

Penerapan Algoritma A* pada Pencarian Rute Terpendek pada Rute Angkot Di Kota Sukabumi

Yulia Hadi Nuryoso ^{1,*}, Pradjoko ², Lelah ³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Jl R. Syamsudin, SH No. 50 Kota Sukabumi 43113

yuliyahasyu@gmail.com, ²pradjoko@yahoo.com, ³lahfa.kamila@gmail.com

* Penulis Korespondensi

ABSTRAK (10PT)

Kota Sukabumi memiliki berbagai sarana transportasi salah satunya angkutan umum kota (angkot). Jumlah trayek angkot di Kota Sukabumi saat ini sebanyak 19 dengan jalur sebanyak 20 jalur. Permasalahan yang terjadi dari jumlah trayek angkot yang ada di Kota Sukabumi yaitu bagaimana calon penumpang dapat menentukan trayek yang akan dinaiki berdasarkan rute terdekat yang dilalui angkot. Algoritma A* merupakan algoritma komputer yang menggunakan estimasi jarak dengan menggunakan pencarian jalur terdekat untuk mencapai tujuan dan memiliki fungsi heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan pilihan sejumlah alternatif untuk mencapai sasaran dengan efektif. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem yang dapat memuat informasi trayek angkot dan dapat menghitung jarak tempuh dengan menggunakan Algoritma A*. Berdasarkan implementasi dari Algoritma A* yang diterapkan pada sistem yang berbentuk halaman situs web dengan hasil yang diperoleh dari sistem yang dibuat yaitu dapat melakukan pencarian rute terdekat pada rute angkot dan juga dapat menghitung jarak tempuh dari titik awal ke titik tujuan.

Kata Kunci: Angkot, Pencarian Jalur Terdekat, Algoritma A*

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan salah satu sarana untuk manusia menempuh aktivitas perjalanan dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Di Indonesia yang merupakan negara kepulauan yang di kelilingi oleh laut memiliki sarana transportasi melalui 3 jalur yaitu jalur udara, laut dan darat. Untuk jalur darat, transportasi umum seperti bus kota, kereta dan angkutan kota (angkot) merupakan alternatif yang digunakan masyarakat umum yang tidak memiliki kendaraan pribadi karena tarif ongkos yang ekonomis dan mudah di jangkau. Kota Sukabumi merupakan daerah otonom di provinsi Jawa Barat dengan luas wilayah 4.800,231 Ha yang juga memiliki transportasi umum seperti kereta api, bus kota dan angkutan umum kota (angkot).

Keberadaan angkutan umum kota atau angkot sangat memudahkan masyarakat yang tidak memiliki kendaraan pribadi untuk berpergian dengan jumlah trayek angkutan kota sebanyak 19 trayek dengan rute jalur sebanyak 20 jalur. Saat ini angkutan umum kota (angkot) masih menjadi favorit alat transportasi masyarakat Kota Sukabumi karena selain tarif angkot sebesar Rp. 4000-, (*Tiga Ribu Rupiah*) untuk semua rute dan mudah di cari atau didapatkan.

Pencarian rute terpendek, adalah usaha untuk mencari rute yang paling pendek dari lokasi awal ke lokasi tujuan dengan waktu tempuh yang paling cepat dibandingkan rute lainnya. Terdapat beberapa algoritma yang dapat melakukan pencarian rute terpendek salah satunya adalah Algoritma A* (*A-Star*). Algoritma *A-Star* merupakan algoritma perbaikan dari algoritma Best First Search yang menggabungkan *Uniform Cost Search* dan *Greedy Best First Search* (Abimanyu Cahya Pramudhita, 2018). Algoritma A* memiliki fungsi heuristik dimana heuristik adalah penilai yang dapat memberi harga pada tiap simpul sehingga dapat memberikan solusi yang diinginkan.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang digunakan oleh penulis untuk membandingkan apakah ada penelitian yang membahas mengenai sistem ini, dan dari data yang penulis dapatkan

terdapat 2 penelitian sebelumnya yang sama-sama membahas tentang penentuan atau pencarian rute angkutan umum kota. Penelitian pertama berjudul “Aplikasi Berbasis *Mobile* untuk Pencarian Rute Angkutan Umum Kota Makassar Menggunakan Algoritma *Depth First Search*” (Rismayani, 2015). Di dalam penelitian ini menjelaskan tentang pencarian rute angkot menggunakan algoritma *Depth First Search*, dimana algoritma yang digunakan hanya dapat memberikan informasi tentang tarif angkot. Dan penelitian yang kedua berjudul “Penerapan Algoritma *Best First Search* Untuk Pemilihan Angkutan Kota Malang” (Desaga Asnanda Poetra, 2017). Di dalam penelitian ini menjelaskan tentang penerapan algoritma *Best First Search* dalam memilih angkutan kota. Dalam penelitian kedua ini terdapat kekurangan yaitu salah satunya tidak dapat menentukan jarak antara posisi *smartphone* yang digunakan penumpang dengan rute yang dilewati.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan diatas maka penulis memutuskan menggunakan Algoritma A* (*A-Star*) dalam penelitian ini. Algoritma A* (*A-Star*) merupakan salah satu algoritma komputer yang menggunakan estimasi jarak terdekat untuk mencapai tujuan dan memiliki nilai heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan pilihan sejumlah alternatif untuk mencapai sasaran dengan efektif.

2. Landasan Teori

2.1 Konsep Umum

2.1.1 Penentuan Rute Angkot

Menurut Dinas Perhubungan Kota Sukabumi penentuan rute untuk angkutan umum telah ditentukan berdasarkan moda transportasi (bus dan kereta api mempunyai rute yang tetap). Sedangkan untuk kendaraan pribadi, diasumsikan bahwa orang memilih moda dulu baru rutenya.

