

Pengembangan Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Tingkat Kenyamanan Rute Bagi Pejalan Kaki Lingkup Kampus Universitas Brawijaya

Ahmad Zaky Syihan¹, Alfi Nur Rusydi², Mochamad Chandra Saputra³

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ahmadzakysyihan@gmail.com, ²alfi.nurrusydi@ub.ac.id, ³andra@ub.ac.id

Abstrak

Universitas Brawijaya merupakan salah satu kampus besar yang terletak di Kota Malang. Setiap harinya banyak masyarakat Universitas Brawijaya yang melakukan aktivitas dengan berjalan kaki di area kampus. Dari banyaknya aktivitas berjalan kaki, maka tingkat kenyamanan rute pejalan kaki perlu diperhatikan. Namun belum ada data yang dapat merepresentasikan tingkat kenyamanan rute pejalan kaki di seluruh lingkup Universitas Brawijaya. Untuk mengetahui tingkat kenyamanan rute pejalan kaki pada keseluruhan lingkup Universitas Brawijaya, dibutuhkan analisis spasial dengan pengembangan sistem informasi geografis yang dapat menghasilkan informasi mengenai tingkat kenyamanan rute pejalan kaki pada keseluruhan lingkup Universitas Brawijaya. Untuk memperoleh informasi mengenai tingkat kenyamanan rute pejalan kaki, dilakukan kegiatan akuisisi data berupa data foto udara dan jaringan jalan. Data yang sudah diakuisisi kemudian diolah menggunakan metode *semi automatic classification* untuk mendapatkan data sebaran vegetasi berkanopi lebar lebar yang merupakan faktor penentu tingkat kenyamanan rute pejalan kaki pada penelitian ini. Data tersebut kemudian akan diimplementasikan ke dalam sistem sebagai informasi yang dapat diakses oleh pejalan kaki di Universitas Brawijaya. Sistem informasi geografis kemudian diuji menggunakan pengujian *black box* dan *user acceptance testing*. Didapatkan hasil pengujian *black box* 100% berhasil yang menyatakan bahwa sistem dapat memenuhi semua kebutuhan pengguna. Pada pengujian *user acceptance testing*, didapatkan hasil keseluruhan sebesar 83,83% yang menggambarkan pengguna dapat menerima dengan baik sistem dalam tiga kriteria yang diujikan yaitu *performance*, *usability*, dan *accuracy*.

Kata kunci: sistem informasi geografis, vegetasi, semi automatic classification, rute, kenyamanan rute

Abstract

Brawijaya University is one of the biggest campus located in Malang city. In daily basis, there is a lot of people doing their activities by walking in campus area. From many walking activities, the comfort level of pedestrian routes needs to be considered. But there is no data that can represent the level of comfort in pedestrian routes throughout the University of Brawijaya. To determine the comfort level of pedestrian routes in the entire University of Brawijaya, it needs spatial analysis with the development of geographic information system that can produce information about the comfort level of pedestrian routes in the entire University of Brawijaya. To obtain information about the comfort level of pedestrian routes, data acquisition activities is needed in the form of aerial photography and road networks. The acquired data is then processed using the semi automatic classification method to obtain wide canopied vegetation distribution data, which is a determining factor in the comfort level of pedestrian routes in this study. Then the data will be implemented into the system that can be accessed by pedestrians in Universitas Brawijaya to obtain the information. Geographical information systems are then tested using black box and user acceptance testing. It Obtained 100% black box test results which states that the system can fulfill all the user requirements. In user acceptance testing, the overall result is 83.83% which describes the user can receive the system well in the three criteria tested, namely performance, usability, and accuracy.

