

# VISUALISASI PEMODELAN HASIL ANALISIS JARINGAN ANGKUTAN UMUM DI KABUPATEN KULON PROGO

*(Visualization of Modeling Results Regarding Public Transport Network Analysis in Kulon Progo Regency)*

**Febrian Fitryanik Susanta dan Trias Aditya**

Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No.2, Bulaksumur, Yogyakarta 55281 Indonesia  
E-mail: [febrian.fitryanik.s@ugm.ac.id](mailto:febrian.fitryanik.s@ugm.ac.id)

*Diterima: 3 Februari 2020; Direvisi: 11 Mei 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan: 29 Mei 2020*

## ABSTRAK

Pembangunan Bandar Udara New Yogyakarta International Airport (NYIA) di Kabupaten Kulon Progo berdampak pada berubahnya trayek jaringan angkutan umum yang telah ada. Perlu adanya perencanaan trayek baru yang sesuai dengan permintaan penumpang. Multimoda transportasi perlu direncanakan untuk pembangunan transportasi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan trayek angkutan umum di Kabupaten Kulon Progo serta memvisualisasikannya dengan metode analisis visual. Pemodelan trayek angkutan umum diolah menggunakan metode analisis jaringan spasial (SpNA). Hasilnya divisualisasikan dalam tampilan grafik dan peta menggunakan metode analisis visual yang memanfaatkan Operations Dashboard for ArcGIS. Visualisasi pemodelan jaringan transportasi angkutan umum ini bersifat visual interaktif untuk memudahkan pengambil kebijakan dalam menyusun rencana penentuan jaringan trayek. Berdasarkan hasil pemodelan ini, ada tujuh rencana lokasi pembangunan pemberhentian baru. Selain itu, terdapat sebelas pemodelan trayek lintasan yang menghubungkan lokasi-lokasi pemberhentian. Terminal dapat melayani seluruh wilayah di Kabupaten Kulon Progo dalam rentang waktu 50 menit.

**Kata kunci:** pemodelan, angkutan umum, analisis jaringan, visualisasi web

## ABSTRACT

*The construction of the New Yogyakarta International Airport in Kulon Progo Regency gives an impact on changing the existing public transport network. New route planning is needed in accordance with passenger demand. Network analysis of multimodal transportation needs to be planned to improve sustainable transportation. Therefore, this research aims to model public transportation routes in Kulon Progo Regency and visualize them using visual analytical methods. Modeling is processed using spatial network analysis (SpNA) methods. The results are visualized in graphical views and maps using geovisual analytical methods utilizing the Operations Dashboard for ArcGIS. The visualization of the public transportation network modeling uses interactive visuals to facilitate policymakers in preparing plans for managing the route network. Based on the modeling results, there are seven bus stops construction plans. Also, there are eleven modelings of the route that connects the bus stops location. The bus stops can serve the entire region in Kulon Progo Regency within 50 minutes.*

**Keywords:** modelling, public transport, network analysis, web visualization

## PENDAHULUAN

Penyelenggaraan transportasi ditata dalam suatu kesatuan jaringan transportasi nasional untuk meningkatkan kelancaran arus barang dan mobilitas penumpang (RI, 2010). PT Anindya Mitra Internasional (AMI) selaku Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) milik Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta berencana mengembangkan bisnis di bidang transportasi dengan membuka trayek dari Bandara New Yogyakarta International Airport (NYIA) Kulon Progo menuju ke daerah strategis dan tempat wisata untuk melayani penumpang (Sunartono, 2017). Oleh karena itu, penting adanya kajian karakteristik wilayah untuk memodelkan

jaringan penghubung multimoda transportasi untuk perencanaan berkelanjutan. Penataan trayek penumpang angkutan umum di perkotaan sudah diatur oleh suatu pedoman teknis RI, 2002). Namun masih saja penetapan jaringan trayek angkutan umum dan sepinya penumpang menjadi masalah utama dalam hal transportasi.

Pemodelan lintasan multimoda transportasi dengan melibatkan masyarakat dalam hal perencanaan menjadi salah satu inovasi untuk menarik minat masyarakat dalam menggunakan angkutan umum. Masyarakat dilibatkan dalam penyusunan variabel untuk menganalisa permintaan dan kebutuhan penumpang. Kemudian, variabel ini digunakan untuk menyusun

pembobotan yang selanjutnya dikonfirmasi dan diberikan peringkat penilaian dari para pakar transportasi (Susanta & Aditya, 2018). Hasil pembobotan ini dijadikan dasar untuk melakukan pemodelan lintasan transportasi angkutan umum. Hasil pemodelan divisualisasikan dalam tampilan grafik dan peta dengan menggunakan metode analisis visual berbasis web untuk memudahkan pengguna memahami data yang disajikan. Penelitian ini terbatas pada penyajian visualisasi kepada akademisi dan pengambil kebijakan untuk diberikan penilaian sebelum dipublikasikan kepada masyarakat.

Jaringan transportasi merupakan jaringan yang terdiri dari kumpulan garis yang merepresentasikan jalur/trayek dan *node* yang merepresentasikan tempat pemberhentian. Pemodelan jaringan transportasi menggabungkan metode analisis spasial dan analisis jaringan yang telah banyak dilakukan dengan parameter yang berbeda. Zhu (2012) menggunakan *Service Area Analysis*, *Hot Spot Analysis*, *OD Cost Matrix* dan *Closest Facility Analysis* untuk memodelkan tempat pemberhentian bus dan lintasannya menuju stasiun yang dilewati *Goldline* berlokasi di Los Angeles. Dalam penelitian Cooper (2017), diterapkan metode yang dapat menjembatani gap antara analisis jaringan berbasis spasial dengan pemodelan transportasi. Sedangkan dalam penelitian Steadieseifi et al. (2014), khusus melakukan studi pustaka untuk menjelaskan beberapa alternatif metode dalam pemilihan moda transportasi. Analisis jaringan ini juga dapat digunakan untuk mendukung perencanaan jalur transportasi di daerah urban (Sevtsuk & Mekonnen, 2012). Dalam analisis jaringan, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk merencanakan pemodelan multimoda transportasi. Oleh karena itu, perlu menentukan metode yang cocok untuk diterapkan dalam penelitian ini.

