

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN LOKASI LAHAN PERTANIAN MENGGUNAKAN ALGORITMA A* (A STAR) DI KABUPATEN CIREBON

Tegoeh Priawan

Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Poltek Cirebon

Email : tegoeh.priawan@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi dapat mendorong penggunaan dan pemanfaatan secara luas di berbagai bidang dan aspek kehidupan sehingga memudahkan masyarakat dalam menunjang kegiatan mereka sehari-hari. Salah satu diantara penggunaan teknologi informasi adalah informasi data pertanian dalam bentuk pemetaan lokasi lahan pertanian. Diperlukan sistem yang dapat menyajikan informasi dan lokasi pertanian serta ditunjang dengan pencarian wilayah dan hasil panen yang lebih rinci dari sektor pertanian. Sistem Informasi Geografis dapat menjadi solusi dalam menampilkan informasi dan wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon yang disajikan dalam bentuk digital. SIG ini dapat memberikan data-data berupa data spasial beserta dengan atribut-atributnya dalam bentuk geografis yang ditampilkan dalam peta digital dengan bantuan Google MAPS API (*Application Programming Interface*) dari *Google* yang mampu memetakan lokasi lahan pertanian beserta rute untuk menuju ke lokasi lahan tersebut, sehingga informasi yang diperoleh menjadi dinamis dan lebih menarik serta lebih mudah untuk dipahami. *Algoritma A Star* atau *A** adalah salah satu algoritma pencarian yang menganalisa input, mengevaluasi sejumlah jalur yang mungkin dilewati dan menghasilkan solusi. Algoritma *A** adalah algoritma komputer yang digunakan secara luas dalam graph traversal dan penemuan jalur serta proses pencarian jalur yang bisa dilewati secara efisien di sekitar titik-titik yang disebut node.

Kata kunci : SIG, Sistem Informasi Geografis, A Star, Lahan Pertanian, Kabupaten Cirebon

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dari waktu ke waktu semakin berkembang dan meningkat pesat, perkembangan ini ditandai dengan semakin mudahnya informasi yang dapat diakses oleh semua orang dalam melakukan komunikasi yang lebih efektif. Perkembangan teknologi informasi dapat mendorong penggunaan dan pemanfaatan secara luas di berbagai bidang dan aspek kehidupan sehingga memudahkan masyarakat dalam menunjang kegiatan mereka sehari-hari. Salah satu diantara penggunaan teknologi informasi adalah informasi data pertanian dalam bentuk pemetaan lokasi lahan pertanian. Dikutip dari halaman finance.detik.com tertanggal 10 Mei 2019 yang berjudul "Sektor Pertanian Dorong Pertumbuhan Ekonomi RI" disebutkan: Pendapatan Domestik Bruto (PDB) pertanian

Indonesia meningkat tajam dalam 5 tahun terakhir. PDB pertanian Indonesia menempati posisi 5 di dunia saat ini. Pembangunan pertanian terbukti telah ikut andil dalam mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Demikian disampaikan Menteri Pertanian RI Amran Sulaiman, menanggapi proyeksi Standard Chartered PLC baru-baru ini. "PDB kita meningkat tajam dan nomor 5 dunia. PDB Pertanian itu naik dari Rp 994 triliun menjadi Rp 1.462 triliun. Itu luar biasa, ini hampir merata di setiap sektornya," ujar Amran di kantor Pusat Kementerian Pertanian, Kawasan Ragunan, Jakarta Selatan, Jumat (10/5/2019). Menurutnya, lompatan PDB Pertanian merupakan suatu capaian luar biasa serta sudah divalidasi dan ditandatangani oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Lembaga jasa keuangan tersebut juga memprediksi, PDB Indonesia akan mencapai

