

Penerapan Algoritma Floyd Warshall dengan Menggunakan Euclidean Distance dalam Menentukan Rute Terbaik

Application Of The Floyd Warshall Algorithm Using Euclidean Distance In Determining The Best Route

Darmadi *¹, T. M. Diansyah², Divi Handoko³ (* corespondent author)

^{1,2,3}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

E-mail: ¹ adhykiler97@gmail.com@email.ac.id, ²dian.10.22@gmail.com,

³divihandoko@gmail.com

Abstrak

Pencarian jalur sangat berhubungan antara jarak dengan pencarian pada suatu lokasi atau tempat dalam sebuah pemetaan dalam pencarian banyak digunakan algoritma heuristik. Salah satu Algoritma yang digunakan untuk menentukan jalur terdekat adalah *algoritma floyd warshall* yang menerapkan suatu fungsi heuristik sehingga akan memberikan hasil pencarian jalur yang paling efektif. Permasalahan yang timbul ketika masyarakat umum ingin mencari Rumah Sakit terdekat ialah tidak ada informasi yang bisa dijadikan media yang dapat menentukan Rumah Sakit terdekat maka dari itu pada penelitian ini akan melakukan penerapan algoritma *floyd warshall* dengan rumus jarak yang dapat digunakan untuk menentukan jalur terbaik atau jarak terdekat untuk mencapai Rumah Sakit terdekat, salah satu rumus jarak yaitu rumus dari *euclidean distance* yang merupakan perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam *euclidean distance*. Keseluruhan hasil dari perhitungan antara titik awal atau simpul awal dengan titik akhir atau simpul akhir pada kasus sekarang titik awal berada di Rumah Sakit Permata Bunda yang di asumsikan sebagai titik awal dan titik akhir yaitu Rumah Sakit Madani. Hasil nya didapatkan bahwa untuk Rumah Sakit Madani jarak paling dekat yaitu 0.88 km yang melewati simpul 2,3, dan 4.

Kata kunci: pencarian, penerapan, rumus, jarak

Abstract

Path search is closely related to distance with searching at a location or place in a mapping in a search many heuristic algorithms are used. One of the algorithms used to determine the closest path is the floyd warshall algorithm which applies a heuristic function so that it will provide the most effective path search results. The problem that arises when the general public wants to find the nearest hospital is that there is no information that can be used as a medium that can determine the nearest hospital, therefore this study will apply the floyd warsahll algorithm with a distance formula that can be used to determine the best path or the closest distance To reach the nearest hospital, one of the distance formulas is the Euclidean Distance formula which is a calculation of the distance from 2 points in the Euclidean Distance space. the overall result of the calculation between the starting point or starting point with the end point or end node in the current case the starting point is at Permata Bunda Hospital which is assumed to be the starting point and ending point, namely the Madani Hospital. The results show that for a civil hospital the closest distance is 0.88 km which passes through nodes 2,3, and 4.

Keywords: search, application, formula, distance

1. PENDAHULUAN

Suatu sistem informasi berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis, serta memanggil data bereferensi geografis yang berkembang pesat

pada lima tahun terakhir ini, [1]. Sistem Informasi Geografis merupakan 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 [2]. Terdapat beberapa sistem informasi geografis yang didalamnya tidak hanya menampilkan informasi geografis suatu tempat saja, tetapi juga ditambahkan fasilitas lain seperti fasilitas pencarian jalur terpendek terbaik [3]. Pencarian jalur sangat berhubungan antara jarak dengan pencarian pada suatu lokasi atau tempat dalam sebuah pemetaan. Pengguna ingin menuju ke suatu lokasi, pengguna tersebut akan menganalisa jarak yang paling dekat untuk mencapai suatu lokasi dengan waktu yang sangat singkat, pada kasus ini ialah rumah sakit, [4]