Keywords: geographic information system, vegetation, semi automatic classification, route, walkability, comfort level

1. PENDAHULUAN

Antonio Heltra Pradana melakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kualitas sirkulasi pejalan kaki dengan lingkup kampus Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2015. Pada penelitiannya, Antonio menggunakan pendekatan aspek walkability untuk mengukur kualitas sirkulasi pejalan kaki. Terdapat tiga aspek sebagai pembentuk aspek walkability tersebut, diantaranya adalah aspek kenyamanan, keamanan, dan kemenerusan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode observasi dan kuisioner. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut menyatakan bahwa dari ketiga aspek pembentuk aspek walkability, aspek kenyamanan mendapatkan nilai rata-rata paling rendah dengan nilai 2,856 dimana nilai aspek lainnya yaitu keamanan dan kemenerusan berturut-turut adalah 3,211 dan 3,522. Nilai tersebut menunjukkan aspek kenyamanan rute pejalan kaki di kampus Universitas Brawijaya Malang masih bisa ditingkatkan kualitasnya.

Salah satu penyebab rendahnya aspek kenyamanan pada rute pejalan kaki di Universitas Brawijaya Malang yang paling signifikan adalah peneduh. Peneduh dalam konteks ini memiliki arti vegetasi berkanopi lebar yang ada disekitar rute pejalan kaki. Berdasarkan penelitian tersebut, jumlah peneduh di sekitar rute pejalan kaki masih kurang. Begitu juga luasan dan efektifitas peneduh yang sudah ada masih rendah. Namun penelitian tersebut memiliki kekurangan dalam konteks lingkup penelitian. Lingkup yang diteliti hanya pada area barat kampus Universitas Brawijaya Malang. Kecilnya lingkup yang diteliti belum mampu merepresentasikan keseluruhan aspek kenyamanan rute pejalan kaki di kampus Universitas Brawijaya. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui tingkat kualitas kenyamanan pada rute pejalan kaki lainnya.

Untuk mengetahui tingkat kenyamanan rute pejalan kaki pada keseluruhan lingkup kampus, dibutuhkan analisis spasial. Analisis spasial digunakan dalam mengidentifikasi kapasitas vegetasi berkanopi lebar pada setiap ruas jalan. Selain itu, analisis spasial juga digunakan untuk mengetahui rute yang memiliki tingkat kenyamanan tinggi berdasarkan kapasitas vegetasi berkanopi lebar.

Dalam melakukan proses analisis spasial, pengembangan sistem informasi geografis dapat menjadi solusi. Merujuk pada penelitian yang