US\$ 10 triliun pada 2030. Dan menempatkan bangsa ini di peringkat ke-4 sebagai negara dengan perekonomian terbesar dunia. "PDB Indonesia telah menembus US\$ 1 triliun untuk pertama kalinya pada 2017. Dan berdasarkan proyeksi sebuah lembaga jasa keuangan internasional, pada 2030 ekonomi Indonesia berada di bawah Amerika (peringkat 3) dan di atas Turki (peringkat 5). Tiongkok berada di puncak dengan PDB US\$ 64,2 triliun," pungkas Amran. Ia menambahkan, prediksi optimistis ini tak lepas dari peran pembangunan sektor pertanian yang terus dilakukan Kabinet Kerja Pemerintahan Joko Widodo selama berkuasa 4 tahun lebih terakhir ini. Hasil kerja sektor pertanian Indonesia, lanjutnya, juga mendapat apresiasi dari Organisasi Pangan dan Pertanian FAO yang berada di bawah naungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). "FAO sendiri mengapresiasi PDB Pertanian kita," sambungnya. Banyak dari sektor wilayah pertanian yang ada di Kabupaten Cirebon tidak diikuti dengan informasi yang cukup bagi masyarakat sehingga beberapa wilayah pertanian kurang diketahui. Selain informasi pertanian, dokumentasi wilayah pertanian dan hasil panen, serta kontak informasi masih kurang. Hal ini dapat membuat sebagian masyarakat tidak memiliki informasi yang cukup tentang sektor wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon. Diperlukan sistem yang dapat menyajikan informasi dan lokasi pertanian serta ditunjang dengan pencarian wilayah dan hasil panen yang lebih rinci dari sektor pertanian. Sistem Informasi Geografis dapat menjadi solusi dalam menampilkan informasi dan wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon yang disajikan dalam bentuk digital. Dengan adanya sistem informasi geografis pemetaan wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon dapat menampilkan informasi mengenai pertanian di Kabupaten Cirebon lebih terorganisir berupa deskripsi pertanian, dokumentasi wilayah dan hasil pertanian serta kontak informasi terkait. Selanjutnya di harapkan dengan adanya sistem berbasis web dapat mengolah data wilayah pertanian yang ada di Kabupaten Cirebon. Beberapa wilayah pertanian yang ada di Kabupaten Cirebon tersebar di berbagai daerah Kabupaten Cirebon. Untuk menuju ke wilayah pertanian, ada beberapa rute yang bisa ditempuh. Masyarakat pastinya menginginkan rute yang

paling efisien untuk menuju wilayah pertanian yang dituju sehingga dapat menghemat waktu. Tentunya masyarakat banyak yang tidak mengetahui rute terdekat untuk mengakses sektor wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon. *Algoritma A Star atau A** adalah salah satu algoritma pencarian yang menganalisa input, mengevaluasi sejumlah jalur yang mungkin dilewati dan menghasilkan solusi. Algoritma A* adalah algoritma komputer yang digunakan secara luas dalam graph traversal dan penemuan jalur serta proses pencarian jalur yang bisa dilewati secara efisien di sekitar titik-titik yang disebut node (Reddy, 2013). Karakteristik yang menjelaskan algoritma A* adalah pengembangan dari "daftar tertutup" untuk merekam area yang dievaluasi, kemudian melakukan perhitungan jarak yang dikunjungi dari "titik awal" dengan jarak yang diperkirakan ke "titik tujuan" (Reddy, 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam hal ini penulis akan membangun sebuah sistem informasi geografis pemetaan lahan pertanian berbasis web yang menyajikan informasi mengenai pencarian sektor wilayah pertanian di Kabupaten Cirebon dengan menggunakan metode Algoritma A Star (A*). Sistem informasi ini akan memudahkan masyarakat untuk mengetahui informasi wilayah pertanian, dokumentasi wilayah pertanian, serta informasi pertanian yang ada di kabupaten Cirebon dan dapat mengetahui rute terpendek untuk menuju ke wilayah pertanian menggunakan Algoritma A Star berbasis web. Diharapkan dengan sistem informasi ini dapat membantu memecahkan permasalahan yang ada.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Sistem Informasi Geografis

Menurut Aronoff Stanly, Sistem Informasi Geografis adalah sistem yang berbasiskan komputer untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan dalam menangani data yang bereferensi geografis : masukan, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi, dan keluaran. (Prahasta, 2014).

1.2.2 Pengertian Pemetaan

Istilah pemetaan seringkali digunakan pada ilmu matematika untuk menunjukkan proses pemindahan informasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Proses tersebut serupa dengan yang dilakukan oleh kartografer, yaitu memindahkan informasi dari permukaan bumi ke dalam kertas. Hasil dari pemindahan informasi tersebut dinamakan peta atau *map*. (Trise Putra & Kadris, 2016).

