

Evaluasi Daerah Layanan Rumah Sakit di Yogyakarta dengan Perangkat Lunak Open Source

Rochmad Muryamto¹, Dany Laksono²

^{1,2} Program Studi Diploma 3 Teknik Geomatika Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
rochmad_mury@ugm.ac.id @ugm.ac.id, dany.laksono@mail.ugm.ac.id

Abstrak— Analisis mengenai kemudahan akses suatu populasi penduduk terhadap rumah sakit dapat dilakukan dengan memetakan daerah layanan (*service area*) tiap rumah sakit. Salah satu metode untuk menentukan daerah layanan adalah dengan menghitung keseluruhan waktu tempuh menuju penyedia layanan tersebut, yang dapat diwujudkan dalam bentuk peta *isochrones*. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi tingkat aksesibilitas rumah sakit pada suatu populasi penduduk dengan menggunakan perangkat lunak open source. Data jaringan jalan diperoleh dari pemetaan partisipatif menggunakan platform OpenStreetMap (OSM), sedangkan data populasi penduduk menggunakan estimasi WorldPop. Analisis *travel time* dilakukan dengan menggunakan pgRouting dan QGIS dengan menggunakan hitungan impedansi dari jarak tempuh tiap ruas jalan. Hasil analisis dalam bentuk peta *isochrones* yang dibandingkan dengan data populasi menunjukkan bahwa distribusi rumah sakit di Provinsi Yogyakarta kurang tersebar dengan merata, yang ditunjukkan oleh beban layanan dan waktu tempuh yang tidak seimbang pada kelompok populasi penduduk di Yogyakarta.

Keywords— Analisis jaringan, Isochrones, Open Source GIS

I. PENDAHULUAN

Akses terhadap fasilitas penyedia layanan kesehatan utama (*primary healthcare services*) merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kelompok masyarakat. Pada [1] disebutkan mengenai hubungan penting antara aksesibilitas dan pemanfaatan layanan kesehatan dengan aspek geospasial. Diantaranya, analisis jaringan jalan (*network analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk merencanakan dan mengevaluasi akses terhadap layanan kesehatan yang tersedia untuk kelompok masyarakat.

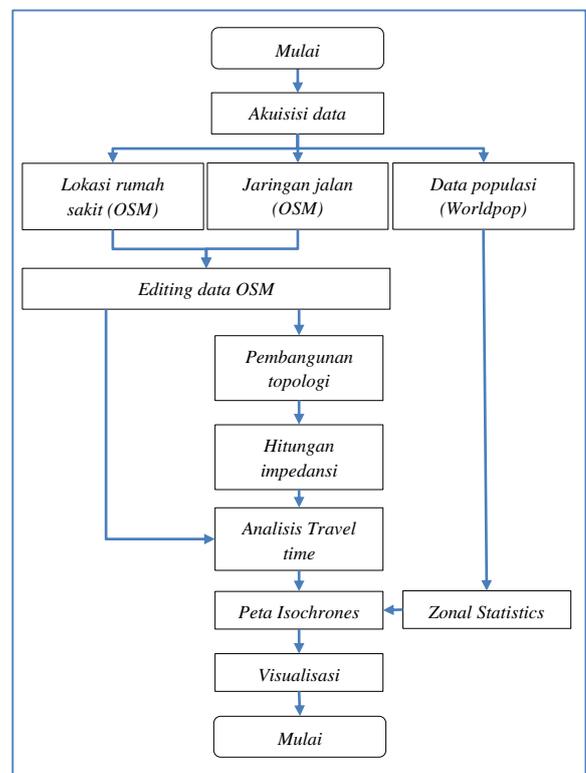
Dalam kegiatan evaluasi aksesibilitas layanan, analisis jaringan dapat digunakan untuk memberikan pendekatan yang lebih realistis dalam pemodelan daerah cakupan layanan. Evaluasi aksesibilitas layanan dengan analisis jaringan dapat dilakukan dengan membuat peta *isochrones* sebagaimana pada [2]. Peta *isochrones* menggambarkan daerah dengan waktu tempuh yang sama ke suatu titik tertentu, sehingga menggambarkan tingkat aksesibilitas pada suatu daerah [3]. Adapun penggunaan analisis jaringan untuk evaluasi aksesibilitas layanan

kesehatan dapat dijumpai pada beberapa penelitian terdahulu, seperti pada [4], [5] dan [6].

