

WEBGIS PENCARIAN RUTE TERPENDEK MENGGUNAKAN ALGORITMA STAR (A*) (Studi Kasus: Kota Bontang)

¹⁾ Yuliani, ²⁾ Fahrul Agus

^{1,2)} Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Mulawarman
Email: ¹⁾yuliany29r@gmail.com, ²⁾fahrulagus@unmul.ac.id

ABSTRAK

Sistem informasi geografis sebagai salah satu bidang ilmu yang sedang berkembang pesat, saat ini telah mampu menyelesaikan permasalahan routing, baik untuk masalah pencarian rute terpendek (shortest path), maupun masalah TSP (travelling salesman problem). Sistem informasi geografis sudah banyak dikembangkan menjadi aplikasi-aplikasi GIS baik yang berbasis dekstop maupun berbasis web dalam berbagai bidang. Namun demikian masih sedikit sekali pengembangan aplikasi GIS yang mampu menyelesaikan masalah perutean pada peta geografis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu aplikasi web-based GIS menentukan rute terpendek menuju kantor pemerintah Kota Bontang. Aplikasi penentu rute terpendek ini dibuat dengan menggunakan fungsi shortest path astar yang dimiliki PgRouting, yang merupakan fungsi tambahan dari PostgreSQL/PostGis untuk menangani masalah routing pada peta geografis. Aplikasi ini juga menggunakan OpenLayers sebagai modul untuk menampilkan data peta pada web browser dan MapServer. MapServer sendiri adalah sebuah layanan untuk memproses dan menampilkan data spasial yang berasal dari database. Untuk sistem manajemen basis datanya digunakan DBMS PostgreSQL dan PostGis yang sudah mendukung tipe data spasial.

Kata Kunci : *Sistem Informasi Geografis, Algoritma A*, OpenLayers, PostgreSQL.*

PENDAHULUAN

Perkembangan Sistem Informasi saat ini telah memiliki berbagai macam jenis yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan para pemakainya. Salah satunya adalah Sistem Informasi Geografis, dimana sistem ini dapat memberikan beberapa informasi mengenai letak dan posisi suatu lokasi. Sistem informasi geografis ini menggabungkan unsur Sistem, Informasi dan geografis dimana lebih menekankan kepada unsur Informasi geografis yang nantinya dapat digunakan untuk mendapatkan informasi geografis dengan tepat.

Terdapat beberapa sistem informasi geografis yang didalamnya tidak hanya menampilkan informasi geografis suatu tempat saja, tetapi juga ditambahkan fasilitas lain seperti fasilitas pencarian rute terpendek. Dalam implementasinya digunakan beberapa metode salah satunya Algoritma A Star. Algoritma ini dalam operasinya menggunakan fungsi *heuristic* sehingga akan memberikan hasil pencarian rute yang paling efektif.

Perkembangan teknologi ini pada dasarnya dapat membantu masyarakat maupun pendatang untuk mencari letak kantor pemerintah Kota Bontang terdekat. Dengan adanya teknologi informasi geografis berbasis *web* ini, masyarakat dapat mencari letak kantor pemerintah terdekat dengan lebih mudah, cepat dan efisien.

LANDASAN TEORI

Sistem Informasi Geografis

SIG merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan data serta dapat mendayagunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. [1]

SIG adalah suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*). Hasil akhir (*output*) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

SIG sebagai sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengola, menganalisis dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan.

Algoritma A Star (A*)

Algoritma ini pertama kali diperkenalkan pada 1968 oleh Peter Hart, Nils Nilsson, dan Bertram Raphael. Dalam ilmu komputer, A* (yang disebut dengan "A star") merupakan salah satu algoritma

pencarian *graph* terbaik yang mampu menemukan jalur dengan biaya pengeluaran paling sedikit dari titik awal yang diberikan sampai ke titik tujuan yang diharapkan (dari satu atau lebih tujuan).

Algoritma A* (*Admissible Heuristic*) adalah strategi best first search yang menggunakan estimasi solusi biaya terkecil untuk mencapai suatu tujuan dengan jarak tempuh terdekat dan memiliki nilai heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan. Heuristik adalah kriteria, metode, atau prinsip-prinsip untuk menentukan pilihan sejumlah alternatif untuk mencapai sasaran dengan efektif.