Salah satu Algoritma yang digunakan untuk menentukan jalur terdekat adalah *algoritma floyd warshall* yang menerapkan suatu fungsi heuristik sehingga akan memberikan hasil pencarian jalur yang paling efektif [5]. Algoritma ini merupakan algoritma pencarian jalur terpendek menggunakan graf berbobot berarah dengan bobot sisi positif atau negatif, namun tidak memiliki siklus dengan bobot negatif. Algoritma ini menghitung jarak terpendek dari seluruh pasangan simpul dalam graf berbobot berarah, [6]. Algoritma ini mengembalikan bobot terkecil untuk setiap pasangan simpul. Pada dasarnya, algoritma ini tidak mengembalikan urutan jalur yang ditempuh untuk mendapatkan bobot terkecil dari satu simpul ke simpul lainnya.

Namun dengan penerapan tertentu dapat didapatkan urutan jalur yang ditempuh untuk mendapatkan lintasan terpendek dari pasangan simpul yang dibutuhkan atau untuk setiap pasangan simpul. Pada penelitian lainnya terdapat rumus jarak yang dapat digunakan untuk menentukan jalur terbaik atau jarak terdekat untuk mencapai tujuan, salah satu rumus jarak yaitu rumus dari *euclidean Distance* yang merupakan perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam *euclidean Distance* space. Pada penelitian yang akan penulis bahas yaitu menentukan jalur terbaik dengan melakukan penerapan terhadap algoritma *floyd warshall* dengan menggunakan rumus jarak *euclidean distance* yang mengukur jarak dengan 2 buah titik dalam *euclidean Distance* space sehingga akan dapat menampilkan hasil pencarian atau penentuan jalur dan jarak terbaik dengan memanfaatkan algoritma *floyd warshall* dengan menggunakan rumus jarak.

Berdasarkan paparan di atas, maka peneliti akan melakukan implementasi untuk menentukan jalur terbaik dengan judul penelitian penerapan algoritma *floyd warshall*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam menulis tugas akhir ini penulis melakukan penelitian terhadap sistem yang sedang diterapkan. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Yaitu dengan menganalisa serta mengevaluasi hasil penelitian teori-teori dan pendapat dari buku, bahan perkuliahan, jurnal, bahan perkuliahan, dan sumber-sumber yang dianggap penting dan ada hubungannya dengan penulisan tugas akhir untuk menguatkan ide dan pemikiran penulis.

2. Observasi

Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung terhadap sistem manual dan pencatatan secara cermat dan sistematis untuk mengumpulkan data-data agar diperoleh informasi yang dibutuhkan.

3. Analisis Data

Yaitu menganalisa data dan merangkumnya sehingga dapat ditarik kesimpulan yang dijadikan tolak ukur pembuatan sistem. Penulis juga menggunakan metode perancangan.

2.1. Algoritma

Algoritma merupakan metode yang efektif yang ditunjukkan pada daftar yang terbatas dari kumpulan perintah yang telah didefinisikan untuk menghitung suatu fungsi dalam menyelesaikan masalah [7],[8], [9]

Dalam penganalisan suatu algoritma kita harus memperhatikan beberapa hal, seperti:

1. Kebenaran (*Correctness*) [10].
2. Jumlah Operasi yang Dilakukan (*Amount of Work Done*) [11].
3. Analisis Kemungkinan Terburuk (*Worst Case*) [12].

Menurut [13] bahwa Algoritma memiliki kompleksitas yang merupakan acuan utama untuk mengetahui kecepatan dari sebuah algoritma. Kompleksitas dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Best case* (Ω), yaitu kompleksitas algoritma dimana algoritma tersebut berjalan dalam kondisi terbaik.
2. *Average case*, yaitu kompleksitas algoritma dimana algoritma tersebut berjalan dalam kondisi sedang, biasanya inputnya secara acak.
3. *Worst case* (O), yaitu kompleksitas algoritma dimana algoritma tersebut berjalan dalam kondisi terburuk.

4. Optimal (*Optimality*)

Untuk menganalisis suatu algoritma, biasanya selalu menggunakan kelas algoritma dan ukuran kompleksitas, misalnya, jumlah operasi dasar yang dilakukan. Sebuah algoritma disebut optimal (untuk *worst case*) jika tidak ada algoritma yang dapat melakukan operasi dasar yang lebih sedikit (untuk *worst case*) [14].