Pada penelitian ini dilakukan analisis jaringan berupa hitungan waktu tempuh (*travel time*) untuk menentukan efektifitas persebaran rumah sakit di Yogyakarta terhadap kepadatan penduduk. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengembangan dari [5] dan [6], yaitu dengan membandingkan peta *isochrones* yang menggambarkan waktu tempuh dengan data populasi penduduk di Provinsi Yogyakarta. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Open Source GIS*, yaitu pgRouting dan QGIS untuk analisis jaringan dan spasial, serta OpenStreetMap (OSM) untuk akuisisi data secara partisipatif.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sesuai dengan Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1: Diagram Alir penelitian

Penjelasan untuk tiap tahapan pada Gambar 1 diberikan pada poin-poin berikut:

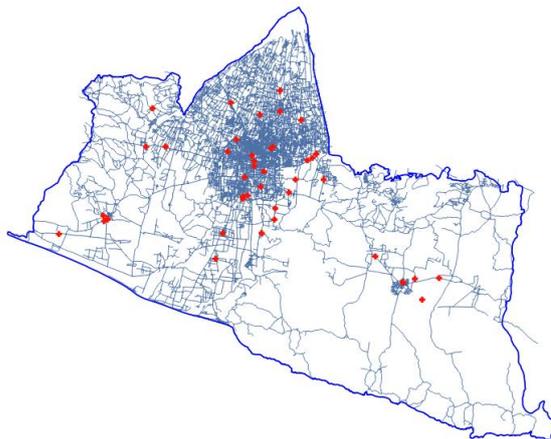
A. Data dan alat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada daerah studi di wilayah Provinsi Yogyakarta dengan menggunakan data yang bersumber dari hasil survey dan pemetaan partisipatif. Data spasial yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- 1) Data jaringan jalan di Kota Yogyakarta. Data ini diperoleh dari proyek pemetaan partisipatif *OpenStreetMap* (OSM) serta dari hasil survey mandiri. Data OSM meliputi kelas jalan dan atribut jaringan jalan lainnya, semisal kecepatan rata-rata dan keterangan satu arah (one-way) apabila tersedia [7]. Data ini dilengkapi dengan hasil survey mandiri yang juga diunggah ke situs *OpenStreetMap*.
- 2) Data lokasi (koordinat) titik-titik rumah sakit di Yogyakarta.

Data ini merupakan gabungan dari beberapa sumber, yaitu data partisipatif OSM, data survey lapangan serta hasil pencarian pada perangkat Google Earth. Data rumah sakit yang diperoleh terdapat 45 lokasi rumah sakit terpilih di seluruh wilayah Provinsi Yogyakarta yang dapat digunakan untuk analisis. Namun demikian pada tahap awal penelitian ini hanya digunakan 9 (sembilan) buah rumah sakit untuk penyederhanaan analisis jaringan yang dilakukan.

3) Data raster kepadatan penduduk. Data ini merupakan data populasi global dengan resolusi 100 meter yang disediakan oleh Geodata Institute, University of Southampton. Data populasi dalam bentuk raster ini merupakan pemodelan dari gabungan beberapa data citra satelit dan data sensus di berbagai negara [8]



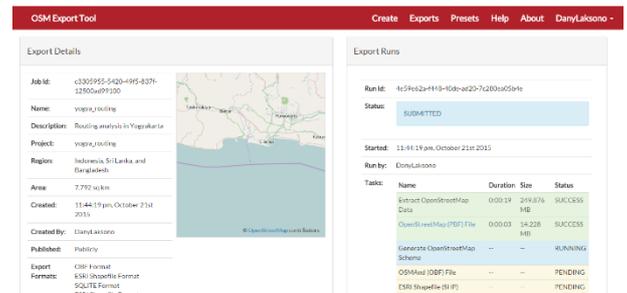
Gambar 2: Data yang digunakan pada penelitian

Ketiga data tersebut merupakan data utama yang digunakan pada penelitian ini. Selain ketiga data tersebut juga digunakan data pendukung berupa Batas Administrasi Provinsi Yogyakarta yang bersumber dari Peta Rupabumi Indonesia skala 1:25000. Gambar 2 menunjukkan data-data spasial yang digunakan pada penelitian ini.