Hasil visualisasi yang baik akan mendukung tampilan hasil pemodelan. Sedangkan kesalahan pemilihan visualisasi akan membuat hasil pemodelan menjadi tidak tersampaikan secara efektif. Analisis visual merupakan salah satu ilmu visualisasi yang berusaha menampilkan pemikiran analisis dan difasilitasi dengan tampilan visual secara interaktif. Penggunaan analisis visual dalam kaitannya visualisasi pemodelan jaringan telah dilakukan oleh (Lu et al., 2018). Analisis visual digunakan sebagai *framework* untuk menampilkan data yang kompleks dan dinamis pada jaringan perdagangan dunia. *Framework* analisis visual juga digunakan untuk menganalisis hubungan antara jaringan perdagangan tersebut terhadap ketidakstabilan wilayah.

Analisis visual juga digunakan pada jaringan lalu lintas (Xiao et al., 2006). Pada penelitian tersebut, dijelaskan bagaimana sistem dapat digunakan untuk menghasilkan model pola jaringan dari representasi pengetahuan dan menampilkan

hasilnya secara interaktif. Data yang dinamis umumnya memerlukan analisis mendalam untuk mendapatkan informasinya. Hal ini dapat diwadahi menggunakan pendekatan analisis visual untuk eksplorasi dan analisis jaringan yang dinamis. Komponen pada analisis visual meliputi *discretization*, *vectorization & normalization*, *dimensionality reduction*, dan *visualization & interaction*. Keefektifan hasil pendekatan ini diimplementasikan pada jaringan dinamis baik secara artifisial maupun di dunia nyata secara langsung (Elzen et al., 2016).

Untuk itu, hasil pemodelan dalam penelitian ini akan divisualisasikan dalam bentuk tampilan grafik dan peta. Hasil analisis visual digunakan untuk mengetahui hubungan antara jaringan transportasi baik jalur transportasi maupun tempat pemberhentian dengan klasifikasi permintaan penumpang. Perangkat analisis visual yang bersifat interaktif digunakan untuk menemukan hubungan antar data yang ditampilkan.

### *Multimoda Transportasi*

Transportasi multimoda diartikan sebagai transportasi penumpang dan/atau barang yang menggunakan lebih dari satu moda transportasi dalam satu perjalanan yang bersinambungan. Transportasi antarmoda lebih menekankan pada upaya pemaduan jaringan pelayanan dan prasarana (RI, 2010). Sedangkan trayek dalam angkutan umum didefinisikan sebagai lintasan kendaraan bermotor umum untuk pelayanan jasa angkutan orang dengan mobil penumpang atau mobil bus yang mempunyai asal dan tujuan perjalanan tetap, lintasan tetap dan jenis kendaraan tetap serta berjadwal atau tidak berjadwal (RI, 2017).

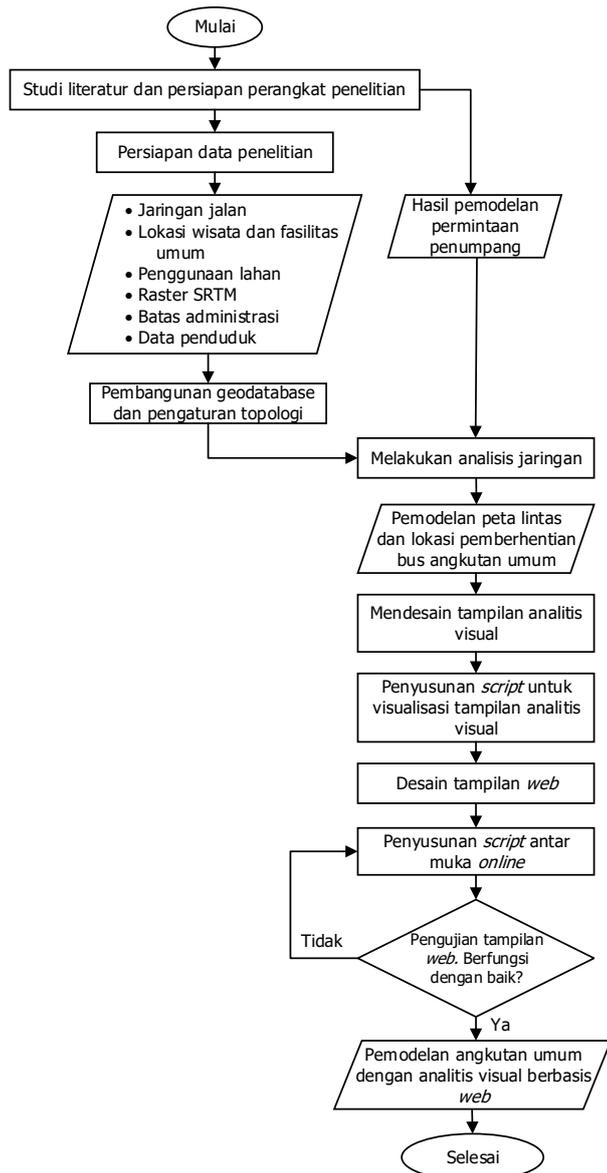
### *Analisis Jaringan Transportasi*

Analisis jaringan transportasi merupakan analisis dalam bidang transportasi berdasarkan suatu jaringan arus yang mewakili pergerakan orang, kendaraan atau barang. Analisis jaringan pada transportasi dilakukan dengan empat tahapan, yaitu: (1) pengumpulan data dan informasi; (2) pembangunan basisdata; (3) penentuan jenis analisis jaringan; dan (4) penyajian hasil (Jensen & Jensen, 2013).