5. Ikatan Terendah (*Lower Bound*)

Untuk membuktikan bahwa suatu algoritma adalah optimal, tidak diperlukan menganalisis setiap algoritma. Dengan membuktikan teorema teorema yang menentukan lower bound pada jumlah operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, maka algoritma yang dapat melakukan jumlah operasi tersebut disebut optimal [9].

2.2 Graph

Graf penting sebagai model untuk berbagai jenis proses atau struktur. Kota-kota dan jalan-jalan yang menghubungkan membentuk graf, seperti juga komponen pada papan sirkuit yang berhubungan di antara mereka. "*Graf secara umum bisa didefinisikan sebagai kumpulan titik (nodes atau vertices) dan garis (arcs atau edges)*" [15]. Menurut arah dan bobotnya, graf dibagi menjadi empat bagian, yaitu: [16] [17] [2] [18]

1. *Graph* berarah dan berbobot: tiap sisi mempunyai anak panah dan bobot.
2. *Graph* tidak berarah dan berbobot: tiap sisi tidak mempunyai anak panah tetapi mempunyai bobot.
3. *Graph* berarah dan tidak berbobot: tiap sisi mempunyai anak panah yang tidak berbobot.

2.3 Path Finding

Path Finding merupakan salah satu materi yang sangat penting didalam *Artificial Intelligence*. *Path Finding* biasanya digunakan untuk menyelesaikan masalah pada sebuah *graph*. Dalam matematika *graph* merupakan himpunan titik-titik atau biasa disebut dengan *node* yang terhubung oleh *edge*. *Edge* yang menghubungkan setiap *node* merupakan suatu *vektor* yang memiliki arah dan besaran tertentu. Untuk dapat menemukan jalan dari *Node Awal* menuju *Node Tujuan*, dilakukan penelusuran terhadap *graph* tersebut. [19]

2.4 Shortest Path

Shortest Path atau jalur terpendek merupakan suatu upaya optimalisasi dari *path finding*. Setiap jalur yang ditemukan pada *path finding* akan dicari jalur terpendeknya. Pencarian jalur terpendeknya di tentukan dengan akumulasi besaran vektor yang dilalui untuk mencapai *node* tujuan. Akumulasi *cost* yang memiliki nilai minimum merupakan jalur terpendek dari *graph* tersebut[20][21]

2.5 Pencarian Heuristik

Teknik pencarian heuristic (*heuristic searching*) merupakan suatu strategi untuk melakukan proses pencarian secara selektif dan dapat memandu proses pencarian yang memiliki kemungkinan sukses paling besar, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan (*completeness*). Heuristik jarak ditambah biaya adalah penjumlahan dari dua fungsi:

- a. fungsi jalur biaya, di mana biayanya dihitung dari node awal hingga node saat ini (biasanya dinotasikan $g(x)$).
- b. dan "estimasi heuristik" yang dapat diterima (*admissible*) dari jarak menuju *goal* (biasanya dinotasikan $h(x)$) [22].

2.6 Algoritma Floyd Warshall

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal

dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu [23]. Algoritma *Floyd-Warshall* mampu mengurangi perhitungan yang tidak mengarah ke solusi. Prinsip yang dipegang oleh algoritma *Floyd-Warshall* adalah prinsip optimalitas, yaitu jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai suatu tahap (misalnya tahap ke- i) juga optimal[24].