Pemilihan rute angkot dilakukan tergantung dari alternatif terpendek, tercepat dan termurah, dan juga diasumsikan bahwa pemakai jalan mempunyai informasi yang cukup (tentang kemacetan, jalan, dll) sehingga mereka dapat menentukan rute yang terbaik. Maka penjelasan diatas dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.1 Pemodelan Pemilihan Rute

Konsep Analitis	Tergantung dari Komponen-Komponen
Bangkitan lalu lintas	Tata guna lahan dan transportasi
Penyebaran perjalanan	Tata guna lahan dan transportasi
Pemilihan moda	Transportasi dan arus lalu lintas
Pemilihan rute	Transportasi dan arus lalu lintas

2.1.2 Angkutan Umum Kota

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 74 tahun 2014 menyebutkan tentang ketentuan umum angkutan jalan, bahwa :

1. Angkutan adalah perpindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan.
2. Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas Kendaraan Bermotor dan Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor.
3. Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan diatas rel.
4. Kendaraan bermotor umum adalah setiap kendaraan bermotor yang digunakan untuk angkutan barang dan/atau orang dengan dipungut biaya.
5. Trayek adalah lintasan kendaraan bermotor umum untuk pelayanan jasa angkutan orang dengan mobil penumpang atau bus yang mempunyai asal dan tujuan perjalanan tetap, lintasan tetap, dan jenis kendaraan tetap berjadwal atau tidak berjadwal.

Jadi dapat disimpulkan bahwa angkutan umum kota adalah kendaraan bermotor umum yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan angkutan barang dan/atau orang dengan dipungut biaya yang termasuk ke dalam trayek. Angkutan umum kota merupakan angkutan umum dimana pemerintah dan/atau pemerintah daerah bertanggung jawab dalam penyelenggaraannya.

2.2 Konsep Keinformatikaan

2.2.1 Perancangan Basis Data

Basis data adalah media untuk menyimpan data agar dapat diakses dengan mudah dan cepat. Sistem informasi tidak dapat dipisahkan dengan kebutuhan akan basis data apapun bentuknya, entah berupa *file* teks ataupun *Database Management System* (DBMS). (Rosa A.S, 2015)

DBMS (*Database Management System*) adalah satu sistem aplikasi yang digunakan untuk menyimpan, mengelola dan menampilkan data. Suatu sistem aplikasi disebut DBMS apabila memenuhi syarat minimal sebagai berikut :

- Menyediakan fasilitas untuk mengelola akses data
- Mampu menangani integritas data
- Mampu menangani *backup* data

2.2.2 Algoritma A*

Dalam sains komputer A* (dibaca “A Star”) adalah algoritma komputer yang digunakan secara luas dalam mencari jalur (*pathfinding*) dan grafik melintang (*graph traversal*), proses plotting sebuah jalur melintang secara efisien antara titik-titik, disebut node (Kiki Setiawan, 2018).

Kata *heuristic* berasal dari sebuah kata kerja bahasa Yunani, *heuriskein* yang berarti ‘mencari’ atau ‘menemukan’. Dalam metode pencarian, kata heuristik diartikan sebagai suatu fungsi yang memberikan suatu nilai berupa biaya perkiraan (estimasi) dari suatu solusi. Metode-metode yang termasuk dalam teknik pencarian yang berdasarkan pada fungsi heuristik diantaranya *Generate and Test*, *Hill Climbing*, *Best First Search*, dan A* (*A-Star*).

Algoritma A* (*A-Star*) merupakan algoritma *Best First Search* yang menggabungkan *Uniform Cost Search* dan *Greedy Best-First Search*. Biaya yang diperhitungkan didapat dari biaya yang sebenarnya ditambah dengan biaya perkiraan. Dalam notasi matematika dituliskan:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Keterangan :

$f(n)$ = fungsi evaluasi node/ titik n

$g(n)$ = jarak koordinat ke titik tujuan

$h(n)$ = nilai heuristik antar koordinat

Algoritma A* juga menggunakan 2 (dua) senarai *open* dan *closed* sama seperti algoritma dasar *Best First Search*. Terdapat 3 (tiga) kondisi bagi setiap suksesor yang dibangkitkan, yaitu sudah berada di *open*, sudah berada di *closed* dan tidak berada di *open* dan *closed*. (Suyanto, 2014)

Berdasarkan rumus diatas, $g(n)$ merupakan jarak koordinat ke titik tujuan, dimana nilai $g(n)$ di peroleh dari jarak pada peta dikalikan dengan skala peta atau penulisan dalam rumus seperti berikut (Abimanyu Cahya Pramudhita, 2018).

$$g(n) = \text{jarak pada peta} \times \text{skala peta}$$

Sedangkan untuk menentukan nilai $h(n)$ di tunjukkan oleh persamaan berikut.

$$h(n) = \sqrt{(X_n - X_{goal})^2 + (Y_n - Y_{goal})^2}$$

Gambar 2.1 Rumus menentukan nilai $h(n)$.

(Sumber : Moh. Bandrigo Talai, 2014)

Dimana :

$h(n)$: nilai heuristik untuk *node*/titik n

X_n : nilai koordinat x dari *node*/titik n

Y_n : nilai koordinat y dari *node*/titik n

X_{goal} : nilai koordinat x dari *node*/titik tujuan

Y_{goal} : nilai koordinat y dari *node*/titik tujuan

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Keilmuan yang Digunakan

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan algoritma pencarian heuristik A* (*A-Star*). Algoritma ini digunakan karena merupakan algoritma yang dapat menentukan pecarian rute terpendek.