Ada beberapa layer analisis jaringan di antaranya adalah *service area analysis layer*, *OD oost matrix layer* dan *closest facility analysis layer*. Analisis area layanan (*service area analysis*) adalah analisis wilayah yang mencakup semua jalan yang dapat diakses (yaitu jalan-jalan yang berada dalam impedansi tertentu). OD (*Origin Destination*) *cost matrix* menemukan dan mengukur jalur yang paling efisien di sepanjang jaringan dari banyak asal ke beberapa tujuan. Saat melakukan pengaturan analisisnya, perlu ditentukan jumlah tujuan yang akan ditemukan dan jarak pencarian maksimum.



### Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.** Diagram alir implementasi penelitian.

Secara umum, tahapan pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi empat tahapan. Tahap persiapan meliputi persiapan data, studi literatur, pembangunan *geodatabase*, dan pengaturan topologi jaringan. Tahapan analisis jaringan terdiri atas konfigurasi sistem di ArcGIS, penentuan layer data, penambahan obyek, dan definisi sifat analisis jaringan. Sedangkan untuk desain analisis visual meliputi identifikasi data yang akan divisualisasikan, mendesain tampilan analisis visual dan kebutuhan sistem. Kemudian dilanjutkan memvisualisasikan hasil desain ke dalam halaman web. Untuk tahapan implementasi penelitian ini disajikan dalam **Gambar 3.**

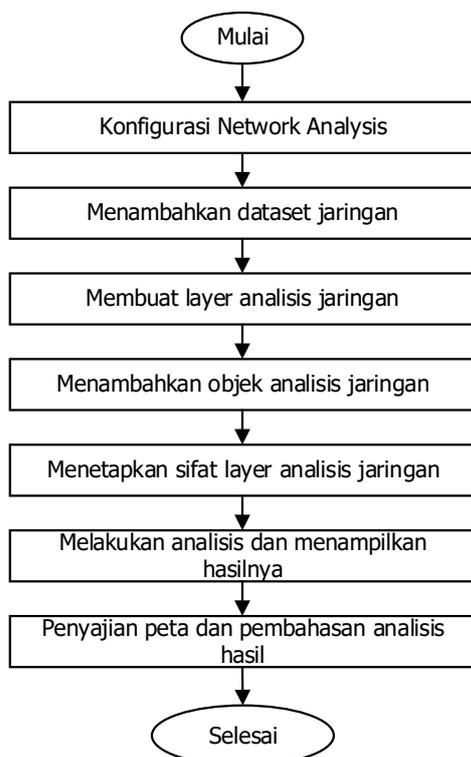
### Pelaksanaan Penelitian

#### *Pemodelan Analisis Jaringan*

Pemodelan analisis jaringan dilakukan untuk menghubungkan jaringan transportasi di Kabupaten Kulon Progo yaitu angkutan umum kota maupun desa, kereta api, dan pesawat terbang. Langkah awal pemodelan adalah mendefinisikan rencana lokasi pemberhentian baru untuk pemeratakan infrastruktur transportasi agar dapat menjangkau seluruh wilayah. Oleh karena itu, pertama yang harus dilakukan adalah pemilihan lokasi terminal pemberhentian sebagai objek analisis jaringan. Untuk menentukan lokasi pemberhentian baru dilakukan dengan menggunakan analisis spasial metode *overlay* data-data yang ada. Persyaratan lokasi berdasarkan masukan dari masyarakat, pemerintah daerah, serta kebijakan yang berlaku. Langkah selanjutnya adalah merencanakan jaringan jalur angkutan umum pedesaan yang dibuat menggunakan fungsi *OD Cost Matrix dalam Network Analyst*. Penggunaan *OD Cost Matrix* untuk menemukan dan mengukur jalur yang paling efisien (menghasilkan atribut estimasi waktu) di sepanjang jaringan dari seluruh rencana lokasi pemberhentian baru (hasil langkah sebelumnya).

Fungsi *Closest Facility Analysis* digunakan untuk memilih jalur tercepat dari atribut waktu yang diberikan pada jaringan jalan dan menghubungkan keseluruhan unit analisisnya. Berdasarkan jaringan tersebut dapat dianalisis jaringan trayek yang dimulai dari Terminal Wates sebagai terminal dengan tipe B menuju masing-masing terminal tipe C yang tersebar di seluruh kecamatan di Kabupaten Kulon Progo. Jaringan trayek yang terpilih kemudian dicari estimasi jaraknya menggunakan *Calculate Geometry*. Pemodelan trayek angkutan umum pedesaan ini dibuat dengan menggunakan analisis jaringan yang tahapannya secara umum disajikan pada **Gambar 4.**

*Service Area* dalam esktensi *Network Analyst* digunakan untuk melakukan analisis wilayah layanan. *Service Area Analysis* ini menampilkan wilayah pelayanan yang dapat dijangkau dari suatu titik fasilitas yang dijadikan unit analisis berdasarkan waktu tempuh yang berikan pada jaringan tersebut. Hasil yang terbentuk berupa area (poligon) wilayah pelayanan. Bentuk poligon wilayah pelayanan ini tidak beraturan sebab bentuknya disesuaikan dengan waktu tempuh mengikuti jaringan yang berada di sekitar fasilitas sebagai titik analisis tersebut.



**Gambar 4.** Alur pemodelan analisis jaringan

Pemilihan waktu pelayanan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dimulai dari semua lokasi terminal sebagai unit analisisnya. Hasil luasan masing-masing wilayah layanan ini kemudian dilakukan analisis kepadatan penduduk dan kepadatan fasilitas umum tiap layanannya serta presentase tata guna lahan yang terlayani. Hasil analisis jaringan ini kemudian digunakan sebagai masukan dalam kegiatan selanjutnya yaitu identifikasi data untuk divisualisasikan.

#### Identifikasi Data untuk Visualisasi

Data yang divisualisasikan dalam penyajian hasil pemodelan dibedakan menjadi dua kategori yaitu data spasial dan data yang tidak memiliki informasi koordinat. Kategori data ini perlu dilakukan untuk memudahkan visualisasi. Namun, dengan metode analisis visual, kedua kategori data ini masih dapat terhubung satu sama lain sehingga pengguna dapat melihat keterkaitan antar data. Keterkaitan antar data ini memunculkan pola dan kecenderungan yang dapat dijadikan pertimbangan untuk merumuskan kebijakan oleh pengambil keputusan.

