

ANALISIS AKSESIBILITAS SHELTER BRT TERHADAP SMP DAN SMA NEGERI DI KOTA SEMARANG BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

M. Khoirul Baihaqi^{*)}, Andri Suprayogi, ST., MT., Hana Sugiastu Firdaus, ST., MT.

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : baihaqi@students.undip.ac.id / baihaqi8797@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan kendaraan di Kota Semarang pertahunnya sebesar 12%. Sedangkan pertumbuhan jalan hanya 0,9% pertahun. Begitu juga dengan tingginya mobilitas masyarakat dan pertumbuhan penduduk yang ikut menyumbang kepadatan jalan di Kota Semarang. Faktor tersebut tidak diimbangi oleh fasilitas angkutan umum yang memadai. Salah satu angkutan umum yang digunakan oleh masyarakat Kota Semarang adalah Bus Rapid Transit (BRT). Tidak hanya masyarakat umum yang menggunakan BRT, tetapi juga pelajar. Menurut data penumpang BRT tahun 2018, 30% dari penumpang BRT adalah pelajar. Pelayanan BRT Trans Semarang untuk saat ini memiliki 7 koridor. Jumlah koridor BRT Trans Semarang yang mencapai 7 koridor belum cukup untuk mengakomodir kebutuhan masyarakat terutama siswa sekolah. Aksesibilitas *shelter* BRT Trans Semarang sangat penting untuk mendukung fasilitas umum pada sistem wajib belajar. Analisis aksesibilitas digunakan untuk mengetahui cakupan layanan *shelter* terhadap sekolah. Analisis tersebut bisa dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis aksesibilitas tersebut berupa analisis jarak dengan menggunakan *network analysis*. Setelah dianalisis kemudian didapatkan sekolah yang terakses maupun yang tidak terakses. Sekolah yang tidak terakses direncanakan rute tercepat dengan menggunakan *closest facility* dan rekomendasi penambahan *shelter* dengan menggunakan *network analysis*. Hasil dari analisis tersebut diperoleh dari 44 SMP Negeri di Kota Semarang, hanya 15 sekolah yang memiliki akses. Sementara pada jenjang SMA, dari 16 sekolah yang ada hanya 8 sekolah yang memiliki akses. Dan rekomendasi penambahan *shelter* ada 4 titik, yaitu untuk menjangkau SMP N 4 Semarang, SMP N 8 Semarang, SMP N 10 Semarang, dan SMP N 32 Semarang.

Kata Kunci : Aksesibilitas, *Network Analysis*, *Shelter* BRT, SMA Negeri, dan SMP Negeri.

ABSTRACT

The growth of vehicles in Semarang City is 12%. While road growth is only 0.9% per year. Likewise, the high mobility of the people and population growth contributed to the density of roads in the city of Semarang. This factor is not balanced by adequate public transportation facilities. One of the public transportation used by the people of Semarang City is Bus Rapid Transit (BRT). Not only the general public uses BRT, but also students. According to BRT passenger data in 2018, 30% of BRT passengers are students. The Trans Semarang BRT service currently has 7 corridors. The number of Trans Semarang BRT corridors reaching 7 corridors is not enough to accommodate the needs of the community, especially school students. Accessibility of Trans Semarang BRT shelter is very important to support public facilities in the compulsory education system. Accessibility analysis is used to determine the coverage of shelter services to schools. This analysis can be done by utilizing the Geographic Information System (GIS). Accessibility analysis is in the form of distance analysis using network analysis. After being analyzed, it was found that accessible and non-accessible schools. Schools that are not accessible are planned for the fastest route by using the closest facility and recommendations for adding shelter by using network analysis. The results of the analysis were obtained from 44 Public Middle Schools in Semarang City, only 15 schools were accessed. The results of the analysis were obtained from 44 state junior high schools in Semarang, only 15 schools has access. While at the high school level, out of the 16 schools there are only 8 schools that has access. And the recommendation for the addition of shelters is 4 points, namely to reach SMP N 4 Semarang, SMP N 8 Semarang, SMP N 10 Semarang, and SMP N 32 Semarang.

Keywords : Accessibility, BRT Shelter, Network Analysis, Public High School, and Public Middle School.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan pada tahun 2018 mengeluarkan peraturan baru yaitu Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) No 14 Tahun 2018. Peraturan itu berlaku untuk menggantikan peraturan yang telah berlaku sebelumnya. Dalam peraturan tersebut mulai berlaku sistem zonasi untuk PPDB, yang dimaksud dengan sistem zonasi sekolah yaitu sekolah harus menerima calon siswa baru yang berada pada satu zona dengan sekolah tersebut. Pembagian zona ditetapkan berdasarkan jarak terdekat dari domisili siswa dengan sekolah. Sistem zonasi ini dilaksanakan pada jenjang Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, dan Sekolah Menengah Atas yang berlaku di seluruh Indonesia.

Pembagian sistem zonasi tersebut mengakibatkan tidak meratanya sarana dan prasarana yang ada di sekitar zona sekolah. Salah satu sarana dan prasarana penunjang dalam sistem wajib belajar adalah transportasi umum. Transportasi umum yang ada di Kota Semarang salah satunya adalah *Bus Rapid Transit* (BRT) Trans Semarang. BRT Trans Semarang memiliki beberapa koridor dan *shelter* (tempat pemberhentian bus) yang tersebar di Kota Semarang. Persebaran *shelter* BRT tidak diketahui apakah sudah merata pada setiap zona sekolah atau belum.

Aksesibilitas *shelter* BRT Trans Semarang sangat penting untuk kemudahan dalam menjangkau *shelter* dari suatu lokasi. Aksesibilitas yaitu suatu ukuran kemudahan dalam mencapai suatu lokasi tataguna lahan, dan suatu kenyamanan dalam mencapai suatu lokasi dalam berinteraksi satu sama lain dan mudah atau susah nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi (Black, 1981 dalam Prasetyo, 2014). Jika suatu sekolah memiliki akses terhadap *shelter* BRT, maka siswa akan lebih memilih menggunakan transportasi umum berupa BRT. Tetapi jika suatu sekolah tidak memiliki akses, maka siswa tidak bisa menggunakan fasilitas BRT.

Penggunaan transportasi umum berupa BRT Trans Semarang dapat mengurangi kemacetan yang ada di Kota Semarang. Kemacetan di Kota Semarang sendiri salah satunya diakibatkan oleh pertumbuhan kendaraan yang mencapai sebesar 12% per tahun, sementara pertumbuhan jalan hanya 0,9% per tahun. Begitu juga dengan tingginya mobilitas masyarakat dan pertumbuhan penduduk yang ikut menyumbang kepadatan jalan di Kota Semarang. Permasalahan yang muncul yaitu tidak semua sekolah terutama SMP dan SMA Negeri tercakup oleh pelayanan BRT Trans Semarang. Analisis aksesibilitas diperlukan untuk mengetahui sekolah yang terakses maupun yang tidak terakses. Analisis tersebut bisa dilakukan dengan memanfaatkan *tools* yang ada pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis aksesibilitas tersebut berupa analisis jarak dari sekolah dengan *shelter* BRT. Suatu sekolah dikatakan terakses apabila jarak dari sekolah menuju *shelter* tidak melebihi ketentuan yang telah ditetapkan. Sekolah yang tidak terakses kemudian

direncanakan jalur tercepat dari sekolah menuju *shelter*. Penambahan *shelter* baru juga penting apabila sekolah tidak terakses oleh *shelter* tetapi terakses oleh rute BRT. Jalur tersebut diperlukan juga validasi untuk mengetahui kesesuaian dengan lapangan.

