

# EVALUASI KUALITAS TEMATIK PETA PENGGUNAAN LAHAN YANG DIPEROLEH DARI DATA VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION

## Studi Kasus di Kota Yogyakarta

*(Thematic Quality Assessment of Land-use Map Derived from  
Volunteered Geographic Information Data, Case study in Yogyakarta City)*

**Ni Putu Praja Chintya, Wahyu Marta Mutiarasari, Waljiyanto, Dhany Yudi Prasetyo, Wulan Ratna Mayangsari**

Prodi D3 Teknik Geomatika, Departemen Teknologi Kebumihan, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada  
Gedung SV UGM, Sekip Unit 1 Lt.2, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia, 55281  
E-mail: [prajachintya@ugm.ac.id](mailto:prajachintya@ugm.ac.id)

*Diterima: 12 Januari 2021; Direvisi: 20 Mei 2022; Disetujui untuk dipublikasikan: 26 Mei 2022*

### ABSTRAK

Perkembangan kawasan perkotaan yang dinamis dan kompleks tidak diikuti dengan kecepatan perolehan data pemerintah daerah, seperti data penggunaan lahan. Pemerintah daerah biasanya memetakan penggunaan lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh (citra satelit) dan survei lapangan. Kedua metode pemetaan tersebut memerlukan biaya yang besar dan waktu yang lama. Kondisi tersebut merupakan pendorong kebutuhan suatu metode akuisisi data yang murah, cepat dan tepat seperti metode *Volunteered Geographic Information* (VGI). VGI adalah suatu fenomena penggunaan *web* dalam membuat, mengumpulkan dan menyebarkan informasi geospasial secara sukarela oleh individu yang memiliki latar belakang yang berbeda-beda (bukan profesional). Data VGI yang bersumber dari *platform* seperti OpenStreetMap, Geonames, Twitter, Flickr dan Geo-Wiki, dapat menjadi suatu alternatif untuk memperoleh data penggunaan lahan yang riil dan terbaru. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis potensi data VGI, yaitu OpenStreetMap (OSM) sebagai sumber data dalam pembuatan peta penggunaan lahan riil. Data acuan yang digunakan untuk menguji kualitas peta penggunaan lahan adalah data penggunaan lahan dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Beberapa hasil ditunjukkan pada penelitian ini antara lain (1) nilai *overall accuracy* peta penggunaan lahan yang diperoleh sebesar 73% untuk klasifikasi penggunaan lahan level 1, dimana kelas transportasi dan hunian masing-masing memiliki *user accuracy* tertinggi yaitu 100% dan 74%; kelas hunian dan layanan kesehatan masing-masing memiliki nilai *producer accuracy* tertinggi yaitu 98% dan 24%; (2) terdapat 42% penggunaan lahan di area studi belum terpetakan di OSM, sebagian besar di Kelurahan Mergangsan dan Kelurahan Pringgokusuman; dan (3) kesalahan dalam klasifikasi disebabkan oleh tidak terdapatnya informasi atribut penggunaan lahan pada data OSM dan kekeliruan pengguna dalam memberikan *tag* atau data atribut.

**Kata kunci:** *OpenStreetMap, penggunaan lahan, perkotaan, VGI*

### ABSTRACT

*The dynamic and complex development of urban areas is not followed by the local government's data acquisition speed, for example land-use data. The local government usually generate land use map using remote sensing technology (satellite imagery) or field surveys. Both methods are very costly and time-consuming. This condition drives the need for an inexpensive, fast, and precise data acquisition method for instance Volunteered Geographic Information (VGI). VGI is a phenomenon of using website in creating, collecting and disseminating geospatial information voluntarily by individuals with different backgrounds (non-professional). VGI data sources such as OpenStreetMap, Geonames, Twitter, Flickr, and Geo-Wiki can be an alternative for obtaining a real and up-to-date land-use data. This study aims to analyze VGI data's potential, for i.e. OpenStreetMap, as a data source in making real land-use maps. The reference data used to test land-use maps' quality is land-use data from the Department of Land and Spatial Planning of Yogyakarta City, Special Region of Yogyakarta. Several results are shown in this study: (1) the overall accuracy value of the land use map obtained was 73% for level 1 land-use classification at which transportation and residential have the highest user accuracy values namely 100% and 74%, respectively; residential and health classes have the highest producer accuracy values: 98% and 24%, respectively; (2) there were 42% of land-use in the study area that has not been mapped by the OSM, mostly in Mergangsan sub-district and Pringgokusuman sub-district; and (3) errors in classification were mostly caused by the absence of the attribute information of land-use in OSM data and user errors in tagging or filling data attributes.*

**Keywords:** *land-use, OpenStreetMap, urban area, VGI*

## PENDAHULUAN

Wilayah perkotaan yang merupakan pusat kegiatan pemerintahan dan ekonomi, berkembang lebih cepat dibandingkan dengan wilayah perdesaan. Setiap tahun, perubahan yang kompleks dan dinamis terjadi karena banyak penduduk yang berpindah dari desa ke kota untuk bekerja atau mengenyam pendidikan, serta adanya perubahan desa perdesaan menjadi desa perkotaan (BPS, ND).

