

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN ALAT TRANSPORTASI UMUM KOTA MALANG BERDASAR JALUR TERPENDEK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD-WARSHALL

Arif Fahmi, Ir. Heru Nurwasito, M.Kom., Rekyan Regasari MP., ST., MT.
Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya
Email : etgimail@gmail.com

ABSTRACT

Public transportation is still needed to support daily activities. There are three public transportations that frequently used in Malang, they are ojek, taxi, and angkot. Difficulty in choosing the best path and public transportation is a common problem faced by passengers. Floyd-Warshall algorithm is a one of algorithm that used to search the shortest path. Floyd-Warshall algorithm is implemented into a decision support system for selecting public transportation in Malang based on the shortest path.

The designs that used are the analysis of software requirements, general design, and detailed design. The analysis of software requirement consists of actor identification and list of requirement. The general design describe block diagram of system, Data Flow Diagram, and design of decision support system. The detailed design consists of data management, model management, and interface of system. The system is implemented using PHP programming that intragated with MySQL database. The tests that used are statis testing and dynamic testing. The result of the static tests is 100% indicating that the functionality of the system can run well in accordance with the requirements. The result of dynamic testing is 88.86% accuracy of the system which shows that the decision support system can work properly.

Keywords : decision support system, public transportation, Malang, shortest path, Floyd Warshall.

ABSTRAK

Transportasi umum masih sangat dibutuhkan untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Ada tiga jenis transportasi umum yang sering digunakan di Kota Malang, antara lain ojek, taksi, dan angkot. Kesulitan dalam memilih jalur dan transportasi yang tepat adalah permasalahan yang dihadapi oleh calon penumpang. Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu algoritma yang digunakan dalam penentuan jalur dengan lintasan terpendek. Algoritma Floyd-Warshall diimplementasikan ke dalam sistem pendukung keputusan untuk memilih transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek.

Perancangan yang digunakan yaitu analisis kebutuhan perangkat lunak, perancangan umum, dan perancangan detail. Analisis kebutuhan perangkat lunak terdiri dari identifikasi aktor dan daftar kebutuhan. Perancangan umum menjelaskan diagram blok sistem, *Data Flow Diagram*, dan perancangan sistem pendukung keputusan. Perancangan detail terdiri dari manajemen data, manajemen model, dan antarmuka sistem. Sistem ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP yang terintegrasi dengan database MySQL. Pengujian yang digunakan yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis. Hasil pengujian statis yaitu 100% yang menunjukkan bahwa fungsionalitas sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan daftar kebutuhan. Hasil pengujian dinamis yaitu 88,86% akurasi sistem yang menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci : sistem pendukung keputusan, transportasi umum, Kota Malang, jalur terpendek, Floyd Warshall.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi telah dipahami secara luas sebagai salah satu faktor penentu dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah. Ia merupakan tulang punggung bagi aktivitas ekonomi dan aktivitas sosial [8]. Selain transportasi pribadi, transportasi umum masih sangat dibutuhkan untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Ada tiga jenis transportasi umum yang sering digunakan di Kota Malang, antara lain ojek, taksi, dan angkot dengan berbagai macam trayek. Masalah utama yang muncul adalah sulitnya calon penumpang dalam memilih alat transportasi umum yang tepat serta sesuai dengan estimasi tarif dan waktu yang diinginkan. Hal itu tidak lepas dari ketepatan dan keefisienan dalam penentuan jalur yang dilewati.

Permasalahan ini kebanyakan dialami oleh masyarakat pendatang.

Pengambilan keputusan adalah hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan suatu pendekatan untuk mendukung pengambilan keputusan [9]. SPK juga merupakan bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan, dalam hal ini yaitu pemilihan jalur dan alat transportasi umum yang tepat. Salah satu algoritma yang dapat menyelesaikan masalah pemilihan jalur terpendek adalah Algoritma Floyd-Warshall. Algoritma Floyd-Warshall yang menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek [6]. Berdasarkan kebutuhan akan aplikasi sistem pendukung keputusan dalam

memecahkan masalah pemilihan jalur terpendek dan transportasi umum yang tepat, maka penulis memilih tema Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Alat Transportasi Umum Kota Malang Berdasar Jalur Terpendek dengan Menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dari skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana rancangan dari sistem pendukung keputusan pemilihan alat transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*.
2. Bagaimana implementasi dari sistem pendukung keputusan pemilihan alat transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*.
3. Bagaimana pengujian dari sistem pendukung keputusan pemilihan alat transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Alat transportasi yang menjadi obyek adalah transportasi umum Kota Malang yang meliputi taksi, ojek, dan angkutan kota.
2. Jalan yang menjadi obyek adalah jalan umum di Kota Malang yang dapat dilewati angkot dan alat transportasi umum lain, bukan jalan kecil atau gang. Tempat yang menjadi obyek adalah tempat atau bangunan penting di Kota Malang.
3. Input yang diterima oleh sistem adalah lokasi awal dan lokasi tujuan, serta prioritas pengguna. Output yang diterima oleh user adalah jarak terpendek, rute yang dilewati, rekomendasi alat transportasi, estimasi waktu, dan tarif masing-masing transportasi umum.
4. Parameter yang digunakan dalam menentukan lintasan terpendek hanya bergantung pada jarak tempuh dan diasumsikan kondisi lalu lintas lancar, lampu lalu lintas diabaikan.
5. Perhitungan jarak terpendek menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*.
6. Aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP.
7. *Database Management System* yang digunakan adalah MySQL.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun suatu aplikasi sistem pendukung keputusan pemilihan alat

transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari skripsi ini yaitu:

1. Bagi penulis
 - a. Menerapkan ilmu yang telah diperoleh dari Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
 - b. Mendapatkan pemahaman tentang sistem pendukung keputusan dan *Floyd-Warshall*.
2. Bagi pengguna