3.2. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Divisi Angkutan Dinas Perhubungan Kota Sukabumi yaitu yang terletak di JL. Arief Rahman Hakim No. 67, Benteng, Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132, Indonesia. Telp : (0266) 222142. Web: www.sukabumikota.go.id. Dengan objek penelitian yaitu angkutan kota (angkot) di Kota Sukabumi

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, ada beberapa teknik yang digunakan penulis dalam pengumpulan data, yaitu :

1. Observasi
Observasi dilakukan dengan cara mengamati rute dan jalan yang dilalui angkot di Kota Sukabumi.
2. Wawancara
Wawancara dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab dengan Divisi Angkutan Dinas Perhubungan Kota Sukabumi, diantaranya mengenai jumlah trayek angkot, ketersediaan informasi di Kota Sukabumi tentang layanan transportasi angkot, *load factor* (faktor muat) angkot dan cara pemilihan rute angkutan umum.
3. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan penulis dengan cara membaca buku referensi, jurnal atau penelitian sebelumnya yang serupa dan dijadikan sebuah landasan dalam melakukan penelitian ini.

3.4. Perangkat Penelitian

3.4.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang penulis peroleh melalui wawancara terhadap pihak di Divisi Angkutan Dinas Perhubungan Kota Sukabumi.

Tabel 3.1 Data Primer yang Digunakan

No	Data yang Digunakan	Sumber Data	Cara Pengumpulan Data
1	<i>Load Factor</i> Angkot di Kota Sukabumi	Dinas Perhubungan Kota Sukabumi	Wawancara
2	Tarif Umum Angkot di Kota Sukabumi (Kode Trayek, Lintasan Trayek, Tarif Angkot)		
3	Cara Pemilihan Rute Angkutan		

3.4.2. Data Sekunder

Data Sekunder yang penulis peroleh dalam penelitian ini berupa buku referensi, jurnal, dan skripsi terdahulu yang dikaji ulang untuk dibuat menjadi sebuah penelitian baru.

4. Analisis dan Perancangan

4.1. Uraian Sistem yang sedang Berjalan

Adapun sistem yang berjalan saat ini dalam menggunakan transportasi angkot di Kota Sukabumi, yaitu calon penumpang dapat menaiki angkot tanpa mengetahui informasi trayek dan rute terdekat yang dilalui oleh angkot

4.2. Uraian Permasalahan

Adapun permasalahan yang dirasakan oleh calon penumpang di Kota Sukabumi, yaitu calon penumpang kesulitan memperoleh informasi tentang seputar angkot yang akan naiki untuk samapi

ke tujuan karena disetiap jalan-jalan atau rute yang dilewati oleh angkot tidak terdapat papan informasi trayek angkot.

4.3 Uraian Usulan Penyelesaian Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka dibuatlah sebuah halaman situs web yang didalamnya dapat mencari rute terdekat, jarak tempuh serta informasi trayek angkot di Kota Sukabumi menggunakan Algoritma A*

4.4 Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional

4.4.1 Kebutuhan Fungsional

- 1) Data yang dibutuhkan
Adapun data yang dibutuhkan yaitu data rute dan data trayek angkot.
- 2) Form yang dibutuhkan
Adapun form yang dibutuhkan yaitu form halaman utama (map), form beranda, form info trayek angkot, form login, form trayek angkot, form simpul dan form graph.

5.4 Kebutuhan Non Fungsional

- 1) Analisis Kebutuhan Perangkat Keras
Adapun perangkat keras yang digunakan oleh penulis dalam membuat sistem yaitu.

Tabel 4.1 Perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel Celeron N2830
2	RAM	2 GB
3	Hardisk	500 GB
4	Operating System	Window 7 atau 8

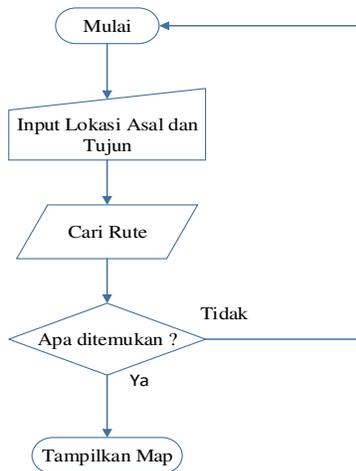
- 2) Analisis Kebutuhan Perangkat untuk Pengguna

Adapun spesifikasi kebutuhan perangkat keras untuk pengguna yaitu calon penumpang dapat menggunakan *smartphone* baik dengan OS Android maupun MACOS untuk mengakses halaman situs web.

4.5 Perancangan Sistem

4.5.1 Rancangan Umum

Rancangan umum merupakan rancangan yang menggambarkan secara umum dari sistem yang akan dibuat. Adapun rancangan umum pada penelitian ini akan digambarkan dalam bentuk *flowchart* berikut.

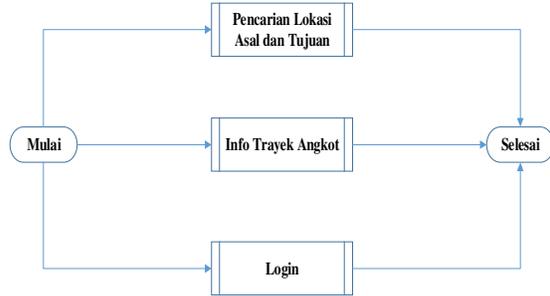


Gambar 4.1 Flowchart Rancangan Umum Sistem Usulan

4.5.2 Rancangan Rinci

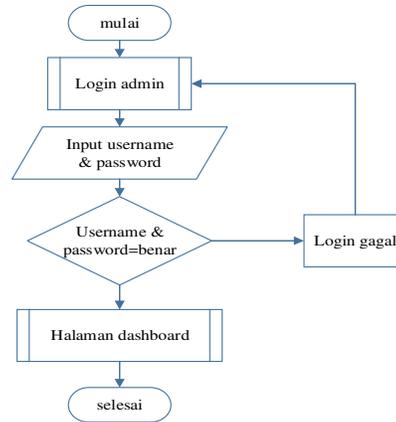
Rancangan rinci merupakan gambaran secara terperinci dari racangan umum sistem yang dibuat. Adapun rancangan rinci ini akan digunakan menggunakan *flowchart* program berikut.