Validasi adalah suatu ukuran dari tingkat kevalidan atau kebenaran. Model rute jalan yang telah terbentuk diperlukan validasi untuk mengetahui kesesuaian dengan lapangan. Model ini merupakan refleksi pendekatan terhadap kejadian yang terjadi di jaringan transportasi yang ditinjau. Untuk mengetahui apakah model tersebut benar dan sesuai dengan apa yang terjadi pada kondisi nyata jaringan jalan tersebut, maka perlu dilakukan suatu uji yang disebut uji keabsahan atau uji validasi. Ada beberapa *tools* yang bisa digunakan untuk memvalidasi hasil rute. *Tools* yang umum digunakan untuk pencarian rute adalah *google maps*. Rute dikatakan sesuai apabila rute hasil model memiliki kesamaan dengan rute dari *google maps*.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana persebaran *shelter* BRT Trans Semarang terhadap sistem zonasi SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang ?
2. Bagaimana aksesibilitas *shelter* BRT terhadap sistem zonasi SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang ?
3. Bagaimana rute terdekat dari *shelter* BRT Trans Semarang ke SMP dan SMA Negeri yang belum terjangkau setelah penambahan *shelter* baru ?
4. Bagaimana hasil validasi rute yang telah terbentuk dengan *google maps* ?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah :

I.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui persebaran *shelter* BRT Trans Semarang terhadap sistem zonasi SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang.
2. Untuk mengetahui sekolah yang terjangkau maupun tidak terjangkau oleh *shelter* BRT Trans Semarang.
3. Rekomendasi *shelter* baru dan untuk mengetahui rute terdekat dari *shelter* BRT ke SMP dan SMA Negeri yang belum tercakup *shelter*.
4. Untuk mengetahui kesesuaian rute yang telah dibuat dengan *google maps*.

I.3.2 Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan rujukan dalam melakukan analisis aksesibilitas.
2. Penelitian ini bisa memiliki manfaat dalam perencanaan koridor baru dengan mempertimbangkan sekolah yang tidak terakses oleh BRT.

3. Pada rute yang telah terbentuk, bisa direncanakan pembuatan angkutan umum lain untuk mengangkut siswa dari sekolah menuju *shelter*.

I.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Kota Semarang yang memiliki transportasi berupa BRT Trans Semarang.
2. *Shelter* BRT Trans Semarang yang menjadi objek penelitian adalah semua *shelter* BRT Trans Semarang yang beroperasi.
3. Sekolah yang menjadi fokus penelitian adalah SMP Negeri dan SMA Negeri, dengan jumlah SMP ada 44 sekolah dan SMA ada 16 sekolah.
4. Pembagian sistem zonasi sekolah untuk SMP didasarkan pada Keputusan Walikota Semarang Nomor 420/404 Tahun 2019, dan pada SMA didasarkan pada SK Kadinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah Nomor 421/07651 Tahun 2019.
5. Penelitian ini berfokus pada analisis aksesibilitas serta perencanaan jalur terdekat dari *shelter* BRT ke SMP dan SMA Negeri yang belum terlayani BRT dengan menggunakan *network analysis*.
6. Ada beberapa faktor dalam aksesibilitas, tetapi dalam penelitian ini hanya di fokuskan pada faktor jarak dan waktu.
7. Wilayah *service area analysis* didasarkan pada Dirjend Perhubungan Darat Departemen Perhubungan Nomor 271/HK.105/DRJ/96 tentang pedoman teknis perkerjasama tempat perhentian kendaraan umum.
8. Penambahan rekomendasi *shelter* baru tidak ada perubahan rute pada BRT Trans Semarang.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Pemetaan Tematik

Peta merupakan gambaran permukaan bumi yang diperkecil, dituangkan dalam selembar kertas atau media lain dalam bentuk dua dimensi. Melalui sebuah peta kita akan mudah dalam melakukan pengamatan terhadap permukaan bumi yang luas, terutama dalam hal waktu dan biaya (Miswar, 2012 dalam Setyawan, 2018). Menurut (Forrest, 2015), peta tematik memiliki dua komponen utama yaitu peta dasar dan overlay tematik. Peta dasar bisa berasal dari pemetaan topografi atau dalam bentuk basis data kartografi. Data tematik bisa berasal dari sumber yang jauh lebih luas seperti survei lapangan tentang geologi, vegetasi, atau sumber-sumber nonmap seperti sensus pemerintah, dan basis data informasi atribut lainnya

II.2 Analisis Spasial

Karakteristik utama Sistem Informasi Geografi adalah kemampuan menganalisis sistem seperti analisa statistik dan overlay yang disebut analisa spasial. Analisa dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi yang sering digunakan dengan istilah analisa spasial, tidak seperti sistem informasi yang lain yaitu

dengan menambahkan dimensi 'ruang (*space*)' atau geografi. Kombinasi ini menggambarkan attribut-attribut pada bermacam fenomena seperti umur seseorang, tipe jalan, dan sebagainya, yang secara bersama dengan informasi seperti dimana seseorang tinggal atau lokasi suatu jalan (Dewi Handayani U.N, Soelistijadi dan Sunardi, 2005).

Menurut (Bafdal, Amaru dan Pareira, 2011) fungsi analisis spasial terdiri atas 6 macam, yaitu :

1. Klasifikasi (*reclassify*)
2. Jaringan (*network*).
3. *Overlay*.
4. *Buffering*.
5. *3D Analysis*.
6. *Digital image processing*

II.3 Sistem Zonasi

Menurut (Pemerintah Jawa Tengah, 2018) yang mengeluarkan Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 64 Tahun 2018 pembagian sistem zonasi terdiri atas 3 zona, yaitu :

1. Zona I (satu) merupakan wilayah administrasi baik berupa kelurahan atau kecamatan yang mana terdapat satuan pendidikan berada. Pembagian zona I diatur dalam peraturan pemerintah daerah. Pada pembagian zona I sekolah di Kota Semarang untuk jenjang SMP didasarkan pada kelurahan, dan untuk jenjang SMA didasarkan pada kecamatan. Pada zona I sekolah bisa menerima dari beberapa kelurahan atau kecamatan disekitarnya.
2. Zona II (dua) merupakan luar wilayah dari yang telah ditetapkan dalam zona I, tetapi masih dalam lingkup kabupaten/kota yang sama dengan keberadaan satuan pendidikan.
3. Luar zona yaitu merupakan zona yang bukan zona I maupun zona II.