Data spasial ditampilkan dalam peta interaktif yang terdiri dari titik, garis dan poligon. Data titik merepresentasikan lokasi terminal yang telah ada maupun terminal rencana. Data garis merepresentasikan jaringan jalur/trayek angkutan umum. Sedangkan untuk poligon digunakan untuk menampilkan area wilayah layanan dan model permintaan penumpang angkutan umum. Sedangkan data yang tidak memiliki informasi koordinat divisualisasikan menjadi grafik batang

dan grafik lingkaran. Data yang disajikan dalam bentuk grafik yaitu indeks permintaan penumpang dilengkapi dengan kepadatan penduduk dan kepadatan fasilitas umum. Data lain misalnya analisa klasifikasi permintaan penumpang yang terdiri dari rendah, sedang dan tinggi. Tampilan grafik ini juga dibuat interaktif agar mudah dilakukan analisis untuk pengambilan keputusan.

#### Desain Kebutuhan Sistem

Perencanaan visualisasi dilakukan mulai dari desain halaman web meliputi tampilan *dashboard* baik tampilan grafik maupun tampilan peta, mendefinisikan interaksi pengguna, dan merumuskan kerangka kerja web yang akan digunakan. Pembuatan tampilan *dashboard* dibuat menggunakan *Operations Dashboard for ArcGIS*. Peta disajikan dengan ArcGIS Online. Di samping itu, peta yang ditampilkan disajikan dalam bentuk *layer groups* dan *layer controls*. Sedangkan untuk informasi atribut lainnya ditampilkan dengan grafik batang, grafik lingkaran, penyajian nilai indikator, dan daftar atribut. Informasi spasial dan informasi atribut bersifat interaktif sehingga pengguna dapat memberikan *query* yang secara otomatis akan merubah tampilan *dashboard* tergantung dari *query* yang diberikan.

#### Visualisasi Model Analisis Visual berbasis Web

Visualisasi web ditampilkan dalam bentuk tampilan grafik dan peta menggunakan metode *geovisual analytics* yang memanfaatkan *Operations Dashboard for ArcGIS*. Pada tahap ini, didefinisikan bentuk analisis yang disajikan melalui kerangka pemodelan berbasis web. Visualisasi model dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut. Membuat desain awal, yang meliputi pembuatan halaman awal dan *dashboard*. Pada tahap ini juga dilakukan pendefinisian keterangan atau informasi yang ingin ditampilkan. Pemilihan bentuk grafik atau peta yang sesuai berdasarkan dari kebutuhan sistem. Evaluasi tampilan untuk menguji hasil sebelumnya dan mengoreksi hal-hal yang memerlukan perbaikan. Perbaikan tampilan berdasarkan evaluasi sebelumnya.

Analisis yang dapat ditampilkan meliputi klasifikasi permintaan penumpang dalam tingkat desa dan kecamatan yang disajikan lengkap dengan tampilan peta, grafik, dan hasil presentasinya berdasarkan kelas yang ditentukan. Analisis kedua mengenai persebaran tempat pemberhentian, jaringan penghubung, dan wilayah layanannya dalam bentuk peta serta tampilan grafik mengenai hubungan antara wilayah layanan dengan faktor yang mempengaruhinya. Harapannya analisis yang disajikan ini dapat membantu pengambilan keputusan dalam tingkat paling dasar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

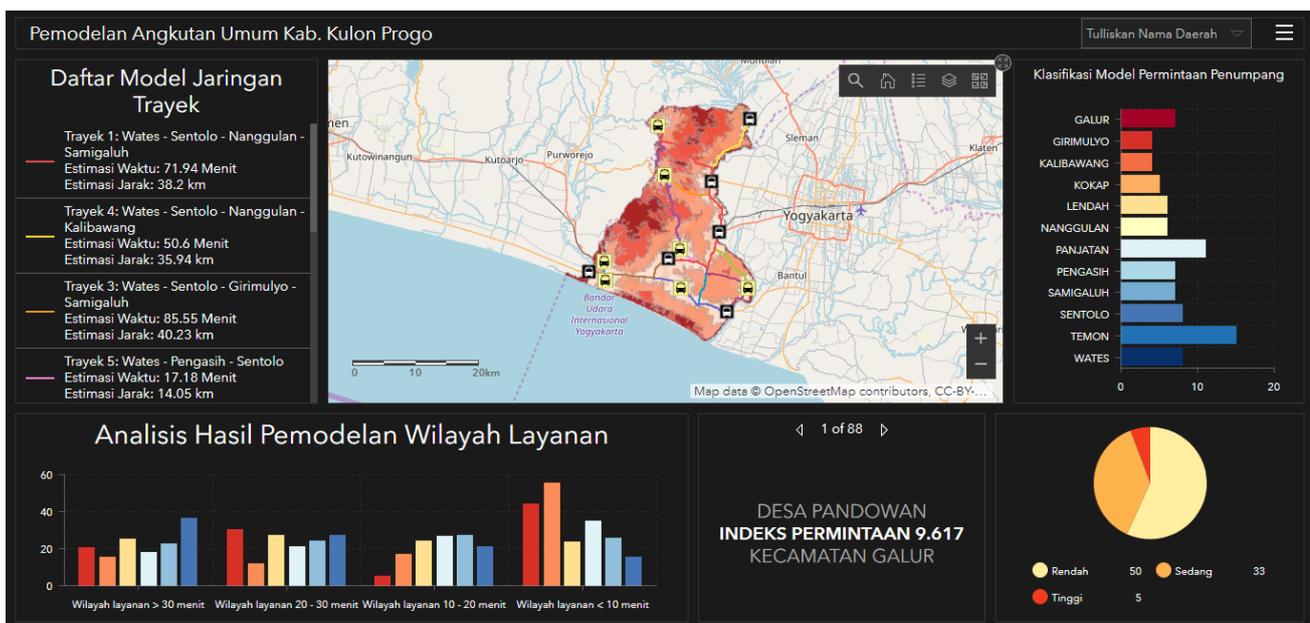
Hasil dari penelitian ini adalah *dashboard* yang menampilkan hasil pemodelan analisis jaringan dan analisis permintaan penumpang hasil penelitian sebelumnya (Susanta & Aditya, 2018). Pelaksanaan pemodelan analisis jaringan menghasilkan beberapa keluaran. Analisis spasial *metode overlay* menghasilkan rencana tujuh pemberhentian baru. Metode *OD Cost Matrix* dan *Closest Facility Analysis* menghasilkan 11 rencana jaringan trayek yang dilengkapi dengan estimasi waktu dan jarak. Metode *Service Area Analysis* menghasilkan model analisis area layanan. Analisis wilayah layanan ini diklasifikasikan berdasarkan rentang waktu pelayanan diukur dari masing-masing lokasi pemberhentian. Klasifikasi wilayah layanan dibagi menjadi wilayah pelayanan kurang dari 10 menit, rentang layanan 10 sampai 20 menit, rentang layanan 20 sampai 30 menit, dan wilayah pelayanan lebih dari 30 menit. *Dashboard* diberi nama dengan Pemodelan Angkutan Umum Kab. Kulon Progo. Tampilan *dashboard* dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Visualisasi *dashboard* menggunakan metode analisis visual dengan target pengguna adalah pengambil kebijakan untuk memodelkan perencanaan jaringan transportasi sebelum pengambilan keputusan. Pengguna dapat memonitor kondisi transportasi angkutan umum hasil pemodelan sehingga selanjutnya dapat dilakukan evaluasi hasil pemodelan sebelum diterapkan langsung di dunia nyata. *Dashboard* bersifat dinamis dan interaktif sehingga pengguna dapat menampilkan beberapa tampilan berbeda sesuai kebutuhan.