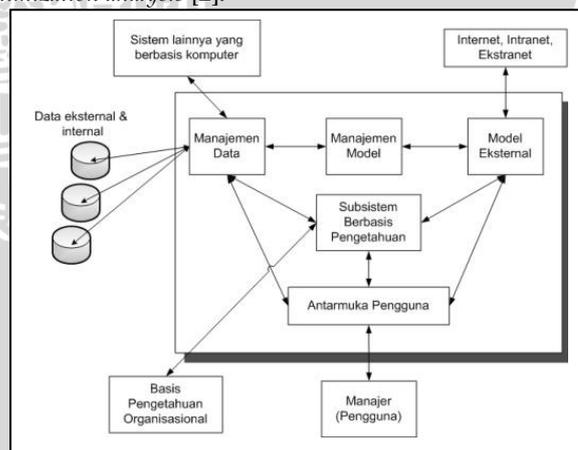
Sebagai alat bantu bagi masyarakat, khususnya masyarakat pendatang, dalam mengambil keputusan untuk memilih transportasi umum Kota Malang ke tujuan tertentu dengan lintasan terpendek, sesuai dengan pilihan prioritasnya.

1.6 Sistem Pendukung Keputusan

Decision Support System atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK), secara umum didefinisikan sebagai sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan baik kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah semi-terstruktur [1].

Sistem pendukung keputusan disusun oleh lima komponen utama, yaitu manajemen data, manajemen model, model eksternal, subsistem berbasis pengetahuan, dan antarmuka pengguna [1].

Model analisa SPK terdiri dari empat model, yaitu *what-if analysis*, *sensitivity analysis*, *goal seeking analysis*, dan *optimization analysis* [2].



Gambar 1.1 Arsitektur sistem pendukung keputusan [5]

1.7 Sistem Transportasi Umum Kota Malang

Ada tiga jenis transportasi umum di Kota Malang yang sering digunakan, antara lain:

- a. Angkot

Terdiri dari 25 jenis trayek [4] yang tiap jenis dibagi dua untuk rute pulang dan pergi. Tarif sekali naik transportasi ini adalah Rp 2.500,00.

- b. Ojek
Transportasi tanpa trayek yang penentuan tarifnya melalui tawar menawar dengan pengendara maupun dengan argo.
- c. Taksi
Transportasi tanpa trayek yang tarifnya sudah ditentukan oleh argometer yang terpasang di dalam kendaraan ini.

1.8 Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Floyd-Warshall

Pencarian jalur terpendek merupakan suatu permasalahan yang sering timbul pada pengguna transportasi. Dalam melakukan pemilihan terhadap jalur terpendek, dapat dilakukan dengan metode algoritma. Salah satu algoritma pencarian jalur terpendek terbaik adalah *Floyd-Warshall*.

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait [6]. Algoritma ini membandingkan seluruh jalur yang terhubung, sehingga kecil kemungkinan untuk tersasar atau tidak sampai tujuan.

Berikut merupakan rumus utama [3] dan *pseudocode* dari Algoritma *Floyd-Warshall*:

$$d_{ij}^{(k)} = \begin{cases} w_{ij} & \text{if } k = 0 \\ \min(d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}) & \text{if } k \geq 1 \end{cases} \quad (1)$$

```
function fw(int[1..n,1..n] graph) {
  // Inisialisasi
  var int[1..n,1..n] jarak := graph
  var int[1..n,1..n] sebelum
  for i from 1 to n
    for j from 1 to n
      if jarak[i,j] < Tak-hingga
        sebelum[i,j] := i
  // Perulangan utama pada algoritma
  for k from 1 to n
    for i from 1 to n
      for j from 1 to n
        if jarak[i,j] > jarak[i,k] + jarak[k,j]
          jarak[i,j] = jarak[i,k] + jarak[k,j]
          sebelum[i,j] = sebelum[k,j]
  return jarak
}
```

Gambar 1.2 *Pseudocode* Algoritma *Floyd-Warshall* [6]

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

Studi literatur menjelaskan dasar teori yang digunakan sebagai penunjang dan pendukung penulisan skripsi.

2.2 Pengumpulan Data

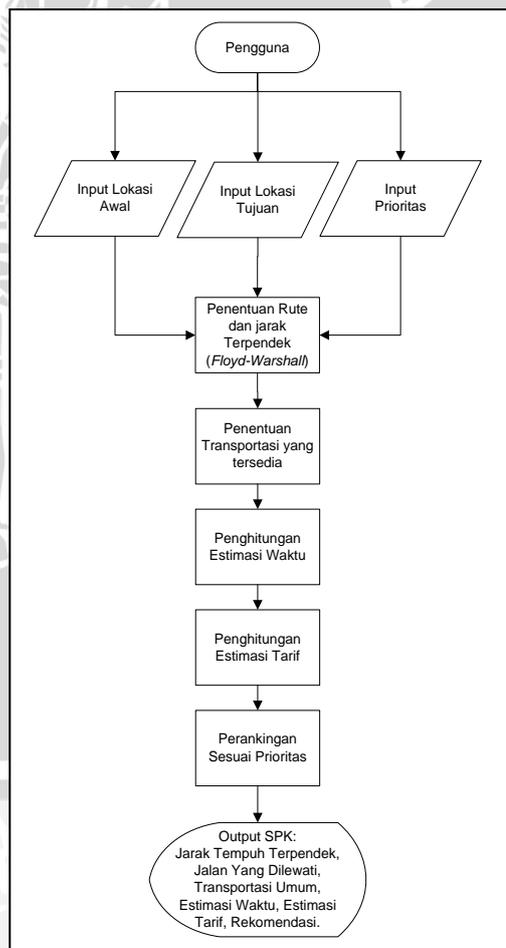
Tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan transportasi kota malang yang meliputi jalan, jarak, trayek, kecepatan, serta tarif penggunaan transportasi umum. Data dikumpulkan langsung dari Dinas Perhubungan Kota Malang, observasi, angket terhadap para pengguna transportasi umum, serta wawancara dengan para pengendara transportasi umum.