Adapun perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini merupakan perangkat lunak *open source* (bebas dan terbuka), antara lain *OSM2PO* [9] untuk pembangunan topologi routing dari topologi OSM, *pgRouting* [10] sebagai perangkat utama analisis jaringan, serta *QGIS* [11] sebagai platform utama untuk visualisasi dan query spasial. Perangkat lunak tersebut juga dilengkapi dengan penggunaan perangkat lunak seperti PostGIS dan pgAdmin untuk manajemen basisdata spasial.

B. Pembangunan basisdata dan topologi

Data jaringan jalan yang diperoleh dari hasil survey diunggah ke situs OSM agar terbangun topologi jaringan dan atribut sesuai dengan topologi OSM. Selanjutnya dari data tersebut dibangun topologi jaringan pada basisdata PostgreSQL yang telah dilengkapi dengan tambahan fungsi PostGIS dan pgRouting untuk menyimpan geometri dan topologi jaringan jalan di Provinsi Yogyakarta.



Gambar 3: Pengunduhan data OSM

Pembangunan basisdata dan topologi diawali dengan pengunduhan data jaringan jalan dari OSM (Gambar 3). Hasil dari proses ini adalah data dalam format PBF yang menyimpan geometri sekaligus topologi OSM. Karena adanya perbedaan format topologi pada OSM dan format topologi yang digunakan oleh perangkat analisis jaringan seperti pgRouting, perlu dilakukan konversi topologi terlebih dahulu [12]. Pada penelitian ini digunakan OSM2PO untuk membentuk dan melakukan konversi topologi tersebut.

```

CREATE TABLE public.jaringanjalan_jogja
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('jaringanjalan_jogja_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiLineString,32749),
  osm_id character varying(21),
  osm_name character varying(254),
  osm_meta character varying(254),
  osm_source character varying(21),
  osm_target character varying(21),
  class integer,
  flags integer,
  source integer,
  target integer,
  km numeric,
  kmh integer,
  cost numeric,
  reverse_co numeric,
  x1 numeric,
  y1 numeric,
  x2 numeric,
  y2 numeric,
  osm_id_2 character varying(254),
  highway character varying(80),
  length_m integer,
  traveltime_min double precision,
  CONSTRAINT jaringanjalan_jogja_pkey PRIMARY KEY (id)
)

```

Gambar 4: Tabel yang dibentuk dari hasil konversi topologi

Jaringan jalan yang telah terbentuk topologinya akan memiliki tambahan atribut berupa ujung awal (*source*), ujung akhir (*target*), estimasi impedansi (*cost*) dan seterusnya sesuai format topologi yang digunakan pada pgRouting (Gambar 4). Selanjutnya, hitungan *network analysis* yang dilakukan pada data ini akan menggunakan nilai atribut hasil konversi tersebut.

Untuk hasil yang lebih realistis, dilakukan penghitungan ulang nilai impedansi dengan mempertimbangkan sistem proyeksi, impedansi searah (*cost*) dan impedansi berlawanan arah (*reverse cost*) berdasarkan atribut [*one-way*] dan jarak tempuh yang tersedia pada data OSM. Impedansi ini merupakan besaran hambatan yang mempengaruhi waktu tempuh (*travel time*) pada suatu ruas jalan, sehingga dengan menerapkan nilai ini hitungan akan lebih realistis [5]. Tabel 1 menunjukkan nilai impedansi berdasarkan atribut jalan yang tersedia pada data OSM (diadaptasi dari [12] dan [13]).

