

PENERAPAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BAGI PENENTUAN JALUR TERPENDEK PENGIRIMAN PAKET BARANG PADA TRAVEL

Eko Budihartono¹

Email : Eko Budihartono@gmail.com

¹D3 Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersama
Jln. Mataram No. 09 Tegal Telp/fax (0283) 352000

Abstrak

Usaha travel menemui banyak masalah dalam proses pengiriman barang. Pemborosan waktu dan biaya operasional juga merupakan efek utama yang terjadi dari proses pengiriman barang berdasarkan urutan daftar kirim. Dampak lain yang terjadi adalah target pengiriman yang seharusnya bisa dilakukan dalam sehari ternyata bisa lebih. Gambaran dari pemborosan waktu dan biaya operasional adalah semestinya dalam waktu alur yang sama bisa dua alamat yang terkirim namun petugas tidak menghiraukan akan hal itu. Dari penelitian yang dilakukan, dengan penentuan variabel-variabel yang dibutuhkan antara lain Jenis Arah, Tingkat Kemacetan, Lebar Jalan, Kondisi Jalan, Volume Jalan, Jarak, Jumlah Simpangan maka kesimpulan yang bisa diambil adalah Dari penelitian yang dilakukan dihasilkan alternatif rute yang efektif dengan memperhatikan Jenis Arah, Tingkat Kemacetan, Lebar Jalan, Kondisi Jalan, Volume Jalan, Jarak, Jumlah Simpangan. Jumlah simpangan berpengaruh terhadap lama juga karena setiap simpangan dimungkinkan adanya *traffic light* yang tentunya menyita waktu. Kondisi jalan yang rusak juga berpengaruh pada cepat sampainya ke tujuan, banyaknya jalan yang rusak atau berlubang mempengaruhi lambatnya perjalanan. Begitu juga jenis arah jalan (searah maupun dua arah), dimana jalan searah akan mempengaruhi lebih cepatnya perjalanan. bahwa prioritas rute terpendek tidak hanya dipengaruhi oleh satu variabel jarak saja, namun semakin banyak variable yang mempengaruhi maka pilihan rute terpendek akan semakin baik. Dengan demikian penerapan Algoritma Dijkstra dengan penentuan variabel-variabel memberikan hasil yang baik didalam menentukan rute terpendek dalam pengiriman barang. Dalam hal ini, kita akan menentukan jalan manakah yang harus dilalui sehingga kita dapat mencari tempat tujuan dengan jarak terpendek..

Kata Kunci : *Pencarian, Jalur, Terpendek, Algoritma, Dijkstra*

1. Pendahuluan

Penerapan kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*) untuk pemecahan masalah (*problem solving*) dalam bidang ilmu komputer telah mengalami perkembangan yang pesat dari tahun ke tahun seiring perkembangan kecerdasan buatan itu sendiri. Permasalahan yang melibatkan pencarian (*searching*) adalah salah satu contoh penggunaan kecerdasan buatan yang cukup populer untuk memecahkan berbagai macam permasalahan. Penerapannya bermacam-macam, mulai masalah dunia nyata, seperti penentuan rute pada suatu peta, *travelling salesman problem* (TSP), penentuan urutan perakitan (*assembly sequencing*) oleh robot, sampai penerapan dalam dunia *game*, seperti membuat komputer dapat bermain catur layaknya manusia ataupun penentuan pengambilan jalan karakter dalam sebuah *game*. [1]

Algoritma untuk pencarian (*searching algorithm*) yang ada berbeda satu dengan yang lain dalam hal pengembangan

kumpulan *node* untuk mencapai *goal state*. Kita mengetahui bahwa untuk menuju ke suatu rute tujuan dapat ditempuh melalui beberapa lintasan. Dalam hal ini, kita akan menentukan jalan manakah yang harus dilalui sehingga kita dapat mencari tempat tujuan dengan jarak terpendek. Dengan demikian lintasan terpendek dapat diartikan sebagai bobot minimal dari suatu lintasan, yaitu jumlah bobot dari seluruh busur yang membentuk lintasan.