2.7 Euclidean Distance

Euclidean distance digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan (*similarity degree*) atau ketidaksamaan (*dissimilarity degree*) dua vektor fitur. Tingkat kesamaan berupa suatu nilai dan berdasarkan nilai tersebut dua vektor fitur akan dikatakan mirip atau tidak. *Euclidean distance* menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor dapat dilihat pada persamaan[25]

$$d_{i,j} = \sqrt{\sum_n^k = 1(X_{ik}-X_{jk})^2}$$

Keterangan:

$d_{i,j}$ = *Euclidean Distance*

$X_{ik}-X_{jk}$ = vector ciri

2.8 Flowchart

Flowchart adalah Untuk menggambarkan sebuah algoritma yang terstruktur dan mudah dipahami oleh orang lain khususnya programmer yang bertugas mengimplementasikan program, maka dibutuhkan alat bantu yang berbentuk diagram alur[26]. Tujuan penggunaan *flowchart* adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi, dan jelas dengan menggunakan symbol-simbol yang standar. Tahapan penyelesaian masalah yang disajikan harus jelas, sederhana, dan tepat. [27]

2.9 Pemrograman Web

Pemrograman *website* adalah salah satu aspek yang paling penting dari situs *web* apapun, sebagai pemrograman dari situs yang bekerja pada *coding* dan pemrograman untuk membuat *web page* bekerja dengan baik. [28].

2.10 PHP

PHP merupakan bahasa script yang paling mudah dipahami karena memiliki beberapa referensi. PHP juga dapat digunakan untuk berbagai sistem operasi antara lain: Unix, Macintosh serta windows [29].

2.11 Database

Menurut [30] bahwa *database* adalah kumpulan data yang saling terhubung secara logis dan deskripsi dari data tersebut, dirancang untuk menemukan informasi yang dibutuhkan oleh sebuah organisasi.

2.12 Database Management System

Database berisi sejumlah besar data terstruktur. *Database* berisi sejumlah besar file data sementara dan metadata yang digunakan oleh mekanisme internal. Struktur data ini dipertahankan untuk melakukan penyimpanan data yang terstruktur. [31]

Database Management Systems (DBMS) secara rutin digunakan untuk menyimpan dan memproses data perusahaan yang sensitif. Namun, tidak mungkin untuk mengamankan data dengan mengandalkan kontrol akses dan mekanisme keamanan dari sistem tersebut saja - pengguna dapat menyalahgunakan hak istimewa mereka (tidak peduli apakah diberikan atau diperoleh secara ilegal) atau mengelakkan mekanisme keamanan untuk secara jahat mengubah dan mengakses data. [32].

2.13 Mysql

SQL atau singkatan dari *Structured Query Language* ialah suatu sintaks perintah-perintah tertentu atau bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengelola suatu database. Jadi, MySQL dan SQL tidaklah sama. Singkatnya, MySQL ialah perangkat lunaknya dan SQL adalah bahasa perintahnya [33]. MySQL merupakan software database yang termasuk paling populer dilingkungan linux, kepopuleran ini ditunjang karena Performansi query dari databasenya yang saat itu biasa dikatakan paling cepat dan jarang bermasalah[34]

2.14 UML (Unified Modelling Language)

Unified Modeling Language (UML) bertujuan untuk mendukung penggunaan terintegrasi dari enterprise dan model sistem informasi yang diekspresikan menggunakan bahasa yang berbeda. Untuk mencapai tujuan ini, UML menawarkan sebuah hub melalui mana bahasa pemodelan dapat dihubungkan, sehingga membuka jalan untuk juga menghubungkan model yang dinyatakan dalam bahasa tersebut. Makalah ini memotivasi dan menyajikan bagian paling sentral dari pendekatan UML [35]. Berikut ini jenis diagram unified modelling language yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antar satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan di buat. [36]

2. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan *workflow* (aliran kerja atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis yang perlu di perhatikan disini adalah bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan apa yang di lakukan aktor, jadi aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem [37].