TABEL 1: HITUNGAN IMPEDANSI SESUAI ATRIBUT OSM

Atribut (OSM)	Hitungan impedansi	Keterangan*
"highway" = 'primary'	Panjang (m) / 60000.0 * 60	Jalan utama, seperti Jalan antar kota provinsi, Jalan Arteri Primer, Jalan Nasional
"highway" = 'secondary'	Panjang (m) / 45000.0 * 60	Jalan antar kota kabupaten, Jalan Kolektor, Jalan Provinsi
"highway" = 'residential'	Panjang (m) / 30000.0 * 60	Jalan perumahan, Jalan Lingkungan dalam kota
Atribut lain	Panjang (m) / 15000.0 * 60	Jaringan jalan lain yang tidak memiliki atribut di atas

* Berdasarkan data dari http://wiki.openstreetmap.org/wiki/WikiProject_Indonesia#Tagging_convention

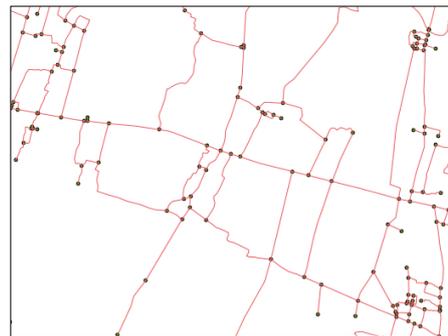
C. Analisis waktu tempuh dan isochrones

Waktu tempuh dihitung dari tiap titik yang membentuk ruas jalan (*nodes*) ke semua titik koordinat rumah sakit yang tersedia. Untuk itu, perlu dilakukan ekstraksi titik *node* untuk dihitung nilai *travel time*-nya ke tiap titik rumah sakit yang ada. Ekstraksi dilakukan melalui *script* SQL dengan menggunakan QGIS yang telah terhubung dengan PostGIS.

```
create or replace view
node_jaringanjalan as
select id,
st_centroid(st_collect(pt)) as geom
from (
(select source as id,
st_startpoint(geom) as pt
from "jaringanjalan_jogja"
)
union
(select target as id,
st_endpoint(geom) as pt
```

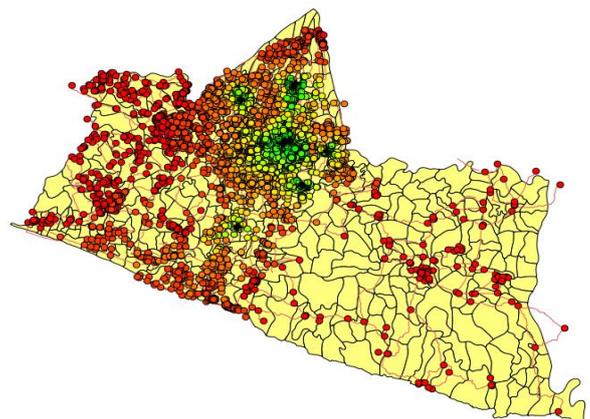
```
from " jaringanjalan_jogja"
)
) as foo
group by id;
```

Hasil dari script SQL tersebut adalah node tiap ruas jalan yang berada di Provinsi Yogyakarta (Gambar 5). Tiap *node* yang sudah terekstraksi kemudian digunakan untuk menghitung waktu tempuh pada masing-masing titik rumah sakit. Algoritma yang digunakan untuk menghitung waktu tempuh adalah Algoritma Dijkstra yang pada perangkat pgRouting diimplementasikan melalui perintah *pgr_dijkstra*.



Gambar 5: Ekstraksi node tiap ruas jaringan jalan

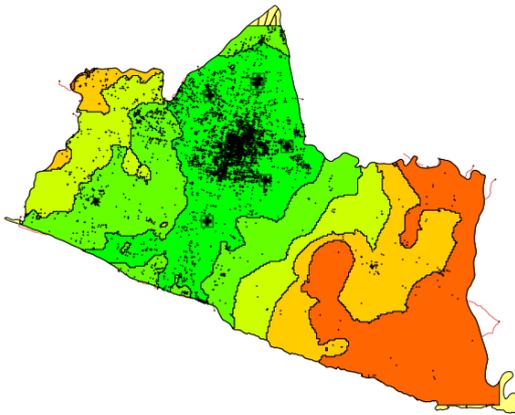
Peta *Isochrone* (jarak tempuh pada masing-masing titik rumah sakit di seluruh daerah studi) dibentuk dengan menghitung waktu tempuh keseluruhan *node* ke *node* yang jaraknya paling dekat dengan masing-masing koordinat rumah sakit. Analisis dilakukan dengan menggunakan script SQL yang menggabungkan hitungan jarak semua node ke semua titik terdekat rumah sakit.