Berdasarkan data proyeksi penduduk Indonesia tahun 2010-2035 (BPS, ND), urbanisasi pada tingkat nasional mencapai 66,6% pada tahun 2035, dan untuk beberapa provinsi di Jawa (DKI Jakarta, Jawa Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Banten) akan melampaui 80% pada tahun 2035.

Urbanisasi akan memberikan dampak terhadap berbagai sektor yang ada di kawasan perkotaan, seperti sektor ekonomi, industri, pendidikan, kesehatan dan kebudayaan. Setiap sektor memiliki persentase penggunaan lahan dalam penataan kota. Dijelaskan oleh Menteri Koordinator Bidang Perekonomian pada persiapan peluncuran kebijakan satu peta, bahwa pemerintah daerah menggunakan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) sebagai acuan dalam pengelolaan dan pengendalian penggunaan lahan. Namun demikian baru sebanyak 40 kabupaten/kota dari total 514 kabupaten/kota yang sudah memiliki RDTR (Situmorang, 2018).

Peningkatan jumlah dan aktivitas penduduk di wilayah perkotaan menyebabkan penggunaan lahan bergerak secara dinamis dalam waktu yang cepat. Perubahan yang pesat akan berpotensi meningkatkan jumlah pelanggaran terhadap RDTR. Untuk melakukan evaluasi terhadap kualitas peta penggunaan lahan, pemerintah memerlukan data penggunaan tanah riil atau terkini. Saat ini, pemerintah menggunakan citra satelit atau survei langsung di lapangan. Kualitas temporal citra satelit yang tidak memadai (*outdated*) dan survei di lapangan yang memerlukan waktu yang lama serta biaya yang besar menghambat penyediaan data riil penggunaan lahan di suatu wilayah perkotaan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah data yang bersumber dari OpenStreetMap. Oleh karena itu perlu suatu penilaian terhadap kualitas dari OpenStreetMap. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian kualitas tematik data OSM dengan menggunakan data peta penggunaan lahan dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kota Yogyakarta sebagai data referensi.

### Tinjauan Penelitian

Tersedianya informasi geospasial secara gratis di internet memungkinkan berbagai organisasi swasta maupun pemerintah untuk menggunakan atau meningkatkan informasi geospasial yang

sudah dimiliki. Penelitian terkait pemanfaatan VGI banyak dikembangkan di negara maju seperti di Amerika Serikat, Australia, New Zealand, dan Jerman. Data VGI banyak digunakan untuk kebencanaan (Ogie et al., 2019; Restrepo-Estrada et al., 2018; Turpin & Holderness, 2015; Yu et al., 2019), transportasi (Gu et al., 2016; Zheng et al., 2018), pariwisata (González-Ramiro et al., 2016; Jan, 2018; Ricker et al., 2013) dan tata kota (Boella et al., 2019; Leao et al., 2019; Ranabhat & Paudyal, 2019). Selain itu topik seperti monitoring lingkungan dan studi pola/*trend* juga populer dalam hal pemanfaatan data VGI (Yan et al., 2020).

Negara berkembang seperti China (Tian et al., 2019) dan Afrika Selatan (Siebritz & Sithole, 2014), juga mulai menggali potensi VGI dengan melakukan penilaian kualitas data OSM. Di Indonesia asesmen kualitas OSM pernah dilakukan pada tahun 2012 oleh Humanitarian OpenStreetMap Team Indonesia bekerja sama dengan Departemen Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada dan belum terdapat publikasi mengenai asesmen kualitas pada delapan tahun terakhir (DGGE & HOT, 2012).

Secara global data VGI diramalkan mengalami lonjakan 15 kali lipat dalam hal jumlah (Sui et al., 2013a), dan di Indonesia berdasarkan laporan tahunan OSM Indonesia (2013) jumlah data bangunan meningkat sebesar 87% dalam kurun waktu satu tahun (2012-2013). Peningkatan jumlah informasi geospasial yang dapat diperoleh melalui *platform* VGI perlu dimanfaatkan terutama bagi negara berkembang, dimana data resmi dari pemerintah belum lengkap dan tidak *update*.

Banyak aplikasi yang dapat dimanfaatkan seperti disebutkan pada paragraf pertama, salah satu aplikasi yang dapat dikembangkan adalah menggunakan data VGI dalam pembaharuan informasi terkait penggunaan lahan. Penggunaan lahan di perkotaan mengalami perubahan yang sulit untuk diimbangi dengan kecepatan penyediaan data. *Platform* VGI seperti OSM menggunakan citra satelit dari Bing Map yang lebih mutakhir dibandingkan dengan citra satelit yang disediakan oleh pemerintah, sehingga memungkinkan untuk mengetahui penggunaan lahan terkini dan riil.