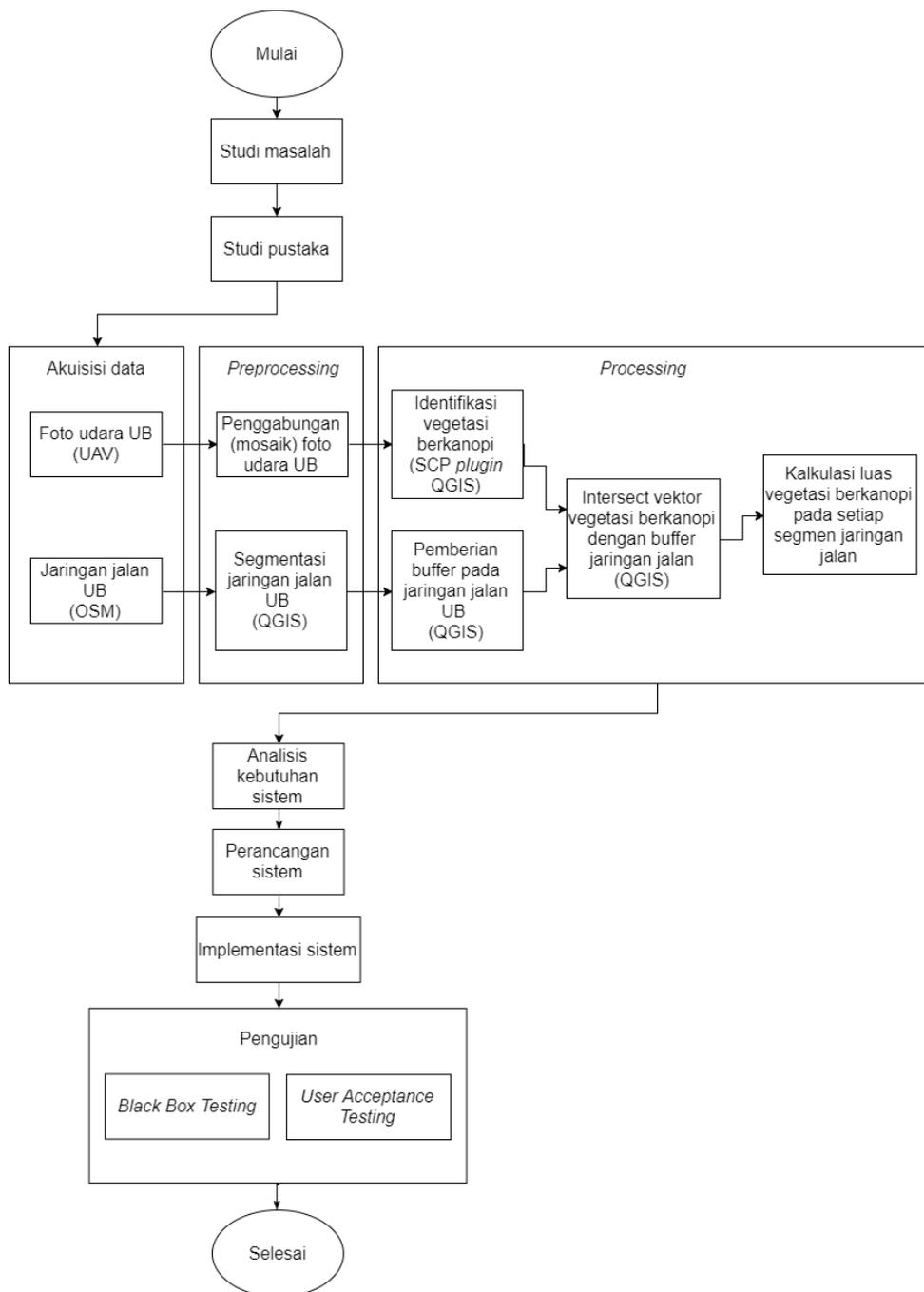
dilakukan oleh Yuji Murayama pada tahun 2012, implementasi sistem informasi geografis dengan fitur *walkscore calculator* telah dilakukan. Fitur tersebut dapat menghitung *walkscore* pada suatu lokasi dengan mempertimbangkan berbagai factor, salah satu faktornya adalah *greenness score* yang menunjukkan presentase kapasitas vegetasi pada suatu lokasi. Mengacu pada penelitian tersebut, implementasi sistem informasi geografis dilakukan dengan masukan berupa data sebaran vegetasi berkanopi lebar serta data jaringan jalan dengan cakupan keseluruhan lingkup kampus, sehingga nilai kapasitas vegetasi berkanopi lebar pada setiap ruas jalan dapat diketahui. Dari data tersebut maka dapat diketahui pula rute paling nyaman yang dapat dilalui pejalan kaki diukur dari kapasitas vegetasi berkanopi lebar yang berperan sebagai peneduh.

Dengan dikembangkannya sistem tersebut, diharapkan dapat menjadi fasilitas yang digunakan oleh masyarakat kampus dalam melakukan kegiatan dalam lingkup kampus terutama ketika sedang berjalan kaki. Selain itu dengan adanya sistem tersebut diharapkan dapat membuka peluang bagi para akademisi pada bidang terkait untuk melakukan penelitian lebih lanjut demi memaksimalkan potensi peningkatan kualitas fasilitas bagi pejalan kaki di lingkungan masyarakat.