Nilai heuristik dipergunakan untuk mempersempit ruang pencarian. Metode pencarian A* menghasilkan jalur optimal mulai dari tempat awal kemudian melalui *graph* menuju tempat yang dituju. Metode ini berdasarkan formula : $f(n) = g(n)+h(n)$

Keterangan :

$h(n)$ = biaya estimasi dari node n ke tujuan

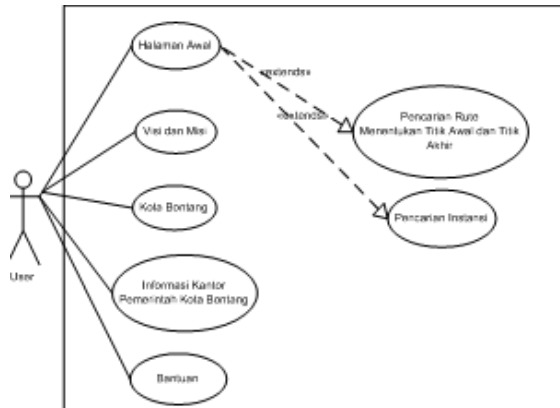
$g(n)$ = biaya path atau perjalanan

$f(n)$ = solusi biaya estimasi termurah node n untuk mencapai tujuan.[2]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem akan di tampilkan dengan menggunakan UML. UML (UML : *Unified Modelling Language*) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal, yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek.

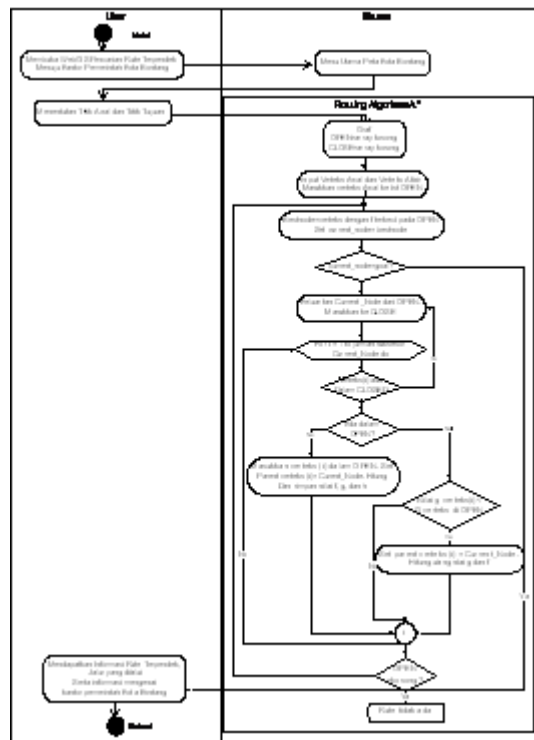
UML yang di gunakan adalah diagram aktivitas (*Activity Diagram*), *usecase*, *Sequence Diagram*. Secara keseluruhan, diagram-diagram UML akan menunjukkan aktivitas pengguna dalam melakukan pencarian rute terpendek. Terdapat tiga hal yang akan digambarkan dalam seluruh diagram yaitu, aktivitas pengguna pada sistem pencarian, aktivitas sistem pada saat digunakan, dan menjelaskan fungsi apa saja yang dimiliki oleh sistem.



Gambar 1. Usecase Pencarian Rute Terpendek

Pada diagram Usecase sistem pencarian, digambarkan aktor terdiri atas user dan sistem Informasi Geografis dengan usecase yang dilakukan oleh user adalah browse, mencari data query pencarian rute terpendek dan informasi-informasi mengenai kantor pemerintah Kota Bontang. Sebuah *Use Case* menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem dan fungsionalitas dari aplikasi Pencarian Rute Terpendek Menuju Kantor Pemerintah Kota Bontang Menggunakan Metode A-Star berbasis WebGIS. Diagram tersebut terdiri dari satu aktor dan delapan *Use Case*. Dimana antara *Use Case* satu dengan lainnya saling berkaitan jika kondisi terpenuhi.

Pada diagram Usecase sistem pencarian, digambarkan aktor terdiri atas user dan sistem Informasi Geografis dengan usecase yang dilakukan oleh user adalah browse, mencari data query pencarian rute terpendek dan informasi-informasi mengenai kantor pemerintah Kota Bontang. Sebuah *Use Case* menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem dan fungsionalitas dari aplikasi Pencarian Rute Terpendek Menuju Kantor Pemerintah Kota Bontang Menggunakan Metode A-Star berbasis WebGIS. Diagram tersebut terdiri dari satu aktor dan delapan *Use Case*. Dimana antara *Use Case* satu dengan lainnya saling berkaitan jika kondisi terpenuhi.