### ***Volunteered Geographic Information (VGI)***

*Volunteered Geographic Information* (VGI) adalah istilah yang dikenalkan oleh Goodchild pada tahun 2007. Sebelumnya, VGI dikenal dengan berbagai istilah seperti *user generated content*, *citizen science*, dan *neogeography* (Nathanail & Karakikes, 2018; Sui et al., 2013b). VGI adalah suatu fenomena penggunaan *web* dalam membuat, mengumpulkan, dan menyebarkan informasi geospasial secara sukarela oleh individu yang memiliki latar belakang yang berbeda-beda (bukan profesional) (Goodchild, 2007).

Terdapat tiga jenis *platform* VGI yaitu VGI berbasis peta, seperti OSM dan Wikimapia; VGI berbasis gambar, seperti Flickr dan Instagram; dan VGI berbasis teks, seperti Twitter dan Reddit (Senaratne et al., 2017). *Platform* VGI juga dibedakan berdasarkan akses dan distribusi data, yaitu akses terbuka (OpenStreetMap) dan tertutup (Google Maps).

### **OpenStreetMap**

OpenStreetMap (OSM) adalah suatu proyek kolaboratif yang terkait dengan penyediaan basisdata geospasial di dunia secara gratis melalui komunitas daring (Arsanjani et al., 2015; Bennett, 2010). OSM dibuat oleh Steve Coast di Inggris pada tahun 2004 terinspirasi dari Wikipedia dan saat ini menjadi *platform* VGI yang sangat populer.

OSM dapat digunakan tanpa mengenakan biaya karena OSM dirilis di bawah lisensi yang memungkinkan pengguna untuk menyalin, mengubah dan melakukan distribusi data (Bennett, 2010). Di awal tahun 2020, berdasarkan data statistik pada laman resmi OSM, jumlah pengguna terdaftar melampaui jumlah 6 juta akun, dengan jumlah unggahan titik GPS sekitar 7 miliar, jumlah *node* sekitar 5 miliar dan jumlah jalan sekitar 600 juta.

Kekayaan dalam informasi geospasial dengan kualitas (akurasi) yang semakin meningkat menyebabkan OSM sangat populer untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti infrastruktur (Ferster et al., 2020), kesehatan (Samah et al., 2020), dan psikologi (Mayer et al., 2020) oleh lembaga swasta, maupun oleh instansi pemerintah.

### **Kualitas Data VGI**

Salah satu faktor yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan data VGI adalah kualitas data. Hal ini terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Yan et al. (2020) tentang tema penelitian selama 10 tahun pertama setelah VGI dikenalkan, ditemukan bahwa topik terkait dengan kualitas paling banyak diteliti (terdapat 51 artikel dari 346 artikel yang diulas).

Kualitas data VGI dapat diukur berdasarkan konsistensi, kelengkapan, presisi, akurasi posisi dan akurasi tematik (Dorn et al., 2015; Touya et al., 2017a). Selain itu terdapat parameter lain seperti kredibilitas kontributor dan keandalan data (Fonte et al., 2015). Faktor seperti adanya vandalisme (kesengajaan dalam memasukkan informasi yang salah) juga menjadi penghambat dalam pemanfaatan VGI.

Penelitian mengenai kualitas VGI dapat dibedakan berdasarkan tipe data yang dievaluasi.

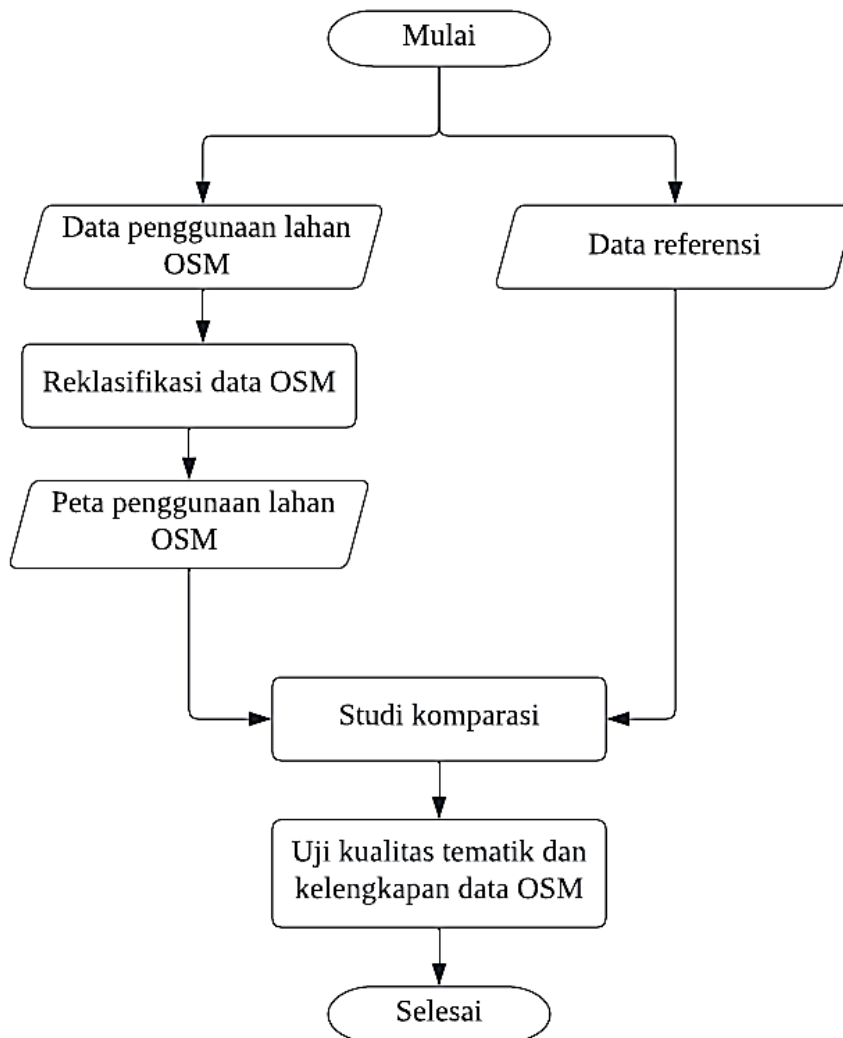
Terdapat penelitian yang hanya fokus terhadap kualitas vektor atau kualitas data atribut. Koukoletsos (2012) khusus meneliti tentang kualitas data VGI tipe linier/garis, Fan et al. (2014) meneliti tentang kualitas data bangunan yang berasal dari *platform* OpenStreetMap, dan terdapat juga penelitian yang fokus meneliti tentang kualitas data titik dari *platform* VGI (Jonietz & Zipf, 2016; Touya et al., 2017b).