2. METODOLOGI & DATA

2.1. Metodologi

Penelitian ini dimulai dengan studi masalah yang meliputi kegiatan meninjau permasalahan yang diteliti beserta mencari solusinya. Kegiatan ini juga meliputi identifikasi data pendukung yang dibutuhkan untuk mewujudkan solusi dari permasalahan tersebut. Langkah ini dilakukan dengan mendiskusikan urgensi permasalahan topik penelitian beserta alternatif solusi yang ada. Setelah masalah telah teridentifikasi dengan jelas beserta dengan pilihan solusinya, langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur. Tahap studi literatur meliputi kegiatan meningkatkan pemahaman akan teori yang dibutuhkan dalam penelitian. Peningkatan pemahaman tersebut dilakukan dengan mempelajari beberapa penelitian terdahulu mengenai pengembangan sistem informasi geografis, klasifikasi data raster, penerapan analisis jaringan jalan pada sistem informasi geografis.



Gambar 1 Langkah Penelitian

Selanjutnya dilakukan akuisisi data yang meliputi kegiatan mendapatkan data pendukung yang diperlukan dalam penelitian. Tujuan dari tahapan ini adalah menyediakan data yang akan diolah pada tahap selanjutnya yaitu *preprocessing* sehingga menjadi data yang siap diimplementasikan dalam sistem. Data pendukung yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data Foto Udara dan data jaringan jalan lingkup kampus Universitas Brawijaya.

Selanjutnya dilakukan *preprocessing* yang meliputi kegiatan mengolah data pendukung yang telah diperoleh pada tahap akuisisi data.

Tujuan dari tahapan ini adalah mempersiapkan data yang diperoleh pada tahap sebelumnya menjadi data yang siap diproses pada tahap *processing*. Proses *preprocessing* yang dilakukan diantaranya adalah mosaik data foto udara dan segmentasi data jaringan jalan.

Selanjutnya dilakukan tahap *processing* yang meliputi kegiatan mengolah data pendukung yang telah dipersiapkan sebelumnya pada tahap *preprocessing*. Tujuan dari tahapan ini adalah mengolah data yang telah dipersiapkan pada tahap sebelumnya menjadi data yang siap diimplementasikan pada sistem.

Proses pengolahan data yang dilakukan diantaranya adalah identifikasi vegetasi berkanopi lebar, pemberian buffer pada data jaringan jalan, intersect data vektor vegetasi berkanopi lebar dengan buffer jaringan jalan dan kalkulasi luas vegetasi berkanopi lebar pada setiap segmen jaringan jalan.

Ketika proses persiapan data telah selesai maka akan dilakukan pengembangan sistem. pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan SDLC *waterfall model* yang meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian.

2.2. Data

Untuk menghasilkan informasi tingkat kenyamanan rute yang ditampilkan pada sistem, maka dibutuhkan kegiatan akuisisi data pendukung. Data pendukung yang dibutuhkan adalah data foto udara dan data jaringan jalan Universitas Brawijaya. Kedua data tersebut selanjutnya akan diolah pada tahap *preprocessing* dan *processing* sehingga menghasilkan data yang siap diimplementasikan ke dalam sistem. Data hasil tahap *preprocessing* diantaranya adalah data mosaik foto udara dan data segmentasi jaringan jalan. Sedangkan data hasil tahap *processing* diantaranya adalah data sebaran vegetasi, data *buffer* jaringan jalan, data vegetasi pada setiap segmen jalan, dan data tingkat kenyamanan segmen jalan.

2.2.1. Data Foto Udara

Akuisisi data foto udara dilakukan dengan tujuan mendapatkan data foto udara Universitas Brawijaya yang kemudian diolah pada tahap klasifikasi guna mengetahui sebaran vegetasi berkanopi lebar yang ada di Universitas Brawijaya. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan UAV yang melakukan pemotretan tampak atas sesuai dengan jalur terbang yang diprogram menggunakan aplikasi *drone deploy*. Data foto udara Universitas Brawijaya yang telah melalui proses mosaik (penggabungan) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Data Foto Udara Universitas Brawijaya