1. Halaman Utama



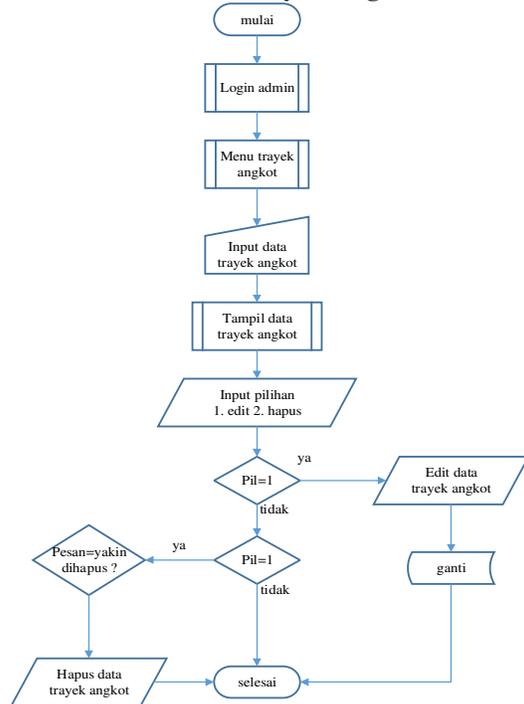
Gambar 4.2 *Flowchart* Perancangan Halaman Utama

2. Halaman Login



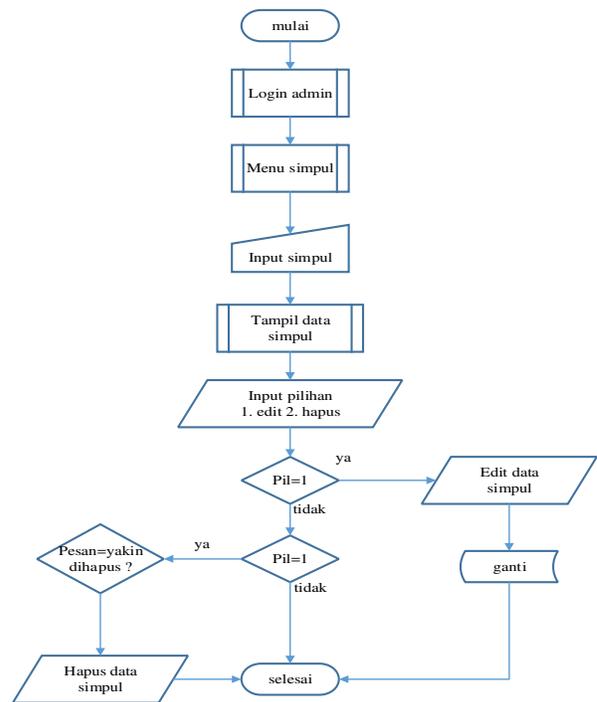
Gambar 4.3 *Flowchart* Perancangan Halaman Login

3. Halaman Trayek Angkot



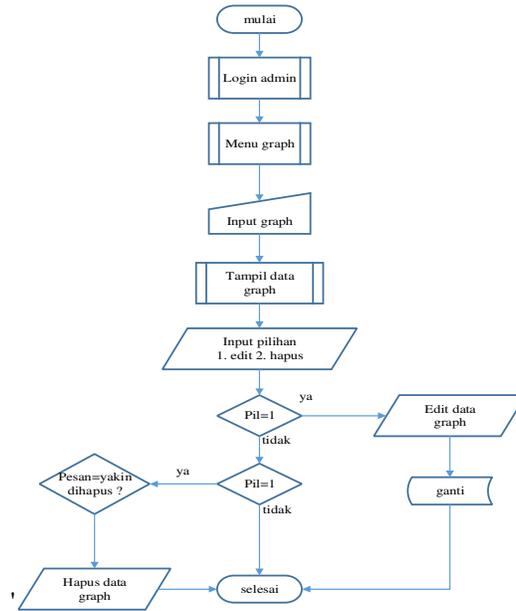
Gambar 4.4 *Flowchart* Perancangan Halaman Trayek Angkot

4. Halaman Simpul



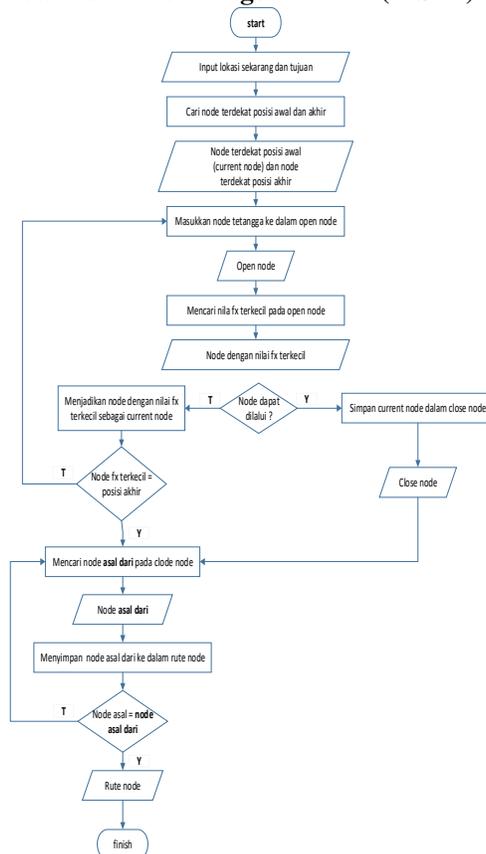
Gambar 4.5 *Flowchart* Perancangan Halaman Simpul