Hasil penelitian di China oleh Tian et al. (2019) menunjukkan bahwa jumlah data OSM kategori bangunan meningkat sebesar 20 kali selama lima tahun (2012-2017). Berdasarkan penelitian di Afrika Selatan disimpulkan bahwa kualitas data OSM bervariasi, terdapat lebih banyak kontribusi di area yang lebih berkembang (daerah perkotaan).

### **METODE**

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data dari *platform* VGI berbasis peta yaitu OpenStreetMap untuk wilayah Kota Yogyakarta (tujuh kecamatan) pada tahun 2018. Data pembanding yang akan digunakan untuk analisis kualitas adalah data penggunaan lahan Kota Yogyakarta dari Peta Rencana Detil Tata Ruang (RDTR) Dinas Pertanahan dan Tata Ruang (DPTR) Kota Yogyakarta yang merupakan hasil survei pada tahun 2018. Peta Penggunaan Lahan yang terdapat pada laman Sistem Informasi Tata Ruang Kota Yogyakarta (SITARU) memiliki 12 kelas penggunaan lahan yaitu penghijauan, hunian, perdagangan, perhotelan, jasa, wisata dan rekreasi, industri, perkantoran, layanan pendidikan, layanan transportasi, layanan kesehatan dan agama sosial budaya.

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan dan analisis data seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Tahap persiapan terdiri atas pengumpulan data dari dua jenis *platform* VGI yaitu OpenStreetMap dan data penggunaan lahan dari DPTR Kota Yogyakarta. Data yang sudah diperoleh dari *platform* VGI memiliki probabilitas yang tinggi mengalami redundansi dan tumpang tindih, sehingga perlu dilakukan proses pemilahan dan koreksi data. Tahap selanjutnya adalah melakukan pemilahan data atribut dan menerjemahkannya ke dalam kelas penggunaan lahan RDTR. Berdasarkan kelas-kelas baru yang sudah terbentuk disajikan dalam suatu peta penggunaan lahan. Tahap keempat adalah melakukan asesmen kualitas data OSM dengan data referensi berupa peta penggunaan lahan dari RDTR. Asesmen kualitas yang dilakukan adalah penilaian kelengkapan data berdasarkan perbandingan luas area dan perhitungan akurasi tematik menggunakan matriks konfusi untuk memperoleh nilai kappa dan akurasi.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Konversi Kelas Penggunaan Lahan*

Terdapat perbedaan kategori penggunaan lahan yang digunakan pada data referensi dan data OSM, sehingga perlu dilakukan konversi sebelum asesmen terhadap kualitas data OSM. **Tabel 1** menunjukkan konversi kelas penggunaan lahan OSM ke kelas penggunaan lahan data referensi mengikuti aturan Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2015 (Pemkot Yogyakarta, 2015). Pada peraturan daerah tersebut, terdapat definisi dari setiap kelas penggunaan lahan. Setiap definisi mengandung informasi fitur-fitur yang termasuk ke dalam kategori/kelasnya. Sebagai contoh kelas penghijauan terdiri atas fitur taman lingkungan, taman kota, taman makan pahlawan, taman pemakaman umum, hutan kota, alun-alun dan