3. Sequence Diagram

Diagram sequence menggambarkan kelakuan atau perilaku objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan di terima antar objek [36]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

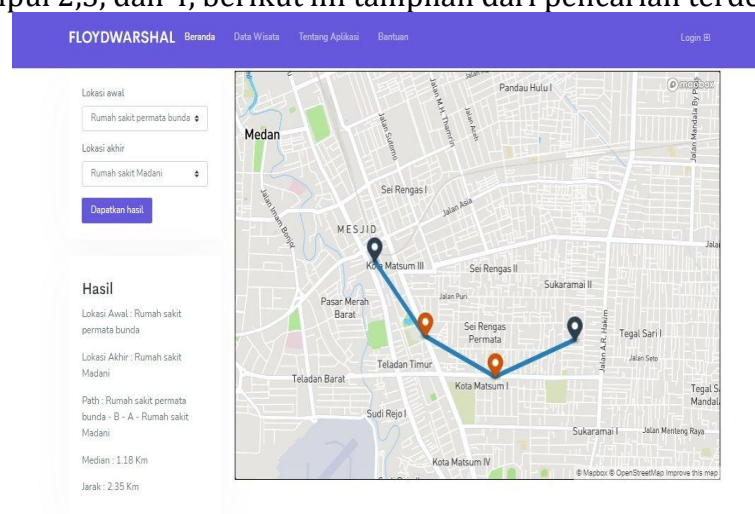
Implementasi dilakukan setelah perancangan selesai dilakukan dan selanjutnya akan diimplementasikan pada bahasa pemrograman yang akan digunakan. Tujuan Implementasi adalah untuk mengkonfirmasi modul program perancangan dan melakukan implementasi penerapan algoritma *Floyd Warshall* dengan rumus jarak atau *Euclidean Distance*. Pada sistem akan menggunakan kasus pemetaan rumah sakit yang menerima pasien BPJS dengan penerapan algoritma *Floyd Warshall* dengan rumus jarak *Euclidean Distance* pada wilayah kota Medan yang menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data *mysql* yang dapat dijalankan.

3.2. Tampilan Sistem User

Implementasi dilakukan setelah perancangan selesai dilakukan dan selanjutnya akan diimplementasikan pada bahasa pemrograman yang akan digunakan. Tujuan Implementasi adalah untuk mengkonfirmasi modul program perancangan dan melakukan implementasi penerapan algoritma *Floyd Warshall* dengan rumus jarak atau *Euclidean Distance*. Pada sistem akan menggunakan kasus pemetaan rumah sakit yang menerima pasien BPJS dengan penerapan algoritma *Floyd Warshall* dengan rumus jarak *Euclidean Distance* pada wilayah kota Medan yang menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data *mysql* yang dapat dijalankan.

1. Tampilan Pencarian Terdekat

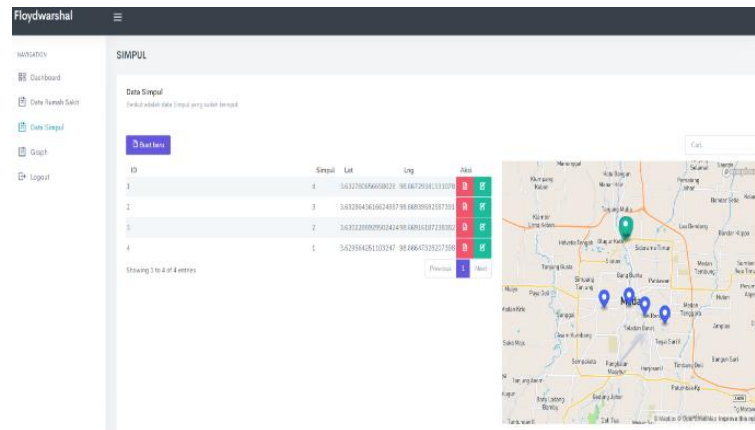
Tampilan pencarian terdekat akan menampilkan keseluruhan hasil dari perhitungan antara titik awal atau simpul awal dengan titik akhir atau simpul akhir pada kasus sekarang titik awal berada di Rumah sakit permata bunda yang di asumsikan sebagai titik awal dan titik akhir yaitu Rumah Sakit Madani. Hasilnya didapatkan bahwa untuk rumah sakit madani jarak paling dekat yaitu 0.88 km yang melewati simpul 2,3, dan 4, berikut ini tampilan dari pencarian terdekat:



Gambar 1. Tampilan Menu pengguna

2. Tampilan Menu Simpul

Tampilan menu simpul merupakan tampilan yang berisi simpul simpul yang harus diinput oleh administrator, seperti pada gambar 2 berikut ini:

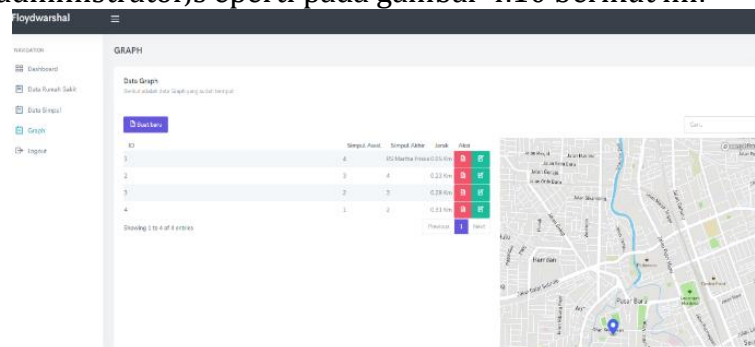


Gambar 2. Tampilan simpul

Keterangan gambar 2 pada menu simpul harus *login* terlebih dahulu kemudian masuk kehalaman simpul. Pada menu simpul admin dapat melakukan perubahan data, input data sehingga dapat menunjang pencarian Rumah Sakit dengan penerapan algoritma *floyd warshall*

3. Tampilan Menu Graph

Tampilan menu simpul merupakan tampilan yang berisi simpul simpul yang harus diinput oleh administrator, seperti pada gambar 4.10 berikut ini:



Gambar 3. Tampilan graph

Keterangan gambar 3 pada menu simpul harus *login* terlebih dahulu kemudian masuk kehalaman simpul. Pada menu simpul admin dapat melakukan perubahan data, input data sehingga dapat menunjang pencarian Rumah Sakit dengan penerapan algoritma *Floyd Warshall*

4. KESIMPULAN

Dalam uraian rangkaian mulai dari proses pembuatan aplikasi sistem informasi geografis menentukan jalur terbaik dengan memanfaatkan penerapan algoritma *Floyd warshall* dengan rumus jarak *Euclidean distance* pada wilayah Kota Medan, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting antara lain:

1. Sistem yang dibangun dapat membantu memahami penerapan Algoritma *Floyd Warshall* dalam proses penentuan rute/jalur yang dilalui dalam mencari lokasi Rumah Sakit yang ada di Kota Medan.
2. Dalam menerapkan algoritma pencarian lokasi dapat menggunakan Mapbox Direction API sebagai navigasi untuk menampilkan Peta lokasi Rumah Sakit.
3. Penggunaan Algoritma *Floyd Warshall* hampir sama dengan Mapbox dalam mencari lokasi terdekat. Algoritma *Floyd warshall* akan lebih efektif jika terdapat banyak titik/lokasi yang diinput