1.2.3 Algoritma A* (A star)

Metode Algoritma A-*Star* dikembangkan oleh Peter Hart, Nils Nilson dan Bertram Raphael. A* (disebut A-*Star*) adalah sebuah graph atau metode pohon pencarian yang digunakan untuk mencari jalan dari sebuah node awal ke node tujuan (goal node) yang telah ditentukan. Metode ini menggunakan estimasi *heuristic* $h(x)$ pada node untuk mengurutkan setiap node x berdasarkan estimasi rute terbaik yang melalui node tersebut. Algoritma A mencari jalur dengan *cost* terkecil dari node awal ke node berikutnya sampai mencapai node tujuan. Dalam penentuan rute terbaik A* memiliki suatu fungsi yang dinotasikan dengan $f(x)$ untuk menetapkan estimasi *cost* yang terkecil dari jalur yang dilalui node x .

Algoritma A* merupakan salah satu dari *heuristic search*, adalah algoritma untuk mencari estimasi jalur dengan *cost* terkecil dari *node* awal ke *node* berikutnya sampai mencapai *node* tujuan. A* memiliki suatu fungsi yang didenotasikan dengan $f(x)$ untuk menetapkan estimasi *cost* yang terkecil dari jalur yang dilalui *node* x dengan rumus sebagai berikut.

$f(x) = h(x) + g(x)$ (1). Fungsi $h(x)$ adalah *hypotesis cost* atau *heuristic cost* atau estimasi *cost* terkecil dari *node* x ke tujuan, yang disebut juga sebagai *future path-cost*. Fungsi $g(x)$ adalah *geographical cost* atau *cost* sebenarnya dari *node* x ke *node* tujuan, yang disebut juga sebagai *past path-cost*.

Dengan metode atau algoritma A*, *cost* untuk mencapai *node* berikutnya didapat dari fungsi $f(x)$, sehingga pada pemilihan jalur terpendek dapat langsung diketahui *node* berikutnya dengan *cost* terkecil sampai mencapai *node* tujuan tanpa kembali ke *node* yang sudah dikunjungi. Berdasarkan algoritma standar pencarian jalur terpendek sebelumnya, jika ditambahkan dengan metode A*, algoritma tersebut mengalami perubahan, khususnya saat perluasan *node* atau *Node Expansion*,

yaitu saat memindai jalur atau *link*. (Area Gading Serpong; Jurnal ISSN 2085-4552 Optimasi Pencarian Jalur dengan Metode A-Star : 2013).

1.3 Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak

1.3.1 Metode Relational Unified Process (RUP)

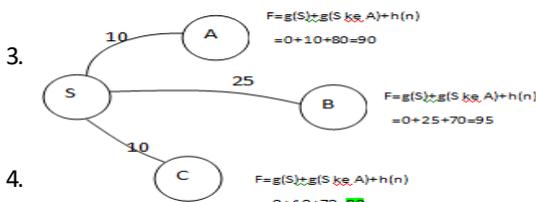
Metode yang digunakan penulis dalam pembangunan perangkat lunak yaitu metode *Rational Unified Process* (RUP), karena menurut penulis metode inilah metode yang cocok untuk digunakan. Metode RUP merupakan metode pengembangan kegiatan yang berfokus pada pengembangan model dengan menggunakan *tools Unified Model Language* (UML) yang menggunakan konsep *object oriented*. Dalam metode ini terdapat empat tahap pengembangan perangkat lunak yaitu:

1. *Inception*, dimana pengembang mendefinisikan batasan kegiatan, melakukan analisis kebutuhan *user*, melakukan perancangan awal perangkat lunak (perancangan arsitektural dan *use case*), dan merilis prototipe perangkat lunak versi *Alpha*.
2. *Elaboration*, dengan melakukan perancangan perangkat lunak mulai dari mendefinisikan fitur perangkat lunak hingga perilsan prototipe bersi *Betha* dari perangkat lunak.
3. *Construction*, yaitu implementasi rancangan perangkat lunak yang telah dibuat, sehingga perangkat lunak versi akhir yang sudah disetujui administrator dirilis beserta dokumentasi perangkat lunak.
4. *Transition*, yaitu instalasi, *deployment* dan sosialisasi perangkat lunak. (Wahyuniardi, Afrianti, Nurjaman, & Gusdya, 2015).