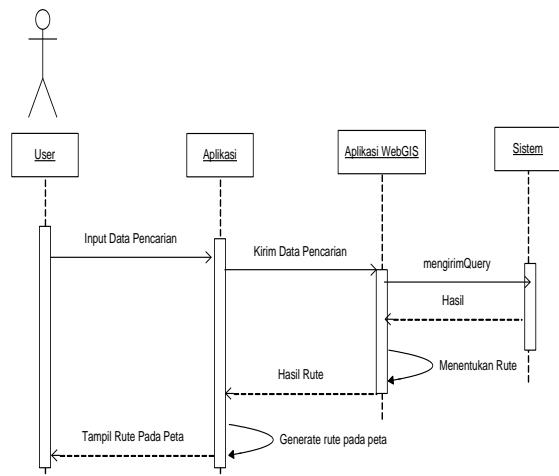


Gambar 2. Diagram aktivitas

Diagram aktivitas menggambarkan aktivitas pengguna dan sistem pada halaman SIG. Dalam

halaman ini, aliran aktivitas antara user dan sistem dapat terlihat pada diagram aktivitas dibawah ini.

Activity diagram ini diawali dengan menginputkan titik awal dan titik akhir tujuan. Aktivitas selanjutnya sistem akan memproses pencarian rute menggunakan Algoritma A Star (A*), setelah proses pencarian menggunakan algoritma A Star (A*) selesai sistem akan menampilkan hasil rute terpendek pada yang akan dilalui.



Gambar 3. Diagram Sequence pencarian rute SIG

Diagram selanjutnya adalah diagram *sequence*. Diagram ini menggambarkan urutan aktivitas user pada halaman SIG. pertama *user* masuk ke halaman awal untuk melakukan pencarian rute terpendek, sistem akan menampilkan semua data lokasi kantor pemerintah yang ada didalam peta.

Setelah itu *User* melakukan pemilihan lokasi awal dan sistem mengambil data lalu ditampilkan kepada User lokasi awal yang dipilih. Kemudian dilakukan kembali pemilihan lokasi tujuan. Setelah selesai menentukan titik awal dan akhir, sistem akan melakukan perhitungan dengan data ID verteks yang terdapat di dalam tabel jalan dan menampilkan rute terpendeknya kepada *user* sebagai keluaran.

Pada peta, terdapat fasilitas penambahan berupa informasi mengenai kantor pemerintah Kota Bontang.

Analisis Database Sistem

Sistem pencarian ini terdiri dari data spasial dan data non spasial. Data spasial dalam sistem ini berupa model data vektor. Model data ini dijabarkan sebagai berikut:

1. data spasial jalanan, terdapat dalam layer jalanan dengan atribut id, nama, panjang, titik awal dan titik akhir.
2. Data spasial wilayah, terdapat dalam layer adm_bontang_poly dengan atribut id, nama, luas.

3. Data spasial instansi pemerintah, terdapat dalam layer instansi_ pemerintah dengan atribut id, nama, alamat.

Data non-spasial dalam sistem ini adalah data-data yang terdapat dalam tabel. Data ini di simpan dengan menggunakan *software* PostgreSQL. Dalam sistem ini terdapat dua tipe data non-spasial, yaitu data yang berhubungan langsung dengan data spasial dan yang tidak berhubungan langsung dengan data spasial.

Data non-spasial yang berhubungan langsung dengan data spasial adalah data yang tersimpan dalam tabel attribute. Data non-spasial yang tidak berhubungan langsung adalah data yang dibentuk dalam tabel diluar data spasial yang telah ada.

Pembentukan Graf dan Implementasi Algoritma

Proses ini adalah mengubah data spasial menjadi graf. Data non-spasial yang digunakan dalam sistem ini adalah data tabel jalan. Karena graf ini terbentuk dari semua data jalan maka dapat dikatakan bahwa graf ini adalah representasi dari jaringan jalan. Vertex dari graf ini berupa persimpangan jalan. Sedangkan edge dari graf menunjukkan jalan yang menghubungkan setiap persimpangan. Dengan bobot edge adalah panjang jalan.