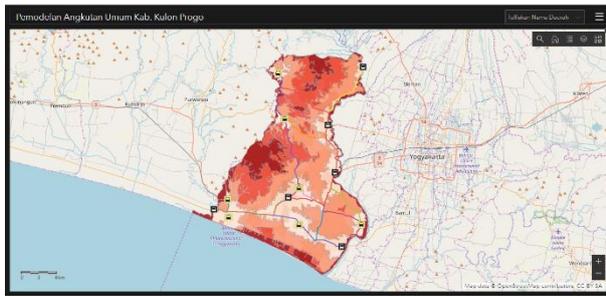
Tampilan *dashboard* akan berubah menyesuaikan fitur terpilih yang diberikan pengguna. Fungsionalitas dari *dashboard* ini tentunya memudahkan pengguna fokus pada daerah tertentu atau fungsi tertentu untuk menata dan mengembangkan jaringan angkutan umum. Analisis visual mengkombinasikan kekuatan dari pengolahan data dari pengguna dan proses komputer dimana keduanya bekerja bersama untuk memperoleh pemahaman dari pengguna.

Tampilan *dashboard* menggunakan warna latar gelap yaitu hitam, dimaksudkan agar pengguna dapat langsung fokus pada informasi yang divisualisasikan. Sedangkan untuk pemilihan warna pada grafik yang ditampilkan menggunakan warna yang konsisten dan seragam. Ini untuk menunjukkan bahwa keseluruhan data masih terhubung satu sama lain. Dalam penelitian ini, variabel visual digunakan untuk mendeskripsikan keberagaman data yang ditunjukkan dengan perbedaan warna dan bentuk untuk data kuantitatif seperti tampilan terminal, jaringan trayek, dan analisis wilayah layanan serta perbedaan nilai untuk data kualitatif seperti klasifikasi permintaan penumpang.

Peta dasar untuk tampilan peta menggunakan *basemap* dari Open Street Map. Tampilan peta dilengkapi dengan *pop-up*, skala peta, legenda, visibilitas *layer*, pilihan *basemap*, pencarian lokasi, dan fungsi perbesaran peta. Tampilan web *map* dapat dilihat di **Gambar 6**.



**Gambar 5.** Tampilan *dashboard* hasil pemodelan angkutan umum di Kabupaten Kulon Progo.



**Gambar 6.** Tampilan *dashboard* hasil pemodelan angkutan umum di Kabupaten Kulon Progo.

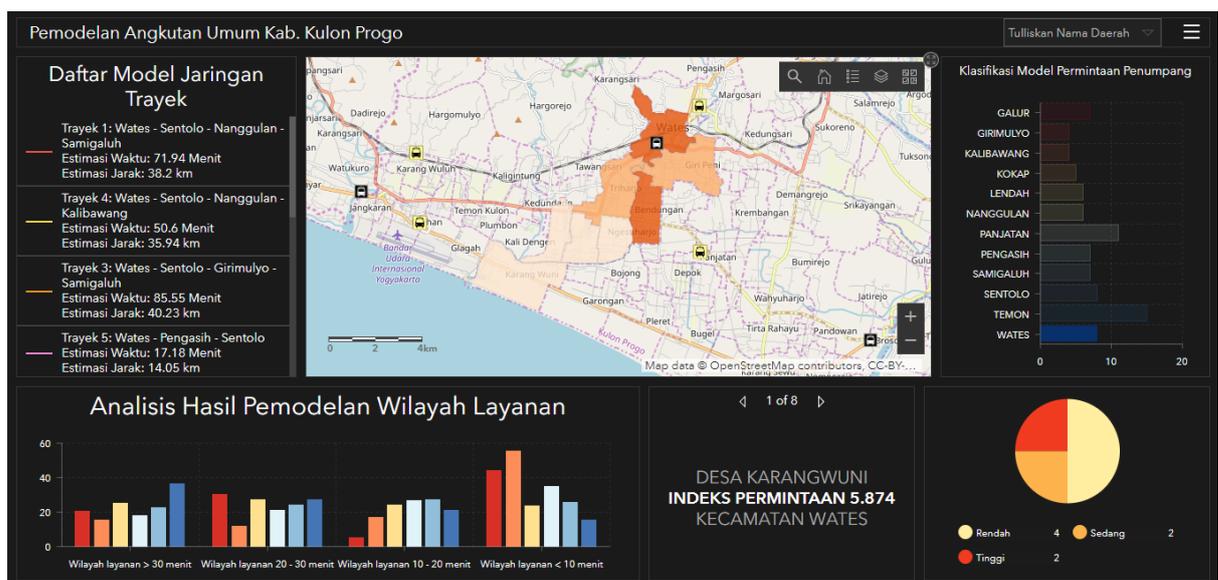
Apabila pengguna memilih fitur pada *web map* tersebut, maka akan muncul *pop-up*. Untuk fitur terminal yang sudah ada dan rencana terminal, atribut yang ditampilkan meliputi nama terminal, tipe terminal, derajat lintang, dan bujur. Sedangkan untuk model jaringan trayek, atribut yang ditampilkan meliputi nomor rencana trayek, terminal yang dilalui, estimasi waktu, dan estimasi jarak.