Perbedaan ini terutama dalam hal cara dan urutan pengembangan *node*, dan sangat berpengaruh pada kinerja masing-masing algoritma. Empat kriteria yang menjadi ukuran algoritma pencarian : [1]

1. *Completeness*
Seberapa dekat solusi yang dihasilkan oleh sebuah algoritma.
2. *Time Complexity*
Lama waktu yang diperlukan sebuah algoritma untuk melakukan pencarian.
3. *Space Complexity*

Seberapa besar memori atau *resource* yang diperlukan untuk melakukan pencarian.

4. *Optimality*

Apakah algoritma tersebut dapat menemukan solusi yang terbaik jika terdapat beberapa solusi yang berbeda.

Beberapa algoritma yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek diantaranya algoritma *dijkstra*, algoritma *A Star*, algoritma *ant colony system*. Algoritma *dijkstra* menyelesaikan masalah mencari sebuah lintasan terpendek dari *vertex* a ke *vertex* z dalam *graph* berbobot, bobot tersebut adalah bilangan positif jadi tidak dapat dilalui oleh *node* negatif, namun jika terjadi demikian, maka penyelesaian yang diberikan adalah *infiniti* atau jumlah tak terbatas.[2]. Algoritma *A Star* ini memeriksa *node* dengan menggabungkan $g(n)$, yaitu *cost* yang dibutuhkan untuk mencapai sebuah *node* dan $h(n)$ yaitu *cost* yang didapat dari *node* ketujuan.[3]. Kelebihan dari algoritma-algoritma *dijkstra* yaitu pada prosesnya, di awal proses menentukan titik mana yang akan menjadi bobot jarak pada *node* untuk selanjutnya melakukan pengembangan pencarian dari satu titik ke titik lain dan ke titik selanjutnya tahap demi tahap hingga ketemu *node* yang dimaksud. Algoritma ini bertujuan untuk menemukan lintasan terpendek berdasarkan bobot terkecil dari satu titik ke titik lainnya. Misalkan titik menggambarkan kota, garis menggambarkan jalan dan bobot menggambarkan jarak, maka algoritma *Dijkstra* melakukan kalkulasi terhadap semua kemungkinan bobot terkecil dari setiap titik. Dengan kata lain algoritma ini menghitung lintasan berdasar jarak terpendek yang ditempuh di tiap-tiap kota.

Usaha travel menemui banyak masalah dalam proses pengiriman barang. Pemborosan waktu dan biaya operasional juga merupakan efek utama yang terjadi dari proses pengiriman barang berdasarkan urutan daftar kirim. Dampak lain yang terjadi adalah target pengiriman yang seharusnya bisa dilakukan dalam sehari ternyata bisa lebih.

Gambaran dari pemborosan waktu dan biaya operasional adalah semestinya dalam waktu alur yang sama bisa dua

alamat yang terkirim namun petugas tidak menghiraukan akan hal itu.[3]

Masalah spesifik yang terjadi pada penelitian sebelumnya yaitu :

- a) Dengan Sistem Web GIS penentuan rute terpendek menuju pusat kesehatan Kota Balikpapan menggunakan metode *dijkstra* ini dengan parameter Lokasi, data jalan dan rute, dapat membantu memberikan informasi dalam bentuk peta.
- b) Penentuan rute terpendek pada jaringan transportasi umum dengan parameter rute dan waktu dapat ditentukan dengan algoritma *Dijkstra*.
- c) Sistem Informasi geografis dan teknologi yang berhubungan dengan jaringan network dengan parameter jarak dan waktu sangat membantu dalam manajemen analisis jaringan.

Kontribusi yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pemilihan alternatif rute terpendek untuk menuju lokasi tujuan akan semakin cepat dengan menggunakan algoritma *dijkstra* yang dimulai dengan memasukkan variabel-variabel yang dibutuhkan yaitu Jenis Arah, Tingkat Kemacetan, Lebar Jalan, Kondisi Jalan, Volume Jalan, Jarak, Jumlah Simpangan.

Hal ini membuat penulis tertarik untuk membuat Penelitian dengan judul “Penerapan Algoritma *Dijkstra* Untuk Sistem Pendukung Keputusan Bagi Penentuan Jalur Terpendek Pengiriman Paket Barang Pada Travel.

2. Metode Penelitian

1) Obyek Penelitian

Objek penelitian yang akan digunakan dalam penulisan laporan tesis ini tentang Sistem Pendukung Keputusan untuk penentuan jalur terpendek pengiriman barang.