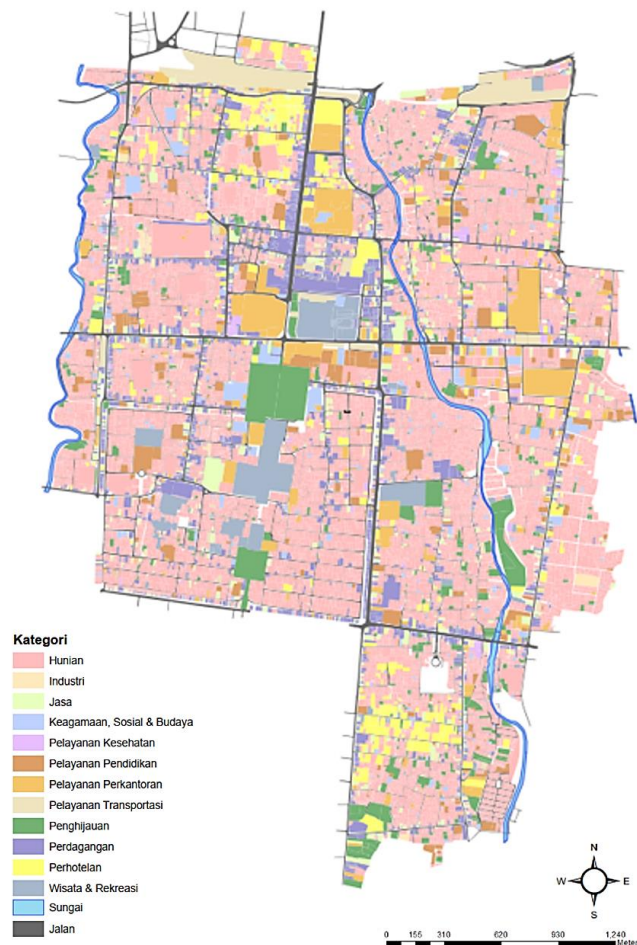
ruang evakuasi bencana. Terdapat beberapa tagar di OSM yang tidak dinyatakan dengan definisi yang sama akan dimasukkan sesuai dengan kelas penggunaan lahan terdekat seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. Hal ini menyebabkan adanya kesalahan dalam informasi tematik peta penggunaan lahan. Selain itu, perbedaan istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu penggunaan lahan pada kelas penggunaan lahan OSM dan kelas penggunaan data referensi. Selain itu kekeliruan pengguna OSM dalam menentukan *tag* suatu fitur secara disengaja atau tidak.

### *Asesmen Kualitas Peta Penggunaan Lahan*

Data penggunaan lahan yang diperoleh dari DPTR (**Gambar 2**) digunakan sebagai data referensi. Berdasarkan hasil konversi tersebut, data OSM digunakan untuk membuat peta penggunaan lahan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**

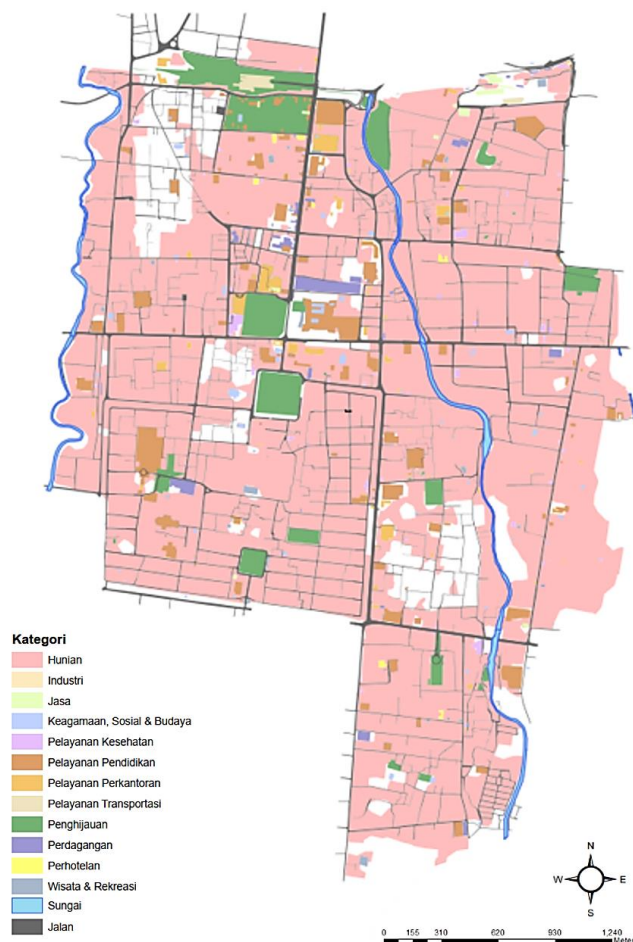
**Tabel 1.** Konversi kelas penggunaan lahan.