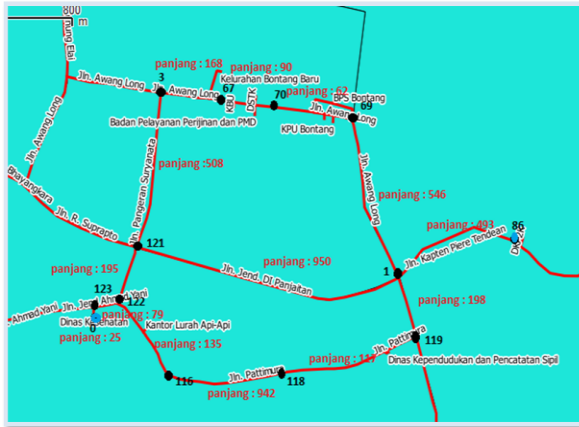
Dalam model ini, sebuah jalan dapat membentuk lebih dari satu edge, ini tergantung dari banyaknya persimpangan pada jalan tersebut. Selain persimpangan, terdapat beberapa vertex yang dapat berupa lokasi kantor pemerintah Kota Bontang. Vertex ini nantinya menjadi representasi untuk titik awal dan titik akhir. Dengan vertek yang merupakan representasi dari lokasi kantor pemerintah sebagai titik awal dan vertex yang merupakan representasi dari lokasi kantor pemerintah juga sebagai titik akhir atau tujuan. Graf berbobot yang terbentuk dari jaringan jalan Kota Bontang selanjutnya akan di proses untuk menentukan jalur terpendek dari sebuah rute.

PENGUJIAN SISTEM

Algoritma yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek adalah algoritma A Star (A*). Dalam algoritma ini diperlukan dua titik yang merepresentasikan titik awal dan titik akhir (tujuan). Implementasi Algoritma pencarian rute terpendek ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *PgRouting* yang juga menjadi extensi dalam PostgreSQL. Terdapat tiga buah fungsi yang ditambahkan kedalam database untuk implementasi algoritma pencarian ini yaitu *routing_core.sql*, *routing_core_wrappers.sql*, dan *routing_topology.sql*.

Misalkan diketahui jalan kota Bontang seperti ditunjukkan pada gambar 4 dan akan dicari jalur terpendek dari kedua titik. Titik awal digambarkan dengan simbol lingkaran berwarna hijau dan titik

akhir (tujuan) digambarkan dengan warna biru. Angka 1 sampai 10 merupakan node atau titik simpul.



Gambar 4. Contoh Perhitungan Metode A* pada Peta

Keterangan :

Length = Panjang jarak antara titik awal dan titik akhir

Titik Awal = Dinas Kesehatan

Titik Akhir = Dinas Kebersihan, Pertamanan, dan Pemadam Kebakaran

Node 123, X = 88 dan Y = 89
Node 122, X = 89 dan Y = 90
Node 121, X = 91 dan Y = 90
Node 3, X = 95 dan Y = 91
Node 1, X = 91 dan Y = 117
Node 67, X = 98 dan Y = 101
Node 70, X = 106 dan Y = 108
Node 69, X = 117 dan Y = 114
Node 116, X = 90 dan Y = 92
Node 118, X = 92 dan Y = 115
Node 119, X = 118 dan Y = 115
Node 86, X = 117 dan Y = 119

Cara perhitungan yang dipakai dalam pencarian rute :

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

Keterangan :

F(n) = Jumlah dari g(n) + h(n), perkiraan jalur terpendek sementara

g(n) = Total jarak yang di dapat dari vertex awal ke vertex akhir

h(n) = Perkiraan jarak dari vertex sekarang yang sedang dikunjungi ke vertex tujuan

1. Jarak 2 node :

$$N[1][2] = (\sqrt{((X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2)})$$

Langkah 1 :

$$N[0][123]$$

$$g = N[0][123] = 25$$

$$N[123][122] :$$

$$g = N[123][122] = N[0][123] + N[123][122] = 25 + 79 = 104$$

$$h = N[122][86] = (\sqrt{((117 - 89)^2 + (119 - 90)^2)}) = 40$$

$$f = g + h = 144$$

Karena hanya ada 1 koneksi maka dipilih N[123][122]

Langkah 2 :

$$N[122][121] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] = 25 + 79 + 195 = 299$$

$$h = N[121][86] = 39$$

$$f = g + h = 338$$

$$N[122][116] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][116] = 25 + 79 + 136 = 240$$

$$h = N[116][86] = 38$$

$$f = g + h = 278$$

Dipilih N[122][116]