Untuk model area layanan, atribut yang ditampilkan meliputi cakupan wilayah layanan dan luas wilayah layanan. Sedangkan untuk model permintaan penumpang, informasi yang ditampilkan meliputi nama desa, nama kecamatan, indeks permintaan, klasifikasi permintaan, kepadatan penduduk ( $\text{jiwa}/\text{km}^2$ ), dan kepadatan fasilitas umum ( $\text{satuan}/\text{km}^2$ ).

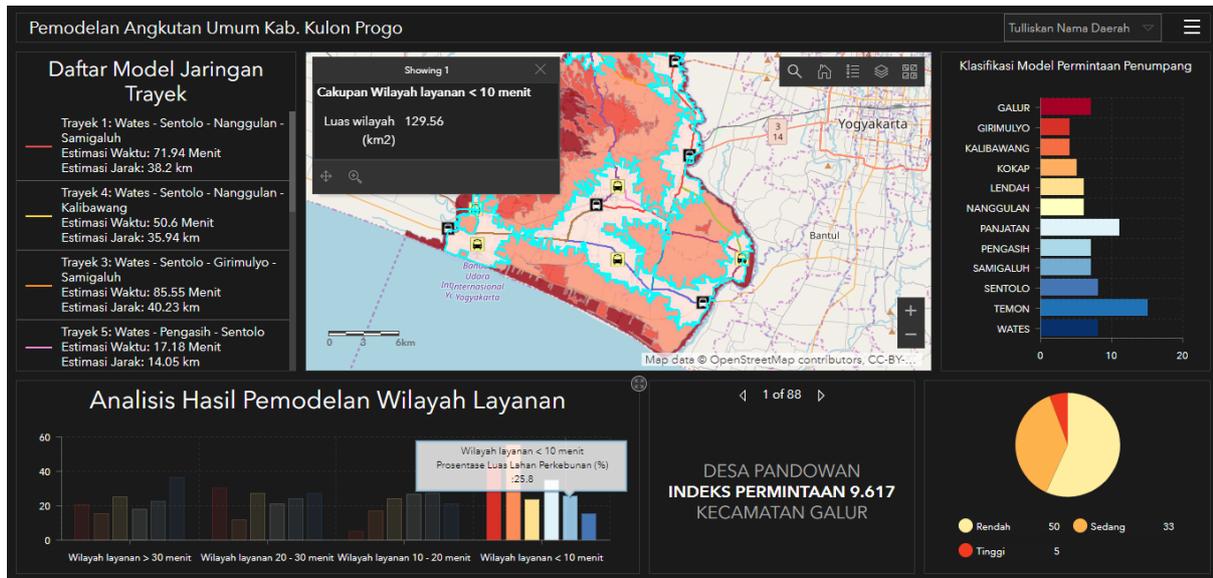
Pada penelitian ini, terdiri atas satu tampilan peta dilengkapi dengan lima elemen grafik yang ditambahkan. Grafik tersebut terdiri atas dua grafik batang, satu grafik lingkaran, daftar informasi atribut, dan penyajian nilai indikator dari informasi atribut. Tampilan peta menyajikan lokasi dari rencana terminal, terminal yang sudah ada, model jaringan trayek, model wilayah layanan, dan model

dari permintaan penumpang. Tampilan peta dilengkapi dengan *pop-up*, skala, legenda, visibilitas layer, pilihan basemap, pencarian lokasi, pergeseran, dan perbesaran tampilan. Sementara, daftar berisi daftar jaringan trayek sedangkan indikator untuk menunjukkan indeks permintaan disertai nama desa dan kecamatan. Untuk grafik lingkaran dan grafik batang untuk menyajikan analisis pemodelan permintaan penumpang dan wilayah layanan.