Nomor	Kelas Penggunaan Lahan	OSM – Tagar Penggunaan Lahan
1	Penghijauan	farmland, meadowm orchad, vineyard, greenhouse_horticulture, farmyard, cemetary, grave_yard, forest
2	Hunian	residential
3	Pedagangan	retail, shop, mall, commercial
4	Perhotelan	commercial, hotel, hostel, guest_house, motel, resort, leisure
5	Jasa	commercial, retail
6	Wisata dan Rekreasi	park, garden, beach_resort, dog_park, playground, recreation_ground (also sports), village_green, grass, zoom theme_park, aquarium, water_park, meseum, library, theatre, arts centre, gallery, sports_centre, pitch, stadium, golf_course, recreation_ground, picnic_site, camp_site, caravan_site, summer_camp
7	Industri	industrial
8	Perkantoran	police, fire_station, townhall, courthouse, government
9	Layanan Pendidikan	school, university, collage, kindergarden
10	Layanan Transportasi	railway, aerodrome, garages, parking, railway or depot, port, railaey, riverbank (channelised rivers), canal, lock
11	Layanan Kesehatan	social_facility, nursing_home
12	Agama, Sosial, dan Budaya	religious, place_of_worship



Sumber: DPTR Kota Yogyakarta

**Gambar 2.** Peta penggunaan lahan DPTR Kota Yogyakarta.



Sumber: OSM

**Gambar 3.** Peta penggunaan lahan OSM.

**Tabel 2.** Perbandingan luas data OSM dan referensi.

No	Data	Luas Area (m <sup>2</sup> )
1	OSM	4.177.466,23
2	Referensi	7.218.726,21

Berdasarkan kedua peta pada **Gambar 2** diperoleh nilai kelengkapan data OSM berdasarkan perbandingan luas dan akurasi tematik menggunakan matriks konfusi. **Tabel 2** menyajikan luas area dari kedua peta penggunaan lahan, dimana terdapat 42% area yang belum terpetakan pada OSM di area studi, terutama di Kelurahan Mergangsan dan Pringgokusuman. Tingkat kelengkapan data OSM di tujuh kecamatan di Kota Yogyakarta mencapai 58% dengan fitur bangunan (fungsi hunian) mendominasi sekitar 97% dari keseluruhan data. Hal ini menunjukkan bahwa objek selain hunian belum banyak didigitasi oleh

anggota OSM. Data OSM Kota Yogyakarta memiliki potensi sebagai data pelengkap dalam pembuatan peta penggunaan lahan dan belum dapat digunakan sebagai data utama dalam pembuatan peta penggunaan lahan.

Hasil perhitungan akurasi tematik menggunakan matriks konfusi diperoleh *overall accuracy* sebesar 73%, dengan rincian seperti yang disajikan pada **Tabel 3**. Fitur hunian memiliki nilai *user accuracy* dan *producer accuracy* tertinggi yaitu 74% dan 98%. Hal ini disebabkan karena fitur hunian memiliki persentase kelengkapan data tertinggi. Fitur lain memiliki kemungkinan belum ditambahkan pada OSM atau adanya fitur bangunan yang dianggap sebagai hunian karena tidak diketahui penggunaan lahannya oleh pengguna OSM.

**Tabel 3.** Matriks konfusi.

Data Klasifikasi	Kelas	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	Jumlah	User Accuracy (%)
	K1	19.500	118	936	382	114	564	644	148	476	2.075	793	513	26.293	74,16
	K2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	K3	1	0	4	0	0	1	1	6	0	1	1	0	15	26,67
	K4	14	0	1	26	0	6	3	0	2	3	0	7	62	41,94
	K5	30	0	4	2	47	0	3	0	1	19	2	4	112	41,96
	K6	71	2	13	11	1	106	11	2	4	51	28	12	312	33,97
	K7	22	0	8	6	0	4	69	2	0	8	3	2	124	55,65
	K8	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	100,00
	K9	23	0	0	2	0	0	9	2	7	6	1	5	55	41,82
	K10	23	1	13	0	2	1	11	7	6	117	13	6	200	58,50
	K11	6	0	0	0	0	0	0	0	1	6	39	1	53	73,58
	K12	9	2	8	3	0	2	2	4	0	7	4	14	55	16,36
	Jumlah	19.699	123	987	432	164	684	753	175	497	2.293	884	564	19.933	
	Producer Accuracy (%)	98,99	0	0,41	6,02	24,33	15,55	9,16	2,29	1,41	5,1	4,41	2,48		

Keterangan:

K1 : Hunian

K2 : Industri

K3 : Jasa

K4 : Agama, Sosial, Budaya

K5 : Layanan Kesehatan

K6 : Layanan Pendidikan

K7 : Perkantoran

K8 : Layanan Transportasi

K9 : Penghijauan

K10 : Perdagangan

K11 : Perhotelan

K12 : Wisata dan Rekreasi

## KESIMPULAN

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memperoleh data penggunaan lahan terkini adalah data yang bersumber dari OpenStreetMap. Berdasarkan uji kelengkapan dan uji akurasi informasi atribut dari peta penggunaan lahan, data OSM memiliki potensi sebagai data pelengkap dalam pembuatan peta penggunaan lahan terutama untuk objek hunian dengan *user accuracy* dan *producer accuracy* berturut turut 74% dan 98%. Sedangkan dari segi kelengkapan terdapat 42% penggunaan lahan di area studi belum terpetakan di OSM, sebagian besar di Kelurahan Mergangsan dan Pringgokusuman.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Sekolah Vokasi Teknik Geomatika, Departemen Teknologi Kebumihan, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada yang membiayai penelitian ini dan peneliti serta mahasiswa yang telah membantu penelitian sampai dengan penulisan artikel.