5. Halaman Graph



Gambar 4.6 Flowchart Perancangan Halaman Graph

6. Perancangan Pencarian dan Pseudocode Algoritma A* (A-Star)



Gambar 4.8 Flowchart algoritma A*

```

Function A* (start,goal)
Closedset := set kosong
Openset := {start}
Asal_dari := map kosong

G_nilai [start] := 0;
F_nilai := g_nilai +
estimasi_nilai_heuristik
(start,goal)

While openset tidak kosong
    Current := node dalam
    openset terendah f_nilai []
    value
        If current = goal
            Return jalur_konstruksi
            (asal_dari,goal)

        Remove current dari
        openset
        Tambahkan current ke
        closedset
        For each tetangga dalam
        node_tetanggan(current)
            If tetangga dalam
            closedset
                lanjutkan
                g_nilai_sementara
                :=g_nilai[current]+dist_antara(
                current_node)
                if tetangga tidak
                dalam openset
                    or
                    g_nilai_sementara <=
                    g_nilai[tetangga]
                    asal_dari[tetangga]
                    := current
                    g_nilai[tetangga]
                    := g_nilai_sementara
    
```

Gambar 4.9 Pseudocode Algoritma A*

7. Rancangan Basis Data

Berikut adalah tabel yang terdapat dalam basis data pada penelitian ini.

1) Tabel tb_admin

Tabel 4.3 Tabel Login

No	Nama Field	Tipe Data	Fungsi
1	adminID	Int(11)	Primary Key
2	adminUsername	varchar(255)	
3	adminPassword	varchar(255)	
4	AdminEmail	varchar(255)	

2) Tabel tb_graph

Tabel 4.4 Tabel Rute

No	Nama Field	Tipe Data	Fungsi
1	graphID	Varchar(3)	Primary Key

2	graphAwal	Varchar(255)	
3	graphAkhir	Varchar(255)	
4	grapJarak	Varchar(255)	

3) Tabel tb_rute

Tabel 4.5 Tabel Trayek

No	Nama Field	Tipe Data	Fungsi
1	ruteID	Integer(11)	Primary Key
2	rKodeAngkot	Varchar(25)	
3	rJalur	Enum	
4	rLatitude	Varchar(20)	
5	rLongitude	Varchar(20)	

4) Tabel tb_simpul

Tabel 4.6 Tabel Trayek

No	Nama Field	Tipe Data	Fungsi
1	simpulID	Integer(11)	Primary Key
2	sNama	Varchar(30)	
3	sLatitude	Varchar(20)	
4	sLongitude	Varchar(20)	

5. Implementasi Dan Pengujian

5.1 Implementasi Rancangan

Bab ini berisi tentang implementasi dan pengujian yang dilakukan terhadap permasalahan yang dijadikan objek penelitian, yaitu penggunaan Algoritma A* (A-Star) pada penentuan rute angkot di Kota Sukabumi. Pada tahapan ini juga dilakukan pengujian terhadap produk yang telah dibuat untuk mengetahui hasil dari sistem yang telah dirancang.

5.1.1 Implementasi Basis Data

Database server yang digunakan untuk mengimplementasikan basis data yang sudah dirancang pada penelitian ini yaitu MySQL dengan nama db_angkot. Adapun implementasi dari basis data tersebut sebagai berikut.

1. Tabel tb_admin

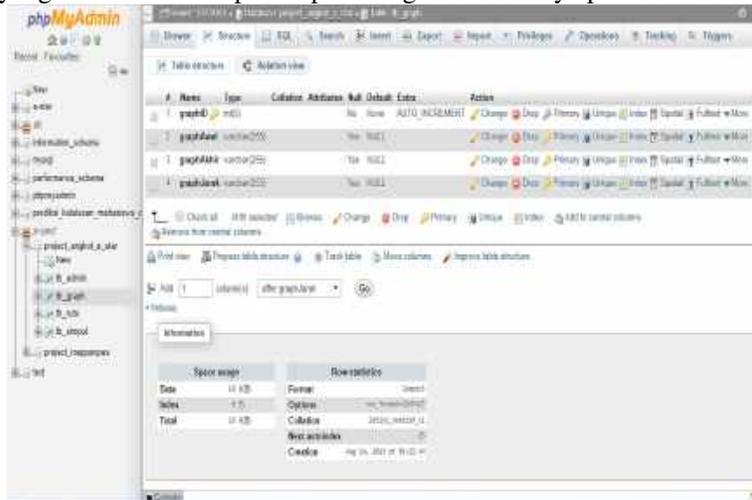
Tabel Admin ini merupakan penyimpanan data admin yang memiliki hak akses mengelola data secara keseluruhan yang akan ditampilkan pada sistem yang dibuat.



Gambar 5.1 Tabel tb_admin

2. Tabel tb_graph

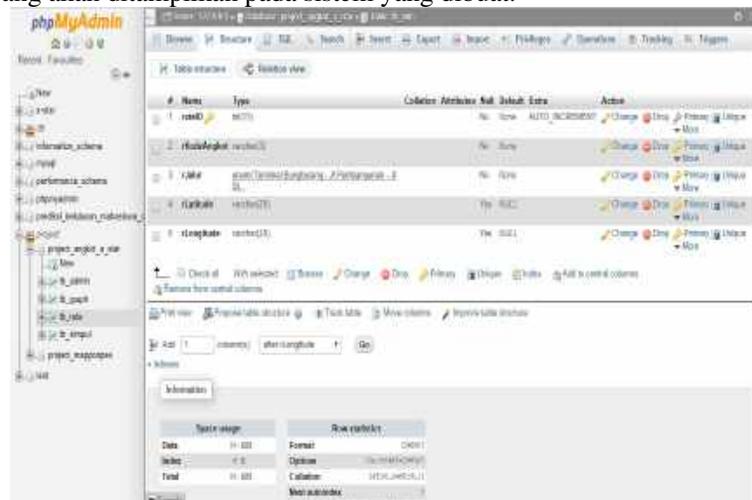
Tabel tb_graph merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data node-node yang terdapat pada tb_simpul yang telah dilakukan proses perhitungan sebelumnya pada sistem.