II.4 BRT Trans Semarang

Bus Rapid Transit (BRT) adalah suatu sarana transportasi umum yang fleksibel dan berbiaya rendah (Yang, Chau dan Chu, 2019). Fleksibel berarti mudah menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan suatu daerah yang menggunakan sistem BRT. Bus Rapid Transit atau biasa disebut dengan BRT merupakan salah satu angkutan umum yang berupa bus, yang mengandalkan kecepatan, kenyamanan, keamanan, dan ketepatan waktu dalam pengoperasiannya. BRT menggunakan nama rapid transit, hal ini dideskripsikan dengan transportasi rel yang memiliki kapasitas tinggi atau bisa disebut dengan *right of way*. BRT Trans Semarang memiliki armada dengan jumlah 153 unit yang tersebar di 7 koridor. Sementara *shelter* aktif dari BRT Trans Semarang ada 364 unit dengan rincian 177 unit *shelter* permanen, 175 unit *shelter* portabel, dan 12 unit *shelter* rambu.

II.5 Aksesibilitas

Aksesibilitas memiliki arti yang sangat luas, aksesibilitas bisa berarti aksesibilitas waktu, aksesibilitas spasial bahkan melibatkan sosiologi dan psikologi (Chen dkk., 2016). Aksesibilitas merupakan suatu konsep penggabungan antara jaringan

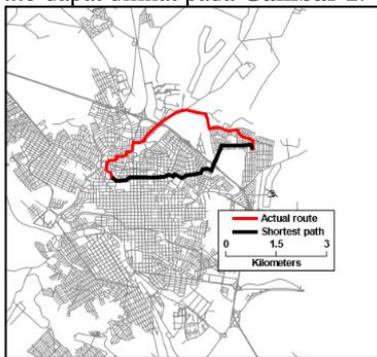
transportasi dengan penggunaan lahan dan hubungan antar keduanya. Aksesibilitas yaitu suatu ukuran kemudahan dalam mencapai suatu lokasi tataguna lahan, dan suatu kenyamanan dalam mencapai suatu lokasi dalam berinteraksi satu sama lain dan mudah atau susah nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi (Prasetyo, 2014).

II.6 Network Analysis

Network analysis merupakan suatu analisis yang menyediakan analisis berbasis jaringan, termasuk analisis rute, arah perjalanan, analisis fasilitas terdekat, dan analisis area layanan (Ahmed, Ibrahim dan Hefny, 2017). Dalam menggunakan *network analysis* bisa memanfaatkan *software ArcGIS*. Didalam *software ArcGIS* ada berbagai macam *tools* yang berkaitan dengan *network analysis* antara lain *route*, *service area*, *closest facility*, *cost matrix*, *vehicle routing problem*, dan *location-alocation*.

II.6.1 Route

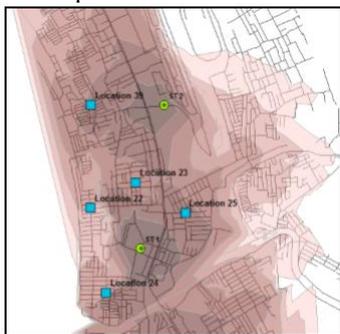
Analisis rute dapat menghasilkan rute terbaik antara dua lokasi berdasarkan waktu perjalanan yang bergantung pada kondisi lalu lintas pada suatu jaringan jalan (Ahmed, Ibrahim dan Hefny, 2017). Hasil analisis *route* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Route Analysis (Segadilha dan Sanches, 2014)

II.6.2 Service Area

Analisis *service area* adalah suatu analisis jangkauan yang berdasarkan jarak dan waktu (Kumar dan Kumar, 2016). Analisis *service area* memiliki banyak kegunaan, misalnya ingin membuat cakupan daerah 5 menit, maka akan terbentuk suatu poligon dimana poligon tersebut berisi daerah yang bisa dicapai dalam waktu 5 menit. Hasil analisis *service area* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Service Area Analysis (Rahmadhani dkk., 2014)

II.6.3 Closest Facility

Analisis fasilitas terdekat adalah suatu analisis untuk menemukan fasilitas terdekat yang dapat dicapai dalam periode tertentu dari suatu lokasi kejadian berdasarkan waktu perjalanan dan informasi lalu lintas yang tersedia (Ahmed, Ibrahim dan Hefny, 2017). Hasil analisis *closest facility* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Closest Facility Analysis (Rahmadhani dkk., 2014)

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Bahan Penelitian

III.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

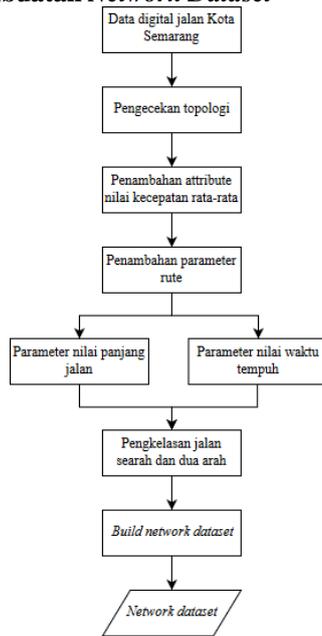
- a. Perangkat Keras
 - 1) Perangkat komputer yang digunakan untuk pengolahan data.
 - 2) Perangkat *smartphone* yang digunakan untuk pengumpulan data
 - 3) Alat Tulis
 - 4) Printer
- b. Perangkat Lunak
 - 1) *Software* ArcGIS 10.4.1
 - 2) Microsoft Excel 2016
 - 3) Microsoft Word 2016
 - 4) Mobile Topographer 9.3.2

III.1.2 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data koordinat SMP Negeri dan SMA Negeri di Kota Semarang.
2. Data digital jaringan jalan Kota Semarang.
3. Data koordinat shelter BRT Trans Semarang.
4. Pembagian zona pada sistem zonasi SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang.
5. Data digital batas administrasi Kota Semarang.
6. Data siswa SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang yang menerapkan sistem zonasi.
7. Rute tiap koridor BRT Trans Semarang

III.2 Pembuatan Network Dataset



Gambar 4 Pembuatan Network Dataset

III.2.1 Pengecekan Topologi

Sebelum proses *network dataset*, data digital jalan Kota Semarang yang diperoleh dari bappeda dilakukan topologi terlebih dahulu. Tujuan dari topologi jaringan jalan adalah untuk mengetahui kesalahan dari jalan. Parameter yang digunakan untuk topologi jaringan jalan adalah *must not overlap, must not intersect, must not have dangles, dan must be single part*.