2.2.2. Data Sebaran Vegetasi

Data sebaran vegetasi merupakan hasil dari klasifikasi foto udara Universitas Brawijaya. Data sebaran vegetasi merupakan data utama yang dibutuhkan dalam menjawab permasalahan penelitian. Selain itu data sebaran vegetasi juga merupakan data yang dibutuhkan dalam implementasi sistem. Dengan adanya data sebaran vegetasi, dapat diperoleh data tingkat kenyamanan tiap segmen jalan yang merupakan data utama yang dibutuhkan oleh sistem dalam menentukan rekomendasi rute ternyaman bagi pengguna. Data sebaran vegetasi hasil klasifikasi foto udara dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Data Sebaran Vegetasi Universitas Brawijaya

Dari pengamatan yang dilakukan terhadap Gambar 3, maka didapat hasil pengamatan bahwa vegetasi yang ada di Kampus Universitas Brawijaya memiliki beberapa pola sebaran vegetasi yang mirip pada seluruh segmen jalan di Universitas Brawijaya. Pada segmen jalan di seluruh lingkup Universitas Brawijaya terdapat sebaran vegetasi pada setiap sisi segmen jalan. Dari pengamatan tersebut dapat dinyatakan bahwa telah disediakan vegetasi berkanopi lebar lebar sebagai peneduh bagi masyarakat Kampus Universitas Brawijaya yang sedang melakukan aktifitas jalan kaki. Namun sebaran vegetasi berkanopi lebar lebar pada setiap sisi segmen jalan masih belum konsisten sehingga masih ada beberapa sisi segmen jalan yang tidak memiliki vegetasi berkanopi lebar lebar sebagai peneduh.

2.2.3. Data Jaringan Jalan

Akuisisi data jaringan jalan dilakukan dengan tujuan mendapatkan data jaringan jalan Universitas Brawijaya sebagai persyaratan dalam melakukan proses intersection dengan data vektor sebaran vegetasi berkanopi lebar. Data jaringan jalan didapat dengan melakukan pengunduhan menggunakan fitur download data di dalam menu Open Street Map pada QGIS. Data yang didapatkan merupakan data vektor dengan tipe *line* yang merepresentasikan

jaringan jalan di Universitas Brawijaya.

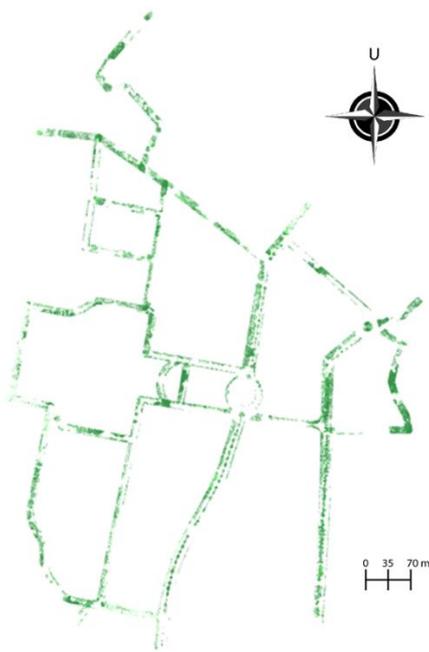
Selanjutnya data jaringan jalan dibagi menjadi layer 62 *layer* terpisah yang dipotong pada setiap tikungan ruas jalan pada proses segmentasi. Data jaringan jalan yang sudah tersegmentasi menjadi layer terpisah akan diberi *buffer* dengan ukuran 5m. Pemberian *buffer* dilakukan dengan menggunakan *tool fixed distance buffer* yang terdapat pada menu *geoprocessing* QGIS. Hasil dari proses tersebut adalah data vektor poligon *buffer* yang ada pada setiap *layer* segmen jalan. Data jaringan jalan Universitas Brawijaya yang telah diberi *buffer* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Data Jaringan Jalan Universitas Brawijaya

2.2.4. Data Vegetasi berkanopi lebar pada Setiap Segmen Jaringan Jalan

Data vegetasi berkanopi lebar pada setiap segmen jaringan jalan didapat dengan melakukan proses *intersection* antara data *buffer* jaringan jalan dengan data sebaran vegetasi berkanopi lebar. Proses *intersection* dilakukan menggunakan *tools intersect* yang terdapat pada menu *geoprocessing* QGIS. Hasil yang didapat adalah berupa data vektor sebaran vegetasi berkanopi lebar dengan lingkup hanya pada *buffer* jaringan jalan sebesar 5m pada setiap segmen jalan di Universitas Brawijaya. Data vegetasi berkanopi lebar pada setiap segmen jaringan jalan Universitas Brawijaya dapat dilihat pada Gambar 5.