2.3 Perancangan Fungsional

Perancangan fungsional perangkat lunak didapat dari studi literatur dan analisis kebutuhan. Pada perancangan fungsional juga digambarkan rancangan sistem pendukung keputusan, DFD, diagram ERD, dan rancangan algoritma.

2.4 Perancangan Sistem

Permasalahan yang diselesaikan dalam sistem ini adalah bagaimana menentukan jalur terpendek dan dilanjutkan dengan penentuan transportasi umum yang tepat. Berikut merupakan *flowchart* dari sistem:



Gambar 2.1 *Flowchart* SPK
Sumber: Perancangan

2.5 Implementasi

Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman terstruktur, yaitu menggunakan bahasa pemrograman PHP dan mengintegrasikannya ke database MySQL.

2.6 Pengujian dan Analisis

Metode pengujian terdiri dari dua kategori yaitu metode statis dan metode dinamis. Pengujian statis dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan dengan kinerja sistem. Pengujian dinamis dilakukan untuk mengetahui performa sistem pendukung keputusan atau akurasi sistem dalam memberikan rekomendasi dengan membandingkan pengujian data secara manual dengan pengujian data menggunakan sistem.

2.7 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis terhadap sistem yang dibangun. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi dan menyempurnakan penulisan serta untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan aplikasi selanjutnya.

3. PERANCANGAN

3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

3.1.1 Identifikasi Aktor

Tahap ini mempunyai tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap aktor-aktor yang akan berinteraksi dengan sistem.

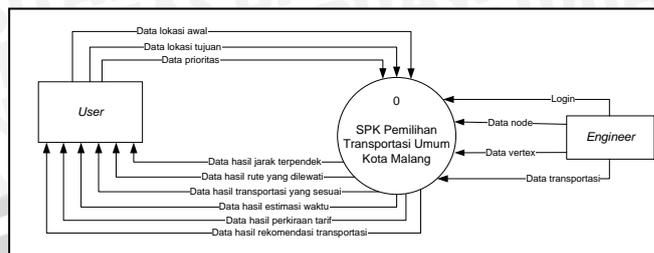
Tabel 3.1 Deskripsi aktor

Aktor	Deskripsi aktor
User	Aktor yang menggunakan sistem untuk mencari solusi dari permasalahan yang dimiliki, dalam hal ini solusi berupa jalur terpendek dan transportasi umum terbaik menurut prioritas pengguna.
Admin	Aktor yang bertugas untuk melakukan <i>maintenance</i> sistem dan update data melalui sistem maupun secara langsung di dalam database.

Sumber: Perancangan

3.1.2 Data Flow Diagram (DFD)

Kebutuhan data maupun fungsional yang diperlukan oleh sistem digambarkan dalam diagram alir data. Secara keseluruhan sistem ini memiliki beberapa level dalam pemodelan diagram, diantaranya : *Context Diagram* atau *DFD level 0*, dan *DFD level 1*. *Context Diagram* sebagai *top diagram* yang dapat memberikan gambaran umum dari sebuah sistem, diantaranya: pemodelan aliran-aliran masuk dan keluar baik yang berasal dari sistem maupun yang berasal dari entitas-entitas eksternal. Sedangkan masing-masing *level* pada DFD menggambarkan proses yang lebih rinci terhadap perubahan data dan fungsionalitas dalam sistem.

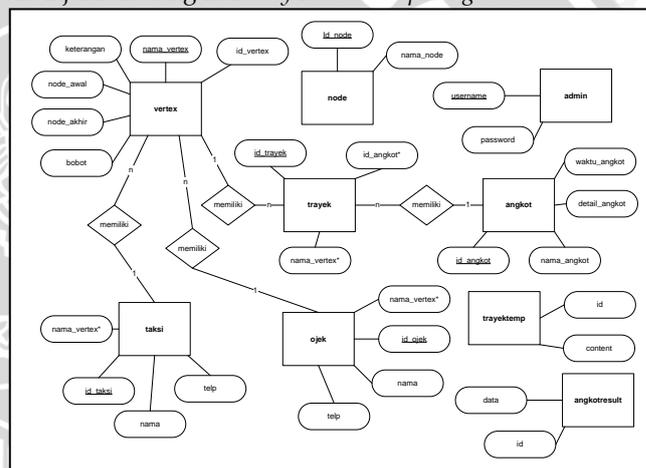


Gambar 3.1 DFD Level 0 SPK
Sumber: Perancangan

3.2 Perancangan SPK

3.2.1 Manajemen Data

Pada perancangan basis data sistem ini menggunakan enam tabel yaitu tabel jalan, tabel tempat, tabel trayek, tabel angkot, tabel taksi, dan tabel ojek. Perancangan tabel ditunjukkan dengan *Entity Relationship Diagram*.