2) Jenis dan Sumber Data

Adapun penelitian yang ada mempunyai jenis dan sumber data sebagai berikut:

- **Jenis Data**

Data menurut jenisnya dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu data kualitatif dan data kuantitatif.

a. Data Kualitatif

Data kualitatif merupakan jenis data yang dinyatakan dalam bentuk selain angka. Contoh data kualitatif adalah :

1) Data Jalan

Data jalan berisi tentang identitas jalan, yang berisi kolom pengisian kode jalan, nama jalan, jenis arah, tingkat kemacetan, lebar jalan, kondisi jalan dan volum jalan.

2) Data Rute

Data rute berisi tentang kode tujuan, nama jalan, alternatif 1, alternative 2 dan alternative 3 yang masing-masing berisi nama jalan, jarak, jumlah simpangan, arah selanjutnya.

b. Data Kuantitatif

Data kuantitatif merupakan jenis data yang dapat dinyatakan dalam bentuk dokumen yang dapat diolah dan menghasilkan data dalam bentuk angka yang menghasilkan informasi. Contoh data kuantitatif adalah:

Tabel 1. Variabel yang dibutuhkan

No.	Variabel	Pilihan inputan	Nilai Skala
1	Jenis Arah	Dua Arah	1
		Satu arah	2
2	Tingkat Kemacetan	>80 km/jam	1
		40 s.d 80 km/jam	2
		<40 km/jam	3
3	Lebar Jalan	<7 meter	1
		7 s.d 10 meter	2
		>10 meter	3
4	Kondisi Jalan	Rusak	1
		Tanjakan	2
		Datar dan Bagus	3
5	Volume Jalan	>1000 kendaraan / km	1
		500 s.d 1000 kendaraan /km	2
		<500 kendaraan /km	3
6	Jarak	>5 km	1
		2 s.d 5 km	2
		<2 km	3
7	Jumlah Simpangan	>5 persimpangan	1
		3 s.d 5	2

		persimpangan	
		<3 persimpangan	3

• **Sumber data**

Dalam penyusunan penelitian ini data yang dikumpulkan adalah berupa data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data yang diperoleh secara langsung dari sumber penelitian. Yang termasuk data primer dalam penelitian ini adalah :

- Data Jalan
- Data Rute

b. Data Sekunder

Data yang diperoleh langsung dari perusahaan yang dinyatakan dalam bentuk dokumen. Yang termasuk data sekunder dalam penelitian ini adalah :

- Data Tujuan
- Peta

3) Metode Pengumpulan Data

• **Dokumentasi**

Pengumpulan dan pengambilan data dan informasi yang didapat dari sumber masalah di perusahaan yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dan untuk penyelesaian permasalahan yang ada hubungannya dengan masalah yang akan dibahas. Data yang diperoleh antara lain:

a. Data jarak setiap rute yang bisa dilalui.

b. Data perbandingan dari beberapa rute yang bisa dilalui.

• **Wawancara**

Metode ini dilakukan dengan cara Tanya jawab secara langsung kepada bagian-bagian yang terkait dengan pihak lain yang berkompeten untuk menanyakan beberapa pertanyaan yang terkait dengan kendala yang dihadapi dan permasalahan pada proses pemilihan rute terpendek. Dalam hal ini wawancara melakukan wawancara secara langsung dengan bagian pengiriman untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

• **Survei**

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati atau melihat secara langsung

pada alamat-alamat target beserta rute yang akan dilalui pada armada travel.

3. Hasil Dan Pembahasan

a. Analisis Sistem

• Identifikasi Masalah

Permasalahan–permasalahan yang terjadi pada sistem lama atau sistem yang berjalan saat ini antara lain banyaknya jalur pengiriman sebagai alternatif yang bisa dilalui untuk sampai ke target lokasi.

• Identifikasi Sumber Masalah

Adapun sumber masalah yang dihadapi dalam pengembangan sistem pendukung keputusan pemilihan jalur terpendek pengiriman barang adalah sebagai berikut :

1. Pengiriman barang hanya berdasar urutan daftar kirim.
2. Belum adanya sistem pendukung keputusan untuk penentuan jalur terpendek pada pengiriman barang.