Gambar 6: Peta isochrone yang direpresentasikan oleh atribut jarak tiap node ke titik rumah sakit

Hasil hitungan akan menambahkan atribut baru pada tiap *node* berupa waktu tempuh *node* tersebut ke semua titik rumah sakit. Perangkat QGIS kemudian dapat digunakan untuk melakukan visualisasi peta isochrone tersebut berdasarkan atribut yang telah diperoleh. Meskipun demikian,

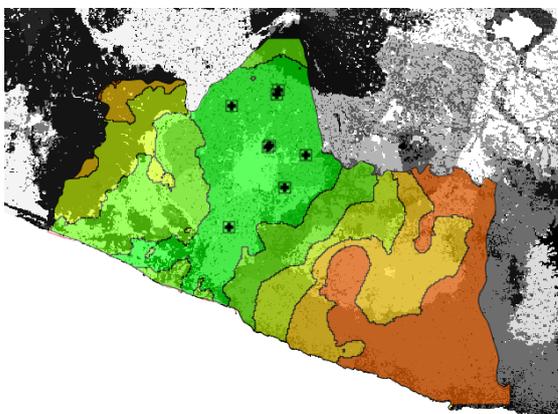
perlu dilakukan generalisasi dari data titik tersebut untuk dapat dilakukan analisis dengan data kepadatan penduduk yang memiliki format raster. Untuk itu dipilih metode generalisasi dengan menggunakan fungsi reklasifikasi raster pada QGIS (sebagaimana yang telah dilakukan pada [6]). Untuk menyederhanakan analisis, dibuat 5 (lima) buah zonasi yang mewakili aksesibilitas warga pada tiap zona untuk menuju rumah sakit yang tersedia. Nilai yang diberikan untuk kriteria reklasifikasi tiap kelas pada penelitian ini adalah <30 menit, 30-60 menit, 60-120 menit, 120-250 menit dan lebih dari 250 menit.



Gambar 7: Peta Isochrone waktu tempuh ke rumah sakit di Jogja

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil berupa peta isochrone yang diperoleh (Gambar 7), dilakukan analisis spasial dengan menggunakan fungsi Zonal Statistics untuk mengevaluasi waktu tempuh yang diperlukan tiap zona dengan jumlah penduduk yang ada. Gambar 8 menunjukkan kenampakan visual dari overlay yang dilakukan pada hasil zonasi dengan data raster kepadatan penduduk yang bersumber dari Worldpop.org.uk.



Gambar 8: Overlay data kepadatan penduduk dan peta isochrone

Fungsi *zonal statistics* memberikan hasil sebagaimana yang ditunjukkan pada TABEL 2. Berdasarkan tabel tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan penelitian ini jumlah penduduk yang dapat mengakses rumah sakit dengan fasilitas memadai jauh lebih sedikit dibandingkan dengan penduduk yang untuk mengakses rumah sakit memerlukan waktu yang cukup lama (lebih dari empat jam perjalanan). Dengan demikian secara umum dapat ditarik kesimpulan bahwa akses terhadap rumah sakit yang memadai masih perlu ditingkatkan di wilayah Provinsi Yogyakarta.

TABEL 2: REKAPITULASI JUMLAH PENDUDUK TIAP ZONA ISOCHRONES

Zona	Jumlah Penduduk (orang)	Waktu tempuh
Zona 1	11.123	<30 menit
Zona 2	18.171	30-60 menit
Zona 3	18.162	60-120 menit
Zona 4	26.064	120-250 menit
Zona 5	48.620	> 250 menit

Sebagai catatan, penelitian ini menggunakan data yang merupakan hasil generalisasi dari data rumah sakit yang ada. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti perlu dilakukan klasifikasi rumah sakit yang dicantumkan dalam analisis berdasarkan kriteria layanan tertentu yang dimiliki oleh rumah sakit tersebut. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu melibatkan lebih banyak jumlah rumah sakit untuk dapat analisis. Selain itu, metode hitungan waktu tempuh juga dapat ditingkatkan dengan memasukkan variable impedansi lainnya, seperti jumlah dan waktu tunggu lampu merah, factor kemacetan, dan lain sebagainya.