Gambar 3.2 ERD SPK
Sumber: Perancangan

3.2.2 Manajemen Model

Sistem ini menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall* dalam penentuan jalur terpendek. Ada beberapa tahap dalam memproses input dari *user* hingga menghasilkan keluaran. Tahapan tersebut antara lain:

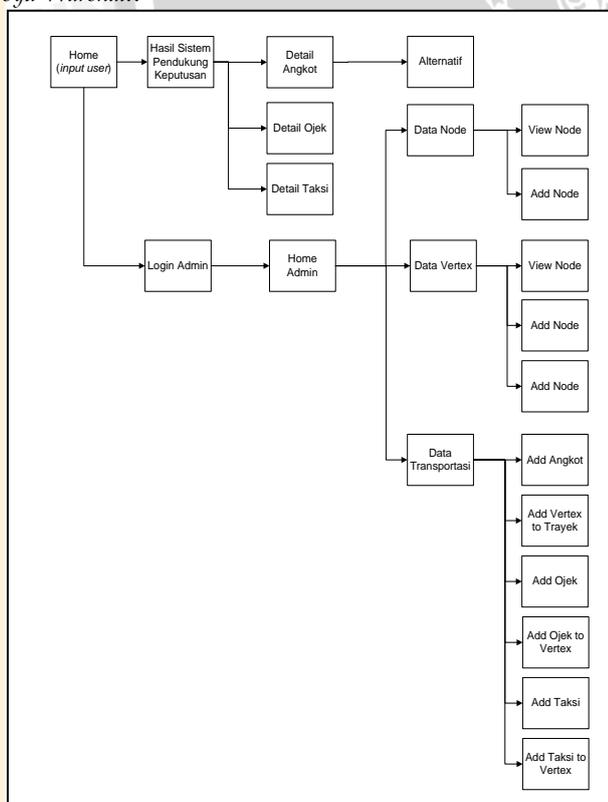
1. Pencarian rute dan jarak terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*
Pada tahap ini dilakukan perhitungan semua data yang ada di dalam *database* kemudian didapatkan jalur dan jarak terpendek dari masing-masing pasangan data.
2. Pencarian trayek angkutan kota yang sesuai
Pencarian trayek dilakukan dengan memeriksa satu persatu *vertex* yang dilalui. Sistem ini berusaha menghasilkan kombinasi trayek yang kecil sehingga meminimalisir estimasi waktu dan tarif yang akan dikeluarkan.



3. Perhitungan Estimasi Waktu Setiap Jenis Transportasi
Perhitungan estimasi waktu dihitung berdasar jarak terpendek yang akan dilalui dibagi dengan kecepatan masing-masing transportasi umum. Khusus untuk angkot, ditambah dengan waktu untuk menunggu angkot jika terjadi oper.
4. Perhitungan Estimasi Tarif Setiap Jenis Transportasi
Perhitungan estimasi tarif dihitung berdasar jarak terpendek yang diproses dengan rumus tarif masing-masing transportasi umum. Khusus untuk angkot, tarif bertambah jika terjadi oper.
5. Penentuan Transportasi Terbaik
Proses ini dilakukan dengan membandingkan tarif atau waktu masing-masing jenis transportasi sesuai dengan prioritas yang dipilih oleh pengguna. Sistem ini juga akan menampilkan semua hasil perhitungan tiap jenis transportasi sebagai pertimbangan. Pada halaman transportasi ojek dan taksi pun akan ditampilkan rekomendasi pemilik kendaraan dan kontaknya untuk keperluan *advertisement*.

3.2.3 Antarmuka Pengguna

Berikut merupakan sitemap dari sistem pendukung keputusan pemilihan transportasi umum Kota Malang berdasar jalur terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*:



Gambar 3.2 Sitemap SPK
Sumber: Perancangan

4. IMPLEMENTASI

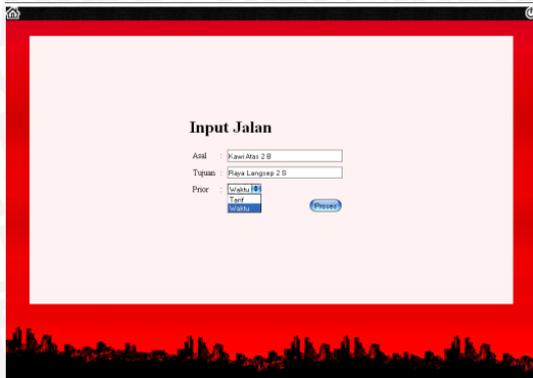
4.1 Batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam implementasi sistem pakar adalah sebagai berikut:

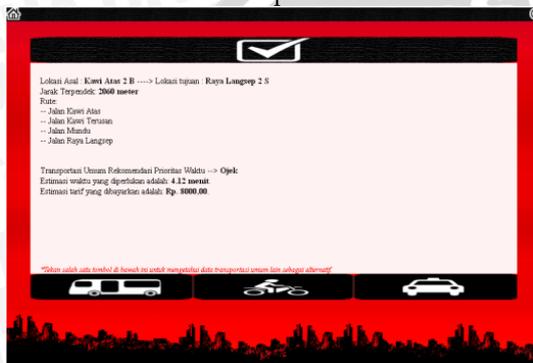
1. Input yang diterima oleh sistem adalah lokasi awal dan lokasi tujuan yang berupa nama jalan atau nama bangunan dan tempat penting yang oleh sistem dianggap sebagai vertex serta prioritas dasar keputusan *user*.
2. Output yang diterima oleh *user* adalah rute yang dilewati berupa nama jalan tanpa peta, jarak terpendek, alat transportasi yang dapat digunakan, estimasi waktu, tarif, dan rekomendasi.
3. Algoritma yang digunakan dalam penentuan jalur terpendek adalah *Floyd-Warshall*.
4. Obyek yang diproses dalam perhitungan jarak terpendek hanya *node* yang saling berhubungan berupa vertex atau jalan yang datanya ada di dalam database.
5. Jalan yang menjadi obyek adalah jalan utama atau umum di Kota Malang yang dapat dilewati angkot dan bukan jalan kecil atau gang.
6. Parameter yang digunakan dalam menentukan lintasan terpendek hanya bergantung pada jarak tempuh dan diasumsikan kondisi lalu lintas normal lancar, lampu lalu lintas diabaikan.
7. Satu jenis transportasi diasumsikan memiliki kecepatan sama.
8. Tarif yang dihasilkan oleh sistem adalah tarif sesuai rumus, kegiatan tawar menawar antara pengemudi dan penumpang diabaikan.
9. Apabila terdapat suatu kasus dimana suatu jalan tidak dilalui angkot satu pun dan total panjang jalan kurang dari 500 meter, maka *user* diberi saran untuk berjalan kaki.
10. Rekomendasi angkot hanya akan tampil jika terjadi oper kurang dari tiga kali.
11. Antarmuka sistem dapat digunakan secara langsung oleh *user*, tetapi diharuskan melakukan proses login terlebih dahulu bagi *administrator*.
12. *User* sebelumnya telah mengetahui nama jalan atau tempat yang menjadi lokasi awal dan tujuan.
13. Eksekusi program berjalan sesuai dengan waktu eksekusi algoritma *Floyd-Warshall*, yaitu $\Theta(v^3)$.
14. Versi XAMPP yang digunakan adalah versi 1.7.4.
15. *Web browser* yang digunakan selama proses implementasi adalah Mozilla Firefox.
16. *Database* sistem atau basis pengetahuan disimpan dalam DBMS MySQL.