• Identifikasi Kebutuhan Informasi

Identifikasi kebutuhan informasi meliputi identifikasi sistem, identifikasi data dan informasi, identifikasi sumber data dan tujuan informasi.

• Identifikasi Sistem

Sistem yang diidentifikasi adalah Sistem Pendukung Keputusan untuk penentuan jalur terpendek pengiriman barang.

• Identifikasi Data dan Informasi

Data yang diidentifikasikan meliputi :

- 1) Data Jalan
- 2) Data Rute
- 3) Peta
- 4) Data Tujuan

Informasi yang dihasilkan meliputi :

1. Laporan Rute Terpendek
2. Peta

• Identifikasi Sumber Data dan Tujuan Informasi

Sumber Data :

1. Administrator
2. User (Petugas)

Informasi yang dihasilkan ditujukan untuk :

1. Administrasior
2. User (Petugas)

b. Desain Sistem

Melakukan rancangan dengan menggunakan rancangan object oriented

(use case, sequential diagram, class diagram dan activity diagram). Meliputi usecase penentuan jarak tiap titik ke titik lain, use case penentuan rute, sequential diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, sequential diagram penentuan rute, class diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, class diagram penentuan rute, activity diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, activity diagram penentuan rute.

Metode yang digunakan menggunakan Metode Dijkstra yaitu Pencarian dilakukan terhadap tiap rute, baik yang rute dengan jalur panjang maupun pendek. Setelah semua rute ditelusuri baru dibandingkan berdasarkan panjangnya, dan yang terpendek dipilih sebagai alternatif pilihan. Selanjutnya pengujian perangkat lunak perlu dilakukan untuk mengevaluasi baik secara manual maupun otomatis untuk menguji apakah perangkat lunak sudah memenuhi persyaratan atau belum, dan untuk menentukan perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya.

c. Perancangan Sistem

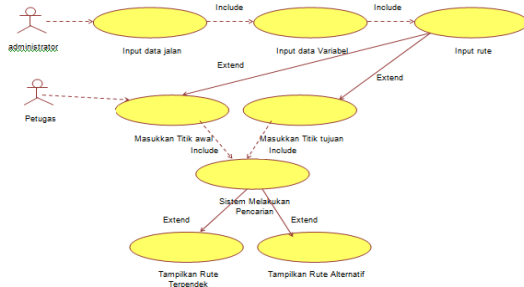
Dalam merancang sebuah aplikasi dengan cara menggunakan UML (*Unified Modeling Language*).

Melakukan rancangan dengan menggunakan rancangan object oriented (use case, sequential diagram, class diagram dan activity diagram). Meliputi usecase penentuan jarak tiap titik ke titik lain, use case penentuan rute, sequential diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, sequential diagram penentuan rute, class diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, class diagram penentuan rute, activity diagram penentuan jarak tiap titik ke titik lain, activity diagram penentuan rute.

Metode yang digunakan menggunakan Metode Dijkstra yaitu Pencarian dilakukan terhadap tiap rute, baik yang rute dengan jalur panjang maupun pendek. Setelah semua rute ditelusuri baru dibandingkan berdasarkan panjangnya, dan yang terpendek dipilih sebagai alternatif pilihan. Selanjutnya pengujian perangkat lunak perlu dilakukan untuk mengevaluasi baik secara manual maupun otomatis untuk menguji apakah perangkat lunak sudah memenuhi persyaratan atau belum, dan untuk

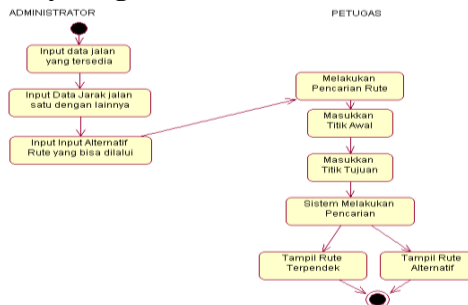
menentukan perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya.