2. PEMBAHASAN

Dalam penerapannya, Algoritma A* memiliki beberapa terminologi dasar diantaranya starting point, simpul (*nodes*), A, *open list*, *closed list*, harga (*cost*), halangan (*unwalkable*).

1. *Starting point* adalah sebuah terminologi untuk posisi awal sebuah benda.
2. A adalah simpul yang sedang dijalankan dalam algoritma pencarian jalan

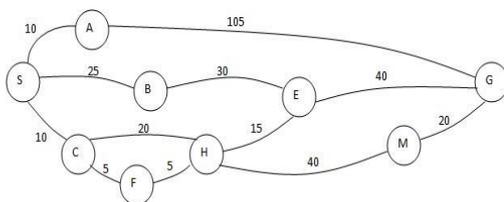


3. simpul yang memiliki nilai maksimum dari starting point maupun simpul yang sedang dijalankan.
4. *Closed* list adalah tempat menyimpan data simpul sebelum A yang juga merupakan bagian dari jalur terpendek yang telah berhasil didapatkan.
5. Harga adalah nilai yang diperoleh dari penjumlahan, jumlah nilai tiap simpul dalam jalur terpendek dari *starting point* ke A, dan jumlah nilai perkiraan dari sebuah simpul ke simpul tujuan.
6. Simpul tujuan yaitu simpul yang dituju.
7. Halangan adalah sebuah atribut yang menyatakan bahwa sebuah simpul tidak dapat dilalui oleh A.

Menurut Yeni Syukriah (2016), Algoritma A* (A star) dikenal sebagai salah satu algoritma yang paling sering digunakan untuk pencarian jalur (*path finding*) dan penerusan grafis (*graph traversal*), yaitu proses plotting jalur yang paling efisien antar titik, yang disebut dengan *nodes*.

Menurut Pasnur (2016), Algoritma A star menggunakan dua senarai yaitu *OPEN* dan *CLOSED*. *OPEN* adalah senarai (*list*) yang digunakan untuk menyimpan simpul-simpul yang pernah dibangkitkan dan nilai heuristiknya telah dihitung tetapi belum terpilih sebagai simpul terbaik (*best node*) dengan kata lain, *OPEN* berisi simpul-simpul masih memiliki peluang untuk terpilih sebagai simpul terbaik, sedangkan *CLOSED* adalah senarai untuk menyimpan simpul-simpul yang sudah pernah dibangkitkan dan sudah pernah terpilih sebagai simpul terbaik (peluang untuk terpilih sudah tertutup).

2.1 Simulasi Algoritma A* (A-Star)

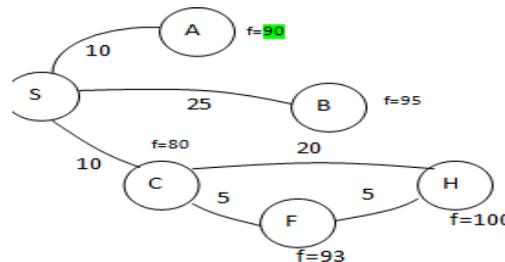


n	S	A	B	C	E	F	G	H	M
h(n)	80	80	70	70	75	78	0	70	70

Gambar 2.1 Langkah Pertama

Langkah Pertama, karena di *OPEN* hanya terdapat 1 simpul (yaitu S), maka S Terpilih sebagai *BestNode*. *Best Node* Selanjutnya adalah f(C)=80

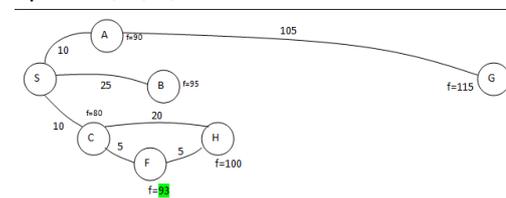
Closed : S
Open : A, B, C



Gambar 2.2 Langkah Kedua

Langkah Kedua, C dengan biaya terkecil (yaitu 80) terpilih sebagai *BestNode* dan dipindahkan ke *CLOSED*, semua suksesor C dibuka yaitu F & H dan dimasukkan ke *OPEN*. *BestNode* Selanjutnya adalah f(A)=90

