penduduk menengah yaitu dengan kisaran 1-7 dan 1-9. Kabupaten Kulon Progo dan Gunung Kidul memiliki kepadatan penduduk rendah dengan kisaran 1-5. Data kepadatan penduduk dari BPS digunakan sebagai acuan untuk menilai pola yang dibentuk dari data OSM dan data GeoNames.

Gambar 4 adalah pola yang terbentuk dari perhitungan densitas menggunakan data GeoNames. Jumlah titik dengan tipe *populated places* yang digunakan adalah 7,014 buah. Semakin banyak titik dalam suatu area, maka semakin padat penduduk di area tersebut. Pola yang dibentuk dari GeoNames memanfaatkan ketidakteraturan persebaran titik di DIY. Persebaran titik dengan kategori “*Populated Places*” bervariasi dari padat sampai tidak ada titik dari setiap area. Ketidakteraturan jumlah titik dipengaruhi oleh banyaknya bangunan, penduduk dan fasilitas internet.

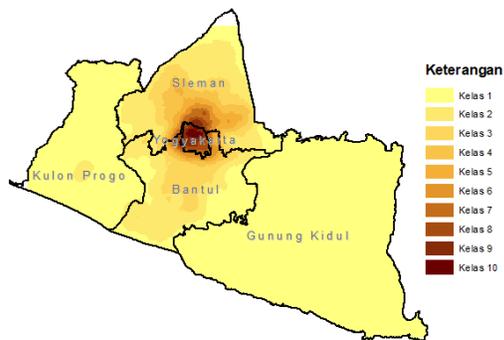


Gambar 4. Pola kepadatan penduduk berdasarkan data GeoNames tahun 2018

Gambar 4 dan Gambar 3 menunjukkan kemiripan pola kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kota Yogyakarta berkisar pada kelas 5 sampai dengan kelas 10.

Kabupaten Sleman memiliki beberapa area dengan kepadatan penduduk tinggi dengan kisaran kelas 1 sampai dengan kelas 8. Kabupaten Kulon Progo memiliki kepadatan penduduk berkisar antara kelas 1 sampai dengan kelas 6. Gunung Kidul memiliki tingkat kepadatan penduduk berkisar dari Kelas 1 sampai dengan Kelas 5.

Gambar 5 adalah visualisasi titik sebanyak 1,204,544 buah yang diperoleh dari OSM. Data ini merupakan *centroid* bangunan yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil yang ditunjukkan memiliki perbedaan yang signifikan dengan pola yang dibentuk oleh data GeoNames dan data kepadatan penduduk dari BPS DIY. Area dengan kepadatan penduduk tertinggi adalah Kota Yogyakarta dengan nilai yang berkisar dari kelas 3 sampai dengan kelas 10. Kabupaten Kulon Progo dan Gunung Kidul memiliki nilai kepadatan titik terendah yaitu hanya pada kisaran kelas 1. Kabupaten Sleman merupakan Kabupaten dengan nilai kepadatan tertinggi kedua setelah Kota Yogyakarta yaitu berada pada kelas 1 sampai dengan kelas 4, dan Kabupaten Bantul dengan nilai kepadatan titik pada rentang kelas 1 sampai dengan kelas 3.



Gambar 5. Pola kepadatan penduduk berdasarkan data OSM tahun 2018

Pola yang diperoleh dari ketiga sumber data tersebut menunjukkan bahwa daerah dengan kepadatan penduduk paling tinggi juga memiliki tingkat kepadatan titik gasetir yang tinggi.

Nilai densitas yang diperoleh berbeda beda karena jumlah data yang diperoleh dari OSM dan GeoNames berbeda. Persebaran data GeoNames lebih merata untuk setiap kabupaten sedangkan persebaran data OSM hanya terpusat pada wilayah perkotaan. Jumlah data OSM memiliki perbedaan yang signifikan antara area terpadat dengan area yang memiliki jumlah titik minimum. Rasio antara jumlah titik terendah dengan tertinggi mencapai 1:10.000. Pada data GeoNames perbandingan antara jumlah titik terendah dan tertinggi adalah 1:10. Hal ini merupakan alasan terjadinya pola yang tidak halus pada visualisasi data OSM.

Tabel 2. Kepadatan penduduk berdasarkan data BPS DIY tahun 2017

Kabupaten/Kota	Kelas		
	BPS	GeoNames	OSM
Yogyakarta	6-10	5-10	3-10
Bantul	1-9	1-7	1-3
Sleman	1-7	1-8	1-4
Kulon Progo	1-5	1-6	1
Gunung Kidul	1-5	1-5	1

Tabel 2 menunjukkan perbandingan rentang kelas kepadatan penduduk yang dibentuk dari ketiga sumber data tersebut. Secara garis besar pola yang dibentuk sama yaitu dengan kepadatan terendah Kabupaten Gunung Kidul dan kepadatan tertinggi adalah Kota Yogyakarta.