d. Use Case Diagram



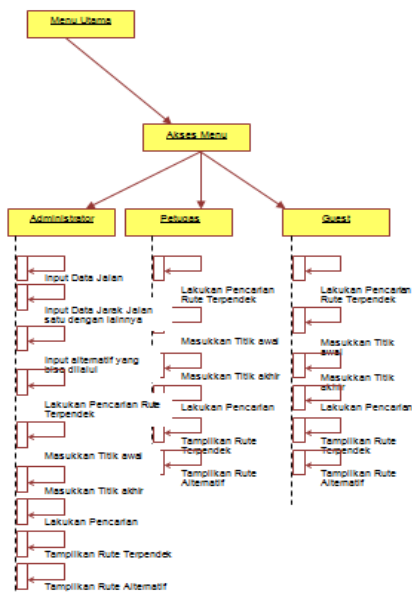
Gambar 1. Use Case Diagram

e. Activity Diagram



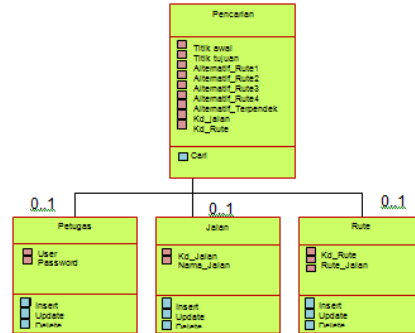
Gambar 2 : Activity Diagram

f. Sequence Diagram



Gambar 3. Sequence Diagram

g. Class Diagram



Gambar 4. Class Diagram

h. Data Base File

- File Petugas

Tabel 2. File Petugas

NO	NAMA FIELD	TYPE	WIDTH	DEC	KETERANGAN
1.	KD_PTG	C	6	-	Kode Petugas
2.	PASSWORD	C	6	-	Password

- File Rute

Tabel 3. File Rute

NO	NAMA FIELD	TYPE	WIDTH	DEC	KETERANGAN
1.	KD_RUTE	C	6	-	Kode Rute
2.	RUTE_JALAN	C	200	-	Rute Jalan

- File Jalan

Tabel 4 File Jalan

NO	NAMA FIELD	TYPE	WIDTH	DEC	KETERANGAN
1.	KD_JALAN	C	6	-	Kode Jalan
2.	NM_JALAN	C	20	-	Nama Jalan

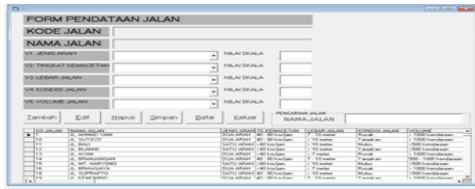
- File Pencarian

Tabel 5. File Pencarian

NO	NAMA FIELD	TYP	WIDTH	DEC	KETERANGA
1.	TITIK_AWAL	C	6	-	Titik Awal
2.	TITIK_TUJUAN	D	8	-	Titik Tujuan
3.	ALTERNATIF_RUTE	C	200	-	Alternatif Rute 1
4.	1	C	200	-	Alternatif Rute 2
5.	ALTERNATIF_RUTE	C	200	-	Alternatif Rute 3
6.	2	C	200	-	Alternatif Rute 4
7.	ALTERNATIF_RUTE	C	200	-	Rute Rerpendek
8.	3	C	6	-	Kode Jalan
9.	ALTERNATIF_RUTE	C	6	-	Kode Rute

i. Data Jalan

- Data jalan berisi tentang identitas jalan, yang berisi kolom pengisian kode jalan, nama jalan, jenis arah, tingkat kemacetan, lebar jalan, kondisi jalan dan volum jalan.



Gambar 5. Form Jalan

j. Pendataan Route

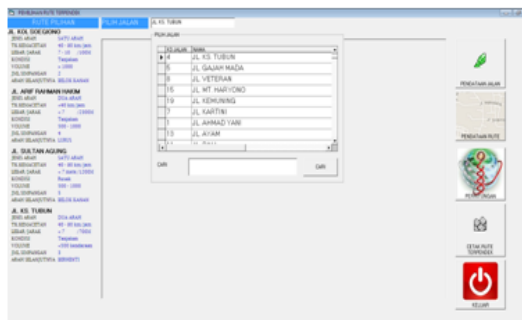
Data rute berisi tentang kode tujuan, nama jalan, alternatif 1, alternative 2 dan alternative 3 yang masing-masing berisi nama jalan, jarak, jumlah simpangan, arah selanjutnya.