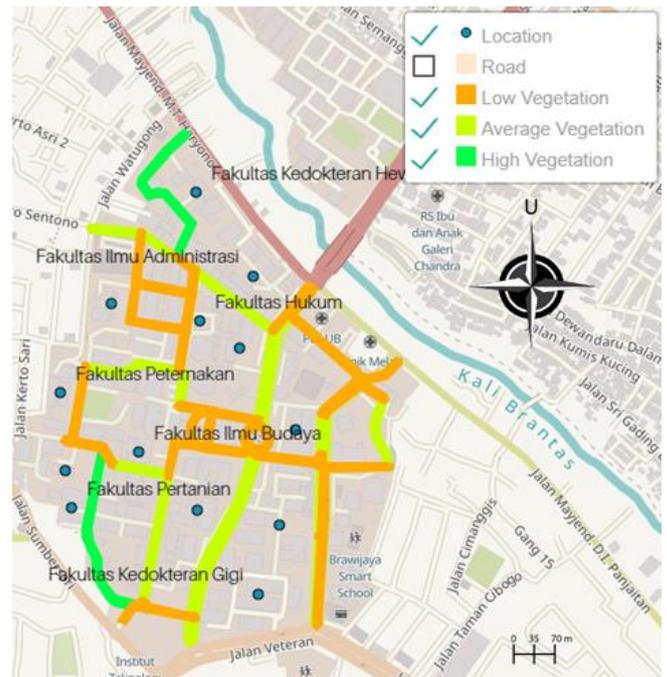
Gambar 5 Data Vegetasi berkanopi lebar pada Setiap Segmen Jaringan Jalan Universitas Brawijaya

Data vegetasi pada setiap segmen jalan kemudian dikalkulasi luasnya dalam satuan m² dengan menggunakan *tools field calculator* pada QGIS sehingga didapatkan luas vegetasi pada setiap segmen jalan. Luas vegetasi tersebut akan digunakan dalam menentukan tingkat kenyamanan pada setiap segmen jalan yang ada di Universitas Brawijaya.

2.2.5. Data Tingkat Kenyamanan Segmen Jalan

Data tingkat kenyamanan segmen jalan didapat dengan melakukan pengelompokan segmen jalan di dalam 3 kategori tingkat kenyamanan. 3 kategori tersebut diantaranya adalah high vegetation, average vegetation, dan low vegetation. Diferensiasi ketiga kategori tersebut dilakukan dengan memberi warna berbeda pada setiap segmen jalan sesuai dengan kategorinya.

Dalam menentukan pengelompokan segmen jalan, peneliti memosisikan diri sebagai ahli dengan melakukan observasi terhadap segmen jalan yang diteliti lalu mengelompokkan segmen jalan tersebut ke dalam kategori yang sesuai. Hasil observasi berupa data tingkat kenyamanan segmen jalan di Universitas Brawijaya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Data Tingkat Kenyamanan Segmen Jalan Universitas Brawijaya

Berdasarkan observasi, didapatkan hasil 2 segmen jalan termasuk dalam kategori *high vegetation*, 16 segmen jalan termasuk dalam kategori *average vegetation*, dan 44 segmen jalan termasuk dalam kategori *low vegetation*.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengembangan Sistem