Titik gasetir dapat menunjukkan perkembangan yang terjadi di suatu daerah. Daerah perkotaan seperti Kota Yogyakarta memiliki sarana dan prasarananya dengan jumlah yang lebih banyak dari pada kabupaten lainnya sehingga jumlah gasetir juga lebih banyak. Suatu kota dengan tingkat kepadatan gasetir yang tinggi didukung kondisi sarana yang memadai, terutama koneksi internet. Selain ketersediaan teknologi, jumlah masyarakat serta tingkat pendidikan masyarakat lebih tinggi untuk wilayah perkotaan. Masyarakat lebih mengenal teknologi geospasial berbasis web sehingga jumlah partisipasi juga banyak. Data OSM merupakan salah satu contoh tidak meratanya partisipasi masyarakat dalam menambahkan data spasial.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Jumlah *Volunteer Geospatial Information* yang semakin sudah mulai digunakan dalam berbagai aplikasi di berbagai bidang, salah satu contohnya adalah analisis tren dan pola. Pola kepadatan penduduk merupakan salah satu aplikasinya. Untuk saat ini, penggunaan VGI dapat melakukan deteksi pola kepadatan penduduk secara garis kasar. Untuk ketelitian tingkat tinggi data kepadatan penduduk diperoleh melalui sensus penduduk, tetapi terdapat kemungkinan untuk memperoleh data tersebut menggunakan data VGI yang mencukupi dalam hal jumlah dan kualitas.

Penggunaan VGI di masa depan akan sangat bervariasi. VGI yang mudah diperoleh dan tanpa biaya akan menjadi daya tarik bagi berbagai latar belakang pengguna termasuk dalam bidang pemerintahan. Pemerintah dapat memulai untuk membentuk gasetir nasional secara *bottom-up* dengan memanfaatkan penduduk dengan jumlah mencapai 265 juta jiwa.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheson, Elise, Stefano De Sabbata, and Ross S. Purves. 2017. "A Quantitative Analysis of Global Gazetteers: Patterns of Coverage for Common Feature Types." *Computers, Environment and Urban Systems* 64: 309–20.
- Acheson, Elise, Julia Villette, Michele Volpi, and Ross S Purves. 2017. "Gazetteer Matching for Natural Features in Switzerland." In *Proceedings of the 11th Workshop on Geographic Information Retrieval*, ACM, 11.
- Children's Environmental Health Initiative. 2018. *Spatial Analyst Tools*. Atlanta.
- Esri. 2018. "How Point Density Works."
- Flatow, David et al. 2015. "On the Accuracy of Hyper-Local Geotagging of Social Media Content." In *Proceedings of the Eighth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, ACM, 127–36.
- Fung, Isaac Chun Hai et al. 2016. "Ebola Virus Disease and Social Media: A Systematic Review." *American Journal of Infection Control* 44(12): 1660–71.
- Goodchild, Michael F. 2007. "Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography." *GeoJournal* 69(4): 211–21.
- Graham, Mark, and Stefano De Sabbata. 2015. "Mapping Information Wealth and Poverty: The Geography of Gazetteers." *Environment and Planning A* 47(6): 1254–64.
- Gu, Yiming, Zhen Qian, and Feng Chen. 2016. "From Twitter to Detector: Real-Time Traffic Incident Detection Using Social Media Data." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 67: 321–42.
- Haklay, Mordechai. 2010. "How Good Is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets." *Environment and Planning B: Planning and Design* 37(4): 682–703.
- Neis, Pascal, Dennis Zielstra, and Alexander Zipf. 2011. "The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011." *Future Internet* 4(4): 1–21.
- Ouma, Paul O et al. 2018. "Access to Emergency Hospital Care Provided by the Public Sector in Sub-Saharan Africa in 2015: A Geocoded Inventory and Spatial Analysis." *The Lancet Global Health* 6(3): e342–50.
- Stock, Kristin. 2018. "Mining Location from Social Media: A Systematic Review." *Computers, Environment and Urban Systems* 71(March): 209–40.
- Su, Shiliang, Chen Wan, Yixuan Hu, and Zhongliang Cai. 2016. "Characterizing Geographical Preferences of International Tourists and the Local Influential Factors in China Using Geo-Tagged Photos on Social Media." *Applied Geography* 73: 26–37.
- Wang, Zhiyong, and Alexander Zipf. 2017. "Using Openstreetmap Data to Generate Building Models with Their Inner Structures for 3D Maps." *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci* 2: W4.
- Wendel, Jochen, Alexander Simons, Alexandru Nichersu, and Syed Monjur Murshed. 2017. "Rapid Development of Semantic 3D City Models for Urban Energy Analysis Based on Free and Open Data Sources and Software." In *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL Workshop on Smart Cities and Urban Analytics*, ACM, 15.
- Zhou, Xiaolu, Chen Xu, and Brandon Kimmons. 2015. "Detecting Tourism Destinations Using Scalable Geospatial Analysis Based on Cloud Computing Platform." *Computers, Environment and Urban Systems* 54: 144–53.