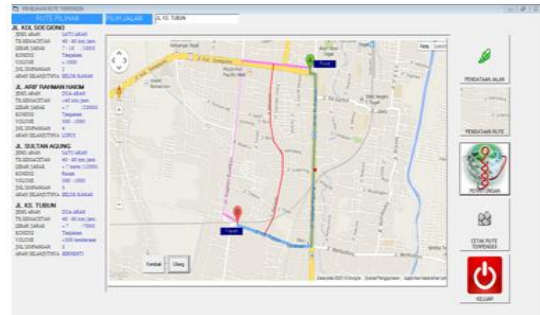
Gambar 6. Form Pendataan Rute

k. Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek

Aplikasi jalur terpendek dimulai dari memasukkan tujuan yang akan dicari, yaitu dengan memilih nama jalan klik tombol cari, jika jalan yang dicari ketemu maka ditampilkan alternative rute yang menuju ke jalan tersebut



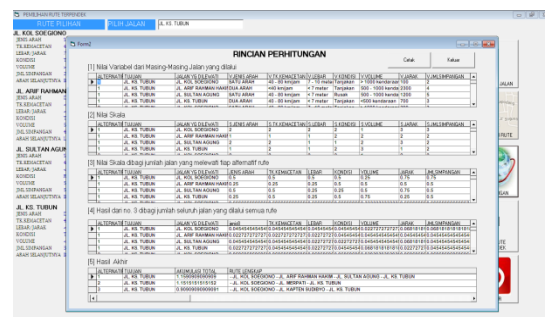
Gambar 7. Pemilihan jalan yang akan dicari



Gambar 8. Peta hasil pencarian rute

l. Perhitungan

Berikut adalah tampilan hasil perhitungan jalur terpendek dari masing-masing alternatif rute. Pada grid pertama merupakan isian dari komponen tiap-tiap rute, selanjutnya pada grid kedua dikonversikan menjadi skala, hingga dihasilkan nilai prioritas rute terpendek dari semua rute yang ada.



Gambar 9. Rincian Perhitungan

m. Laporan Rute Terpendek

Laporan ruter terpendek adalah layout dari hasil perhitungan yang bisa dicetak untuk dijadikan acuan pengambilan rute menuju tujuan

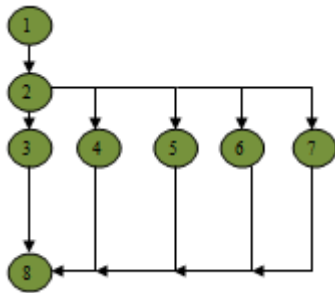
LAPORAN RUTE TERPENDEK				
NAMA JALAN	ROUTE	JENIS KONDISI JALAN SIMPANGAN	KEMACATAN VOLUME	LEBAR JARAK
JL. KS. TUBUN	JL. KOL BOEGOND	SATU ARAH	40 - 80 Tanjakan 2	7 - 10 meter 100
JL. KS. TUBUN	JL. ARP BANGSANG	DUA ARAH	<40 km/jam Tanjakan 4	< 7 meter 2000
JL. KS. TUBUN	JL. SULTAN AGUNG	SATU ARAH	40 - 80 Ruang 5	7 meter 1000
JL. KS. TUBUN	JL. KS. TUBUN	DUA ARAH	40 - 80 Tanjakan 3	7 meter 100

Gambar 10. Laporan Rute Terpendek

n. Pengujian

Setelah dilakukan implementasi selanjutnya dilakukan pengujian Black box dan White Box.

o. Pengujian Black Box



Gambar 12. Flowgraph Evaluasi

Dari gambar flowgraph evaluasi akhir dapat diketahui:

- Edge (E) = 7
- Region (R) = 5
- Node (N) = 8

Tabel 7. Tabel Pengujian whitebox

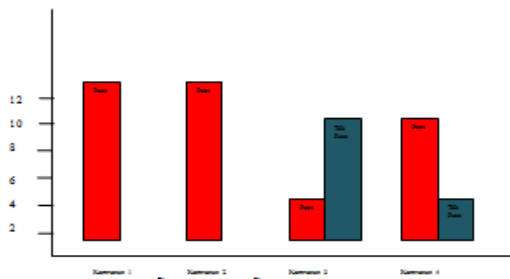
No.	Path	Input	Output	Hasil
1.	1-2-3-8	Pilihan menu - Menu Pendataan Jalan	Data Jalan	Ok
2.	1-2-4-8	Pilihan menu - Menu Pendataan Rute	Data Rute Jalan	Ok
3.	1-2-5-8	Pilihan menu - Menu Pencarian	Lokasi target ditemukan	Ok
4.	1-2-6-8	Pilihan menu-Perhitungan	Hasil Perhitungan	Ok
5.	1-2-7-8	Pilihan menu - Menu laporan jalur	Laporan jalur yang bisa dilalui	Ok