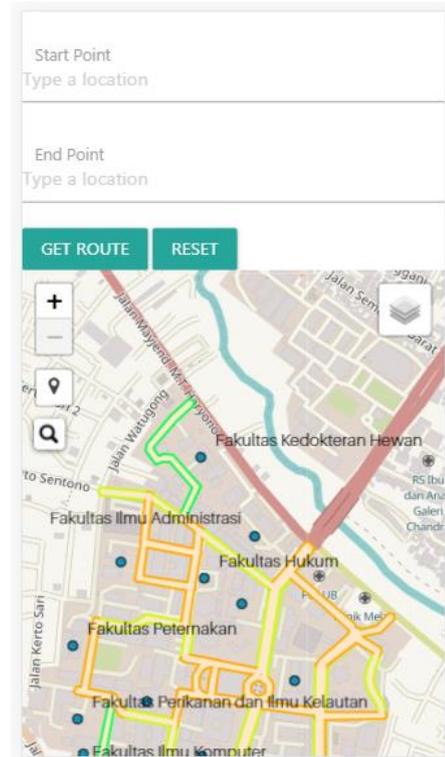
Pengembangan sistem yang dilakukan dengan SDLC *waterfall* menghasilkan sebuah sistem informasi geografis yang memiliki 3 fitur utama. Fitur tersebut merupakan hasil dari analisis kebutuhan pada tahap identifikasi kebutuhan fungsional. Daftar kebutuhan fungsional yang dihasilkan beserta deskripsi dari setiap kebutuhan fungsional dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan Fungsional

No.	Kebutuhan Fungsional	Deskripsi
1	Menampilkan peta berdasarkan layer.	Sistem dapat menampilkan peta Universitas Brawijaya berdasarkan jenis <i>layer</i> yang disediakan oleh aplikasi.
2	Menampilkan rekomendasi rute	Sistem dapat menampilkan rekomendasi rute yang nyaman bagi pengguna berdasarkan titik lokasi awal dan titik lokasi akhir masukan pengguna.
3	Menampilkan posisi pengguna	Sistem dapat menampilkan posisi pengguna pada peta saat menggunakan sistem.

Dalam mengimplementasikan kebutuhan fungsional ke dalam sistem maka dilakukan tahap perancangan dan implementasi sistem. Perancangan sistem menghasilkan permodelan pada beberapa aspek sistem diantaranya adalah permodelan interaksi objek (*sequence diagram*), dan permodelan objek (*class diagram*). Selain itu juga dilakukan perancangan data, perancangan algoritme, dan perancangan antarmuka.

Hasil dari tahap perancangan akan digunakan sebagai acuan pada tahap implementasi sistem. Semua hasil perancangan yang mengacu pada hasil analisis kebutuhan akan diimplementasikan ke dalam sistem sehingga dapat dipastikan kebutuhan fungsional sistem dapat terpenuhi. Hasil dari tahap implementasi sistem diantaranya adalah implementasi algoritme dan implementasi antarmuka. Implementasi algoritme berupa baris kode dibuat berdasarkan hasil dari perancangan algoritme yang masih berupa *pseudocode*. Sedangkan antarmuka sistem diimplementasikan mengacu pada hasil perancangan antarmuka yang masih berupa *mock up*. Hasil implementasi antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Implementasi Antarmuka Sistem

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian merupakan tahap akhir dari pengembangan sistem. kegiatan yang dilakukan mencakup pengujian *black box* dan *user acceptance testing* (UAT).

3.2.1. Pengujian Black Box

Pengujian *Black Box* menghasilkan 100% fitur pada sistem berhasil dijalankan sesuai dengan fungsinya. Berdasarkan hasil pengujian ini, maka dapat disimpulkan bahwa sistem telah berhasil memenuhi kebutuhan fungsional yang merupakan hasil dari analisis kebutuhan pengguna.

3.2.2. User Acceptance Testing

Pengujian *User Acceptance* dapat dilihat pada Tabel 1. Kolom presentase menampilkan presentase keberhasilan sistem dalam memenuhi kriteria pengujian. Presentase tersebut didapat dengan melakukan perbandingan antara kolom bobot dan bobot maksimum. Kolom bobot menampilkan bobot yang didapat pada tiap kriteria berdasarkan respons dari pengguna. Sedangkan kolom bobot maksimum menampilkan batas bobot tertinggi yang bisa diperoleh sistem jika memenuhi tiap kriteria dengan sempurna.