III.2.2 Penambahan attribute kecepatan rata-rata

Nilai kecepatan rata-rata digunakan untuk mendapatkan waktu tempuh estimasi dari suatu jalan. Klasifikasi jenis jalan dibagi menjadi 5 kelas, yaitu jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, dan jalan lokal. Pembagian tersebut berdasarkan PP no.34 Tahun 2006. Nilai kecepatan pada setiap jenis jalan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Nilai kecepatan dari jenis jalan

No	Klasifikasi Jenis Jalan	Kecepatan (km/jam)
1	Arteri primer	60
2	Kolektor primer	40
3	Arteri sekunder	30
4	Kolektor sekunder	20
5	Lokal	20

III.2.3 Penambahan Parameter Waktu

Parameter yang digunakan dalam pembuatan *network dataset* ada 2, yaitu panjang jalan dan waktu tempuh dari jalan. Proses yang dilakukan yaitu dengan cara pembuatan tabel baru pada *attribute table* jalan. Panjang jalan dihitung dengan menggunakan *calculate geometry*. Waktu tempuh jalan didapatkan dengan membagi panjang jalan dengan kecepatan rata-rata dari jalan.

$$t = \frac{s}{v}$$

Dinama

t = waktu yang dibutuhkan

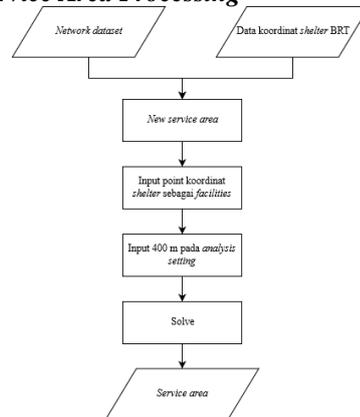
s = panjang jalan

v = kecepatan rata-rata dari jalan

III.2.4 Pengkelasan Jalan Searah dan Dua Arah

Pengkodean jalan searah disimbolkan dengan FT dan TF, jalan dua arah disimbolkan dengan B. FT disimbolkan untuk jalan searah yang perjalanannya searah dengan digitasi. TF disimbolkan untuk jalan searah yang perjalanannya berlawanan arah dengan digitasi. Kode tersebut ditambahkan pada *attribute table* jalan.

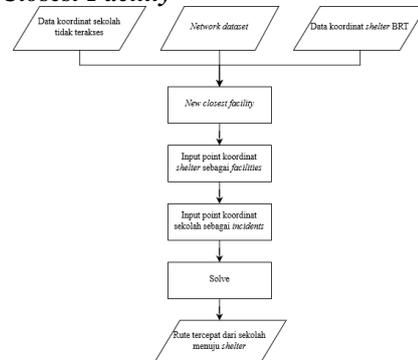
III.3 Service Area Processing



Gambar 5 Proses Service Area

Proses *service area analysis* dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS* dengan *tollbox Network Analysis > New Service Area*. Tujuan dari pembuatan *service area* adalah untuk mendapatkan peta cakupan pelayanan *shelter* BRT Trans Semarang. Pada penelitian ini jangkauan pelayanan yaitu 400 m, jarak ini didasarkan kepada keputusan Dirjend Perhubungan Darat Departemen Perhubungan Nomor 271/HK.105/DRJD/96 tentang pedoman teknis perencanaan tempat perhentian kendaraan penumpang umum, jarak halte dan tempat perhentian bus (TPB).

III.4 Closest Facility

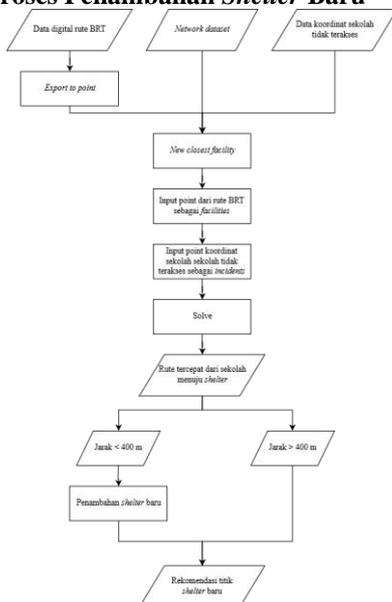


Gambar 6 Proses Closest Facility

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan fasilitas terdekat dari suatu lokasi terhadap beberapa fasilitas yang ada. Dari hasil peta cakupan *shelter* terhadap sekolah didapatkan sekolah yang tidak tercapai oleh *shelter*. Untuk sekolah yang tidak

tercakup oleh *shelter* selanjutnya mencari rekomendasi *shelter* terdekat dari sekolah berada. Proses pencarian *shelter* terdekat dengan memanfaatkan *tools* yang berada di ArcGIS, yaitu *Closest Facility Analysis*. Proses *closest facility* memanfaatkan *network dataset* yang telah terbentuk.

III.5 Proses Penambahan Shelter Baru



Gambar 7 Proses Penambahan Shelter Baru

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi penambahan *shelter* baru untuk sekolah yang tidak terjangkau oleh pelayanan *shelter* tetapi dilewati oleh rute BRT. Proses pencarian rekomendasi *shelter* baru memanfaatkan *tools* yang berada di ArcGIS, yaitu *Closest Facility Analysis*. Proses *closest facility* memanfaatkan *network dataset* yang telah terbentuk.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Persebaran Shelter terhadap Sekolah

IV.1.1 Persebaran Shelter BRT

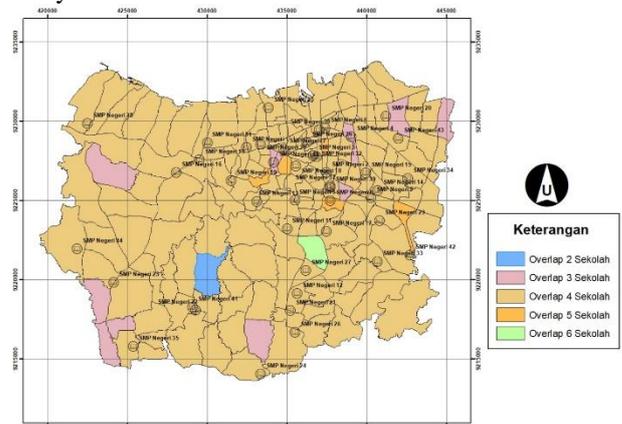
Objek dari penelitian ini adalah *shelter* BRT Trans Semarang serta SMP Negeri dan SMA Negeri di Kota Semarang. Jumlah *shelter* BRT Trans Semarang terdapat 352 unit yang tersebar di 7 koridor dan 1 koridor bandara. Koridor dengan jumlah *shelter* terbanyak adalah koridor I dengan jumlah *shelter* 82 unit. Sementara jumlah *shelter* paling sedikit yaitu koridor bandara, dengan jumlah 7 unit. Jumlah persebaran *shelter* pada setiap koridor dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Persebaran *shelter* BRT pada setiap koridor

No	Koridor	Jumlah <i>shelter</i>
1	Koridor I	82 unit
2	Koridor II	60 unit
3	Koridor III	41 unit
4	Koridor IV	48 unit
5	Koridor V	37 unit
6	Koridor VI	25 unit
7	Koridor VII	39 unit
8	Koridor Bandara	7 unit