IV. KESIMPULAN

Akses terhadap rumah sakit merupakan salah satu faktor yang vital dalam mendukung aktivitas kelompok masyarakat di suatu daerah. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi kecukupan layanan rumah sakit adalah dengan menghitung waktu tempuh yang diperlukan oleh kelompok masyarakat terhadap tiap rumah sakit yang tersedia di daerah tersebut. Penelitian ini menggunakan analisis jaringan jalan (*network analysis*) untuk menghitung waktu tempuh menuju rumah sakit yang ada di Provinsi Yogyakarta dengan menggunakan perangkat lunak open source. Melalui peta Isochrone yang dihasilkan dapat dihitung perbandingan antara waktu tempuh rumah sakit dengan jumlah penduduk yang terlayani pada daerah dengan waktu tempuh tertentu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum akses yang dibutuhkan oleh warga di Provinsi Yogyakarta terhadap rumah sakit masih minim. Hal ini

ditunjukkan oleh masih banyaknya warga yang belum mendapatkan akses secepat mungkin menuju rumah sakit. Meskipun demikian, penelitian ini menggunakan beberapa generalisasi, seperti membatasi jumlah rumah sakit yang digunakan dalam analisis dan hitungan impedansi dengan parameter yang terbatas. Untuk itu, penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penelitian lain yang melibatkan lebih banyak faktor analisis dengan menggunakan perangkat lunak *open source* dan data yang telah tersedia.

REFERENSI

- [1] A. E. Joseph and D. R. Phillips, *Accessibility and utilization: geographical perspectives on health care delivery*. Sage, 1984.
- [2] N. Street, "TimeContours: Using isochrone visualisation to describe transport network travel cost," *Final Rep. Jun*, vol. 14, 2006.
- [3] D. O'Sullivan, A. Morrison, and J. Shearer, "Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach," *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, vol. 14, no. 1, pp. 85–104, 2000.
- [4] R. Haynes, A. P. Jones, V. Sauerzapf, and H. Zhao, "Validation of travel times to hospital estimated by GIS," *Int. J. Health Geogr.*, vol. 5, no. 1, p. 40, 2006.
- [5] D. Love and P. Lindquist, "The geographical accessibility of hospitals to the aged: a geographic information systems analysis within Illinois," *Health Serv. Res.*, vol. 29, no. 6, p. 629, 1995.
- [6] L. Brabyn and C. Skelly, "Modeling population access to New Zealand public hospitals," *Int. J. Health Geogr.*, vol. 1, no. 1, p. 3, 2002.
- [7] M. Haklay and P. Weber, "Openstreetmap: User-generated street maps," *Pervasive Comput. IEEE*, vol. 7, no. 4, pp. 12–18, 2008.
- [8] N. N. Patel, E. Angiuli, P. Gamba, A. Gaughan, G. Lisini, F. R. Stevens, A. J. Tatem, and G. Trianni, "Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine," *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation*, vol. 35, pp. 199–208, Mar. 2015.
- [9] "OSM2PO webpage." [Online]. Available: osm2po.de.
- [10] "pgRouting Page." [Online]. Available: pgrouting.org.
- [11] "QGIS page." [Online]. Available: qgis.org.
- [12] J. Zheng, Z. Zhang, B. Ciepluch, A. C. Winstanley, P. Mooney, and R. Jacob, "A PostGIS-based pedestrian way finding module using OpenStreetMap data," in *Geoinformatics (GEOINFORMATICS), 2013 21st International Conference on*, 2013, pp. 1–5.
- [13] A. Graser, M. Straub, and M. Dragaschnig, "Towards an open source analysis toolbox for street network comparison: indicators, tools and results of a comparison of OSM and the official Austrian reference graph," *Trans. GIS*, vol. 18, no. 4, pp. 510–526, 2014.