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. M. Wibowo, I. Kanedi, dan J. Jumadi, "Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu," *Jurnal Media Infotama Vol.*, vol. 11, no. 1, hlm. 51–60, 2015.
- [2] T. A. Fitri dan M. N. Arsyad, "Rancangan Aplikasi Pelayanan Kesehatan Berbasis Geographic Information System (GIS) Versi Android di Kota Pekanbaru," *JST (Jurnal Sains Terapan)*, vol. 3, no. 2, 2017, doi: 10.32487/jst.v3i2.256.
- [3] Yuliani dan F. Agus, "WebGIS Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma A Star (A*) (Studi Kasus: Kota Bontang)," *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer (JIM)*, vol. 8, no. 2, hlm. 50–55, 2016.
- [4] H. M. Prayoga dan Nasir, "Implementasi Algoritma A Star Dan Shooting Star Dalam Pencarian Rute Terpendek Pemetaan Rumah Sakit Di Kota Palembang Berbasis Android," hlm. 1–10, 2014.
- [5] F. Widya dan T. Andrasto, "Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, hlm. 21–24, 2016, doi: 10.15294/jte.v8i1.8791.
- [6] R. D. Handoko, "WEB-GIS PENENTUAN LOKASI FASILITAS KESEHATAN PEMBERI RUJUKAN BAGI PASIEN BPJS KESEHATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA A STAR(A*) DI KABUPATEN KUDUS," 2015.
- [7] M. S. Yusuf, H. M. Az-zahra, dan D. H. Apriyanti, "Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Menemukan Jarak Terdekat Dari Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Menemukan Jarak Terdekat Dari Lokasi Pengguna Ke Tanaman Yang Di Tuju Berbasis Android (Studi Kasus di Kebun Raya Purwodadi)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. August, hlm. 1779–1781, 2017.
- [8] E. Kusuma dan H. Agung, "Aplikasi Perhitungan Dan Visualisasi Jarak Terpendek Berdasarkan Data Coordinate Dengan Algoritma Dijkstra Dalam Kasus Pengantaran Barang Di Kawasan Jabodetabek," *Jurnal Sisfokom*, vol. 08, no. 1, hlm. 14–23, 2019.

- [9] A. Burhanuddin, "Pengiriman Darah Di Pmi Kota Semarang Dengan," *Teknik, Prodi Universitas, Informatika Magelang, Muhammadiyah*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [10] A. C. Purnomo, M. Yuliana, S. T. Mt, I. Prasetyaningrum, dan S. S. Mt, "Implementasi Algoritma Greedy Pada Layanan Taksi Wisata Berbasis Web," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS*, 2018.
- [11] R. Aprilia dan R. F. Sari, "Implementation of Pagerank Algorithm in Matlab," *ZERO: Jurnal Sains, Matematika dan Terapan*, vol. 1, no. 1, hlm. 33–40, 2017, doi: 10.30829/zero.v1i1.1458.
- [12] C. Mindasari, S. Widowati, dan A. Rakhmatsyah, "IMPLEMENTASI ALGORITMA SHORTEST JOB FIRST UNTUK PENJADWALAN PRODUKSI STUDI KASUS PT. ASIAN ISUZU CASTING CENTER," 2017.
- [13] Panny Agustia Rahayuningsih, "Analisis Perbandingan Kompleksitas Algoritma Pengurutan Nilai (Sorting," vol. 23, no. 45, hlm. 5–24, 2016.
- [14] A. Permana, M. D. Sulistiyo, dan G. S. Wulandari, "Optimasi Genetic Algorithm Dengan Simulated Annealing Untuk Multiple Depot Capacitated Vehicle Routing Problem," no. January, 2015, doi: 10.21108/indosc.2015.4.
- [15] R. Arief dan G. S. Adji, "Aplikasi Location Base System Penyedia Informasi Layanan Darurat Berbasis Android," *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 8, no. 1, hlm. 72, 2016, doi: 10.22441/fifo.v8i1.1302.
- [16] Y. Darnita, R. Toyib, dan R. Rinaldi, "Implementasi Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Letak Dan Lokasi Perusahaan Travel/Rental Mobil Di Kota Bengkulu," *Pseudocode*, vol. 4, no. 2, hlm. 144–155, 2017, doi: 10.33369/pseudocode.4.2.144-155.
- [17] M. E. Supiyandi, "Penerapan Teknik Pewarnaan Graph Pada Penjadwalan Ujian Dengan," *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 03, no. 01, hlm. 58–63, 2018.
- [18] W. E. Y. Retnani, D. Istiadi, dan A. Roqib, "Pencarian SPBU Terdekat dan Penentuan Jarak Terpendek Menggunakan Algoritma DIJKSTRA (Studi Kasus di Kabupaten Jember)," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, hlm. 89, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n1.132.2015.
- [19] A. M. Herli dan I. K. Raharjana, "Sistem Pencarian Hotel Berdasarkan," vol. 1, no. 1, hlm. 9–16, 2015.
- [20] A. D. Hartanto, A. S. Mandala, D. R. P.L., S. Aminudin, dan A. Yudirianto, "Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Game Pacman," *CCIT Journal*, vol. 12, no. 2, hlm. 170–176, 2019, doi: 10.33050/ccit.v12i2.687.
- [21] W. S. Jati, H. Nurwasito, dan M. Data, "Perbandingan Kinerja Protocol Routing Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP) Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 8, hlm. 2442–2448, 2018.
- [22] alamysah, "Pemanfaatan metode heuristik pada pencarian," hlm. 7, 2017.
- [23] V. A. Nawagusti, "Penentuan Rute Terpendek Pada Optimalisasi Jalur Pendistribusian Barang di PT. X dengan Menerapkan Algoritma Floyd-