Gambar 5.2 Tabel tb_graph

3. Tabel tb_rute

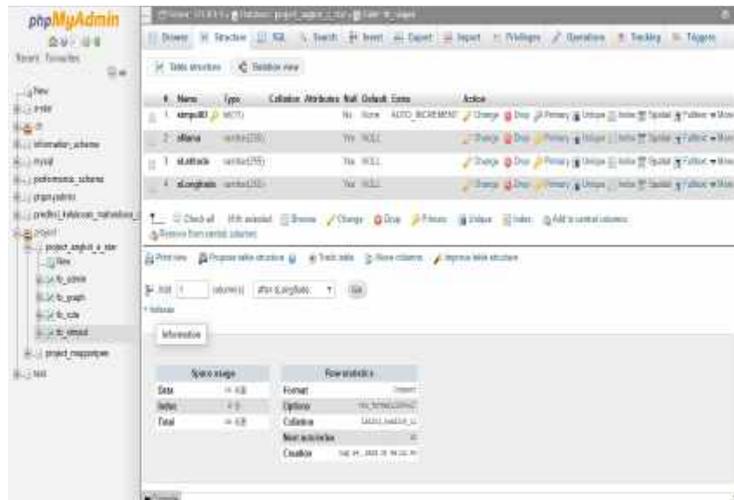
Tabel tb_rute merupakan tabel penyimpanan data trayek angkot beserta rute yang merupakan tabel data informasi yang akan ditampilkan pada sistem yang dibuat.



Gambar 5.3 Tabel tb_rute

4. Tabel tb_simpul

merupakan tabel yang dibuat untuk tabel penyimpanan data tentang informasi node-node yang berasal dari longitude dan latitude dari sistem yang dibuat.

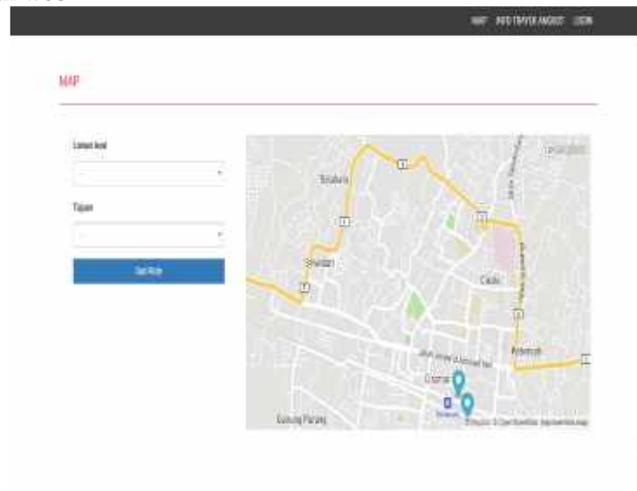


Gambar 5.4 Tabel tb_simplu

5.1.2 Implementasi Antar Muka

1. Halaman Utama

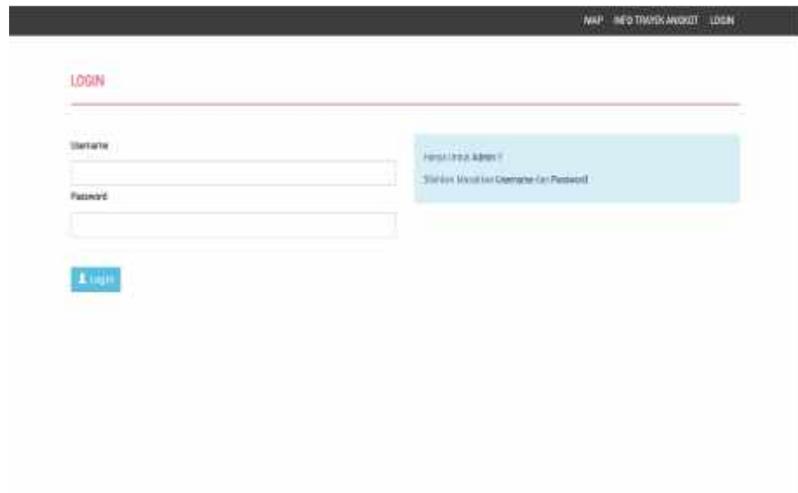
Halaman Utama merupakan halaman awal yang akan muncul ketika pengguna pertama kali mengakses halaman web



Gambar 5.5 Tampilan Halaman Awal

2. Halaman Login

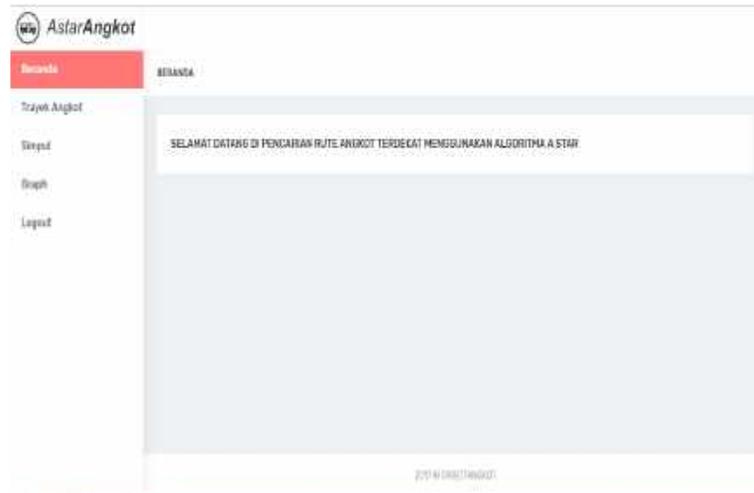
Halaman *login* merupakan halaman yang menyediakan *form* yang digunakan untuk pengguna yang memiliki hak akses khusus untuk mengelola sistem yang dibuat dalam penelitian ini hanya admin yang memiliki hak akses.