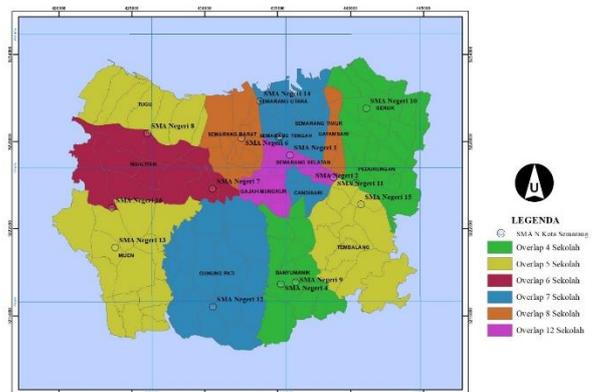
IV.1.2 Sistem Zonasi Sekolah

Visualisasi hasil overlap zonasi SMP bisa dilihat pada **Gambar 8**, dan untuk visualisasi overlap SMA bisa dilihat pada **Gambar 9**. Pembagian zona SMP berdasarkan administrasi kelurahan. Sebagian besar kelurahan mendapatkan sekolah sebanyak 4 (overlap terhadap 4 sekolah), tetapi ada beberapa kelurahan yang terdapat 2, 3, 5, dan 6 sekolah. Kelurahan yang overlap terhadap 2 sekolah yaitu Kelurahan Pogangan Kecamatan Gunung Pati. Kelurahan yang overlap terhadap 3 sekolah ada 12 kelurahan, yaitu Kelurahan Sawah Besar, Siwalan, Genuksari, Kudu, Pakintelan, Cangkiran, Jatisari, Tambangan, Gondoriyo, Barusari, Bulustalan, dan Lamper Tengah. Kelurahan yang overlap terhadap 5 sekolah yaitu Kelurahan Jomblang, Pedurungan Kidul, Ngemplak Simongan, Randusari, dan Sarirejo. Sementara kelurahan yang overlap terhadap 6 sekolah hanya ada satu, yaitu kelurahan Ngesrep Kecamatan Banyumanik.



Gambar 8 Visualisasi *Overlap* sistem zonasi SMP

Pembagian zona pada sistem zonasi SMA didasarkan kepada administrasi Kecamatan. Pembagian pada zonasi SMA tidak seperti SMP dimana tiap daerah overlap terhadap 4 sekolah. Pada sistem zonasi SMA Kecamatan yang memiliki overlap paling banyak adalah Kecamatan Gajah Mungkur dan Semarang Selatan dengan jumlah 12. Kecamatan dengan jumlah overlap paling sedikit adalah Kecamatan Banyumanik, Genuk, dan Pedurungan dengan jumlah 4.



Gambar 9 Visualisasi *Overlap* sistem zonasi SMA

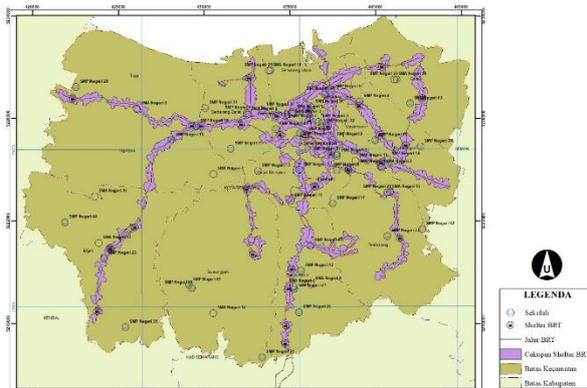
IV.1.3 Persebaran Shelter terhadap SMP Negeri dan SMA Negeri

Hasil dari sistem zonasi SMP, diperoleh zona SMP dengan jumlah shelter terbanyak adalah zona pada SMP Negeri 16 Semarang dengan jumlah shelter sebanyak 65 unit dan mencakup semua koridor I, IV, dan V. Sementara zona SMP dengan jumlah shelter paling sedikit adalah SMP Negeri 22 Semarang dengan jumlah shelter sebanyak 4 unit yang mencakup koridor I dan IV. Dari 44 zona Sekolah, tidak ada zona yang dilewati oleh semua koridor.

Hasil dari sistem zonasi SMA, zona SMA dengan jumlah shelter terbanyak adalah zona pada SMA Negeri 11 Semarang dengan jumlah shelter sebanyak 184 unit dan mencakup semua koridor (Koridor I, II, III, IV, V, VI, dan VII). Sementara zona SMA dengan jumlah shelter paling sedikit adalah SMA Negeri 13 Semarang dengan jumlah shelter sebanyak 110 unit yang mencakup 4 koridor (koridor I, IV, V, dan VI). Zona Sekolah yang dilewati semua koridor ada 7 sekolah yaitu SMA N 1, SMA N 2, SMA N 3, SMA N 5, SMA N 11, SMA N 14, dan SMA N 15.

IV.2 Aksesibilitas Shelter BRT Terhadap Sistem Zonasi SMP Negeri dan SMA Negeri

IV.2.1 Aksesibilitas Shelter terhadap SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang



Gambar 10 Peta cakupan shelter terhadap SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang

Sekolah dinyatakan terakses apabila terletak di dalam poligon dari service area yang terbentuk. Hasil poligon yang terbentuk diperoleh dari 44 SMP Negeri yang ada di Kota Semarang, 15 sekolah terakses oleh pelayanan BRT, dan 29 SMP belum terakses oleh pelayanan shelter BRT. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah sekolah yang terakses lebih sedikit dari pada sekolah yang tidak terakses pada tingkat SMP. Hasil aksesibilitas dari 16 SMA Negeri yang ada di Kota Semarang, 8 sekolah terakses oleh pelayanan BRT, dan 8 SMA belum terakses oleh pelayanan shelter BRT. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah sekolah yang terakses sama dengan jumlah sekolah yang tidak terakses. Daftar SMP yang terakses oleh shelter BRT adalah SMP N 1 Semarang, SMP N 2 Semarang, SMP N 5 Semarang, SMP N 6 Semarang, SMP N 7 Semarang,

SMP N 9 Semarang, SMP N 11 Semarang, SMP N 16 Semarang, SMP N 18 Semarang, SMP N 21 Semarang, SMP N 23 Semarang, SMP N 27 Semarang, SMP N 29 Semarang, SMP N 30 Semarang, dan SMP N 38 Semarang. Pada tingkat SMA Daftar SMA yang terakses oleh shelter BRT adalah SMA N 1 Semarang, SMA N 2 Semarang, SMA N 3 Semarang, SMA N 4 Semarang, SMA N 5 Semarang, SMA N 6 Semarang, SMA N 8 Semarang, dan SMA N 15 Semarang.