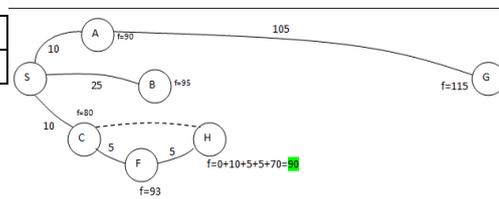
Closed : S, C,
Open : A, B, F, H



Gambar 2.3 Langkah Ketiga

Langkah Ketiga, A dengan biaya terkecil (yaitu 90) sebagai *Best Node* dan dipindahkan ke *CLOSED*, suksesor A dibuka yaitu G dimasukkan ke *OPEN*. f(G)=115. *Best Node* Selanjutnya adalah f(F)=93

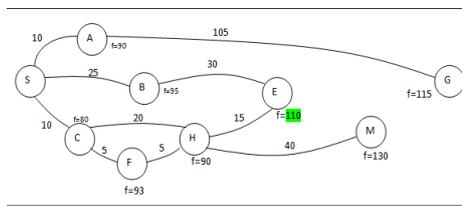
Closed : S, C,,A
OPEN: B, F, H, G



Gambar 2.4 Langkah Keempat

Langkah Keempat, F dengan biaya terkecil (yaitu 93) sebagai *BestNode* dan dipindahkan ke *CLOSED*, suksesor F dibuka yaitu H, karena H sudah *OPEN* maka dicek, Ternyata biaya dari C ke H melalui F (yaitu $5 + 5=10$) lebih kecil dari C ke H (yaitu 20). Oleh Karena itu parent dari H yang sebelumnya C menjadi F. *BestNode* selanjutnya $f(H)=90$

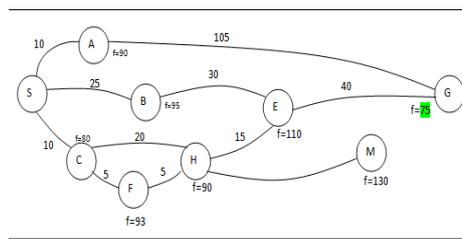
Closed : S, C, A, F
Open : B, G, H



Gambar 2.5 Langkah Kelima

Langkah Kelima, B dengan biaya terkecil yaitu (95) sebagai *BestNode* dan dipindahkan ke *CLOSED*, suksesor B yaitu E, karena sudah *OPEN*, maka dicek. J Langkah Kelima, B dengan biaya terkecil yaitu (95) sebagai *BestNode* dan dipindahkan ke *CLOSED*, suksesor B yaitu E, karena sudah *OPEN*, maka dicek. Jarak dari S ke E melalui B masih lebih besar yaitu ($25+30+75=130$). Maka tidak ada perubahan *parent* dari E. arak dari S ke E melalui B masih lebih besar yaitu ($25+30+75=130$). Maka tidak ada perubahan *parent* dari E.

Closed : S, C, F, A, H, B
Open : E, M, G



Gambar 2.6 Langkah Keenam

Langkah Keenam, E dengan dengan biaya terkecil (yaitu 110) sebagai *BestNode* dan dipindahkan ke *CLOSED*,suksesor E dibuka yaitu G, karena G sudah *OPEN* maka harus di cek, apakah parent dari G perlu diganti. Ternyata biaya S ke G melalui E lebih kecil (yaitu $0+10+5+5+15+40+0=75$) sedangkan dari S ke E melalui A (yaitu 115) jadi parent G dirubah ke E.

Closed : S, C, F, A, H, B, E

Open : G, M

Selanjutnya, G dengan biaya terkecil (yaitu 75) terpilih sebagai *BestNode*. Karena *BestNode* sama dengan *GOAL*, berarti Solusi sudah ditemukan. Rute dan total biaya bisa ditelusuri balik dari G ke S karena setiap simpul hanya memiliki satu parent dan setiap simpul memiliki informasi biaya sebenarnya (g). Penelusuran balik menghasilkan rute S-C-F-H-E-G dengan jarak 75 KM.