Gambar 5.6 Tampilan Halaman *Login*

3. Halaman Beranda

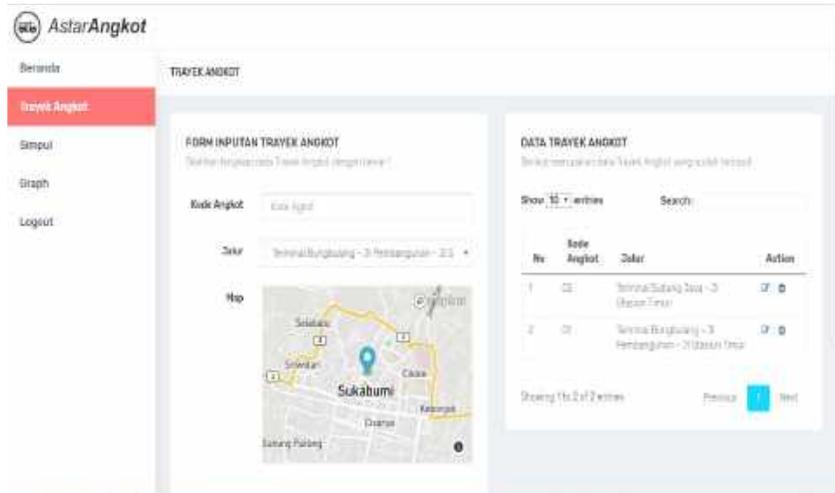
Halaman beranda merupakan halaman yang akan tampil ketika admin telah melakukan *login*. Pada halaman ini memuat beberapa menu diantaranya menu Beranda, Trayek Angkot, Simpul, Graph dan *Logout*.



Gambar 5.7 Tampilan Halaman *Dashboard*

4. Halaman Trayek Angkot

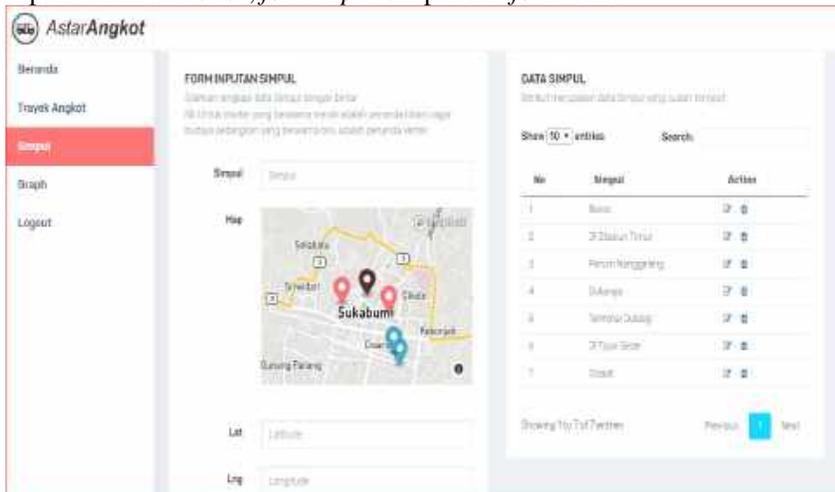
Halaman trayek angkot akan muncul apabila admin mengklik menu trayek angkot. Pada halaman ini memuat data yang telah disimpan dalam *database*, *form input* trayek angkot dan *form edit*.



Gambar 5.8 Tampilan Halaman Trayek Angkot

5. Halaman Simpul

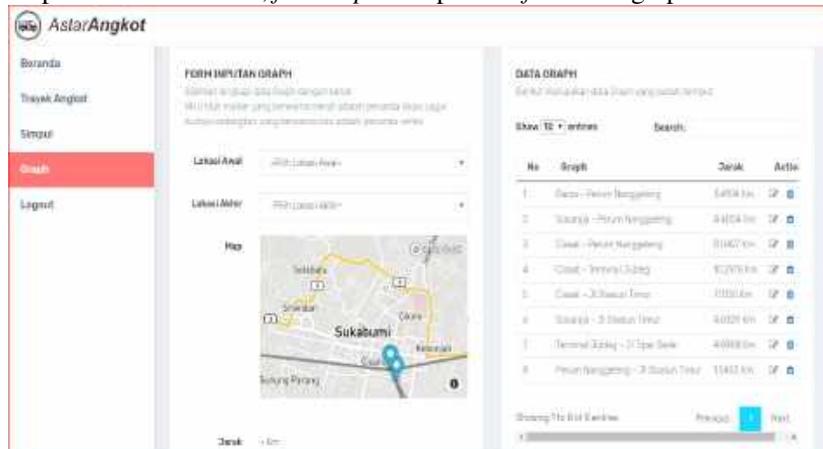
Halaman simpul akan muncul apabila admin mengklik menu simpul. Pada halam ini memuat data yang telah disimpan dalam *database*, *form input* simpul dan *form edit*.



Gambar 5.9 Tampilan Halaman Simpul

6. Halaman Graph

Halaman graph akan muncul apabila admin mengklik menu graph. Pada halam ini memuat data yang telah disimpan dalam *database*, *form input* simpul dan *form edit* graph.