IV.2.2 Aksesibilitas Shelter Terhadap Sistem Zonasi SMP dan SMA Negeri di Kota Semarang

Analisis selanjutnya yaitu menganalisis jangkauan shelter terhadap SMP Negeri dan SMA Negeri. Jangkauan yang dianalisis yaitu seberapa besar shelter terhadap luas zona pada setiap zona dalam sistem zonasi sekolah. Luas jangkauan shelter BRT dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Jangkauan shelter pada zona SMP Negeri

No	Nama Sekolah	Luas Jangkauan Shelter (km ²)	Luas Zona (km ²)	Presentase
1	SMP Negeri 1	3,467	25,693	13,49%
2	SMP Negeri 2	4,526	11,880	38,09%
3	SMP Negeri 3	4,900	9,267	52,87%
4	SMP Negeri 4	3,908	17,663	22,13%
5	SMP Negeri 5	4,484	25,773	17,40%
6	SMP Negeri 6	5,228	29,791	17,55%
7	SMP Negeri 7	3,547	14,755	24,04%
8	SMP Negeri 8	2,192	14,704	14,91%
9	SMP Negeri 9	3,834	30,024	12,77%
10	SMP Negeri 10	3,618	10,437	34,66%
11	SMP Negeri 11	3,740	30,390	12,31%
12	SMP Negeri 12	4,574	54,356	8,41%
13	SMP Negeri 13	3,255	28,086	11,59%
14	SMP Negeri 14	4,616	28,714	16,08%
15	SMP Negeri 15	4,374	28,517	15,34%
16	SMP Negeri 16	6,293	112,241	5,61%
17	SMP Negeri 17	2,890	20,300	14,24%
18	SMP Negeri 18	4,994	75,130	6,65%
19	SMP Negeri 19	1,916	30,310	6,32%
20	SMP Negeri 20	2,610	29,754	8,77%
21	SMP Negeri 21	3,495	34,243	10,21%
22	SMP Negeri 22	0,223	68,709	0,32%
23	SMP Negeri 23	4,248	91,344	4,65%
24	SMP Negeri 24	1,505	59,140	2,55%
25	SMP Negeri 25	2,567	18,505	13,87%
26	SMP Negeri 26	2,740	45,036	6,08%
27	SMP Negeri 27	4,170	53,960	7,73%

28	SMP Negeri 28	2,500	46,212	5,41%
29	SMP Negeri 29	2,099	21,847	9,61%
30	SMP Negeri 30	2,804	14,178	19,78%
31	SMP Negeri 31	5,925	60,668	9,77%
32	SMP Negeri 32	4,621	9,068	50,96%
33	SMP Negeri 33	2,236	36,250	6,17%

Lanjutan **Tabel 3** Jangkauan *shelter* pada zona SMP Negeri

No	Nama Sekolah	Luas Jangkauan Shelter (km ²)	Luas Zona (km ²)	Presentase
34	SMP Negeri 34	4,023	32,562	12,36%
35	SMP Negeri 35	2,018	64,086	3,15%
36	SMP Negeri 36	3,132	12,541	24,97%
37	SMP Negeri 37	1,912	6,708	28,50%
38	SMP Negeri 38	4,543	25,173	18,05%
39	SMP Negeri 39	1,677	7,411	22,62%
40	SMP Negeri 40	2,663	9,587	27,77%
41	SMP Negeri 41	0,379	67,348	0,56%
42	SMP Negeri 42	0,884	24,761	3,57%
43	SMP Negeri 43	2,433	30,711	7,92%
44	SMP Negeri 44	2,065	49,810	4,15%

Berdasarkan hasil **Tabel 3** diperoleh zona SMP dengan jangkauan *shelter* paling luas adalah zona pada SMP Negeri 16 Semarang dengan luas jangkauan sebesar 6,293 km². Sementara zona SMP dengan jangkauan *shelter* paling sempit adalah zona pada SMP Negeri 22 Semarang dengan luas jangkauan 0,223 km². Zona dengan presentase jangkauan *shelter* terhadap luas zona paling besar adalah zona SMP 3 Semarang, sebesar 52,87 %. Sementara presentase paling kecil adalah zona SMP 22 Semarang, sebesar 0,22%.

Tabel 4 Jangkauan *shelter* pada zona SMA Negeri

No	Nama Sekolah	Luas Jangkauan Shelter (km ²)	Luas Zona (km ²)	Presentase
1	SMA Negeri 1	13,952	50,973	27,37%
2	SMA Negeri 2	14,795	108,931	13,58%
3	SMA Negeri 3	16,963	73,007	23,23%
4	SMA Negeri 4	12,953	156,004	8,30%
5	SMA Negeri 5	16,963	73,007	23,23%
6	SMA Negeri 6	14,228	119,5	11,91%
7	SMA Negeri 7	15,104	221,303	6,83%
8	SMA Negeri 8	14,370	165,988	8,66%
9	SMA Negeri 9	15,467	156,004	9,91%
10	SMA Negeri 10	18,570	84,236	22,05%
11	SMA Negeri 11	22,138	103,009	21,49%
12	SMA Negeri 12	13,519	200,515	6,74%

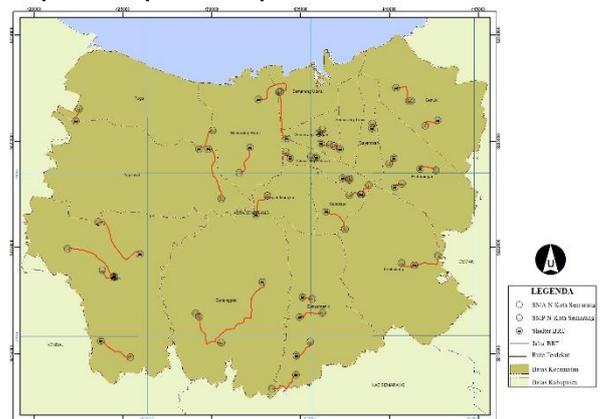
13	SMA Negeri 13	12,967	211,898	6,12%
14	SMA Negeri 14	18,838	87,254	21,59%
15	SMA Negeri 15	16,926	140,853	12,02%
16	SMA Negeri 16	16,224	232,707	6,97%

Berdasarkan hasil **Tabel 4** diperoleh zona SMA dengan jangkauan *shelter* paling luas adalah zona pada SMA Negeri 11 Semarang dengan luas jangkauan sebesar 22,138 km². Sementara zona SMA dengan jangkauan *shelter* paling sempit adalah zona pada SMA Negeri 4 Semarang dengan luas jangkauan 12,953 km². Zona dengan presentase jangkauan *shelter* terhadap luas zona paling besar adalah zona SMA 1 Semarang, sebesar 27,37 %. Sementara presentase paling kecil adalah zona SMA 13 Semarang, sebesar 6,12%.