4.2 Implementasi Antarmuka

Berikut merupakan tampilan aplikasi SPK pemilihan transportasi umum Kota Malang:



Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama
Sumber: Implementasi



Gambar 4.2 Tampilan Halaman Hasil SPK
Sumber: Implementasi



Gambar 4.3 Tampilan Salah Satu Detail Transportasi
Sumber: Implementasi

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Statis

Pengujian statis dilakukan dengan cara menguji apakah sistem bisa memberikan hasil sesuai rancangan dan desain yang telah dibuat.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Statis

No.	Nama Kasus Uji	Status
1	Uji coba <i>input user</i>	Valid
2	Uji coba lihat hasil sistem pendukung keputusan	Valid
3	Uji coba lihat hasil transportasi angkot	Valid
4	Uji coba lihat jalur dan angkot alternatif	Valid
5	Uji coba lihat hasil transportasi ojek	Valid
6	Uji coba lihat hasil transportasi taksi	Valid
7	Uji coba <i>login</i> dan <i>logout administrator</i>	Valid
8	Uji coba <i>view node</i>	Valid
9	Uji coba <i>add node</i>	Valid
10	Uji coba <i>view vertex</i>	Valid
11	Uji coba <i>add vertex</i>	Valid
12	Uji coba <i>edit vertex</i>	Valid
13	Uji coba <i>delete vertex</i>	Valid
14	Uji coba <i>add angkot</i>	Valid
15	Uji coba <i>add vertex to trayek</i>	Valid
16	Uji coba <i>add ojek</i>	Valid
17	Uji coba <i>add ojek to vertex</i>	Valid
18	Uji coba <i>add taksi</i>	Valid
19	Uji coba <i>add taksi to vertex</i>	Valid

Sumber: Pengujian

Ketika membuka halaman hasil SPK, waktu yang dibutuhkan cukup lama karena *database* memuat data jalan se-kota Malang. Algoritma Floyd berjalan dalam waktu $\Theta(v^3)$ [7] sehingga semakin banyak jumlah *vertex*, maka semakin lama pula proses pencarian solusi.

5.2 Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dilakukan dengan membandingkan hasil dari sistem dengan hasil dari lapangan. Ada beberapa hal yang penting dalam pemrosesan program ini. Pertama adalah proses pengambilan jalur dan perhitungan jarak terpendek menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*. Hal tersebut yang akan menjadi acuan proses selanjutnya, yaitu proses perhitungan waktu dan tarif pada angkot, ojek, dan taksi. Terakhir adalah proses pengambilan transportasi terbaik dengan membandingkan hasil perhitungan tiap jenis transportasi umum. Sejumlah data lapangan dimasukkan ke dalam sistem. Hasil dari sistem akan dibandingkan dengan hasil lapangan untuk mengetahui keakuratan hasil dari masing-masing proses.

Tabel 5.2 Tabel Daftar Kasus Lapangan

Nomor Kasus	Kasus
1	Dari perempatan Jalan Kalpataru menuju Jalan Jakarta
2	Dari Jalan Bogor Menuju Jalan Kalpataru
3	Dari pertigaan Jalan Kawi menuju perempatan Mergan
4	Dari Jalan Sumbersari menuju Malang Town Square
5	Dari perempatan Mergan ke Perempatan ITN
6	Dari Jalan Gadang menuju Jalan Raung
7	Dari Jalan Gajayana menuju Alun-Alun Kota Malang
8	Dari Sumbersari menuju Arjosari
9	Dari Arjosari Menuju Jalan Kalpataru
10	Dari Jalan S Parman menuju Arjosari
11	Dari Malang Town Square menuju Mall Olympic Garden
12	Dari Gadang menuju Mergan
13	Dari Jalan Soekarno Hatta menuju Landungsari
14	Dari Jalan Kalpataru menuju Pasar Besar
15	Dari Universitas Brawijaya menuju Dieng Plaza