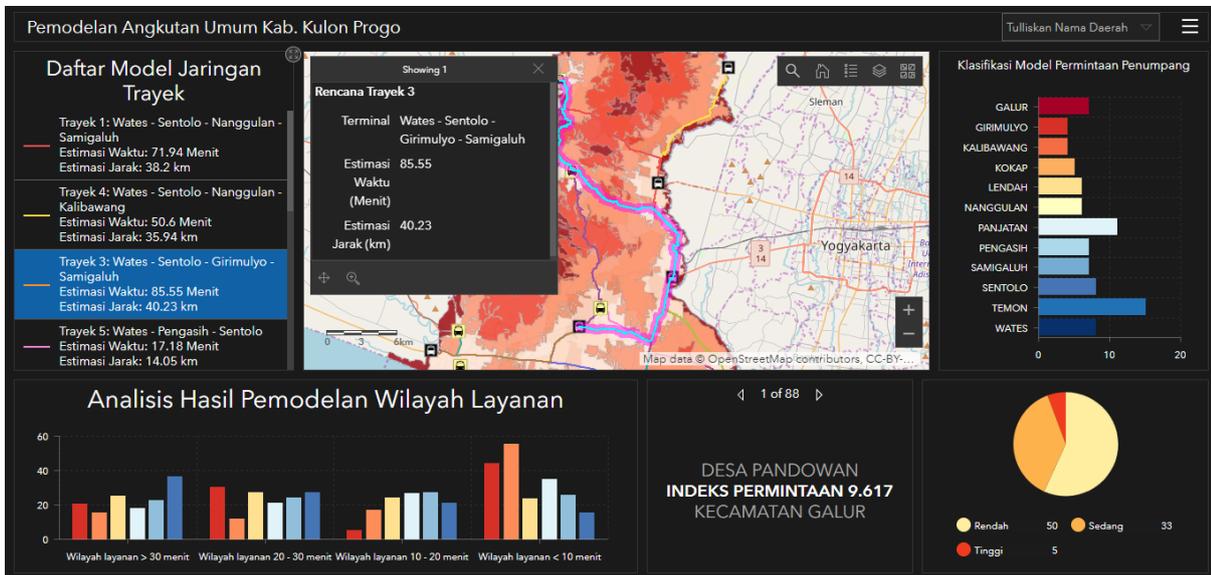
Geovisualisasi disajikan dengan metode analisis visual yang memfasilitasi pengguna untuk berfikir secara visual. Pengguna dapat menjelajah dan mengonfirmasi lokasi dari peta yang disajikan. Manfaat dari metode ini adalah dapat mendukung analisis data spasial dan non spasial secara visual interaktif. Metode ini mendorong pengguna untuk mendapatkan pengetahuan dan wawasan baru dari data yang ditampilkan sehingga menimbulkan pemahaman serta mendukung pengambilan keputusan berbasis spasial. Beberapa skenario yang bisa dilakukan oleh pengguna melalui *dashboard* ini diantaranya adalah sebagai berikut: Pengguna dapat fokus pada satu wilayah kecamatan untuk menganalisis hasil pemodelan. Hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 7**. Pengguna dapat membatasi analisis pada satu wilayah layanan dan melihat persebaran wilayah layanan tersebut pada tampilan peta. Hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 8**. Pengguna dapat membatasi analisis pada satu model jaringan trayek dan melihat daerah yang dilalui tersebut pada tampilan peta. Hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 9**. Pengguna dapat mencari suatu daerah tertentu dan melihat tampilan beserta informasi atributnya secara langsung. Hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 10**.



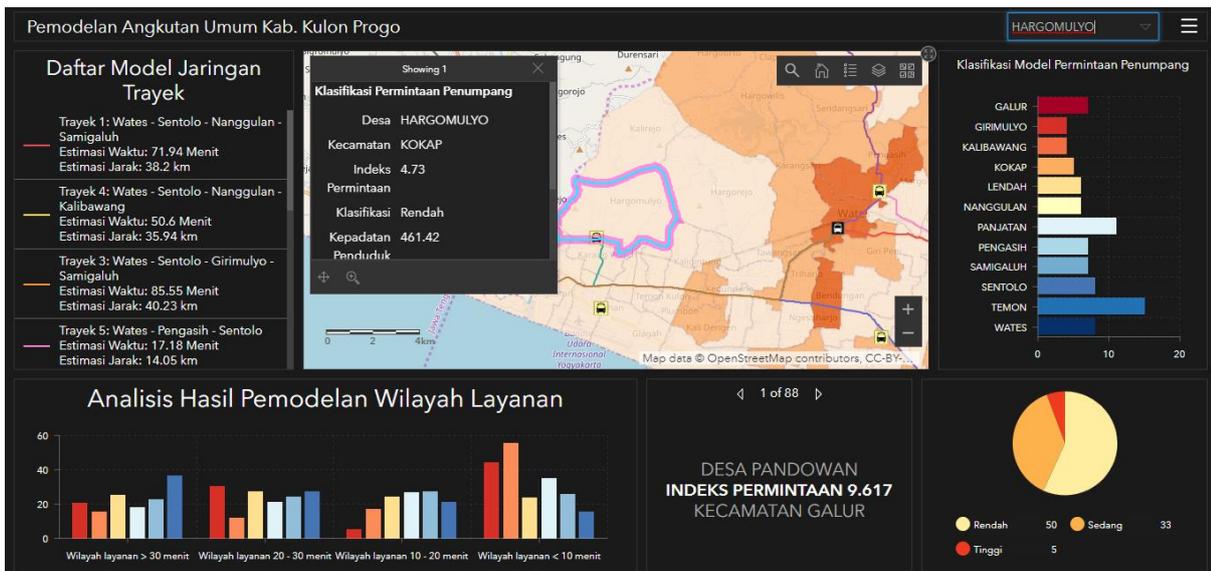
**Gambar 7.** Contoh tampilan hasil pemberian *query* oleh pengguna (1).



Gambar 8. Contoh tampilan hasil pemberian query oleh pengguna (2).



Gambar 9. Contoh tampilan hasil pemberian query oleh pengguna (3).



Gambar 10. Contoh tampilan hasil pemberian query oleh pengguna (4).

Pemodelan angkutan umum yang divisualisasikan dalam *dashboard* dapat menjadi alternatif rencana untuk pembangunan transportasi di Kulon Progo. Namun, hasil dari visualisasi pemodelan angkutan umum ini masih perlu divalidasi ke lapangan untuk memastikan lokasi pembangunan dan hak milik atas tanah di lokasi tersebut. Sedangkan untuk rencana jaringan trayek sudah mencakup seluruh terminal dan rencana terminal. Di samping itu, persebaran jaringan trayek sudah merata di wilayah Kabupaten Kulon Progo. Namun, jaringan jalan yang dilewati hanya berdasarkan waktu tempuh dan pemerataan jaringan. Akan lebih baik jika impedansi ditambah dengan faktor kepadatan lalu lintas pada masing-masing jaringan jalan. Sedangkan untuk analisis hasil pemodelan layanan terminal sudah cukup baik. Hal ini sesuai dengan kebijakan pemerataan layanan dalam penyediaan fasilitas angkutan umum di Kabupaten Kulon Progo.