Tabel 2 Hasil Pengujian User Acceptance Testing

Kriteria	Bobot	Bobot Maksimum	Presentase
<i>Performance</i>	205	240	85,417%
<i>Usability</i>	104	120	86,7%
<i>Accuracy</i>	194	240	80,83%
Seluruh kriteria	503	600	83,83%

Berdasarkan hasil pengujian ini, maka dapat disimpulkan bahwa UAT yang melibatkan 30 responden dengan total 150 respons mendapat hasil 83,83% responden menerima dengan baik sistem dari ketiga aspek yang diujikan yaitu *performance*, *usability*, dan *accuracy*.

Pada pengujian kriteria *accuracy*, pernyataan kuisioner memiliki fokus untuk mengukur tingkat akurasi sistem dalam menampilkan rekomendasi rute yang nyaman berdasarkan tingkat vegetasi berkanopi lebar pada setiap segmen jalan. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa 80,83% pengguna setuju dengan rute yang dihasilkan oleh sistem sebagai rekomendasi rute yang nyaman bagi pengguna. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengguna setuju bahwa rute yang paling nyaman untuk pejalan kaki merupakan rute dengan tingkat kapasitas vegetasi berkanopi lebar yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sebaran vegetasi berkanopi lebar di Universitas Brawijaya memiliki pola yang mirip pada sebagian besar segmen jalannya, yaitu terdapat vegetasi berkanopi lebar di sisi segmen jalan. Namun persebaran vegetasi berkanopi lebar di sisi segmen jalan masih belum konsisten.

Pada konteks kapasitas vegetasi berkanopi lebar dapat disimpulkan bahwa mayoritas lingkungan kampus Universitas Brawijaya memiliki kapasitas vegetasi berkanopi lebar pada tingkat rendah. Pernyataan tersebut didapatkan berdasarkan hasil pengelompokan tingkat vegetasi dari setiap segmen jalan yang dilakukan pada tahap akuisisi data.

Pada aspek tingkat kenyamanan rute bagi pejalan kaki, dapat disimpulkan bahwa tingkat kenyamanan rute pejalan kaki berbanding lurus dengan tingkat kapasitas vegetasi berkanopi

lebar. Pernyataan tersebut didapatkan berdasarkan hasil *user acceptance testing* pada kriteria *accuracy*.

Sedangkan pada aspek pengembangan sistem dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Tingkat Kenyamanan Rute Bagi Pejalan Kaki Lingkup Kampus Universitas Brawijaya dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Pernyataan tersebut didapatkan berdasarkan hasil *user acceptance testing* secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA.

Congedo, L., 2018. [media.readthedocs.org](https://media.readthedocs.org/pdf/semiautomaticclassificationmanual-v5/latest/semiautomaticclassificationmanual-v5.pdf). [Online] Available at: <https://media.readthedocs.org/pdf/semiautomaticclassificationmanual-v5/latest/semiautomaticclassificationmanual-v5.pdf> [Diakses Januari 2018].

DeSmith, M. J., Longley, P. A. & Goodchild, M. F., 2015. *Geospatial Analysis : A Comprehensive Guide to Principles, Techniqui and Software Tools*. 5th penyunt. Winchelsea: The Winchelsea Press.

Munir, R., 2012. *Matematika Diskrit*. 5th penyunt. Bandung: Informatika.

Murayama, Y., 2012. *Progress in Geospatial Analysis*. Springer, p. 253.

Pradana, A. H., 2015. *Walkability Jalur Pedestrian by Design di Area Kampus Universitas Brawijaya Malang*. p. 4.

QGIS, 2017. About QGIS. [Online] Available at: <https://qgis.org/en/site/about/index.html> [Diakses 7 September 2017].