Sumber: Pengujian



Tabel 5.3 Tabel Perbandingan Jalur dan Jarak Terpendek

No. Kasus	Hasil Sistem		Hasil Manual		Akurasi
	Jalur	Jarak	Jalur	Jarak	
1	Jalan Kalpataru -- Jalan Cengkeh-- Jalan Coklat -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Mayjend DI Panjaitan -- Jalan Garut -- Jalan Jakarta	4590 m	Jalan Kalpataru -- Jalan Cengkeh-- Jalan Coklat -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Mayjend DI Panjaitan -- Jalan Garut -- Jalan Jakarta	4590 m	1
2	Jalan Bogor -- Jalan Mayjend DI Panjaitan -- Jalan Depan Gerbang UB Suhat -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Coklat -- Jalan Cengkeh -- Jalan Kalpataru	3850 m	Jalan Bogor -- Jalan Mayjend DI Panjaitan -- Jalan Depan Gerbang UB Suhat -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Coklat -- Jalan Cengkeh -- Jalan Kalpataru	3850 m	1
3	Jalan Kawi Atas -- Jalan Kawi Terusan -- Jalan Mundu -- Jalan Raya Langsep	2060 m	Jalan Kawi Atas -- Jalan Kawi Terusan -- Jalan Mundu -- Jalan Raya Langsep	2060 m	1
4	Jalan Sumbersari -- Jalan Veteran	1500 m	Jalan Sumbersari -- Jalan Veteran	1500 m	1
5	Jalan Raya Langsep -- Jalan Galunggung -- Jalan Bendungan Sutami	3050 m	Jalan Raya Langsep -- Jalan Galunggung -- Jalan Bendungan Sutami	3050 m	1
6	Jalan Raya Gadang -- Jalan Kolonel Soegiono -- Jalan Laksamana Martadinata -- Jalan Pasar Besar -- Jalan KH Zaiunul Arifin -- Jalan Aries Munandar -- Jalan MGR Sugitopranoto -- Jalan Jendral Basuki Rachmad -- Jalan Brigjend Slamet Riyadi -- Jalan Buring -- Jalan Merbabu -- Jalan Ijen	7590 m	Jalan Raya Gadang -- Jalan Kolonel Soegiono -- Jalan Laksamana Martadinata -- Jalan Pasar Besar -- Jalan KH Zaiunul Arifin -- Jalan Aries Munandar -- Jalan MGR Sugitopranoto -- Jalan Jendral Basuki Rachmad -- Jalan Brigjend Slamet Riyadi -- Jalan Buring -- Jalan Merbabu -- Jalan Ijen	7590 m	1
7	-- Jalan Gajayana -- Jalan Sumbersari -- Jalan Bendungan Sutami -- Jalan Galunggung -- Jalan Gading -- Jalan Kawi Terusan -- Jalan Kawi Atas -- Jalan Kawi -- Jalan Arif Rachman Hakim -- Jalan Merdeka Utara	5120 m	-- Jalan Gajayana -- Jalan Sumbersari -- Jalan Bendungan Sutami -- Jalan Galunggung -- Jalan Gading -- Jalan Kawi Terusan -- Jalan Kawi Atas -- Jalan Kawi -- Jalan Arif Rachman Hakim -- Jalan Merdeka Utara	5120 m	1
8	Jalan Gajayana -- Jalan MT Haryono -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Borobudur -- Jalan Letjen S Parman -- Jalan Letjend A Yani -- Jalan Letjend A Yani Utara -- Jalan Raden Intan	8135 m	Jalan Gajayana -- Jalan MT Haryono -- Jalan Soekarno Hatta -- Jalan Borobudur -- Jalan Letjen S Parman -- Jalan Letjend A Yani -- Jalan Letjend A Yani Utara -- Jalan Raden Intan	8135 m	1
9	Jalan Simpang Panji Suroso -- Jalan Raden Panji Suroso -- Jalan Tenaga Utara -- Jalan Tenaga Barat -- Jalan Karya Timur -- Jalan Ciliwung -- Jalan Lerjend Sutoyo -- Jalan Kedawung -- Jalan Kalpataru	4610 m	Jalan Simpang Panji Suroso -- Jalan Raden Panji Suroso -- Jalan Tenaga Utara -- Jalan Tenaga Barat -- Jalan Karya Timur -- Jalan Ciliwung -- Jalan Lerjend Sutoyo -- Jalan Kedawung -- Jalan Kalpataru	4610 m	1
10	Jalan Letjen S Parman -- Jalan Letjend A Yani -- Jalan Letjend A Yani Utara -- Jalan Raden Intan	3150 m	Jalan Letjen S Parman -- Jalan Letjend A Yani -- Jalan Letjend A Yani Utara -- Jalan Raden Intan	3150 m	1
11	Jalan Veteran -- Jalan Bandung -- Jalan Ijen -- Jalan Besar Ijen -- Jalan Kawi	3170 m	Jalan Veteran -- Jalan Bandung -- Jalan Ijen -- Jalan Besar Ijen -- Jalan Kawi	3170 m	1
12	Jalan Satsui Tubun -- Jalan Sudanco Supriadi -- Jalan Mergan Lori	5550 m	Jalan Satsui Tubun -- Jalan Sudanco Supriadi -- Jalan Mergan Lori	5550 m	1
13	Jalan Soekarno Hatta -- Jalan MT Haryono -- Jalan Raya Tlogomas	5425 m	Jalan Soekarno Hatta -- Jalan MT Haryono -- Jalan Raya Tlogomas	5425 m	1
14	Jalan Melati -- Jalan Mawar -- Jalan Tawangmangu -- Jalan Kaliurang -- Jalan Jaksa Agung Suprpto -- Jalan Jendral Basuki Rachmad -- Jalan MGR Sugitopranoto -- Jalan Merdeka Timur -- Jalan Sukoharjo Wiryopranoto	4410 m	Jalan Melati -- Jalan Mawar -- Jalan Tawangmangu -- Jalan Kaliurang -- Jalan Jaksa Agung Suprpto -- Jalan Jendral Basuki Rachmad -- Jalan MGR Sugitopranoto -- Jalan Merdeka Timur -- Jalan Sukoharjo Wiryopranoto	4410 m	1
15	Jalan Veteran -- Jalan Bendungan Sutami -- Jalan Galunggung	1950 m	Jalan Veteran -- Jalan Bendungan Sutami -- Jalan Galunggung	1950 m	1

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.3, terdapat sebuah data akurasi sistem dalam proses pengambilan jalur dan jarak terpendek. Maka, dapat dihitung akurasi totalnya sebagai berikut :

Akurasi proses pengambilan jalur dan jarak terpendek = $\frac{15}{15} \times 100\% = 100\%$