Gambar 5.10 Tampilan Halaman Graph

5.2 Pengujian Sistem

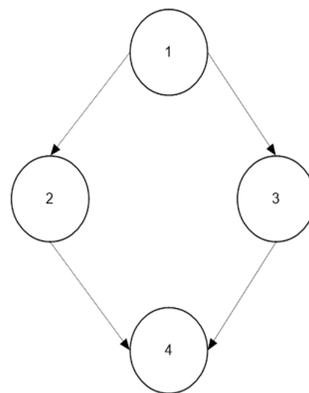
Pengujian rancangan dilakukan untuk mengetahui hasil akhir pengimplementasian perancangan yang telah di buat. Adapun teknik pengujian yang dilakukan ialah menggunakan metode *white-box testing*.

5.2.1 White-box Testing

White-box testing merupakan pengujian yang dilakukan dengan cara memeriksa logik dari kode program yang dibuat.

Tabel 5.2 Pengujian *White-box Testing*

Node	Source Code
1	<pre>while (\$this->antrian->valid()) { \$stage = \$this->antrian->extract(); \$route = \$stage['data']; \$price = \$stage['priority']; \$item = end(\$route);</pre>
2	<pre>if (\$this->isPassed(\$item)) { continue; }</pre>
3	<pre>if (\$item == \$target) { return array('route' => \$route, 'price' => \$price); }</pre>
4	<pre>\$this->tambahTitik(\$item); \$this->tambahRuteKeAntrian(\$route, \$price); }</pre>



Gambar 5.11 *Flowgraph* Pengujian *White-box*

Cyclomatic Complexity dari *flowgraph* diatas dapat dihitung menggunakan rumus.

$$V(G) = (E - N) + 2$$

Keterangan :

E = Jumlah *edge* (anak panah) pada aliran kontrol

N Jumlah node yang terdapat pada grafik dari sebuah program

Maka :

$$V(G) = 4 - 4 + 2 = 2$$

Hasil yang didapat berdasarkan urutan *flowgraph* diatas sebanyak 2 *path*. Berikut ialah *path* yang didapat dari urutan *path flowgraph* diatas.

Path 1 : 1, 2, 4

Path 2 : 1, 3, 4

6. Kesimpulan Dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Algoritma A-Star, merupakan algoritma komputer yang dapat mencari rute terpendek beserta jarak tempuh. Dalam penelitian ini dapat ditemukan rute terdekat pada rute angkot beserta jarak tempuh yang dilalui dari titik awal ke titik tujuan dengan menghitung jarak antara node.
2. Sistem yang dibuat dapat menjadi sarana informasi trayek angkot di Kota Sukabumi yang berbentuk halaman web dengan menampilkan pada peta titik awal dari rute angkot.

6.2. Saran

Pada perhitungan jarak antar node dalam hal ini berupa rute atau jalan yang dilalui oleh angkot penulis hanya dapat mengimplementasikan perhitungan jalur lurus dan tidak dapat menghitung jalur berbelok. Sehingga perlu adanya pengembangan agar sistem ini dapat menghitung jalur berbelok agar perhitungannya sesuai dengan jalur atau rute angkot yang

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu Cahya Pramudhita, M. (2018). Aplikasi Sistem Pencarian Halte BRT Terdekat Kota Semarang Menggunakan Metode A* Berbasis ANDroid. *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, Vol 2 No.1*, 430-436. Diambil kembali dari <http://jurnal.iaii.or.id>
- Aditya, A. N. (2010). *Jago PHP dan MySQL*. Jakarta: Dunia Komputer.
- Arief, M. R. (2011). *Pemograman Web Dinamis Menggunakan PHP dan MySQL*. Yogyakarta: ANDI.
- Desaga Asnanda Poetra, S. A. (2017). Penerapan Algoritma Best First Search untuk Pemilihan Angkutan Kota Malang. *Seminar Nasional Sistem Informasi*.
- Jayan. (2010). *CSS untuk Orang Awam*. Palembang: Maxicom.
- Jubile Enterprise. (2015). *Membuat Website PHP dengan CodeIgniter*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Kiki Setiawan, S. I. (2018). Menghitung Rute Terpendek Menggunakan Algoritma A* dengan Fungsi Euclidean Distance. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2018 (SENTIKA 2018)*.
- Microsoft. (2019, January 24). Visio. hal. <https://products.office.com/id-id/visio/flowchart-software>.
- MKLab Co.,Ltd. (2019, January 24). introduction dan Basic Concepts StarUML. hal. staruml.io.
- Moh. Bandrigo Talai, M. Y. (2014). Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek Pada Rumah Sakit Bahteramas Menggunakan Algoritma A* (A-Star).
- Rismayani, A. (2015). Aplikasi Berbasis Mobile untuk Pencarian Rute Angkutan Umum Kota Makassar Menggunakan Algoritma Depth First-Search. *Jurnal Pekomnas, Vol. 18 No. 3*.
- Rosa A.S, S. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika.
- Sidik, B. (2012). *Pemograman Web dengan PHP*. Bandung: Informatika.
- Sigit, W. A. (2011). *Pemograman Web Aplikatif dengan Java*. Jakarta: PT. Elex Komputindo.
- Suryana Taryana, K. (2014). *Aplikasi Internet Menggunakan HTML, CSS dan JavaScript*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Suyanto. (2014). *Artificial intelegenci Searching, Reasoning, Planning dan Leraning*. Bandung : Informatika.
- Swastikayan, i. W. (2011). *Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kabupaten Gianyar (Studi Kasus Pada Dinas Pariwisata Kabupaten Gianyar)*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Teknik Informatika, Yogyakarta.
- The Wali Studio. (2016). *Al Quran dan Terjemahan*.
- Zakky. (2018, Juni 21). Pengertian Algoritma Menurut Para Ahli, KBBI dan Secara Umum. Dipetik Desember 20, 2018, dari <http://www.zonarferensi.com>