Langkah 3 :

$$N[122][121] : g = 299, h = 39, f = 338$$

$$N[116][118] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][116] + [116][118] = 25 + 79 + 136 + 942 = 1182$$

$$h = N[118][86] = 25$$

$$f = g + h = 1233$$

Dipilih N[122][121]

Langkah 4 :

$$N[116][118] : g = 1182, h = 25, f = 1233$$

$$N[121][3] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][3] = 25 + 79 + 195 + 508 = 806$$

$$h = N[3][86] = 36$$

$$f = g + h = 842$$

$$N[121][1] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][1] = 25 + 79 + 195 + 950 = 1249$$

$$h = N[1][86] = 26$$

$$f = g + h = 1305$$

Dipilih N [121][3]

Langkah 5 :

$$N[116][118] : g = 1182, h = 25, f = 1233$$

$$N[121][1] : g = 1249, h = 26, f = 1305$$

$$N[3][67] :$$

$$g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][3] + [3][67] = 25 + 79 + 195 + 508 + 168 = 975$$

$$h = N[67][86] = 26$$

$$f = g + h = 1001$$

Dipilih N [3][67]

Langkah 6 :

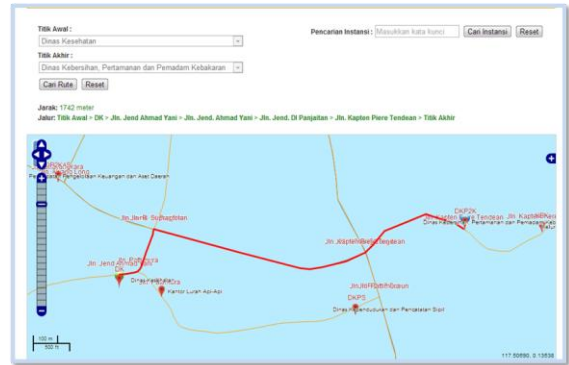
$$N[116][118] : g = 1182, h = 25, f = 1233$$

$$N[121][1] : g = 1249, h = 26, f = 1305$$

<p>N[67][70] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][3] + [3][67] + [67][70] = 25 + 79 + 195 + 508 + 168 + 90 = 1065$ $h = N[70][86] = 16$ $f = g + h = 1081$ <p>Dipilih N [67][70]</p>
<p>Langkah 7 :</p> <p>N[116][118] : g = 1182, h = 25 ,f = 1233</p> <p>N[121][1] : g = 1249, h = 26 ,f = 1305</p> <p>N[70][69] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][3] + [3][67] + [67][70] + [70][69] = 25 + 79 + 195 + 508 + 168 + 90 + 62 = 1127$ $h = N[69][86] = 5$ $f = g + h = 1132$ <p>Dipilih N [70][69]</p>
<p>Langkah 8 :</p> <p>N[116][118] : g = 1182, h = 25 ,f = 1233</p> <p>N[121][1] : g = 1249, h = 26 ,f = 1305</p> <p>N[69][1] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + [121][3] + [3][67] + [67][70] + [70][69] + [69][1] = 25 + 79 + 195 + 508 + 168 + 90 + 62 + 546 = 1673$ $h = N[1][86] = 26$ $f = g + h = 1699$ <p>Dipilih N [116][118]</p>
<p>Langkah 9 :</p> <p>N[121][1] : g = 1249, h = 26 ,f = 1305</p> <p>N[69][1] : g = 1673, h = 26 ,f = 1699</p> <p>N[118][119] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][116] + N[116][118] + N[118][119] = 25 + 79 + 136 + 942 + 117 = 1299$ $h = N[119][86] = 4$ $f = g + h = 1303$ <p>Dipilih N [118][119]</p>
<p>Langkah 10 :</p> <p>N[121][1] : g = 1249, h = 26 ,f = 1305</p> <p>N[69][1] : g = 1673, h = 26 ,f = 1699</p> <p>N[119][1] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][116] + N[116][118] + N[118][119] + [119][1] = 25 + 79 + 136 + 942 + 117 + 198 = 1497$ $h = N[1][86] = 26$ $f = g + h = 1523$ <p>Dipilih N [121][1]</p>
<p>Langkah 11 :</p> <p>N[69][1] : g = 1673, h = 26 ,f = 1699</p> <p>N[119][1] : g = 1497, h = 26 ,f = 1523</p> <p>N[1][86] :</p> $g = N[0][123] + N[123][122] + N[122][121] + N[121][1] + [1][86] = 25 + 79 + 195 + 950 + 493 = 1742$ $h = N[86][86] = 0$ $f = g + h = 1742$ <p>Dipilih N[1][86]. Pencarian rute terpendek berhenti</p>