IV.3 Shelter Terdekat dari Sekolah dan Rekomendasi Penambahan Shelter

IV.3.1 Shelter Terdekat dari Sekolah

Hasil dari analisis aksesibilitas didapatkan 37 sekolah belum terakses oleh BRT. 37 sekolah tersebut terdiri atas 29 SMP dan 8 SMA. Dari sekolah yang tidak terakses kemudian direncanakan jalur tercepat dari sekolah menuju *shelter* BRT. Hasil rute untuk SMP dan SMA menuju *shelter* terdekat yang didapatkan dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11 Peta rute SMP dan SMA ke *shelter* berdasarkan jarak terdekat

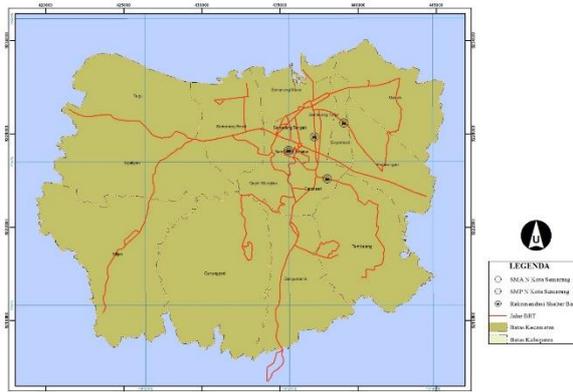
Hasil rute yang diperoleh, jarak terjauh pada tingkat SMP adalah rute SMP N 41 ke Pool Unnes dengan jarak 7686,868 m. Jalan yang dilewati pada rute ini adalah Jalan Raya Manyaran Gunung Pati, Jalan Gg 2, Jalan Raya Gunung Pati Ungaran, Jalan Puntan, Jalan Gading, dan Jalan Sekaran Raya. Jarak terdekat pada tingkat SMP adalah SMP N 4 ke *shelter* Gajah A dengan jarak 412,615 m. Rute yang dilewati adalah Jalan Tambak Dalam Raya dan Jalan Soekarno Hatta. Pada tingkat SMA, rute dengan jarak paling jauh adalah SMA N 12 ke *shelter* Pool Unnes. Jalan yang dilewati pada rute ini adalah Jalan Raya Gunung Pati Ungaran, Jalan Puntan, Jalan Gading, dan Jalan Sekaran Raya. Jarak terdekat pada tingkat SMA adalah SMA N 11 ke *shelter* Asrama TNI Mrican dengan jarak 884,518 m. Jalan yang dilewati pada rute ini adalah Jalan Nanas, Jalan Bancar Asri I, Jalan Cerme

Utara, Jalan Lamper Tengah Gg II, Jalan Lamper Tengah Dalam, dan Jalan Tentara Pelajar.

Hasil dari 37 rute yang telah terbentuk ada beberapa sekolah yang *shelter* terdekatnya berada diluar zona sekolah. Sekolah tersebut adalah SMP N 22 dan SMP N 41. Pada SMP N 22 Semarang *shelter* terdekat yang berada dalam satu zona adalah *shelter* pengadilan II yang berjarak 11.970,146 m. Pada SMP 41 Semarang *shelter* terdekat yang masih dalam satu zona adalah *shelter* Lapangan genuk I yang berjarak 10.069,888 m.

IV.3.2 Rekomendasi Penambahan Shelter

Hasil dari rekomendasi penambahan *shelter* baru dapat dilihat pada **Gambar 12** dan **Tabel 5**.



Gambar 12 Peta Rekomendasi Shelter Baru
Tabel 5 Koordinat Rekomendasi Shelter Baru

No	Nama Shelter	Koordinat	
		X (m)	Y
1	Shelter 1	439100,402	9228702,128
2	Shelter 2	438040,766	9225117,057
3	Shelter 3	435569,365	9226945,806
4	Shelter 4	437216,776	9227821,631

Hasil dari aksesibilitas untuk sekolah kemudian didapatkan sekolah yang tidak terakses. Sekolah yang tidak terakses tersebut kemudian direncanakan *shelter* baru agar sekolah tersebut dapat terakses. Hasil dari interpretasi yang dilakukan untuk penambahan *shelter*, maka didapat 4 *shelter* yang bisa untuk menjangkau 4 sekolah, yaitu SMP N 4 Semarang, SMP N 8 Semarang, SMP N 10 Semarang, dan SMP N 32 Semarang.

IV.3.3 Perubahan Rute Setelah Penambahan Shelter Baru

Hasil dari penambahan *shelter* baru mengakibatkan perubahan rute pada beberapa sekolah. Perubahan tersebut diakibatkan *shelter* yang baru lokasinya lebih dekat dari *shelter* yang lama. Perubahan rute yang terjadi setelah penambahan *shelter* baru dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Jarak terdekat dari sekolah ke *shelter* baru

No	Nama Sekolah	Shelter Baru	Jarak (m)
1	SMP N 4 Semarang	Shelter 1	343,105
2	SMP N 8 Semarang	Shelter 2	332,576
3	SMP N 10 Semarang	Shelter 3	206,014

4	SMP N 32 Semarang	Shelter 4	375,712
5	SMP N 3 Semarang	Shelter 4	543,452

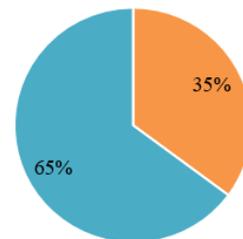
Hasil penambahan *shelter* baru, mengakibatkan 4 sekolah yang awalnya tidak terakses (jarak lebih dari 400 m dari *shelter*) menjadi terakses (jarak kurang dari 400 m dari *shelter*). Perubahan rute lain yaitu pada rute SMP N 3 Semarang yang awalnya *shelter* terdekatnya adalah *shelter* lombok idjo sejauh 603,112 m menjadi *shelter* 4 sejauh 543,452 m. Perubahan rute pada SMP N 3 mengakibatkan jarak menjadi lebih dekat, tetapi SMP N 3 belum terakses oleh *shelter* BRT sebab jarak terhadap *shelter* terdekat yaitu 543,452 m (lebih dari 400 m).

IV.4 Validasi Hasil Rute dengan Google Maps

Validasi adalah suatu ukuran tingkat kevalidan atau kebenaran dari rute yang diperoleh. Rute yang diperoleh dari hasil *closest facility* dikatakan sesuai dengan *google maps* apabila jalan yang lewati memiliki kesamaan. Perbandingan yang pertama yaitu rute yang dihasilkan dari parameter jarak terdekat. Dari 37 rute yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan *google maps*. Hasil dari perbandingan dengan *google maps* diperoleh 24 rute sesuai dengan *google maps* sedangkan 13 rute tidak sesuai dengan *google maps*. Nilai kesesuaian dapat dilihat pada **Gambar 13**. Hasil rute yang sesuai, perbedaan jarak terbesar yaitu sebesar 99,867 m dan perbedaan jarak terkecil yaitu 3,112 m. Perbedaan jarak terbesar yaitu pada rute SMA N 12 ke *shelter* pool Unnes. Sedangkan perbedaan jarak terkecil yaitu pada rute SMP N 3 ke *shelter* lombok idjo. Perbedaan hasil *closest facility* dengan *google maps* dikarenakan satuan jarak dari *google maps* yaitu satuan bulat dengan rentang nilai 50 m.