## DAFTAR PUSTAKA

Arsanjani, J.J., Zipf, A., Mooney, P. & Helbich, M. (2015). *Lecture notes in geoinformation and cartography OpenStreetMap in GIScience*. Diakses dari <http://www.springer.com/gb/book/9783319142791>. [20 Desember 2020].

Bennett, J. (2010). *OpenStreetMap* (1st ed.). Packt Publishing Ltd. Diakses dari <https://www.perlego.com/book/389235/openstreet>

map-pdf (Original work published 2010). [7 Oktober 2020].

Boella, G., Calafiore, A., Grassi, E., Rapp, A., Sanasi, L. & Schifanella, C. (2019). FirstLife: combining social networking and VGI to create an urban coordination and collaboration platform. *IEEE Access*, 7, 63230–63246. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2916578>.

BPS (Badan Pusat Statistik). (ND). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. Diakses dari <https://www.bps.go.id/publication/2013/10/07/053d25bed2e4d62aab3346ec/proyeksi-penduduk-indonesia-2010-2035.html>. [15 Desember 2020].

DGGE (Department of Geodetic and Geomatics Engineering UGM) & (HOT) Humanitarian OpenStreetMap Team. (2012). *Evaluation of openstreetmap data in Indonesia*. Department of Geodetic & Geomatics Engineering, Faculty of Engineering UGM. Yogyakarta. 229pp.

Dorn, H., Törnros, T. & Zipf, A. (2015). Quality evaluation of VGI using authoritative data—a comparison with land use data in southern Germany. *ISPRS Intl. Journal of Geo-Information*, 4(3), 1657–1671. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi4031657>.

Fan, H., Zipf, A., Fu, Q. & Neis, P. (2014). Quality assessment for building footprints data on OpenStreetMap. *Intl. Journal of Geographical Information Science*, 28(4), 700–719. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2013.867495>.

Ferster, C., Fischer, J., Manaugh, K., Nelson, T. & Winters, M. (2020). Using OpenStreetMap to inventory bicycle infrastructure: A comparison with open data from cities. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(1), 64–73. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1519746>.

Fonte, C.C., Bastin, L., See, L., Foody, G. & Lupia, F. (2015). Usability of VGI for validation of land cover