karena sudah sampai *node* tujuan. Rute yang didapat adalah : 0-123-122-121-1-86 yaitu Titik awal>DK[123] > Jln.Jend Ahmad yani[122] > Jln.Jend Ahmad Yani[121] > Jln.Jend DI Panjaitan[1] > Jln.Kapt Piere Tendean[86]

Dibawah ini akan diperlihatkan tampilan keluaran dari sistem ketika dilakukan pencarian dengan titik awal dan titik akhir yang sama.



Gambar 5. Tampilan Keluaran dari Sistem

Pembuatan WEBGIS

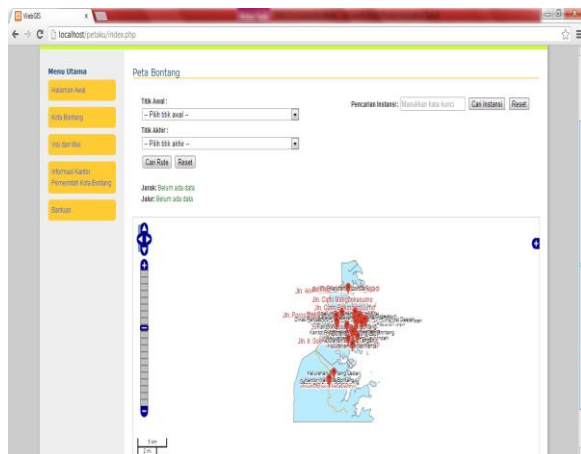
Antar muka sistem web di bangun dengan menggunakan pemrograman php. Secara garis besar struktur navigasi pada sistem berbasis web ini terdiri atas lima menu yaitu menu halaman awal, KotaBontang, Visi dan Misi, dan bantuan. Menu-menu tersebut dapat saling terhubung dengan halaman lainnya tanpa melalui halaman utama.

Rancangan halaman WEB yang telah dirancang diimplementasikan dengan bahasa pemrograman PHP dengan menggunakan editor Aptana Studio. Kemudian pula didalamnya dimasukan modul openLayers untuk mengambil dan menampilkan layer-layer pada peta.

Tampilan Sistem Pencarian rute terpendek.

Tampilan Peta kota Bontang di ditampilkan pada menu SIG. Pada menu ini terdapat fasilitas pencarian lokasi dan pencarian rute terpendek menuju lokasi tujuan.

dengan menentukan titik awal dan titik tujuan yang ingin dituju. Menu SIG juga menampilkan sedikit informasi tentang kantor pemerintah Kota Bontang.



Gambar 5. Tampilan halaman SIG

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis, perancangan, hasil, implementasi dari sistem pencarian rute terpendek menggunakan algoritma A* ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi *shortest_path_astar* terbukti dapat menyelesaikan masalah *routing* untuk pencarian rute terpendek (shortest path) pada peta geografis.
2. Akurasi dalam proses pembuatan atau digitasi jalan akan mempengaruhi akurasi hasil pencarian rute, semakin akurat data jalan, maka semakin akurat pula hasil pencarian rute yang ditampilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwadhi, S. H. 1994. Aplikasi Penginderaan Jarak Jauh Dalam Ilmu Geografi, Prosper dan Penerapannya Untuk Pembangunan. Jakarta : Jurusan Geografi, Universitas Indonesia.
- [2] Asade, Andre. 2011. Sistem Pencarian Rute Terpendek A* pada Jalan Protokol di Kota Medan Berbasis WeGIS. <http://digilib.its.ac.id/repository/undergraduate>. Diakses tanggal 10 Februari 2011.
- [3] Fowler, M. 2005. *UML Distilled. panduan singkat bahasa permodelan objek standar Edisi 3*. Yogyakarta: ANDI.
- [4] Diana Okta Pugas, Maman Somantri, Kodrat Iman Satoto, Jeffrey. (2009) *Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan A Star (A*) Pada SIG Berbasis Web Untuk Pemetaan Kota Sawahlunto*. Jurnal Informatika, 1-2.