2.2 Kompleksitas Waktu Algoritma A* (A-Star)

Kompleksitas waktu dari algoritma A tergantung dari heuristicnya. Dalam kasus terburuk *worst case*, jumlah simpul yang diekspansi bias eskponensial dalam solusinya jalan terpendek. Akan tetapi, kompleksitasnya bisa berupa polinomial bila fungsi heuristic h bertemu kondisi berikut:

$$|hx - h| = O \log hx$$

Dimana h adalah *heuristic* optimal, atau *cost* pasti untuk menuju tujuan dari x. Dengan kata lain, kesalahan error dari h tidak boleh tumbuh lebih cepat dari algoritma “*perfect heuristic*” h yang mengembalikan jarak sebenarnya dari x menuju tujuan.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi algoritma A* pada penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Penentuan rute terbaik dapat dilakukan dengan Algoritma A* sehingga dapat diterapkan dengan baik.
2. Simulasi ini dapat menentukan rute (jalur) terbaik dari titik awal (*start*) menuju titik akhir (*finish*) dengan hambatan-hambatan

yang diberikan disetiap rute. Dari hasil pengujian, rute yang ditemukan merupakan rute yang terbaik dengan nilai $f(n)$ terkecil dibandingkan dengan rute-rute (jalur-jalur) lainnya.

3. Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan menggunakan algoritma lain selain algoritma A* untuk menentukan jalur (rute) yang terbaik. Dan juga dapat membandingkan algoritma lain tersebut apakah lebih baik dalam penentuan jalur tercepat.

4. DAFTAR PUSTAKA

1. Andi, Rumani dkk. 2017. Perbandingan Kompleksitas Algoritma A-Star, Floyd-Warshall, Viterbi Pada SDN (Software Defined Networking). Universitas Telkom Bandung.
2. Brando, D., & Rusda, D, 2017. Sistem Informasi Administrasi Siswa Asrama pada Asrama Katolik Santo Christoforus Sampit berbasis Desktop. *Jurnal Penelitian Dosen FIKOM (UNDA)*.
3. Iwan, 2014. *Aplikasi GIS*. Diakses 31 Agustus 2019, dari Aplikasi GIS: <https://aplikasigis.wordpress.com/>
4. Moh. Bandrigo Talai dkk. 2015 Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek Pada Rumah Sakit Umum BAHTERAMAS Menggunakan Algoritma A* (A-Star). Kendari.
5. Muhammad Hisyam Fadhlurrahman dkk. 2014. Implementasi dan Analisis Penggunaan Algoritma A-Star Dengan Prioritas Pada Pemilihan Rute Lintas Kendaraan Roda Dua. Universitas Telkom. Bandung.
6. Nugroho, N. C., & Purnama, B. E, 2012. Perancangan Inovasi Konten Web Radio Streaming dan Podcasting pada Radio Puspa FM Pacitan. *Jurnal Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*.
7. Prabowo, S. D., & Setiawan, E. B, 2013. Sistem Pendukung Keputusan Revitalisasi Terhadap Bangunan dan Kawasan Cagar Budaya Kota Bandung di DISBUDPAR Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*.
8. Prahasta, E, 2014. *SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (Konsep-konsep dasar perspektif Geodesi dan Geomatika)*. Bandung: Informatika Bandung.
9. R. A., khairil, & I. k, 2015. Pemanfaatan Google Maps API pada sistem informasi geografis direktori perguruan tinggi di KOTA BENGKULU. *Jurnal Media Infotama*.
10. Sariani, N., Muryani, C., & Rindarjono, M. G, 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Geografi Berbasis Peduli Lingkungan untuk Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan Siswa pada Materi Sumber Daya Alam di Kelas XI IPS SMA Bina Utama Pontianak. *Jurnal GeoEco*.
11. Sidik, B, 2014. *Pemrograman WEB dengan PHP*. Bandung: INFORMATIKA.
12. Sujarweni, V. W, 2014. *METODOLOGI PENELITIAN*. Yogyakarta: PUSTAKABARUPRESS.
13. Sukamto, R. A., & Salahudin, M, 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: INFORMATIKA.
14. Sumanto, 2014. *Teori dan Aplikasi Metode Penelitian*. Yogyakarta: CAPS (Center of Academic Publishing Service).
15. Trise Putra, D. W., & Kadris, 2016. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Sarana Prasarana Departemen Agama Kota Sungai Penuh Berbasis Web. *Jurnal Teknologi dan Informatika*.
16. Yenie Syukriyah, Falahah, Hermi Solihin, 2016 Penerapan Algoritma A* (STAR) Untuk Mencari Rute Tercepat Dengan Hambatan. Teknik Informatika Universitas Widyatama. Bandung.