3.7 Statistik Kepuasan

Statistik kepuasan merupakan kepuasan user dalam memakai aplikasi pencarian ruter terpendek

Tabel 8. Tabel Statistik Kepuasan

No.	Komponen Penilaian	Statistik Kepuasan	
		Jml Puas	Jumlah Tidak P
1.	Kesesuaian Hasil Rute Terpendek dengan rute sesungguhnya	12	0
2.	Adanya node alamat awal dan tujuan	12	0
3.	Adanya tampilan alternatif rute yang lain	3	9
4.	Kecepatan Pencarian jalur terpendek	9	3



Gambar 13 Statistik Kepuasan

4. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari keseluruhan materi penulisan yang ada :

1. Dari penelitian yang dilakukan dihasilkan alternatif rute yang efektif dengan memperhatikan Jenis Arah,

Tingkat Kemacetan, Lebar Jalan, Kondisi Jalan, Volume Jalan, Jarak, Jumlah Simpangan. Jumlah simpangan berpengaruh terhadap lama juga karena setiap simpangan dimungkinkan adanya *traffic light* yang tentunya menyita waktu. Kondisi jalan yang rusak juga berpengaruh pada cepat sampainya ke tujuan, banyaknya jalan yang rusak atau berlubang mempengaruhi lambatnya perjalanan. Begitu juga jenis arah jalan (searah maupun dua arah), dimana jalan searah akan mempengaruhi lebih cepatnya perjalanan.

2. Algoritma *Dijkstra* merupakan model yang tepat untuk menghasilkan rute yang efektif bagi pengiriman barang.

5. Daftar Pustaka

- [1] Endah Damayanti, "Pencarian Jalur Terpendek Pada Pemodelan Pergerakan Agen Cerdas Dengan Algoritma ANT COLONY SYSTEM", 2010
- [2] Iing Mutakhoroh, "Pemanfaatan Metode Heuristik dalam Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetika", 2007
- [3] Diana Okta Pugas, "Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan A Star Pada SIG Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kota Sawahlunto", 2011
- [4] Kusriani, "Konsep Sistem Pendukung Keputusan", 2010
- [5] Lia Amalia1, Zainuddin Bey Fananie2, dan Ditdit N. Utama, "Model Fuzzy Tahani Untuk Pemodelan System Pendukung Keputusan (SPK), Kasus: Rekomendasi Pembelian Handphone", 2010
- [6] Paul Prekop, "Supporting Knowledge and Expertise Finding within Australia's Defence Science and Technology Organisation", 2007
- [7] Roger Pressman, "Model Sistem Pendukung Keputusan", 2007
- [8] Shaga Bogas Priatmoko, "Algoritma Dijkstra Untuk

- Pencarian Jalur Terdekat Dan Rekomendasi Objek Pariwisata Di Pulau Bali”, 2013
- [9] Turban, Efraim, Aronson, Jay E., dan Liang, “Decision Support System and Intelligent System. Edisi Ketujuh”, 2005
- [10] Riyadhush Sholichin, “Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Pencarian Lintasan Terpendek Lokasi Rumah Sakit, Hotel Dan Terminal Kota Malang Berbasis Web”, 2012
- [11] Yuni Dwi Astuti, *Logika, Algoritma dan graph*, 2006
- [12] Wiwik Anisiyah, Fahrul Agus, Hamdani, “Penentuan Rute Terpendek Menuju Pusat Kesehatan Menggunakan Metode Dijkstra Berbasis Webgis (Studi Kasus Kota Balikpapan)”, 2011
- [13] Sofyan Arifianto, “Sistem Aplikasi Penentuan Rute Terpendek Pada Jaringan Multi Moda Transportasi Umum Menggunakan Algoritma Dijkstra”, 2012
- [14] Much Azis Muslim, “Aplikasi Penentuan Rute Terbaik Berbasis Sistem Informasi Geografis”, 2005