## KESIMPULAN

Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa *dashboard* beserta analisisnya dari pemodelan angkutan umum di Kabupaten Kulon Progo. *Dashboard* terdiri dari tampilan peta, daftar, indikator, dan grafik yang dinamis dan interaktif untuk mendukung fungsi analisis visual. Tampilan peta menyajikan lokasi dari rencana terminal, terminal yang sudah ada, model jaringan trayek, model wilayah layanan, dan model dari permintaan penumpang. Tampilan peta dilengkapi dengan *popup*, skala, legenda, visibilitas layer, pilihan *basemap*, pencarian lokasi, pergeseran, dan perbesaran tampilan. Sementara, daftar berisi daftar jaringan trayek sedangkan indikator untuk menunjukkan indeks permintaan disertai nama desa dan kecamatan. Untuk grafik lingkaran dan grafik batang untuk menyajikan analisis pemodelan permintaan penumpang dan wilayah layanan.

Keseluruhan tampilan dalam *dashboard* saling terhubung satu sama lain, sehingga saat diberi *query*, maka secara otomatis tampilan *dashboard* akan berubah menyesuaikan hasil dari *query* yang diberikan. *Dashboard* ini membuat pengambil kebijakan mudah untuk memonitor dan mengevaluasi model untuk mendukung penataan dan pengembangan jaringan angkutan umum sehingga diharapkan peningkatan layanan permintaan penumpang oleh masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dinas Perhubungan dan Badan Pusat Statistik di Kabupaten Kulon Progo, Dinas Perhubungan di DI Yogyakarta serta Pusat Studi Transportasi dan Logistik UGM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrienko, G., Andrienko, N., Demsar, U., Dransch, D., Dykes, J., Fabrikant, S.I., Jern, M., Kraak, M.-J., Schumann, H., & Tominski, C. (2010). Space, time and visual analytics. *International journal of geographical information science*, 24(10), pp. 1577–1600. doi: 10.1080/13658816.2010.508043.
- Andrienko, N. & Andrienko, G. (2013). Visual analytics of movement: An overview of methods, tools and procedures. *Information Visualization*, 12(1), pp. 3–24. doi: 10.1177/1473871612457601.
- Cooper, C. H. V. (2017). Using spatial network analysis to model pedal cycle flows, risk and mode choice. *Journal of Transport Geography*, 58, pp. 157–165. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.12.003.
- Elzen, S. V., Holten, D., Blaas, J. & van Wijk, J.J. (2016). Reducing Snapshots to Points: A Visual Analytics Approach to Dynamic Network Exploration. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. IEEE, 22(1), pp. 1–10. doi: 10.1109/TVCG.2015.2468078.
- Ghani, S., Kwon, B.C., Lee, S., Yi, J.S. & Elmquist, N. (2013). Visual Analytics for Multimodal Social Network Analysis: A Design Study with Social Scientists. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. IEEE, 19(12), pp. 2032–2041. doi: 10.1109/TVCG.2013.223.
- RI (Republik Indonesia). Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat Kementerian Perhubungan No. 687 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum (2002).
- RI (Republik Indonesia). Peraturan Menteri Perhubungan KM 15 Tahun 2010 tentang Cetak Biru Transportasi Antarmoda/Multimoda Tahun 2010-2030 (2010).
- RI (Republik Indonesia). Peraturan Menteri No.26 tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang dengan Kendaraan Bermotor Umum Tidak Dalam Trayek (2017).
- Jensen, J. R. & Jensen, R. R. (2013) *Introductory geographic information systems*. Pearson Higher Ed.
- Keim, D., Andrienko, G., Fekete, J.-D., Görg, C., Kohlhammer, J., Melançon, G. (2008). Visual analytics: Definition, process, and challenges." In *Information visualization*, pp. 154-175. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kraak, M. J. (2003). Geovisualization illustrated. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 57(5–6), pp. 390–399. doi: 10.1016/S0924-2716(02)00167-3.
- Lu, Y., Wang, H., Landis, S. & Maciejewski, R. (2018). A Visual Analytics Framework for Identifying Topic Drivers in Media Events. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. IEEE, 24(9), pp. 2501–2515. doi: 10.1109/TVCG.2017.2752166.
- MacEachren, A. M. & Kraak, M. (2001). Research Challenges in Geovisualization. *Cartography and geographic information science*, 28(1), 3-12.
- Sevtsuk, A. & Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis: a new toolbox for measuring city form in ArcGIS. In *Proceedings of the 2012 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*, p. 18. Society for Computer Simulation International, 2012.
- SteadieSeifi, M., Dellaert, N.P., Nuijten, W., Van Woensel, T. & Raoufi, R. (2014). Multimodal freight transportation planning: A literature review.

- European journal of operational research*, 233(1), 1-15.
- Sunartono (2017). PT AMI Berencana Buka Trayek ke Bandara Kulonprogo, Dengan Nama Trans Jogja?. Diakses 3 Februari 2018, dari <http://www.solopos.com/2017/05/06/pt-ami-berencana-buka-trayek-ke-bandara-kulonprogo-dengan-nama-trans-jogja-814880>.
- Susanta, F. F. & Aditya, T. (2018). Visualisasi Permintaan Penumpang Angkutan Umum Hasil Analisis Analytical Hierarchy Process ( AHP ) di Kabupaten Kulon Progo. In *Seminar Infrastruktur Informasi Geospasial 2018*. Departemen Teknik Geodesi FT UGM, pp. 182–193.
- Xiao, L., Gerth, J. & Hanrahan, P. (2006). Enhancing Visual Analysis of Network Traffic Using a Knowledge Representation. *IEEE Symposium On Visual Analytics Science And Technology*. IEEE, pp. 107–114. doi: 10.1109/VAST.2006.261436.
- Zhu, F. (2012) *Study of Transit Corridors Based on Goldline in LA*. Available at: <http://gis.yohman.com/up206a/author/zhufeng/>.