Berdasarkan tabel 6.4, terdapat dua buah data hasil proses oleh sistem dan data lapangan dalam proses pengambilan angkot rekomendasi dan angkot alternatif. Dari kedua data tersebut dibandingkan dan akan diberi

skor 1 jika kedua data sama. Angkot rekomendasi akan tampil jika terdapat trayek yang melalui lokasi asal dengan lokasi tujuan tanpa memperhatikan hasil dari perhitungan jalur oleh algoritma *Floyd-Warshall*. Perbedaan penginputan titik lokasi akan menghasilkan data yang berbeda walaupun berada di wilayah yang saling berdekatan. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total proses pengambilan angkot sebagai berikut :

Akurasi proses pengambilan angkot = $\frac{13}{15} \times 100\% = 86.67\%$



Tabel 5.4 Tabel Perbandingan Ketersediaan Angkot

No. Kasus	Sistem		Lapangan		Akurasi		
	Angkot Rekomendasi	Angkot Alternatif	Angkot Rekomendasi	Angkot Alternatif	Akurasi Angkot Rekomendasi	Akurasi Angkot Alternatif	Akurasi Total
1	ASD	ASD	ASD	ASD	1	1	1
2	ASD	ASD	ASD	ASD	1	1	1
3	MM1 – ASD1 – MM1	MM1	MM1 – ASD1 – MM1	MM1	1	1	1
4	AL2	AL2	AL2	AL2	1	1	1
5	JDM2	JDM2	JDM2	JDM2	1	1	1
6	-	-	-	LDH1	1	0	0,5
7	JDM1 – LH1 – MM2 – LH1	LH1	JDM1 – LH1 – MM2 – LH1	LH1	1	1	1
8	TSG2 – JPK1 – ABH2	-	TSG2 – JPK1 – ABH2	AL	1	0	0,5
9	AL1 – CKL1	-	AL1 – CKL1	ABH1	1	0	0,5
10	ADL2 – ABH2	ADL2 AH2 AJH2 AT2 HA1	ADL2	ADL2 AH2 AJH2 AT2 HA1	0	1	0,5
11	-	-	-	-	1	1	1
12	-	HML1	-	HML1	1	1	1
13	ABH1 - JPK2 - ADL1	-	ABH1 - JPK2 - ADL1	-	1	1	1
14	ABH1 – AH1 – HA2	-	ABH1 – AH1 – HA2	-	1	1	1
15	AL1 – JDM1	-	AL1 – JDM1	-	1	1	1

Sumber: Pengujian

Tabel 5.5 Tabel Perbandingan Waktu Angkot

No. Kasus	Waktu Angkot (Sistem)	Waktu Angkot (Lapangan)	Akurasi
1	15,30 menit	16:58 (16,97 menit)	0,90
2	12,83 menit	15:38 (15,63 menit)	0,82
3	6,87 menit	9:34 (9,57 menit)	0,72
4	5,00 menit	5:04 (5,06 menit)	0,99
5	10,17 menit	15:26 (15,43 menit)	0,66

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.5, terdapat dua data estimasi waktu angkot, yaitu hasil perhitungan sistem dan hasil survey lapangan. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total estimasi waktu angkot sebagai berikut :

$$\text{Akurasi estimasi waktu angkot} = \frac{4,09}{5} \times 100\% = 81,80\%$$

Tabel 5.6 Tabel Perbandingan Tarif Ojek

No. Kasus	Tarif Ojek (Sistem)	Tarif Ojek (Lapangan)	Akurasi
1	13000	15000	0,87
2	11000	10000	0,91
3	8000	7000	0,88
4	6000	5000	0,83
5	10000	7000	0,70

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.6, terdapat dua data estimasi tarif ojek, yaitu hasil perhitungan sistem dan hasil survey lapangan kepada berbagai merk ojek antara lain Ojek Online Kota Malang (kasus 1), Raja Ojek(kasus 2, 3, 4), OjekNPay (kasus 5). Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total estimasi tarif ojek sebagai berikut :

$$\text{Akurasi estimasi tarif ojek} = \frac{4,19}{5} \times 100\% = 83,80\%$$

Tabel 5.7 Tabel Perbandingan Waktu Ojek

No. Kasus	Waktu Ojek (Sistem)	Waktu Ojek (Lapangan)	Akurasi
1	9,18 menit	8:45 (8,75 menit)	0,95
2	7,70 menit	7:53 (7,88 menit)	0,98
3	4,12 menit	3:51 (3,85 menit)	0,93
4	3,00 menit	3:49 (3,81 menit)	0,79
5	6,10 menit	7:10 (7,17 menit)	0,85

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.7, terdapat dua data estimasi waktu ojek, yaitu hasil perhitungan sistem dan hasil survey lapangan. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total estimasi waktu ojek sebagai berikut :

$$\text{Akurasi estimasi waktu ojek} = \frac{4,50}{5} \times 100\% = 90\%$$

Tabel 5.8 Tabel Perbandingan Tarif Taksi

No. Kasus	Tarif Taksi (Sistem)	Tarif Taksi (Lapangan)	Akurasi
1	18500	15200	0,82
2	16400	15500	0,95
3	11000	8300	0,75
4	9200	8000	0,87
5	14000	13700	0,98

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.8, terdapat dua data estimasi tarif taksi, yaitu hasil perhitungan sistem dan hasil survey lapangan dengan menggunakan taksi Argo. Tarif lapangan merupakan tarif yang tertera di argo taksi, jika tarif kurang dari Rp 20.000,00 maka penumpang harus membayar tarif minimal. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total estimasi tarif taksi sebagai berikut :

$$\text{Akurasi estimasi tarif taksi} = \frac{4,37}{5} \times 100\% = 87,4\%$$

Tabel 5.9 Tabel Perbandingan Waktu Taksi

No. Kasus	Waktu Taksi (Sistem)	Waktu Taksi (Lapangan)	Akurasi
1	11,47 menit	10:14 (10,23 menit)	0,89
2	9,62 menit	9:21 (9,35 menit)	0,97
3	5,15 menit	3:27 (3,45 menit)	0,67
4	3,75 menit	5:31 (5,17 menit)	0,73
5	7,62 menit	9:28 (9,47 menit)	0,80