Perbedaan dengan Google Maps

■ Tidak Sesuai ■ Sesuai

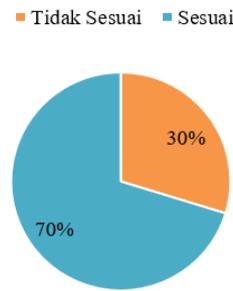


Gambar 13 Perbedaan dengan Parameter Jarak Terdekat

Perbandingan selanjutnya adalah rute yang dihasilkan dari parameter waktu tercepat dengan *google maps*. Dari 37 rute yang dibandingkan, diperoleh 26 rute sesuai dengan *google maps*, dan 11 rute tidak sesuai dengan *google maps*. Nilai kesesuaian dapat dilihat pada **Gambar 14**. Hasil rute yang sesuai perbedaan waktu terbesar yaitu sebesar 3,562 menit dan perbedaan terkecil yaitu 0,028 menit. Perbedaan waktu terbesar yaitu pada rute SMA N 7 ke *shelter* SPBU Kaligarang. Sedangkan perbedaan waktu terkecil yaitu pada rute SMP N 41 ke *shelter* pertigaan cangkiran. Perbedaan hasil rute dengan *google maps*

dikarenakan satuan waktu dari *google maps* yaitu satuan bulat dengan rentang nilai 1 menit.

Perbedaan dengan Google Maps



Gambar 14 Perbedaan dengan Parameter Waktu Tercepat

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

1. Koridor dengan jumlah *shelter* paling banyak Zona SMP dengan jumlah *shelter* terbanyak adalah zona pada SMP Negeri 16 Semarang dengan jumlah *shelter* sebanyak 65 unit. Sementara zona SMP dengan jumlah *shelter* paling sedikit adalah SMP Negeri 22 Semarang dengan jumlah *shelter* sebanyak 4 unit. Zona SMA dengan jumlah *shelter* terbanyak adalah zona pada SMA Negeri 11 Semarang dengan jumlah *shelter* sebanyak 184 unit. Sementara zona SMA dengan jumlah *shelter* paling sedikit adalah SMA Negeri 13 Semarang dengan jumlah *shelter* sebanyak 110 unit.
2. Hasil aksesibilitas terhadap sekolah pada tingkat SMP, dari 44 SMP Negeri yang ada di Kota Semarang, 15 sekolah terakses oleh pelayanan BRT, dan 29 SMP belum terakses oleh pelayanan *shelter* BRT. Pada tingkat SMA, dari 16 SMA Negeri yang ada di Kota Semarang, 8 sekolah terakses oleh pelayanan BRT, dan 8 SMP belum terakses oleh pelayanan *shelter* BRT.
3. Rekomendasi penambahan *shelter* tanpa mengubah rute ada 4 titik, yaitu untuk menjangkau SMP N 4 Semarang, SMP N 8 Semarang, SMP N 10 Semarang, dan SMP N 32 Semarang. Rute terdekat yang terbentuk setelah penambahan *shelter* baru untuk tingkat SMP yang tidak terjangkau adalah rute dari SMP 10 Semarang ke *shelter* 3 sepanjang 206,014 m. Pada tingkat SMA rute terdekat yang terbentuk adalah rute SMA N 11 Semarang ke Asrama TNI Mrican sepanjang 884,518 m.
4. Validasi dengan *google maps* terhadap 37 rute ada 2 macam parameter yang digunakan, yaitu parameter jarak dan waktu. Pada parameter jarak menunjukkan nilai kesesuaian sebesar 65% atau 24 rute sesuai. Sedangkan pada parameter waktu menunjukkan nilai yang lebih besar yaitu sebesar 70% atau 26 rute sesuai.

V.2 Saran

1. Untuk analisis lebih lanjut, aksesibilitas tidak hanya terhadap BRT tetapi ditambah dengan angkutan umum yang lain.
2. Sekolah yang menjadi objek penelitian tidak hanya sekolah negeri, tetapi juga sekolah swasta untuk mendapatkan hasil yang optimal.
3. Menambahkan parameter *routing* ditambah dengan *delay traffic lamp*.
4. Menambahkan parameter kemacetan untuk penentuan rute tercepat.
5. Menambahkan rekomendasi perubahan rute BRT untuk menjangkau sekolah yang tidak terakses.
6. Menggunakan metode yang lebih akurat dalam perekomendasi penambahan *shelter*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Ibrahim, R. F. dan Hefny, H. A. (2017) "GIS-based network analysis for the roads network of the Greater Cairo area," *CEUR Workshop Proceedings*, 2144.
- Bafdal, N., Amaru, K. dan Pareira, B. M. (2011) *Buku Ajar Sistem Informasi Geografis*. I. Bandung: Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian.
- Chen, Y. Y. dkk. (2016) "An Evaluating Method of Public Transit Accessibility for Urban Areas Based on GIS," *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 137, hal. 132–140. doi: 10.1016/j.proeng.2016.01.243.
- Dewi Handayani U.N, Soelistijadi, R. dan Sunardi (2005) "Pemanfaatan Analisis Spasial untuk Pengolahan Data Spasial Sistem Informasi Geografi," *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, 10(2), hal. 108–116. Tersedia pada: <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=7365&val=544>.
- Forrest, D. (2015) *Thematic Maps in Geography*. Second Edi, *International Encyclopedia of Social & Behavioral Sciences*. Second Edi. Glasgow: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-08-097086-8.72069-1.
- Kumar, P. dan Kumar, D. (2016) "Network Analysis using GIS Techniques: A Case of Chandigarh City," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(2), hal. 409–411. doi: 10.21275/v5i2.nov161143.
- Nia Rahmadhani, Andri Suprayogi dan L.M. Sabri (2014) "Analisis Aksesibilitas Shelter Evakuasi Tsunami di Kota Padang, Berbasis Sistem Informasi Geografis," *Jurnal Geodesi Undip*, hal. 1–11.
- Pemerintah Jawa Tengah (2018) *Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 64 Tahun 2018*. Indonesia.
- Prasetyo, A. (2014) *Evaluasi Aksesibilitas Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama*

Terhadap Angkutan Umum di Kota Makassar, repository.unhas.ac.id. Makassar: Universitas Hasanuddin.

- Segadilha, A. B. P. dan Sanches, S. da P. (2014) "Analysis of bicycle commuter routes using GPSs and GIS," *Procedia Social dan Behavioral Sciences*, 162, hal. 198–207. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.12.200.
- Setyawan, D., Nugraha, A. L. dan Sudarsono, B. (2018) "Analisis Potensi Desa Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kelurahan Sumurboto, Kecamatan Banyumanik, Kabupaten Semarang)," *Jurnal Geodesi Undip*, 7(Oktober), hal. 1–7.
- Yang, L., Chau, K. W. dan Chu, X. (2019) "Accessibility-based premiums and proximity-induced discounts stemming from bus rapid transit in China: Empirical evidence and policy implications," *Sustainable Cities and Society*. Elsevier B.V., 48, hal. 101561. doi: 10.1016/j.scs.2019.101561.