- Warshall," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, hlm. 57–64, 2018.
- [24] mochamad fandi, "APLIKASI ANDROID UNTUK PENCARIAN RUTE TERDEKAT MINI MARKET MENGGUNAKAN METODE FLOYD-WARSHALL BERBASIS GIS," vol. 2, hlm. 51–56, 2019.
- [25] F. Falanda, R. Gustriansyah, dan Hartini, "Disekitar Pengguna Dikota Palembang Dengan," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 7, no. 1, hlm. 17–24, 2016.
- [26] S. H. Harahap, "Pemanfaatan Aplikasi Penggambar Diagram Alir (Flowchart) sebagai Bahan Ajar untuk Mata Kuliah Sistem Akuntansi di Fakultas Ekonomi pada Perguruan Tinggi Swasta di Kota Medan," *Kitabah*, vol. I, hlm. 14, 2017.
- [27] M. Jumarlis, "Aplikasi Pembelajaran Smart Hijaiyyah Berbasis Augmented Reality," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, no. 1, hlm. 52, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i1.238.52-58.
- [28] B. D. Wijaya, E. M. A. Fenty, dan A. Fiade, "IMPLEMENTASI JSON PARSING PADA APLIKASI MOBILE E-COMMERCE Studi Kasus : CV V3 Tekno Indonesia," vol. 2, no. 1, hlm. 1–9, 2015.
- [29] Dio, "RANCANG BANGUN E – VOTING BERBASIS WEBSITE DI UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA," *Journal of Knowledge Management*, vol. 2, no. 2, hlm. 1–18, 2016, doi: 10.1016/j.cya.2015.11.011.
- [30] A. S. Rahardjo, "Membangun Database dengan MySQL sebagai Data-base Server pada Website E-commerce Komputeronline.com, Universitas Kristen Petra," vol. 3, no. 2, hlm. 88–95, 2014.
- [31] I. P. A. Putra Yudha, M. Sudarma, dan P. Arya Mertasana, "Perancangan Aplikasi Sistem Inventory Barang Menggunakan Barcode Scanner Berbasis Android," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 4, no. 2, hlm. 72, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2017.v04.i02.p10.
- [32] Y. A. Binarso, E. A. Sarwoko, dan N. Bahtiar, "Pembangunan Sistem Informasi Alumni Berbasis Web Pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Diponegoro," *Journal of Informatics and Technology*, vol. 1, no. 1, hlm. 72–84, 2017.
- [33] R. Maydi, "Perancangan Sistem Informasi Penjualan Padi Berbasis Web Menggunakan Php dan Mysql," 2017.
- [34] A. Susanto, "Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP dan MySQL,," no. 2008, 2015.
- [35] J. Osis dan U. Donins, "Topological UML Modeling," *TopUML Modeling*, no. August, hlm. 133–151, 2017, doi: 10.1016/b978-0-12-805476-5.00005-8.
- [36] J. Osis dan U. Donins, "Topological UML Modeling," *TopUML Modeling*, no. August, hlm. 133–151, 2017, doi: 10.1016/b978-0-12-805476-5.00005-8.
- [37] Y. Sugiarti dan N. Fitriani, "(Studi Kasus : Rumah Sakit Ibu Dan Anak Buah Hati Ciputat)," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, hlm. 1–11, 2015.