- maps. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(7), 1269–1291. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1018266>.
- González-Ramiro, A., Gonçalves, G., Sánchez-Ríos, A. & Jeong, J. (2016). Using a VGI and GIS-Based multicriteria approach for assessing the potential of rural tourism in Extremadura (Spain). *Sustainability*, 8(11), 1144. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8111144>.
- Goodchild, M.F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- Gu, Y., Qian, Z. & Chen, F. (2016). From twitter to detector: real-time traffic incident detection using social media data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 321–342. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.02.011>.
- Jan, J.-F. (2018). *Application of Citizen Science and Volunteered Geographic Information (VGI): Tourism Development for Rural Communities*. 29–44pp. In: Chen, S.H. (eds) *Big data in computational social science and humanities* (pp. 29–44). Springer, Cham. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95465-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95465-3_2).
- Jonietz, D. & Zipf, A. (2016). Defining fitness-for-use for crowdsourced points of interest (POI). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(9), 149. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi5090149>.
- Koukoletsos, T. (2012). *A framework for quality evaluation of VGI linear datasets*. Doctoral Thesis UCL (University College London). London. 309pp.
- Leao, S.Z., Lieske, S.N. & Pettit, C.J. (2019). Validating crowdsourced bicycling mobility data for supporting city planning. *Transportation Letters*, 11(9), 486–497. DOI: <https://doi.org/10.1080/19427867.2017.1401198>.
- Mayer, M., Heck, D.W. & Mocnik, F.-B. (2020). Shared mental models as a psychological explanation for converging mental representations of place—the example of OpenStreetMap. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Platial Information Science (PLATIAL'19)*, 43–50.
- Nathanail, E. & Karakikes, I. (2018). *Data Analytics: Paving the Way to Sustainable Urban Mobility: Proceedings of 4th Conference on Sustainable Urban Mobility (CSUM2018), 24-25 May 2018*. Diakses dari [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=AaZ-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Data+Analytics:+Paving+the+Way+to+Sustainable+Urban+Mobility:+Proceedings+of&ots=qH84gAl2QR&sig=\\_xn3Z4KhpDtWIDhY6ySpn\\_KMmbs](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=AaZ-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Data+Analytics:+Paving+the+Way+to+Sustainable+Urban+Mobility:+Proceedings+of&ots=qH84gAl2QR&sig=_xn3Z4KhpDtWIDhY6ySpn_KMmbs). [27 Oktober 2020].
- Ogie, R.I., Clarke, R.J., Forehead, H. & Perez, P. (2019). Crowdsourced social media data for disaster management: Lessons from the PetaJakarta.org project. *Computers, Environment and Urban Systems*, 73, 108–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.09.002>
- Pemkot Yogyakarta. (2015). Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2015 Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Kota Yogyakarta Tahun 2015-2035.
- Ranabhat, K. & Paudyal, D.R. (2019). Smartphone-based Volunteered Geographic Information (VGI) for slum mapping in Pokhara City of Nepal. *ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-5/W3*, 91–97. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-5-w3-91-2019>.
- Restrepo-Estrada, C., de Andrade, S.C., Abe, N., Fava, M. C., Mendiondo, E.M. & de Albuquerque, J.P. (2018). Geo-social media as a proxy for hydrometeorological data for streamflow estimation and to improve flood monitoring. *Computers and Geosciences*, 111(September 2017), 148–158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.10.010>.
- Ricker, B.A., Johnson, P.A. & Sieber, R.E. (2013). Tourism and environmental change in Barbados: gathering citizen perspectives with volunteered geographic information (VGI). *Journal of Sustainable Tourism*, 21(2), 212–228. DOI: <https://doi.org/10.1080/09669582.2012.699059>.
- Samah, K.A.F.A., Ibrahim, S., Ghazali, N., Suffian, M., Mansor, M. & Latif, W.A. (2020). Mapping a hospital using OpenStreetMap and Graphhopper: A navigation system. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(2), 661–668. DOI: <https://doi.org/10.11591/EEI.V9I2.2082>.
- Senaratne, H., Mobasher, A., Ali, A.L., Capineri, C. & Haklay, M. (2017). A review of volunteered geographic information quality assessment methods. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(1), 139–167. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1189556>.
- Siebritz, L.-A. & Sithole, G. (2014). *Assessing the quality of OpenStreetMap data in South Africa in reference to national mapping standards*. Diakses dari <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessing-the-Quality-of-OpenStreetMap-Data-in-in-Siebritz-Sithole/2a9cc10127fb5546269e77aed6afe71df5235956>. [2 November 2020].
- Situmorang, A.P. (2018). Dari 514 Kabupaten di RI, Hanya 40 yang Punya Rencana Tata Ruang. Diakses dari <https://www.liputan6.com/bisnis/read/3617468/dari-514-kabupaten-di-ri-hanya-40-yang-punya-rencana-tata-ruang>. [5 Desember 2020].
- Sui, D., Elwood, S. & Goodchild, M. (Eds). (2013a). *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. Springer Dordrecht. 396pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2>.
- Sui, D., Goodchild, M., & Elwood, S. (2013b). Volunteered geographic information, the exaflood, and the growing digital divide. In Sui, D., Elwood, S. & Goodchild, M. (eds) *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice* (Vol. 9789400745872, pp. 1–12). Springer Netherlands. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_1).
- Tian, Y., Zhou, Q., & Fu, X. (2019). An analysis of the evolution, completeness and spatial patterns of OpenStreetMap building data in China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(1), 35, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8010035>.
- Touya, G., Antoniou, V., Christophe, S., & Skopeliti, A. (2017a). *Production of topographic maps with VGI: Quality management and automation*. pp 61–91. In Foody, G., See, L., Fritz, S., Mooney, P., Olteanu-Raimond, A.M., Fonte, C.C. & Antoniou, V. *Mapping and the Citizen Sensor*. Ubiquity Press. London. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.d>.
- Touya, G., Antoniou, V., Olteanu-Raimond, A.-M., & van



- Damme, M.-D. (2017b). Assessing crowdsourced POI quality: Combining methods based on reference data, history, and spatial relations. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 80, 1-29. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi6030080>.
- Turpin, E. & Holderness, T. (2015). *From social media to geosocial intelligence: experiments with crowdsourcing civic co-management for flood response in Jakarta, Indonesia*. In Nepal, S. Paris, C. & Georgakopoulos, D. (Eds.) *Social Media for Government Services*, 115-134. Springer, United States. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27237-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27237-5_6).
- Yan, Y., Feng, C.-C., Huang, W., Fan, H., Wang, Y.-C., & Zipf, A. (2020). Volunteered geographic information research in the first decade: a narrative review of selected journal articles in GIScience. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(9), 1765–1791. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1730848>.
- Yu, J., Zhao, Q. & Chin, C.S. (2019). Extracting Typhoon Disaster Information from VGI Based on Machine Learning. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(9), 318, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse7090318>.
- Zheng, Z.H., Wu, W.B., Chen, X., Hu, R.X., Liu, X. & Wang, P. (2018). A Traffic Sensing and Analyzing System Using Social Media Data. *Zidonghua Xuebao/Acta Automatica Sinica*, 44(4), 656–666. DOI: <https://doi.org/10.16383/j.aas.2017.c160537>.

*Halaman ini sengaja kami kosongkan*