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 5.9, terdapat dua data estimasi waktu taksi, yaitu hasil perhitungan sistem dan survey lapangan menggunakan taksi Argo. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total estimasi waktu taksi sebagai berikut :

$$\text{Akurasi estimasi waktu taksi} = \frac{4,06}{5} \times 100\% = 81,20\%$$

Tabel 6.10 Tabel Perbandingan Rekomendasi Transportasi Umum

No. Kasus	Prioritas (Sistem)		Prioritas (Manual)		Akurasi
	Tarif	Waktu	Tarif	Waktu	
1	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
2	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
3	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
4	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
5	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
6	Ojek	Ojek	Ojek	Ojek	1
7	Ojek	Ojek	Ojek	Ojek	1
8	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
9	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
10	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
11	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
12	Ojek	Ojek	Ojek	Ojek	1
13	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
14	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1
15	Angkot	Ojek	Angkot	Ojek	1

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 6.10, terdapat dua data rekomendasi transportasi umum sesuai prioritas, yaitu hasil perhitungan sistem dan hasil perhitungan manual. Dari kedua data tersebut dijumlah dan diambil akurasi rata-rata. Maka, dapat dihitung akurasi total rekomendasi transportasi umum sebagai berikut :

$$\text{Akurasi rekomendasi transportasi} = \frac{15}{15} \times 100\% = 100\%$$

Tabel 6.11 Tabel Rekap Pengujian

No	Nama Proses	Akurasi
1	Perhitungan Jarak dan Jalur Terpendek	100%
2	Pengambilan Trayek Angkot	86,67%
3	Perhitungan Estimasi Waktu Angkot	81,80%
4	Perhitungan Estimasi Tarif Ojek	83,80%
5	Perhitungan Estimasi Waktu Ojek	90%
6	Perhitungan Estimasi Tarif Taksi	87,40%
7	Perhitungan Estimasi Waktu Taksi	81,20%
8	Pengambilan Rekomendasi Transportasi Umum	100%

Sumber: Pengujian

Berdasarkan tabel 6.11, terdapat data akurasi setiap tahap dalam sistem yang berbeda-beda. Maka, dapat dihitung akurasi sistem sebagai berikut :

$$\text{Akurasi sistem} = \frac{710,87}{8} \times 100\% = 88,86\%$$

6. KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi dan hasil pengujian dari sistem pendukung keputusan pemilihan transportasi umum Kota Malang berdasar jarak terpendek dengan

menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *Floyd-Warshall* dapat digunakan sebagai metode pengambilan keputusan dengan permasalahan yang memuat proses penentuan jalur terpendek.
2. Aplikasi sistem pendukung keputusan ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi dalam mencari transportasi umum dengan jalur terpendek.
3. Sistem pendukung keputusan ini memiliki kinerja sistem yang mampu berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan fungsional. Kekurangan sistem ini adalah waktu eksekusi yang sedikit lama dalam memberikan rekomendasi transportasi umum karena Algoritma *Floyd-Warshall* berjalan dalam waktu $\Theta (v^3)$ [7] sehingga semakin banyak jumlah *vertex*, maka semakin lama pula proses pencarian solusi.
4. Sistem pendukung keputusan ini mampu memberikan informasi dan rekomendasi transportasi umum yang tepat dan efisien. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian dinamis sistem secara keseluruhan yang memberikan akurasi rata-rata sebesar 88,86%.

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem pendukung keputusan ini antara lain:

1. Penelitian mengenai sistem pendukung keputusan pemilihan alat transportasi umum berdasar jalur terpendek ini dapat dikembangkan dengan menambah fitur seperti GPS dan peta dengan tanpa menghilangkan fitur sebelumnya agar tetap dapat diakses oleh *user* yang menggunakan perangkat non-GPS.
2. Variabel yang mempengaruhi pengambilan keputusan dapat ditambah atau di-*update* lagi, seperti kemacetan atau volume kendaraan pada suatu jalan, agar sistem memiliki pertimbangan pemilihan transportasi umum yang lebih tepat dan efisien.
3. Algoritma yang digunakan dapat dikembangkan agar waktu yang digunakan dalam eksekusi program berjalan lebih cepat.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azwany, Faraby. 2010. *Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Usaha Rakyat pada Bank Syariah Mandiri Cabang Medan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] Behl, Ramesh. 2009. *Information Technology for Management*. Tata McGraw-Hill Education. New Delhi.
- [3] Cormen, Thomas H. 2003. *Introduction to Algorithms 2nd Edition*. The MIT Press. Cambridge, London.
- [4] Dinas Perhubungan Kota Malang. 2011. *Arsip Jaringan Trayek Angkutan Kota Malang*. Malang: Dinas Perhubungan Kota Malang.
- [5] Kusriani. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Novandi, Raden A.D. 2007. *Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek (Single Pair Shortest Path)*. Bandung: ITB.

- [7] Srinivasan, R., et al. 2007. *A Scalable Parallelization of All-Pairs Shortest Path Algorithm for a High Performance Cluster Environment*. Sriperambudur: Sri Venkateswara College of Engineering.
- [8] Suman, Agus. 2007. *Pemberdayaan Pengguna Transport Publik: Analisis Kepuasan Pengguna Angkutan Kota (Angkot) di Kotamadya Malang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [9] Turban, E., et al. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Yogyakarta : Andi.

